

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
ESTUDIO TÉCNICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DEL CENTRO DE SALUD Nº 1 “CENTRO HISTORICO” DEL MINISTERIO DE
SALUD PÚBLICA**

**AUTOR:
DAVID ALEJANDRO SÁNCHEZ IZURIETA**

**TUTOR:
JORGE PAÚL MUÑOZ PILCO**

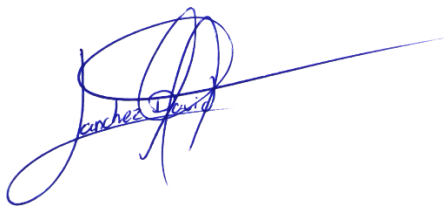
Quito, febrero del 2022

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, David Alejandro Sánchez Izurieta, con documento de identificación N° 171816502-8, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto de titulación:

ESTUDIO TÉCNICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CENTRO DE SALUD N° 1 “CENTRO HISTÓRICO” DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



David Alejandro Sánchez Izurieta
CI. 171816502-8

Quito, febrero del 2022.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico: **ESTUDIO TÉCNICO Y PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CENTRO DE SALUD N° 1 “CENTRO HISTÓRICO” DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA**, realizado por David Alejandro Sánchez Izurieta, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.



Jorge Paúl Muñoz Pilco

C.I. 1719006189

Quito, febrero de 2022

DEDICATORIA

A mi madre, Clelia Mariana Izurieta Cabrera, y hermano, Juan Francisco Sánchez Izurieta quienes con su apoyo me dieron el aliento necesario para que yo pueda seguir adelante con mis estudios siempre estuvieron presentes a lo largo de mi carrera animándome a continuar sin desanimarme en esta larga travesía que hoy finaliza.

David Alejandro Sánchez Izurieta

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fortaleza a lo largo de la carrera, por darme una madre amorosa y comprensible y un hermano que me apoya.

A mi madre y hermano que son ejemplo a seguir para mí, quienes con su ejemplo son una inspiración en mi vida animándome a ser como ellos y lograr alcanzar todas mis metas.

Al Centro de Salud N° 1 “Centro Histórico” por ofrecerme la oportunidad de realizar este proyecto, pero sobre todo por su comprensión y tolerancia.

A mis estimados docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, quienes durante todos los semestres compartieron conmigo sus conocimientos y enseñanzas profesionales; pero en especial un agradecimiento al Msc. Paul Muñoz quien me guió y brindó su apoyo para realizar este proyecto, el cual es una inspiración humana y profesional para mi persona.

David Alejandro Sánchez Izurieta

ÍNDICE

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Alcance	1
1.3. Delimitacion del problema.....	2
1.4. Descripcion del edificio	2
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO.....	6
2.1. Sistema de iluminación.....	6
2.2. Normas para los circuitos de iluminación.....	7
2.3. Sistema de alumbrado.....	7
2.4. Sistema de fuerza.....	8
2.5. Tableros eléctricos.....	9
2.6. Conductores eléctricos.....	9
2.7. Protecciones eléctricas.....	10
CAPITULO III.....	12
ESTUDIO TÉCNICO	12
3.1. Inspección técnica.....	12
3.2. Sistema de iluminación.....	13
3.3. Sistema de fuerza.....	14
3.4. Sistema de fuerza cargas especiales.....	14
3.5. Distribución de las cajas de breakers.....	15
3.6. Estudio de carga y demanda.....	19

3.7. Corrientes.....	20
3.8. Corrientes transformador de 75 kVA.....	21
3.9. Corrientes transformador de 100 kVA.....	22
3.10. Voltajes.....	23
3.11. Voltajes transformador de 75 kVA.....	24
3.12. Voltajes transformador de 100 kVA.....	25
3.13. Potencias.....	26
3.14. Potencias Activa transformador de 75 kVA.....	27
3.15. Potencias Activa transformador de 100 kVA.....	28
3.16. Potencias Reactiva transformador de 75 kVA.....	29
3.17. Potencias Reactiva transformador de 100 kVA.....	30
3.18. Potencias Aparente transformador de 75 kVA.....	31
3.19. Potencias Aparente transformador de 100 kVA.....	32
CAPITULO IV.....	33
CALIDAD DE LA ENERGÍA.....	33
4.1. Armónicos.....	33
4.2. Armónicos de Corriente del transformador de 75kVA.....	34
4.3. Armónicos de Corriente del transformador de 100kVA.....	36
4.4. Armónicos de Tensión del transformador de 75kVA.....	38
4.5. Armónicos de Tensión del transformador de 100kVA.....	40
4.6. Flickers.....	42
4.7. Flickers del transformador de 75 kVA.....	43
4.8. Flickers del transformador de 100 kVA.....	44
CAPITULO V.....	45
REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO.....	45

5.1. Propuesta de rediseño.	45
5.2. Sistema de iluminación.	45
5.3. Circuitos de iluminación planta baja.	50
5.4. Circuitos de iluminación segundo piso.	53
5.5. Circuitos de iluminación tercer piso.	55
5.6. Sistema de fuerza.	56
5.7. Tomacorrientes de uso general planta baja.	58
5.8. Tomacorrientes de uso general segundo piso.	60
5.9. Tomacorrientes de uso general tercer piso.	62
5.10. Tomacorrientes de uso solo para computadores.	64
5.11. Tomacorrientes para computadoras planta baja.	64
5.12. Tomacorrientes para computadoras segundo piso.	65
5.13. Tomacorrientes para computadoras tercer piso.	66
5.14. Tomacorrientes para cargas especiales.	67
5.15. Protecciones.	68
5.16. Dimensionamiento de protecciones.	69
5.17. Sistema de alimentación ininterrumpida.	70
5.18. Tipos de UPS o SAI.	70
5.19. Diagrama unifilar.	72
CONCLUSIONES.	77
RECOMENDACIONES.	78
REFERENCIAS.	79
ANEXOS.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Centro de Salud N°1 “Centro Histórico”.....	5
Figura. 2. Conductores tipo THHN solido construido en cobre.	10
Figura 3. Circuitos expuestos.....	13
Figura 4. Iluminación del centro de salud.....	13
Figura 5. Circuitos improvisados.....	14
Figura 6. Tablero de breakers primer piso.	15
Figura 7. Tablero de breakers segundo piso.	17
Figura 8. Tablero de breakers tercer piso.....	18
Figura 9. Transformador bifásico de 75kVA.....	19
Figura 10. Transformador trifásico de 100kVA.	20
Figura 11. Corrientes transformador de 75kVA línea 1 y 2.	21
Figura 12. Corrientes transformador de 100kVA línea 1, 2 y 3.	22
Figura 13. Voltajes transformador de 75kVA línea 1 y 2.....	24
Figura 14. Voltajes transformador de 100kVA línea 1, 2 y 3.....	25
Figura 15. Potencia Activa transformador de 75kVA.	27
Figura 16. Potencia Activa transformador de 100kVA.	28
Figura 17. Potencia Reactiva transformador de 75kVA.	29
Figura 18. Potencia Activa transformador de 100kVA.	30
Figura 19. Potencia Aparente transformador de 75kVA.	31
Figura 20. Potencia Aparente transformador de 100kVA.	32
Figura 21. Armónicos de corriente evolución temporal transformador 75kVA.....	34
Figura 22. Armónicos de corriente histograma transformador 75kVA.....	35
Figura 23. Armónicos de corriente evolución temporal transformador 100kVA.....	36

Figura 24. Armónicos de corriente histograma transformador 100kVA.	37
Figura 25. Armónicos de tensión evolución temporal transformador 75kVA.....	38
Figura 26. Armónicos de tensión histograma transformador 75kVA.....	39
Figura 27. Armónicos de tensión evolución temporal transformador 100kVA.....	40
Figura 28. Armónicos de tensión histograma transformador 100kVA.....	41
Figura 29. Flickers del transformador 75kVA.....	43
Figura 30. Flickers del transformador 100kVA.....	44
Figura 31. Especificación técnica de luminarias de 40w y 60w	46
Figura 32. Especificación técnica de luminarias de 18w	47
Figura 33. Simbología de luminarias de 18w en el rediseño.	49
Figura 34. Simbología de luminarias de 60w RC en el rediseño.....	49
Figura 35. Simbología de luminarias de 40w RC en el rediseño.....	49
Figura 36. Dimensiones del área de Triage planta baja	50
Figura 37. Representación de tomacorrientes de uso múltiple	57
Figura 38. Representación de tomacorrientes para computadoras.....	57
Figura 39. Representación de tomacorriente especial.....	67
Figura 40. Diagrama SAI offline.	71
Figura 41. Diagrama SAI línea interactiva.	71
Figura 42. Diagrama SAI online.....	72
Figura 43. Diagrama unifilar tablero de distribución tercer piso.....	72
Figura 44. Diagrama unifilar tablero de distribución segundo piso.....	73
Figura 45. Diagrama unifilar tablero de distribución planta baja.	73
Figura 46. Diagrama unifilar tablero de distribución Rayos X.....	74
Figura 47. Diagrama unifilar tablero de distribución área de esterilización.....	74
Figura 48. Diagrama unifilar tablero de distribución área de emergencias.	75

Figura 49. Diagrama unifilar tablero de distribución área de lavandería.	75
Figura 50. Diagrama unifilar tablero principal área de bombas.	76
Figura 51. Planos circuito de iluminación del centro de salud primer piso.	81
Figura 52. Planos circuito de fuerza del centro de salud primer piso.	82
Figura 53. Planos circuito de fuerza para equipos de computación primer piso.	83
Figura 54. Planos circuito de iluminación del centro de salud segundo piso.	84
Figura 55. Planos circuito de fuerza del centro de salud segundo piso.	85
Figura 56. Planos circuito de fuerza para equipos de computación segundo piso.	86
Figura 57. Planos circuito de iluminación del centro de salud tercer piso.	87
Figura 58. Planos circuito de fuerza del centro de salud tercer piso.	88
Figura 59. Planos circuito de fuerza para equipos de computación tercer piso.	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1. Código de colores para conductores.	10
Tabla.2. Tablero de breakers primer piso con su medición de corriente.	16
Tabla.3. Tablero de breakers segundo piso con su medición de corriente.	17
Tabla.4. Tablero de breakers tercer piso con su medición de corriente.....	18
Tabla.5. Niveles de iluminación aceptados para diferentes áreas y actividades.....	48
Tabla.6. Circuito 1 de iluminación, planta baja.	51
Tabla.7. Circuito 2 de iluminación, planta baja.	51
Tabla.8. Circuito 3 de iluminación, planta baja.	51
Tabla.9. Circuito 4 de iluminación, planta baja.	51
Tabla.10. Circuito 5 de iluminación, planta baja.	51
Tabla.11. Circuito 6 de iluminación, planta baja.	52
Tabla.12. Circuito 7 de iluminación, planta baja.	52
Tabla.13. Circuito 8 de iluminación, planta baja.	52
Tabla.14. Circuito 9 de iluminación, planta baja.	52
Tabla.15. Circuito 10 de iluminación, planta baja.	52
Tabla.16. Circuito 11 de iluminación, planta baja.	53
Tabla.17. Circuito 1 de iluminación, segundo piso.	53
Tabla.18. Circuito 2 de iluminación, segundo piso.	53
Tabla.19. Circuito 3 de iluminación, segundo piso.	53
Tabla.20. Circuito 4 de iluminación, segundo piso.	54
Tabla.21. Circuito 5 de iluminación, segundo piso.	54
Tabla.22. Circuito 6 de iluminación, segundo piso.	54
Tabla.23. Circuito 7 de iluminación, segundo piso.	54

Tabla.24. Circuito 8 de iluminación, segundo piso.	54
Tabla.25. Circuito 9 de iluminación segundo piso.	55
Tabla.26. Circuito 1 de iluminación, tercer piso.....	55
Tabla.27. Circuito 2 de iluminación, tercer piso.....	55
Tabla.28. Circuito 3 de iluminación, tercer piso.....	55
Tabla.29. Circuito 4 de iluminación, tercer piso.....	55
Tabla.30. Circuito 5 de iluminación, tercer piso.....	56
Tabla.31. Circuito 6 de iluminación, tercer piso.....	56
Tabla.32. Circuito 7 de iluminación, tercer piso.....	56
Tabla.33. Circuito 1, tomacorrientes de uso general planta baja.	58
Tabla.34. Circuito 2, tomacorrientes de uso general planta baja.	58
Tabla.35. Circuito 3, tomacorrientes de uso general planta baja.	58
Tabla.36. Circuito 4, tomacorrientes de uso general planta baja.	58
Tabla.37. Circuito 5, tomacorrientes de uso general planta baja.	58
Tabla.38. Circuito 6, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.39. Circuito 7, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.40. Circuito 8, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.41. Circuito 9, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.42. Circuito 10, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.43. Circuito 11, tomacorrientes de uso general planta baja.	59
Tabla.44. Circuito 12, tomacorrientes de uso general planta baja.	60
Tabla.45. Circuito 1, tomacorrientes de uso general segundo piso.	60
Tabla.46. Circuito 2, tomacorrientes de uso general segundo piso.	60
Tabla.47. Circuito 3, tomacorrientes de uso general segundo piso.	60
Tabla.48. Circuito 4, tomacorrientes de uso general segundo piso.	60

Tabla.49. Circuito 5, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.50. Circuito 6, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.51. Circuito 7, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.52. Circuito 8, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.53. Circuito 9, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.54. Circuito 10, tomacorrientes de uso general segundo piso.	61
Tabla.55. Circuito 11, tomacorrientes de uso general segundo piso.	62
Tabla.56. Circuito 12, tomacorrientes de uso general segundo piso.	62
Tabla.57. Circuito 1, tomacorrientes de uso general tercer piso.	62
Tabla.58. Circuito 2, tomacorrientes de uso general tercer piso.	62
Tabla.59. Circuito 3, tomacorrientes de uso general tercer piso.	62
Tabla.60. Circuito 4, tomacorrientes de uso general tercer piso.	63
Tabla.61. Circuito 5, tomacorrientes de uso general tercer piso.	63
Tabla.62. Circuito 6, tomacorrientes de uso general tercer piso.	63
Tabla.63. Circuito 7, tomacorrientes de uso general tercer piso.	63
Tabla.64. Circuito 8, tomacorrientes de uso general tercer piso.	63
Tabla.65. Circuito 1, tomacorrientes para computadoras planta baja.	64
Tabla.66. Circuito 2, tomacorrientes para computadoras planta baja.	64
Tabla.67. Circuito 3, tomacorrientes para computadoras planta baja.	65
Tabla.68. Circuito 4, tomacorrientes para computadoras planta baja.	65
Tabla.69. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 1.	65
Tabla.70. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 2.	65
Tabla.71. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 3.	66
Tabla.72. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 4.	66
Tabla.73. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 1.	66

Tabla.74. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 2.	66
Tabla.75. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 3.	67
Tabla.76. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 4.	67
Tabla.77. Tomacorrientes para cargas especiales.	68

RESUMEN

El presente documento tiene la finalidad de realizar una propuesta de rediseño del sistema eléctrico del Centro de Salud N°1 “Centro Histórico”, puesto que el sistema que presenta por el momento es obsoleto y ya cumplió su vida útil, esto porque nunca se le realizó ningún tipo de mantenimiento, con la ayuda de un analizador de red se obtendrá los datos para el estudio de calidad de energía y se conocerá la distribución de cargas en el centro de salud.

Mediante una inspección previa al desarrollo de este documento se evidenció el estado actual de las instalaciones eléctricas y se evidenció el problema de magnetización que presentan varios equipos de computación del centro de salud, el rediseño que se presenta está elaborado con la finalidad de solucionar los problemas mencionados con anterioridad, renovar los circuitos de iluminación y de fuerza, independizando los circuitos que alimentaran solo las computadoras del centro de salud.

PALABRAS CLAVES: distribución de carga, calidad de la energía, estudio de armónicos, NEC SB IE norma ecuatoriana de la construcción.

ABSTRAC

The purpose of this document is to make a proposal for the redesign of the electrical system of the Centro de Salud N°1 "Centro Histórico", since the current system is obsolete and has already fulfilled its useful life, because it has never undergone any type of maintenance, with the help of a network analyzer the data for the power quality study will be obtained and the distribution of loads in the health center will be known.

By means of an inspection previous to the development of this document, the current state of the electrical installations was evidenced and the magnetization problem presented by several computer equipments of the health center was evidenced, the redesign that is presented is elaborated with the purpose of solving the problems previously mentioned, renewing the illumination and power circuits, making independent the circuits that feed only the computers of the health center.

KEY WORDS: load distribution, power quality, harmonics study, NEC SB IE Ecuadorian construction standard.

DESCRIPCION DEL DOCUMENTO

El documento contiene una descripción detallada de los problemas que presenta el centro de salud, dentro del Capítulo I se encuentran las generalidades, el alcance y delimitación del problema que presenta el centro de salud “Centro Histórico”, también esta detallado la distribuido de las diferentes dependencias con las que cuenta el centro de salud.

Dentro del Capítulo II se plantea el marco teórico donde se definen todos los elementos que intervienen en un sistema eléctrico junto con las normas que se deben implementar para su ejecución.

En el Capítulo III se detalla una inspección técnica realizada en el centro de salud, evidenciando el estado de los circuitos eléctricos y la distribución de los mismos, conociendo los diferentes problemas que presentan los circuitos eléctricos del centro de salud “Centro Histórico”, además que se realizó un estudio de carga y demanda con el cual se pudo conocer el estado de carga de cada línea y el consumo de energía eléctrica que existe en el centro de salud.

Para el Capítulo IV se lo desarrollo abarcando la calidad de la energía que llega al centro de salud, tenemos las formas de ondas de los armónicos y los flickers analizando los daños que pueden llegar a causar en los equipos o al sistema eléctrico del centro de salud.

Finalmente, en el Capítulo V se realizó una propuesta para el rediseño del sistema eléctrico del centro de salud, se digitalizo planos civiles y se elaboró los diagramas unifilares

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

El funcionamiento del sistema eléctrico del Centro de Salud N°1 “Centro Histórico” es algo fundamental al momento de realizar sus actividades diarias ya que es una institución de salud pública que brinda atención ininterrumpida a personas que lo requieran, por eso, es necesario contar con condiciones adecuadas para que la atención a pacientes se realice de manera óptima y mejorar las condiciones de trabajo para su personal.

Al ser un edificio que pertenece al centro histórico de la ciudad de Quito cuenta con un sistema eléctrico que ya ha cumplido con su vida útil, el mismo fue intervenido en el año 2001 pero su intervención no fue del todo correcta ya que se presentan diversas fallas en sus instalaciones.

Se busca presentar mejoras que podrán ser implementadas para dar un mejor funcionamiento al sistema eléctrico del Centro de Salud N°1, proteger los equipos médicos e informáticos que se encuentran en el edificio y de forma global, mejorar su operatividad.

1.2. Alcance

El proyecto se enfoca en la realización de un estudio técnico sobre el estado actual del sistema eléctrico del centro de salud y planteamiento de mejoras que permita solucionar la problemática actual del centro de salud.

Para lo cual se toma los siguientes puntos:

- Inspección técnica por áreas del sistema eléctrico actual del centro de salud

- Elaboración de planos eléctricos.

- Estudio de demanda del edificio mediante el uso de un analizador de red.

- Rediseño del sistema eléctrico, priorizando los circuitos que presentan problemas.

- Presentar una propuesta de rediseño del sistema eléctrico que permita un mejor funcionamiento y que solucione los problemas que presenta.

1.3. Delimitacion del problema

El Centro de Salud N°1 “Centro Histórico” de acuerdo con lo expresado por su representante, presenta varios problemas técnicos en su sistema eléctrico y algunos sistemas complementarios como se detalla a continuación:

Debido a que no se han realizado remodelaciones adecuadas desde el año 2001, la instalación de nuevos equipos se ha realizado sin planificación provocando sobrecargas en los circuitos actuales.

No existen planos eléctricos ni diagramas unifilares que sirvan como guía en el caso de presentarse alguna falla importante o una expansión futura.

Varios equipos de computación presentan problemas esto es ocasionado por una mala distribución de las cargas en los circuitos.

Varios circuitos ya han cumplido su ciclo de vida útil por lo que es necesario un cambio o remodelación del sistema eléctrico con el que cuentan.

1.4. Descripcion del edificio

El Centro de Salud N°1 “Centro Histórico” del Ministerio de Salud Pública se encuentra ubicado en la calle Rocafuerte, Quito 170130 cuenta con un área de construcción de $2778.78m^2$ distribuido en tres pisos que son planta baja, primer y segundo piso, en donde se desarrolla actividades administrativas y también se brinda atención medica en diferentes ámbitos a personas que lo requieran, cada planta cuenta con diferentes dependencias como consultorios, oficinas, baños y laboratorios.

A continuación, se detalla las diferentes dependencias que se ubican en cada planta del edificio.

Planta baja:

Triage.

1 baño.

Archivo.

Farmacia.

Admisiones.

Laboratorios.

Esterilización.

Sala de rayos x.

Sala de emergencias.

Entrega de resultados.

Primer piso:

4 baños.

Pediatría.

Obstétrica.

Ginecología.

Vacunación.

Odontología.

2 vestidores.

Consultorios.

Trabajo social.

Rayos x dentales.

Medicina interna.

Medicina familiar.

Medicina general.

4 salas de preparación.

Segundo piso:

4 baños.

Lactario.

Vacunas.

Sistemas.

Sindicato.

Auditorio.

Nutrición.

Psicología.

Acupuntura.

2 consultorios.

Sala de reuniones.

Jefatura de enfermería.

Bodega de suministros.

4 oficinas administrativas.

Asociación de empleados.

En las dependencias descritas existen equipos como computadores, UPS, refrigeradores, televisores, impresoras y diversos equipos médicos que son utilizados a diario por el personal sanitario y administrativo, razón por la cual, las instalaciones eléctricas del edificio del Centro de Salud N°1 “Centro Histórico” deben estar en estado operativo para brindar una atención adecuada al público que se dirige al centro de salud para ser atendidas.



Figura. 1. Centro de Salud N°1 “Centro Histórico”. [Autor]

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Sistema de iluminación.

Una gran parte de las instalaciones eléctricas de un edificio es la iluminación de espacios y áreas de trabajo, en el caso de un centro de salud la iluminación es fundamental ya que brinda seguridad y mejora el rendimiento del trabajo que se realiza, la iluminación debe ser adecuada y parametrizada dentro de los límites permitidos por normativa y esta se debe combinar con la iluminación ambiental, además de considerarse el color de las paredes que en un centro sanitario es muy importante. [1]

La iluminación es la cantidad de flujo luminoso o lúmenes que son emitidas por fuentes de luz y esta puede llegar de manera vertical u horizontal a una superficie, siendo la unidad de medida el lux, existen factores a tomar en cuenta para el nivel de iluminación:

Duración de las actividades

Condiciones ambientales

El tipo de tarea a realizar

Según las actividades que se realicen, los luxes necesario para un ambiente es muy importante ya que se determinara si el ambiente tiene la iluminación correcta, para poder calcular los luxes que tiene una habitación se tiene la siguiente formula:

$$lux = \frac{lumen}{m^2} \quad (1)$$

Donde:

lumen = flujo luminoso

m² = metros cuadrados

2.2. Normas para los circuitos de iluminación.

Para el sistema de iluminación se debe considerar que cada salida tendrá una carga máxima de 100 W, además de que cada circuito debe ser independiente y contar con su propia protección.

Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para soportar una carga máxima de 15 amperios y no deben pasar los 15 puntos de iluminación. [2]

El calibre del conductor de las fases debe ser igual al calibre del conductor.

El calibre del conductor debe ser de cobre sólido aislado tipo THHN con sección de $2,5\text{mm}^2$ o ser N° 14 AWG tanto para fase, neutro y tierra.

2.3. Sistema de alumbrado.

En el centro de salud debido a las actividades que se realizan la iluminación es un factor muy importante ya que brinda seguridad en las actividades que se realizan y mejora la eficiencia, por lo que se emplea diversos sistemas de alumbrado como son: [3], [4]

Alumbrado general.

Es el alumbrado de un espacio en el cual no se tiene en cuenta necesidades particulares de puntos determinados y se lo puede utilizar en espacios como son:

Oficinas o zonas administrativas.

Salas de espera.

Pasillos, vestíbulos.

Alumbrado localizado.

Este tipo de alumbrado sirve para tareas específicas, se lo puede implementar como un complemento al alumbrado general y puede ser controlado de manera independiente se lo utiliza en espacios como:

Emergencias.

Zonas de diagnósticos.

Inspección visual.

2.4. Sistema de fuerza.

Los circuitos de fuerza son utilizados para suministrar electricidad a los diferentes receptores a través de tomacorrientes; estos últimos tienen 2 clasificaciones: [5]

Tomacorrientes polarizados que son más seguros ya que presentan una protección para los aparatos eléctricos que son alimentados estos poseen 3 puntos de conexión; fase, neutro y la conexión a tierra.

Tomacorrientes no polarizados los cuales solo tienen 2 puntos de conexión fase y neutro, estos no son aconsejados para la alimentación de equipos eléctricos en instalaciones hospitalarias, a su vez se los puede usar para elementos de bajo consumo.

Normas para los circuitos de fuerza.

Es necesario identificar cada circuito del centro de salud y diferenciar los circuitos de uso general y los circuitos de tomas especiales, además; cada circuito debe ser independiente y contar con su respectiva protección termomagnética. [6]

Circuitos de fuerza para cargas generales.

El número de salida de cada circuito no debe ser mayor a 10 tomacorrientes.

La carga de cada salida de tomacorriente se la considerara de 200 W.

El calibre de los conductores usados en los tomacorrientes de uso general no debe ser menor a $4mm^2$ de sección o ser N° 12 AWG de cobre o un equivalente para fase y neutro.

Circuitos de fuerza para cargas especiales.

Los circuitos deben ser individuales para cada salida de tomacorrientes especiales.

Para tomacorrientes especiales se debe considerar que la potencia de los equipos que se van a conectar sobrepase los 1500 W, estos pueden ser cocinas eléctricas, duchas eléctricas, equipo médico ascensores, calentadores de agua, entre otros.

Para tomacorrientes especiales se utilizará conductor de cobre aislado tipo THHN con sección de $5,26mm^2$ o 10AWG. [2], [7]

2.5. Tableros eléctricos.

Tableros eléctricos o gabinetes son imprescindibles para centralizar la carga y disposición de protecciones asociadas a cada circuito, en él se encuentran los dispositivos de conexión, protección y distribución de todas las instalaciones eléctricas.

Como norma los tableros se los debe colocar a 1,40 m desde el piso acabado, se lo debe instalar en un lugar seco que no presente humedad.

2.6. Conductores eléctricos.

Son elementos que por sus propiedades específicas tienen la facilidad que circule la corriente por ellos ya que su estructura atómica facilita el movimiento de electrones por el conductor eléctrico. [8]

La principal característica de los conductores son su poca resistencia al paso de la corriente garantizando el paso de esta sin dañar el material del conductor, existen conductores unipolares y multipolares; ambos son empleados en circuitos eléctricos tanto de manera industrial como residencial. [9]

Las principales características de los conductores eléctricos al tomarse en cuenta son:

Buena conductividad

Se busca se tenga una buena conductividad para que cumplan la tarea de transportar energía eléctrica.

Maleables

Los conductores eléctricos deben ser capaces de doblarse sin llegar a su ruptura acorde a las disposición y condiciones de la infraestructura civil donde van a ser instalados.

Resistentes

Se busca que sean resistentes ya que deben ser capaces de soportar grandes temperaturas por el paso de corriente.

Capa aislante

La capa aislante evita que la corriente que atraviesa por el conductor sea expuesta a las personas y objetos que estén en su entorno, los conductores eléctricos se dividen en diferentes categorías y a su vez se los separa por el material que son hechos así tenemos:

Conductores metálicos

Conductores gaseosos

Conductores electrolíticos

Con gran diferencia los mejores son los conductores metálicos, ya que estos son hechos con metales solidos como el oro, la plata, aluminio, hierro y el más utilizado el cobre.

Los conductores de energía eléctrica que se utilicen en instalaciones eléctricas deben ser colocados de tal manera que su revisión o remplazo sea fácil, en la tabla 1 se muestra el código de colores de los conductores eléctricos.

Tabla.1. Código de colores para conductores.

Código de colores	
Conductor	Color
Neutro	Blanco
Tierra	Verde; verde con franja amarilla
Fase	Rojo, azul, negro, amarillo o cualquier otro color diferente a neutro y tierra

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción febrero 2018. [2]

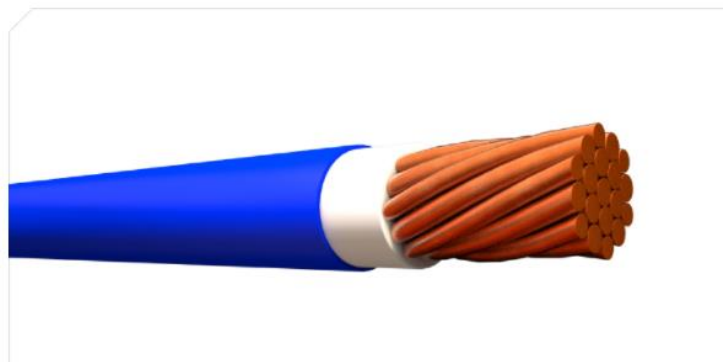


Figura. 2. Conductores tipo THHN solido construido en cobre. [10]

Fuente: Conductores de cobre THHN.

2.7. Protecciones eléctricas.

Los diferentes tipos de protecciones eléctricas cumplen un papel muy importante, ya que garantiza una seguridad integral tanto al personal como al equipamiento con el que cuenta una instalación eléctrica; algunos tipos de protecciones que se pueden encontrar en lugares de trabajo y viviendas son:

Interruptores.

Son protecciones eléctricas que se las puede encontrar en la mayoría de los tableros eléctricos, están diseñados para impedir sobrecargas, cortocircuitos, daños a equipos, afectaciones en los circuitos y proteger la vida de las personas, unos ejemplos de los interruptores son:

Interruptores magnéticos, son los encargados de proteger los circuitos de sobrecargas y cortocircuitos.

Interruptores diferenciales, están diseñados para evitar el daño a equipos y evitar electrocuciones estos se activan cuando alguna de las fases del circuito se deriva a tierra.

Tomas de tierra.

Este tipo de protecciones eléctricas están destinadas a ofrecer seguridad a las personas y proteger los equipos evitando descargar indeseadas o corrientes no deseadas que van hacia los equipos que están conectados a un circuito eléctrico.

CAPITULO III

ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Inspección técnica.

Al centro de salud se le realizó una intervención para mejorar sus instalaciones esto se lo realizó en el año 2001, en dicha intervención se enfocaron en mejorar el área de emergencias, en la intervención dejaron en el centro de salud los planos civiles pero ningún tipo de plano eléctrico por lo que se dificulta el saber cómo están distribuidos los diferentes circuitos, también que varios circuitos han sido modificados sin un previo estudio lo que provoca que se presenten problemas con algunos equipos de computación.

Con el pasar de los años el centro de salud se vio en la necesidad de crear más ambientes para poder atender a las personas que llegaban con lo cual creaban nuevos consultorios dividiendo los consultorios lo que ocasionó que deban adecuar los nuevos consultorios, lo que hicieron fue sacar de una salida de toma corriente mediante extensiones y adecuar los nuevos consultorios, todo esto sin un previo estudio.

Tras haberse realizado una inspección visual y técnica a los circuitos eléctricos ubicados en las distintas áreas que conforman el centro de salud N°1 “Centro Histórico” se encontraron inconvenientes que afectan el funcionamiento óptimo de varios equipos y en otros casos más graves como el daño o avería.

Siendo el área más afectada por estos inconvenientes Rayos X ubicados en el 1er piso, adicional a esto las demás áreas inspeccionadas presenta inconvenientes de magnetización de equipos computacionales, mala iluminación, mala ubicación de componentes eléctricos, deterioro de las canaletas entre otros.

A esto se suma otros inconvenientes a mencionar como la mala ubicación de las cámaras de transformación.



Figura 3. Circuitos expuestos. [Autor]

3.2. Sistema de iluminación.

El sistema de iluminación del centro de salud es obsoleto, presenta varios puntos de iluminación en mal estado o fuera de servicio, se instalaron nuevos puntos de iluminación sobre luminarias quemadas, varias dependencias se ven afectadas al no contar con una adecuada iluminación, en algunos casos también el deterioro de las canaletas o la evidencia de circuitos expuestos, es un problema visual y de alto riesgo ya que están al alcance de las personas, una buena iluminación es necesaria para brindar seguridad, productividad y rendimiento en el trabajo.



Figura 4. Iluminación del centro de salud. [Autor]

3.3. Sistema de fuerza.

El sistema de fuerza del centro de salud está diseñado para tomacorrientes de uso múltiple y tomacorrientes para cargas especiales, muchas de las nuevas salidas que hicieron están cubiertas por canaletas con el pasar del tiempo muchas de estas están en deterioro y son un peligro ya que son circuitos expuestos, cuando empezaron a sacar más salidas de tomacorrientes no se percataron que esto afectaría el balance de los circuitos, es difícil saber cuántas salidas por circuitos están funcionando lo más probable es que excedan las 10 salidas que se establece como norma lo que puede generar problemas con las protecciones ya que estas son diseñadas para un número específico de salidas, los tomacorrientes de cargas especiales están bien distribuidos y con su debida protección



Figura 5. Circuitos improvisados. [Autor]

3.4. Sistema de fuerza cargas especiales.

La utilización de equipos que requieren tomacorrientes especiales se vuelve una prioridad en el centro de salud ya que, en sus laboratorios y los cuartos de rayos x poseen equipos que están conectados a tomas especiales para su funcionamiento, estos circuitos deben ser independientes ya que son de tomacorrientes especiales y deben ser de uso exclusivo para los equipos de rayos x y los equipos que hay en los laboratorios.

3.5. Distribución de las cajas de breakers.

Los tableros que se encuentran en el centro de salud no cuentan con un diagrama unifilar que permita saber cómo están distribuidos los circuitos, existen circuitos que no están en funcionamiento, algunas protecciones no están conectadas o a su vez están conectados varios circuitos a una sola protección.

Existe una corriente que se presenta en la caja lo que indicaría una fuga de uno de los circuitos.

Se presenta la distribución de cada caja de breakers de cada piso del centro de salud con su medición de corriente realizada con la ayuda de una pinza amperimétrica, en las siguientes tablas.

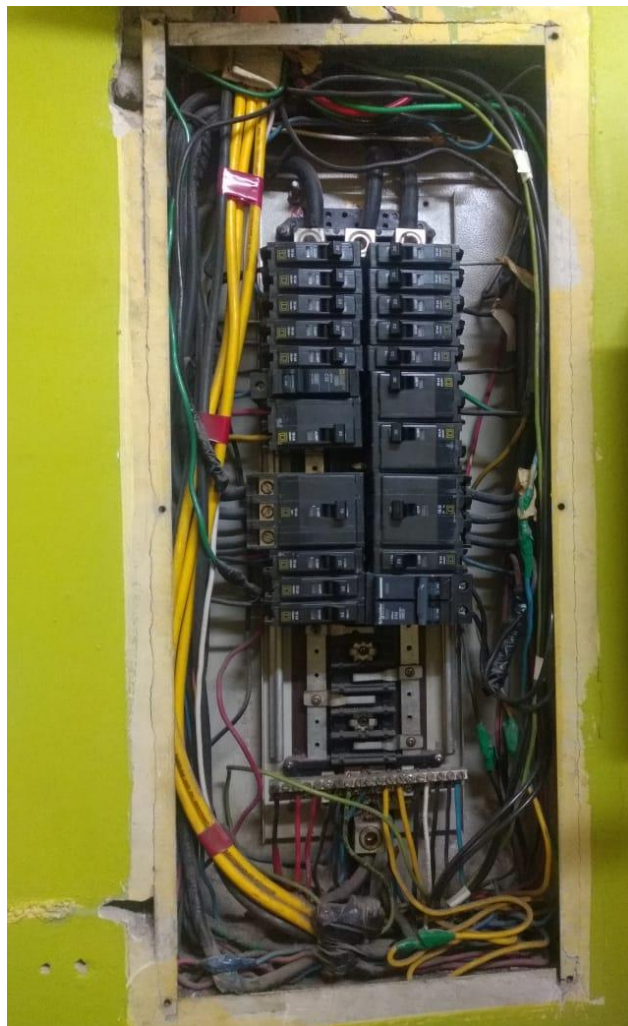


Figura 6. Tablero de breakers primer piso. [Autor]

Tabla.2. Tablero de breakers primer piso con su medición de corriente. [Autor]

N° de breaker	[A]	Descripción	Descripción	[A]	N° de breaker
1	1,50	Iluminación	Iluminación	1,78	2
3	0,30	Iluminación	Sin ocupar	-	4
5	1,21	Iluminación	Iluminación	3,07	6
7	1,60	Iluminación	Sin ocupar	-	8
9	1,73	Tomacorrientes	Tomacorrientes	1,78	10
11	1,65	Tomacorrientes	Lavoratorio-220	9,67	12
13	0,35	Rayos X-220	Lavoratorio-220	9,88	14
15	0,35	Rayos X-220	Lavoratorio-220	-	16
17	-	Sin ocupar	Lavoratorio-220	-	18
19	9.26	Tablero 2° Piso	Tablero 3° Piso	6.37	20
21	9.52	Tablero 2° Piso	Tablero 3° Piso	6.48	22
23	8.89	Tablero 2° Piso	Tablero 3° Piso	7.89	24
25	0,36- 0,21- 0,22	Toma y luces emergencia	Iluminación	1,70	26
27	-	Sin ocupar	Toma y luces emergencia	0,20	28
29	0,42	Toma y luces emergencia	Toma y luces emergencia	0,22	30

En la tabla se observa cómo están distribuidos los circuitos en el tablero de breakers del primer piso del centro de salud y la medición de la corriente que tiene cada circuito, en la foto se observa que los circuitos son difíciles de identificar a que dependencia pertenecen, algunos circuitos aparentan que ya cumplieron su vida útil y otros aparentan estar en mal estado.

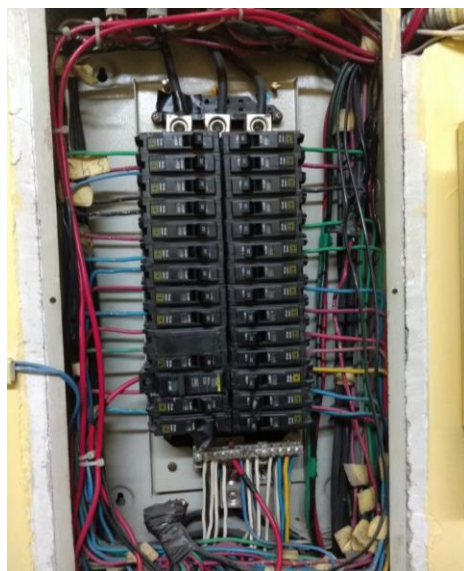


Figura 7. Tablero de breakers segundo piso. [Autor]

Tabla.3. Tablero de breakers segundo piso con su medición de corriente. [Autor]

N° de breaker	[A]	Descripción	Descripción	[A]	N° de breaker
1	0,1	Iluminación	Iluminación	0,7	2
3	0,16- 3,52	Iluminación	Iluminación	3,33	4
5	0,03	Iluminación	Iluminación	2,15	6
7	0,30	Iluminación	Desconectado	-	8
9	1,21	Iluminación	Tomacorrientes	1,05	10
11	1,39	Tomacorrientes	Tomacorrientes	1,19	12
13	2,17	Tomacorrientes	Desconectado	-	14
15	3,75	Tomacorrientes	Tomacorrientes	2,86	16
17	1,82	Tomacorrientes	Tomacorrientes	0,96	18
19	0	Eq. Odontología	Eq. Odontología	0,18	20
21	0	Eq. Odontología	Eq. Odontología	0,05	22
23	0,15	Iluminación	Ducha eléctrica	0,09	24
25	0,05	Toma y luces emergencia	Eq. Odontología	0,11	26
27	0,28	Eq. Odontología	Toma y luces emergencia	0,07	28

En el tablero del segundo piso existen circuitos que ya cumplieron su ciclo de vida, hay protecciones que no están en funcionamiento y no existe una buena distribución de los circuitos.

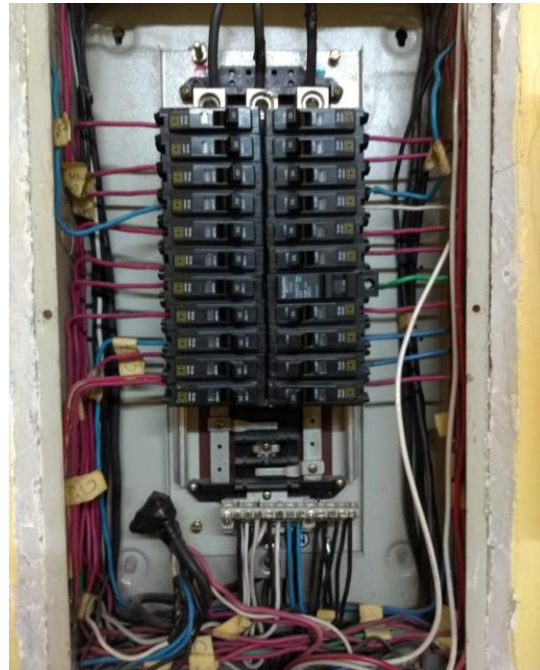


Figura 8. Tablero de breakers tercer piso. [Autor]

Tabla.4. Tablero de breakers tercer piso con su medición de corriente. [Autor]

N° de breaker	[A]	Descripción	Descripción	[A]	N° de breaker
1	0,20	Iluminación	Iluminación	0,77	2
3	3,1	Iluminación	Iluminación	3,39	4
5	1,6	Iluminación	Iluminación	0,13	6
7	0,2	Iluminación	Iluminación	2,18	8
9	1,42	Iluminación	Iluminación	0,65	10
11	2	Tomacorrientes	Tomacorrientes	0,82	12
13	1,12	Tomacorrientes	Tomacorrientes	0,54	14
15	0	Tomacorrientes	Tomacorrientes	1,88	16
17	0,1	Tomacorrientes	Tomacorrientes	0,21	18
19	0,1	Tomacorrientes	Tomacorrientes	0,1	20
21	0,1	Toma y luces emergencia	Toma y luces emergencia	0,1	22

En el tablero del tercer piso la distribución de los circuitos está distribuida de mejor manera que en los otros pisos, pero a su vez presenta circuitos que ya cumplieron su ciclo de vida.

3.6. Estudio de carga y demanda.

El centro de salud cuenta con dos transformadores para abastecer su suministro de energía eléctrica, el primer transformador tiene una conexión trifásica y su capacidad es de 100 kVA y está encargado del suministro de toda la energía eléctrica en el establecimiento, también cuentan con un transformador de conexión bifásica con una capacidad de 75 kVA el cual solo funciona para la dependencia de rayos x, el estudio de los transformadores se los realizo con un analizador de red FLUKE 435, el equipo se lo conecto por tres días en el transformador de 75 kVA, luego se lo conecto por 7 días en el transformador de 100 kVA con lo cual se obtienen los siguientes datos.



Figura 9. Transformador bifásico de 75kVA. [Autor]



Figura 10. Transformador trifásico de 100kVA. [Autor]

3.7. Corrientes.

En el transformador que alimenta la dependencia de Rayos X solo presenta consumos cuando los equipos son utilizados, generando picos de consumos que no superan los 200 amperios tanto en la línea 1 como en la línea 2 del transformador en la gráfica podemos ver que los equipos son utilizados por breves periodos de tiempo por lo que no representan grandes consumos de energía.

Para el transformador de 100 kVA este está encargado de generar la energía para el resto del centro de salud por lo que en su grafica se observa grandes picos de consumo y una actividad constante se observa que las líneas están desbalanceadas, ya que la línea 3 presenta grandes picos de consumo en comparación a la línea 1 y 2.

3.8. Corrientes transformador de 75 kVA.

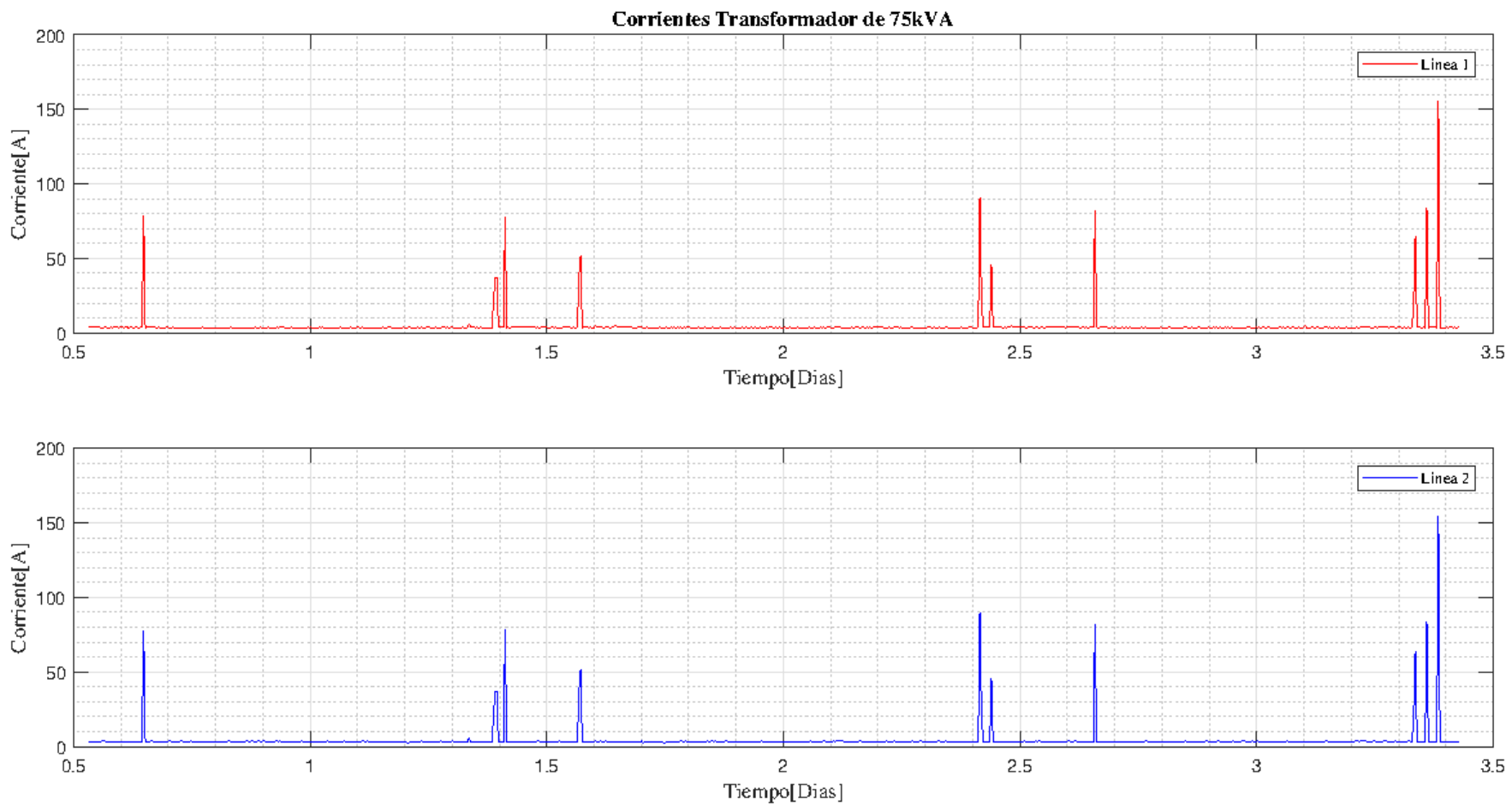


Figura 11. Corrientes transformador de 75kVA línea 1 y 2. [Autor]

3.9. Corrientes transformador de 100 kVA.

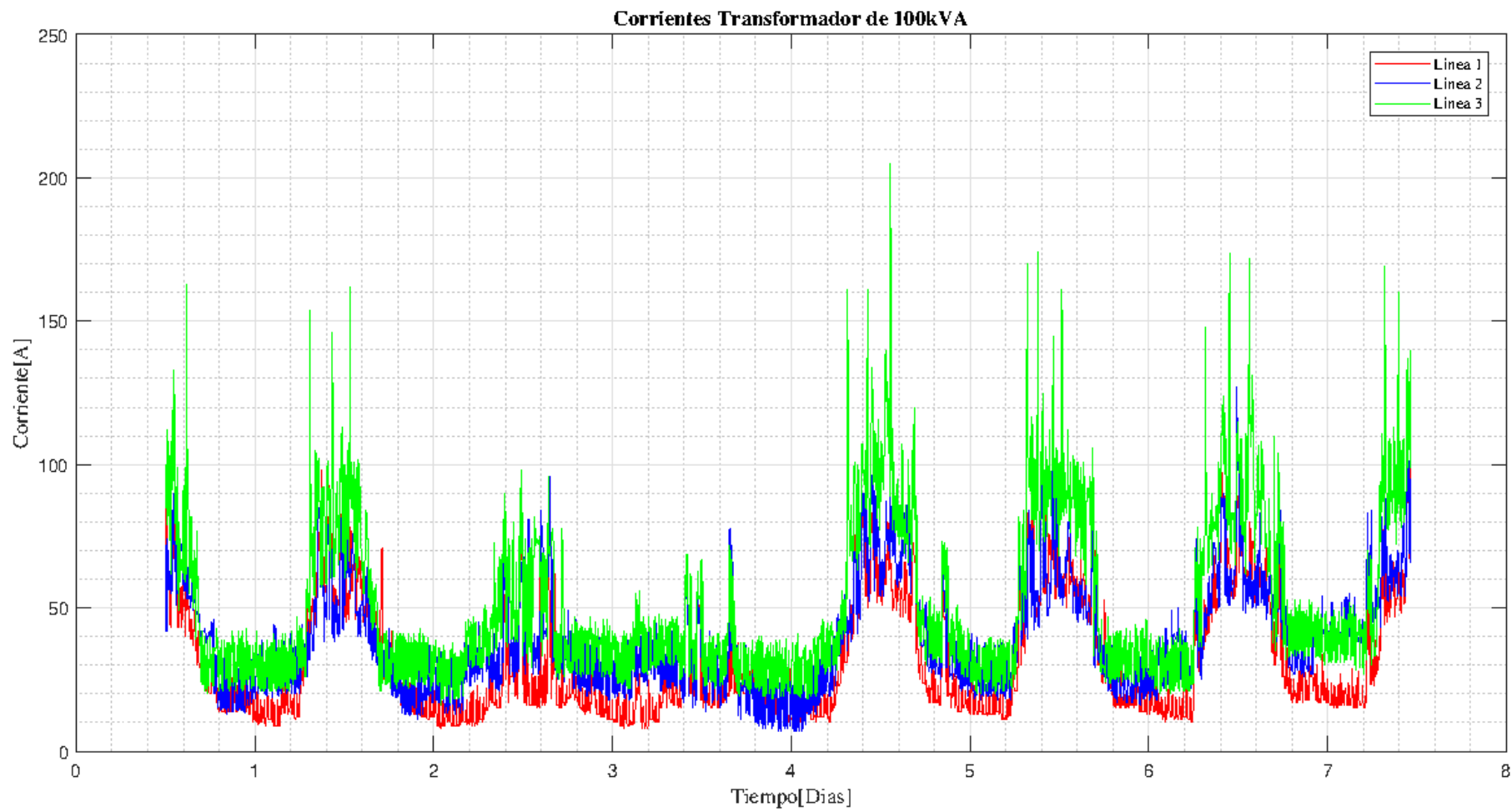


Figura 12. Corrientes transformador de 100kVA línea 1, 2 y 3. [Autor]

3.10. Voltajes.

Los voltajes que se muestran en la gráfica del transformador de 75 kVA están en el rango de 115 a 122 voltios, se presentan valores similares en las dos líneas del transformador por lo que parece que las cargas se encuentran balanceadas en este transformador.

En el transformador de 100 kVA el rango del voltaje esta entre los 122 a 130 voltios, la línea 1 y 2 presenta valores parecidos mientras que la línea 3 presenta valores elevados con respecto a las otras líneas lo que indica que las cargas en este transformador se encuentran desbalanceadas siendo la línea 3 la que presenta mayor consumo de energía.

3.11. Voltajes transformador de 75 kVA.

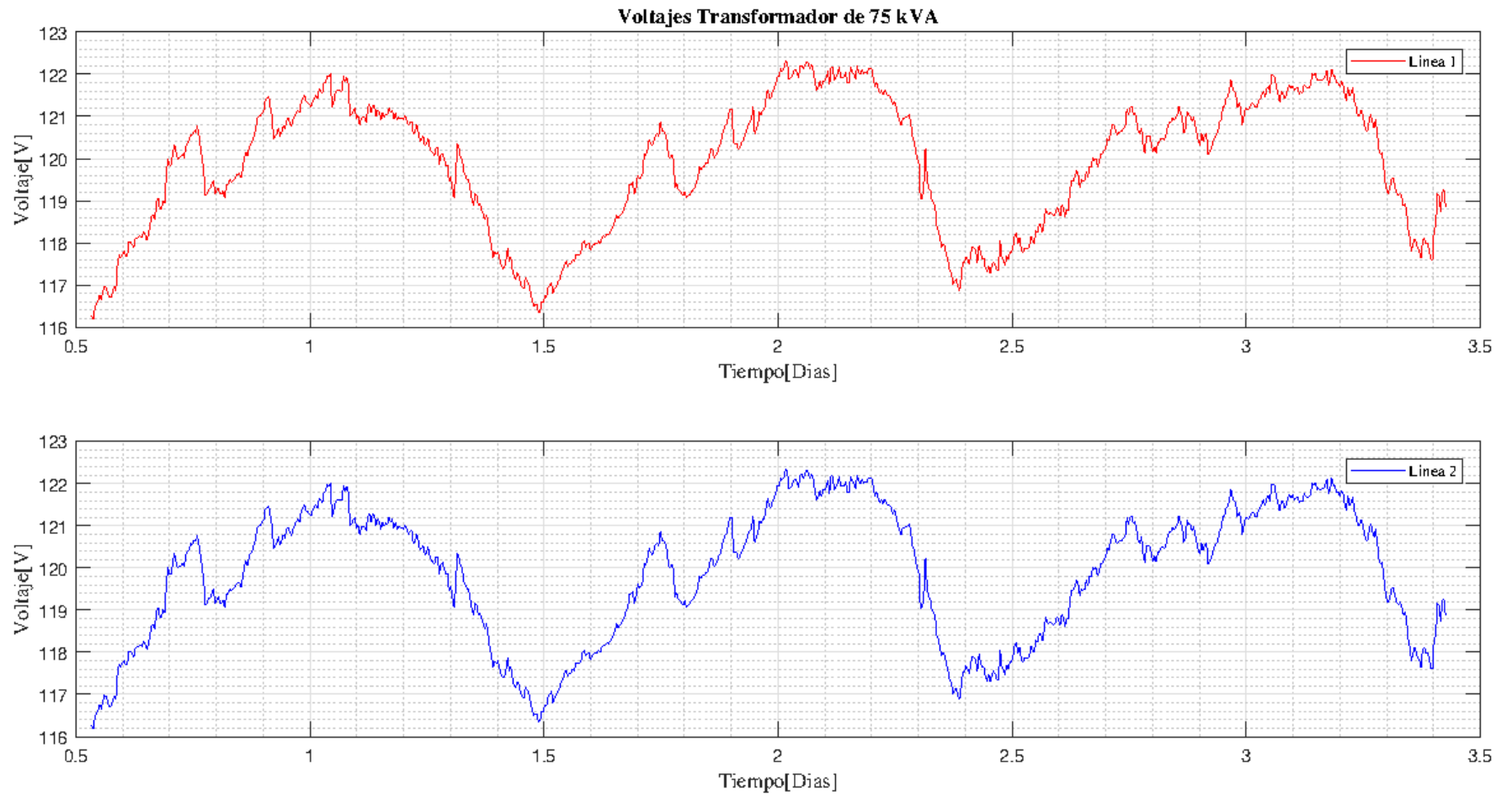


Figura 13. Voltajes transformador de 75kVA línea 1 y 2. [Autor]

3.12. Voltajes transformador de 100 kVA.

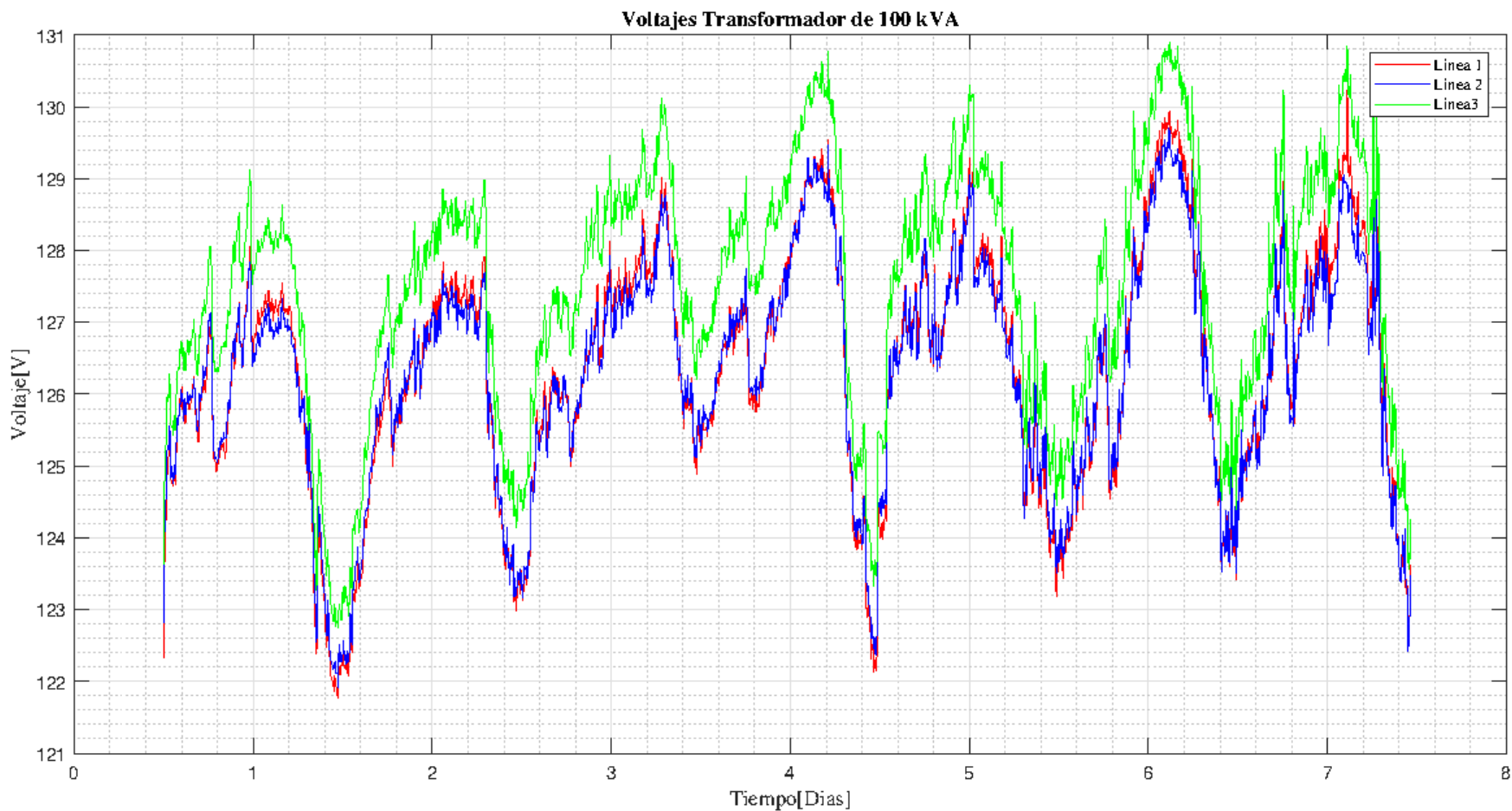


Figura 14. Voltajes transformador de 100kVA línea 1, 2 y 3. [Autor]

3.13. Potencias.

Las potencias del transformador de 75kVA en su parte activa tenemos que tiene como pico de unos 130 kW en sus dos líneas mientras que en su potencia total es de unos 270kW, en su parte reactiva tiene como pico de consumo unos 170kVAR en sus dos líneas mientras que en su potencia total esta como pico unos 340kVAR y en potencia aparente como pico esta de 120kVA en las dos líneas y en la potencia total aparente esta como pico de 240kVA, se observa que las dos líneas del transformador tienen un consumo similar por lo que las gráficas son iguales y no presentan un desbalance en su consumo.

En el transformador de 100kVA en potencia activa para la línea 1 tiene como valor pico de 60kW, la línea 2 tiene un valor de 90kW y la línea 3 tiene 110kW, así tiene como consumo total un valor pico de 300kW, en la parte reactiva para la línea 1 presenta un valor pico de 120kVAR, la línea 2 presenta un valor pico de 120kVAR y la línea 3 presenta un valor pico de 240kVAR y como valor total de la potencia reactiva presenta un valor pico de 410kVAR, en la potencia aparente para la línea 1 hay un valor pico de 25kVA, la línea 2 tiene un valor pico de 20kVA y la línea 3 un valor de 30kVA, como valor pico de la potencia aparente total hay un valor de 70kVA, se evidencia un desbalance de consumo en todas las líneas siendo la línea 3 la que presenta un mayor consumo con respecto a las otras líneas del transformador.

3.14. Potencias Activa transformador de 75 kVA.

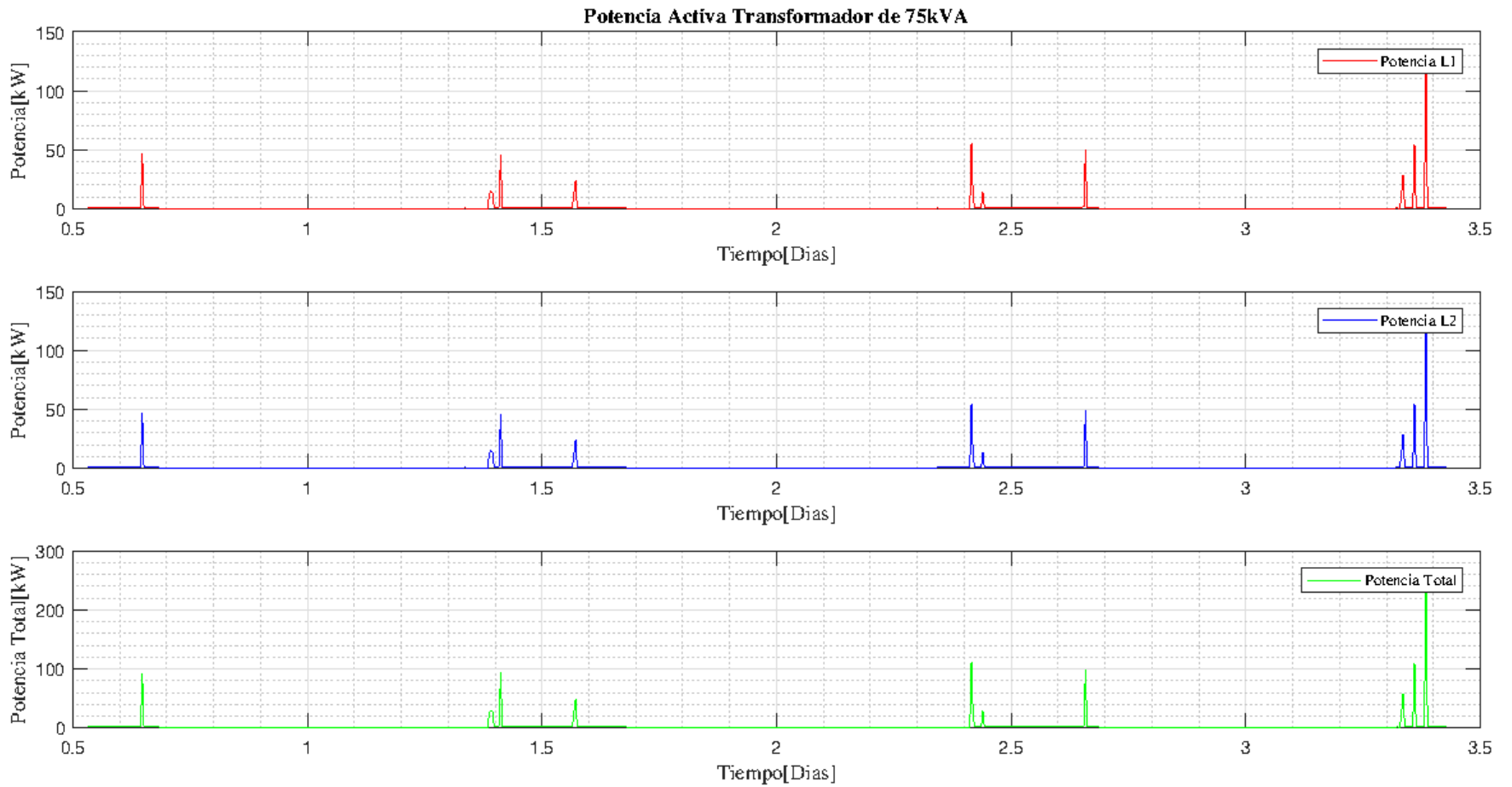


Figura 15. Potencia Activa transformador de 75kVA. [Autor]

3.15. Potencias Activa transformador de 100 kVA.

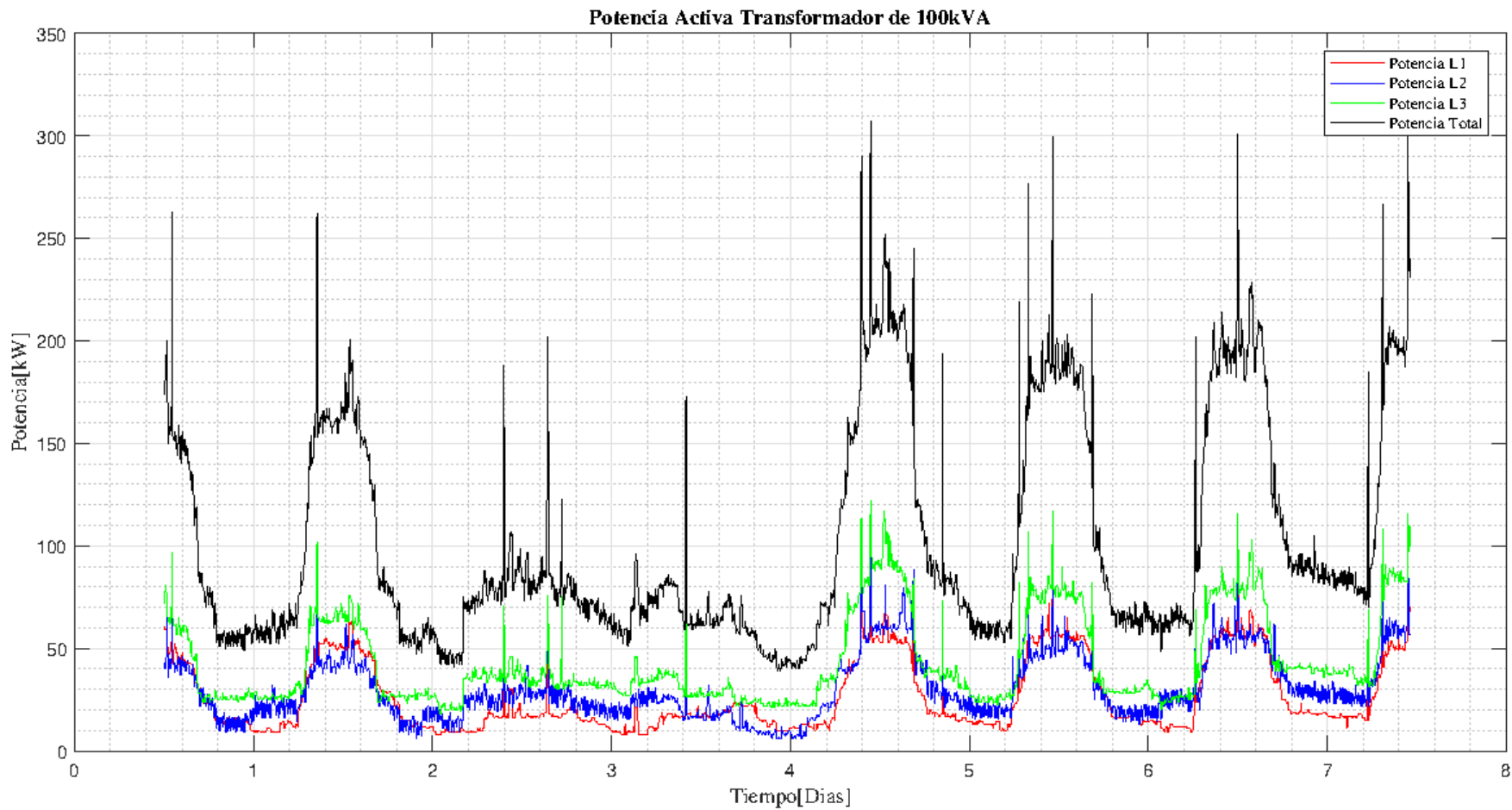


Figura 16. Potencia Activa transformador de 100kVA. [Autor]

3.16. Potencias Reactiva transformador de 75 kVA.

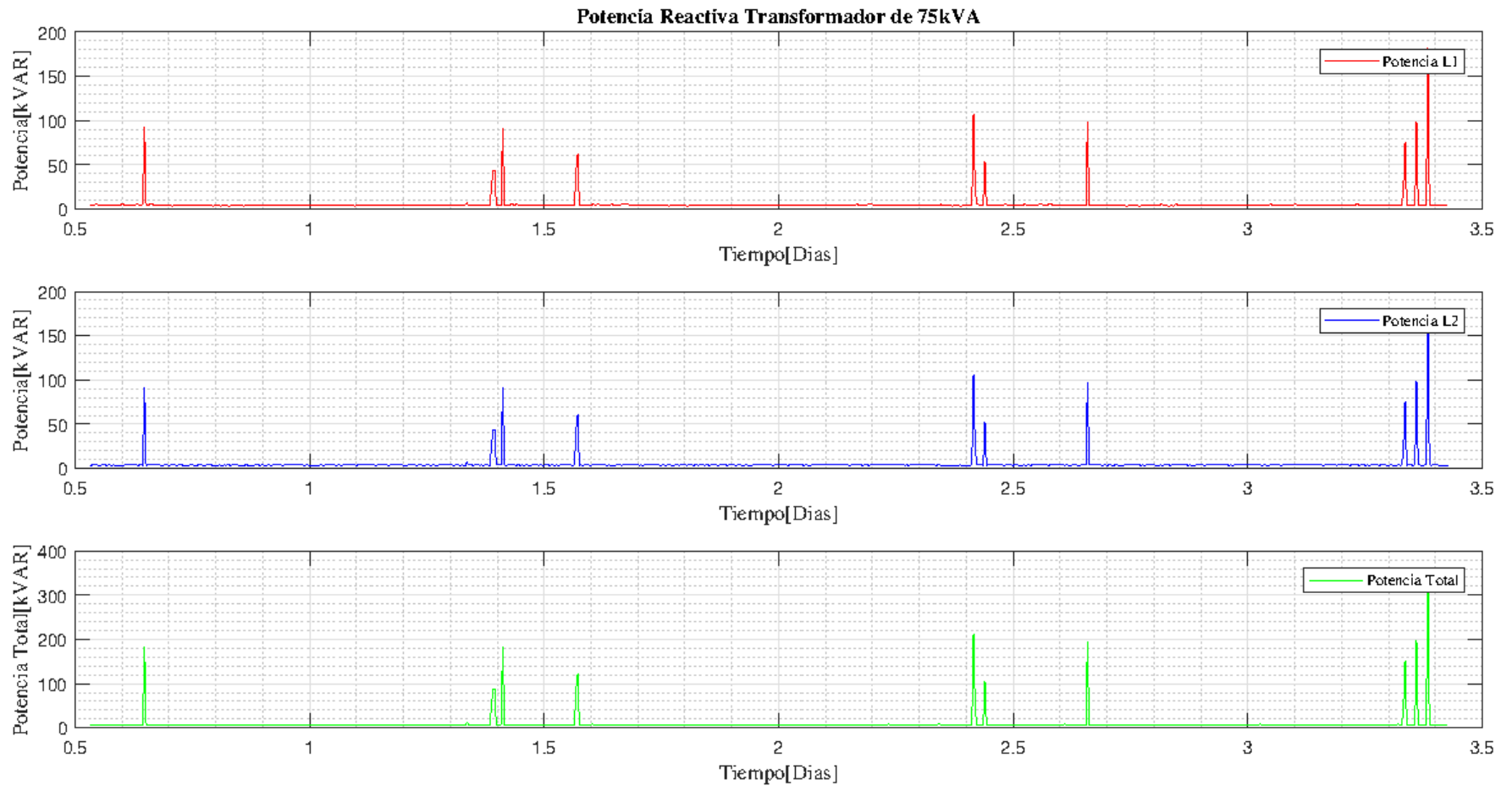


Figura 17. Potencia Reactiva transformador de 75kVA. [Autor]

3.17. Potencias Reactiva transformador de 100 kVA.

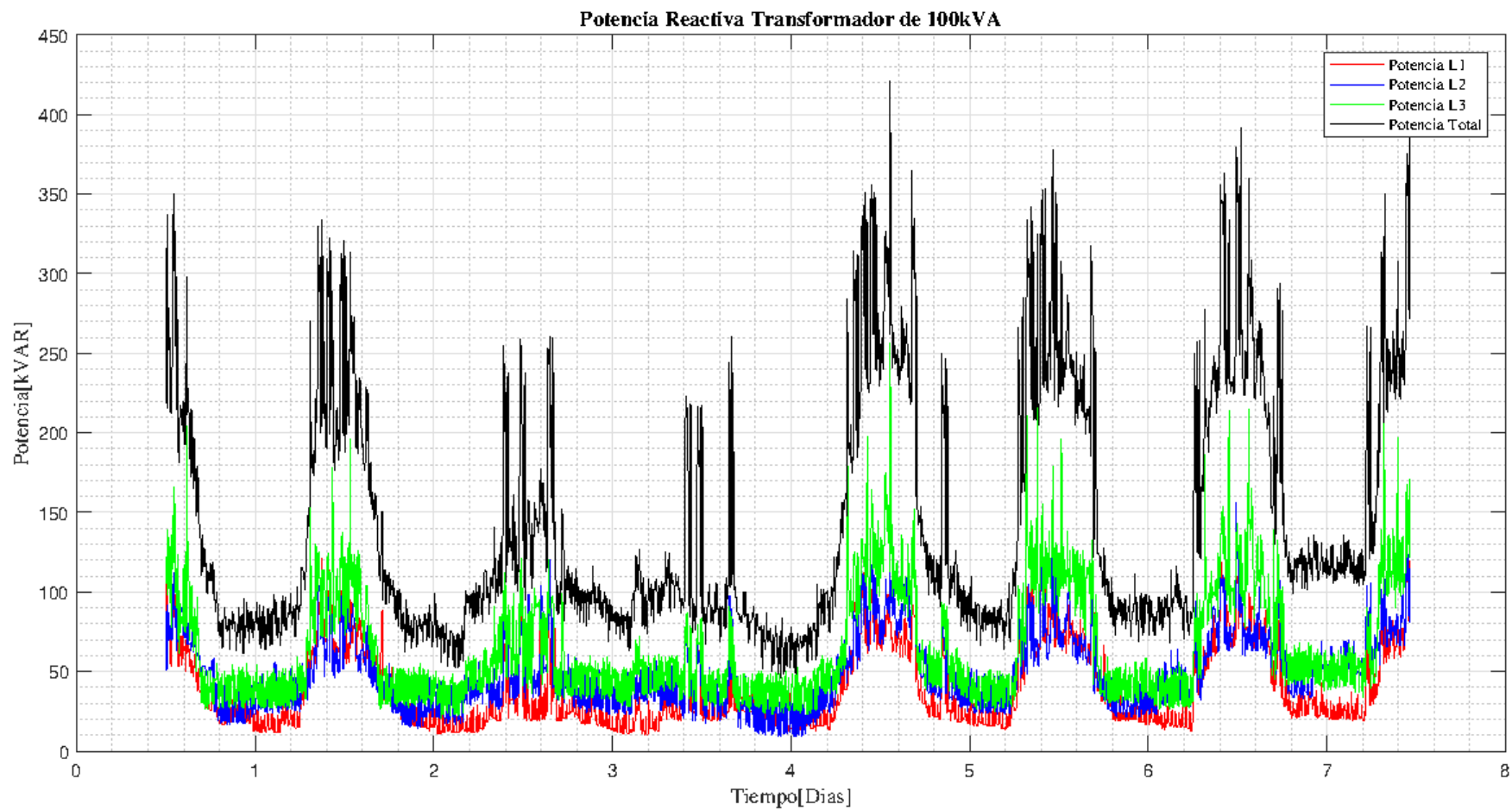


Figura 18. Potencia Activa transformador de 100kVA. [Autor]

3.18. Potencias Aparente transformador de 75 kVA.

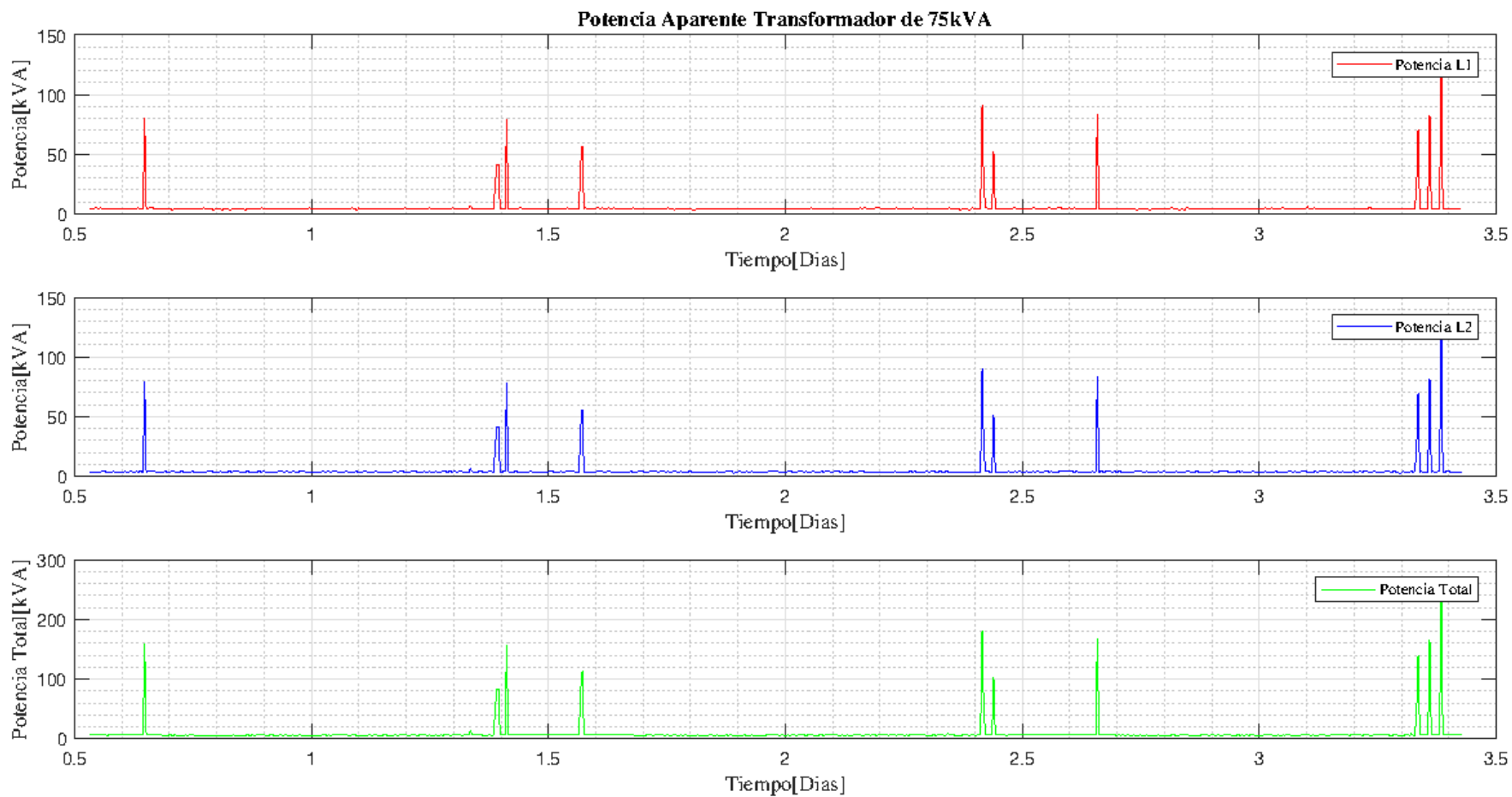


Figura 19. Potencia Aparente transformador de 75kVA. [Autor]

3.19. Potencias Aparente transformador de 100 kVA.

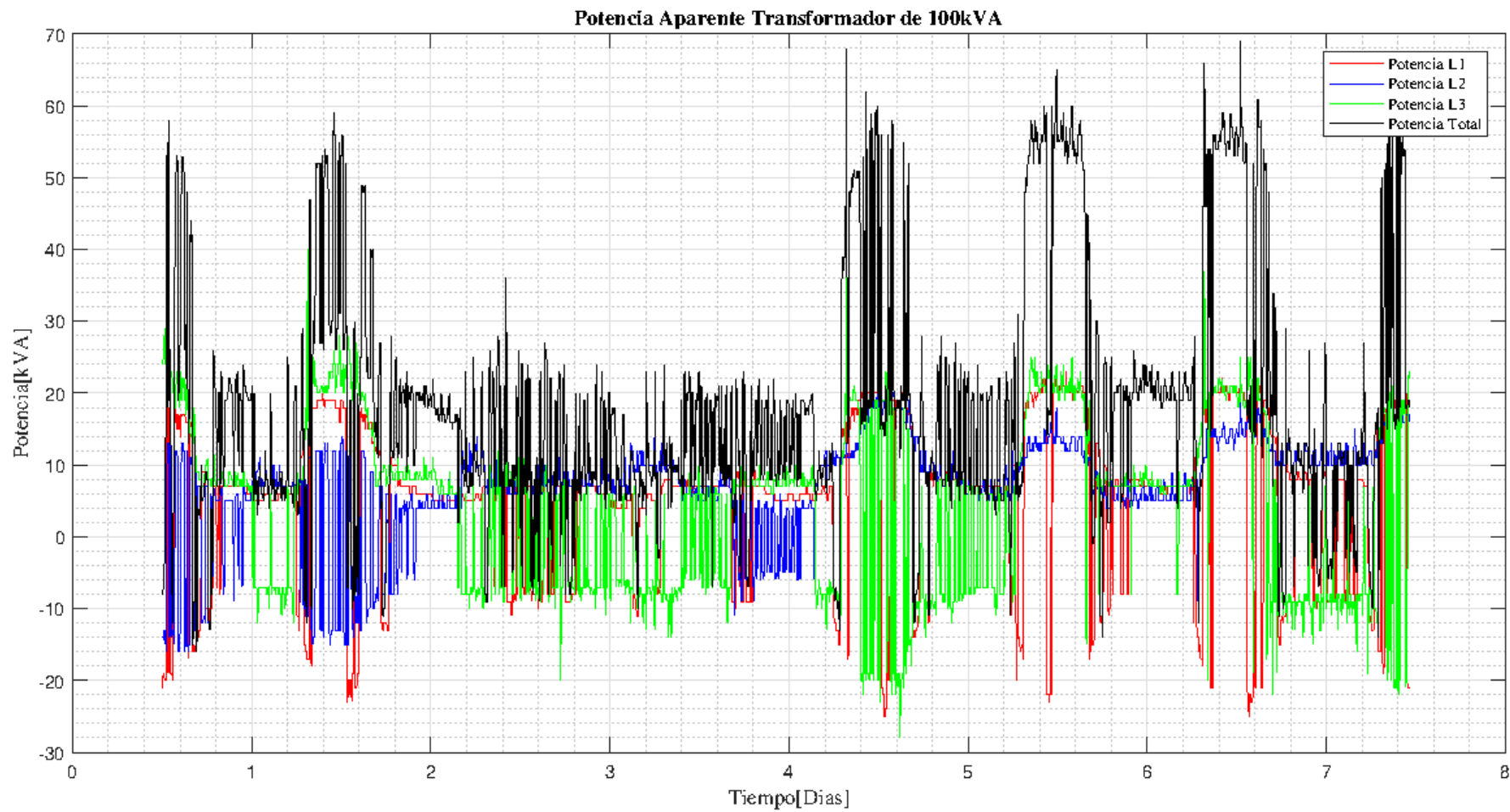


Figura 20. Potencia Aparente transformador de 100kVA. [Autor]

CAPITULO IV

CALIDAD DE LA ENERGÍA.

4.1. Armónicos.

Las siguientes graficas muestra los armónicos de corriente y tensión que se encuentran en los transformadores del centro de salud, existe la presencia del 3°, 5° y 7° armónico en la parte de corriente para el transformador de 75kVA las líneas al estar balanceadas presenta graficas similares teniendo valores pico de 42 amperios en el 3° armónico, 32 amperios en el 5° armónico y 16 amperios en el 7° armónico esto para la parte de corriente y en la parte de tensión hay valores pico de 0.3 voltios en el 3° armónico , 1.7 voltios en el 5° armónico y 0.7voltios en el 7° armónico, el transformador solo alimenta a la dependencia de Rayos X por lo que su uso es solo en ocasiones. [11], [12]

En el transformador de 100kVA las líneas están desbalanceadas por lo que las gráficas son diferentes entre sí, en la parte de corriente el 3° armónico es el que presenta un valor más alto en las 3 líneas mientras que el 5° y 7° armónico presentan valores más parecidos entre sí en las 3 líneas y en la parte de voltaje el 5° armónico presenta un valor más alto y es muy parecido en las 3 líneas del transformador, mientras que el 3° y 7° armónico tienen un menor valor pico y son diferentes en las 3 líneas del transformador, este transformador a diferencia con el de 75kVA debe abastecer el suministro de energía a todo el centro de salud por lo que tiene más cargas conectadas pero están mal distribuidas con lo que hace que exista un desbalance.

4.2. Armónicos de Corriente del transformador de 75kVA.

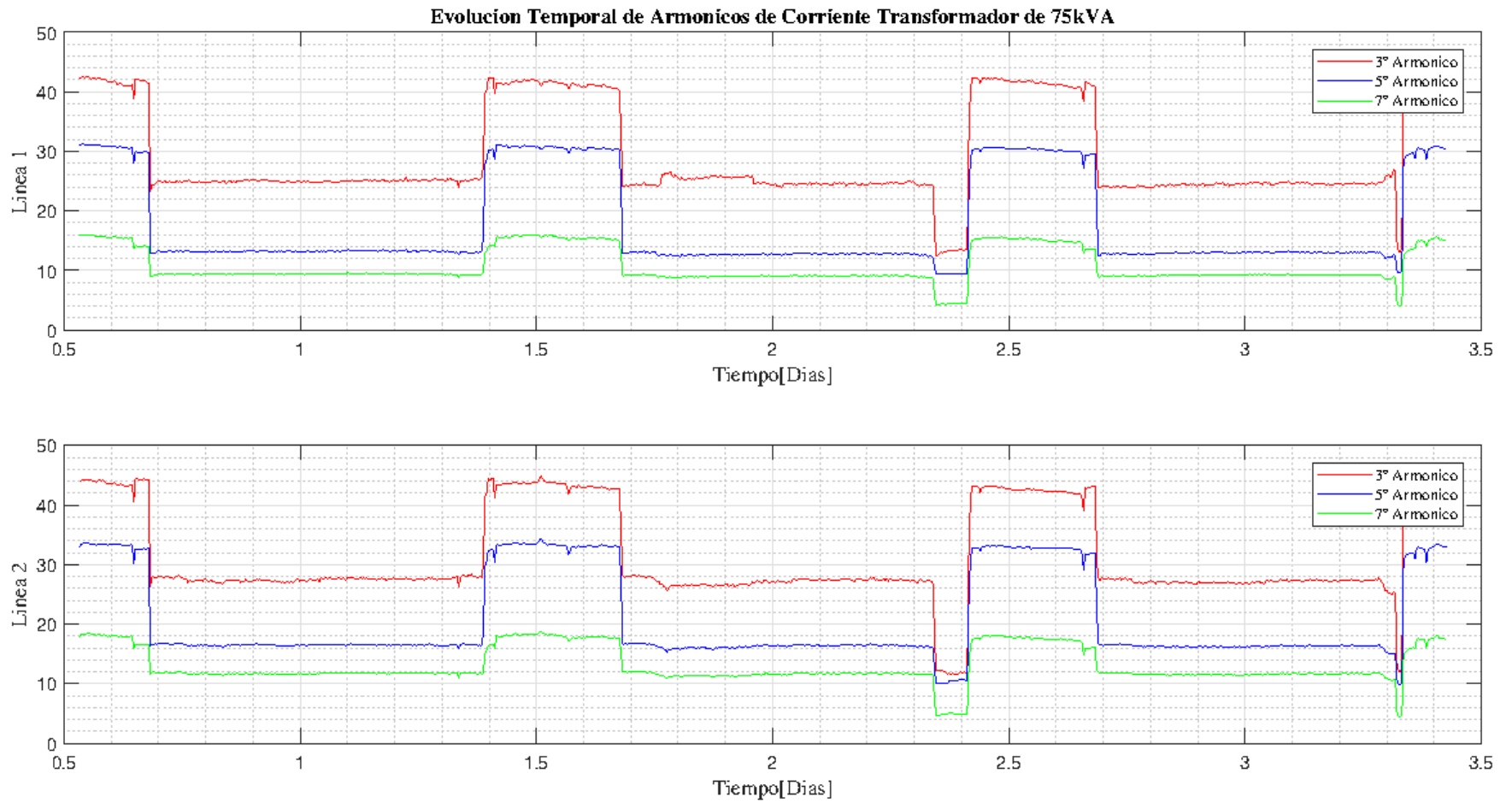


Figura 21. Evolución temporal de armónicos de corriente transformador 75kVA. [Autor]

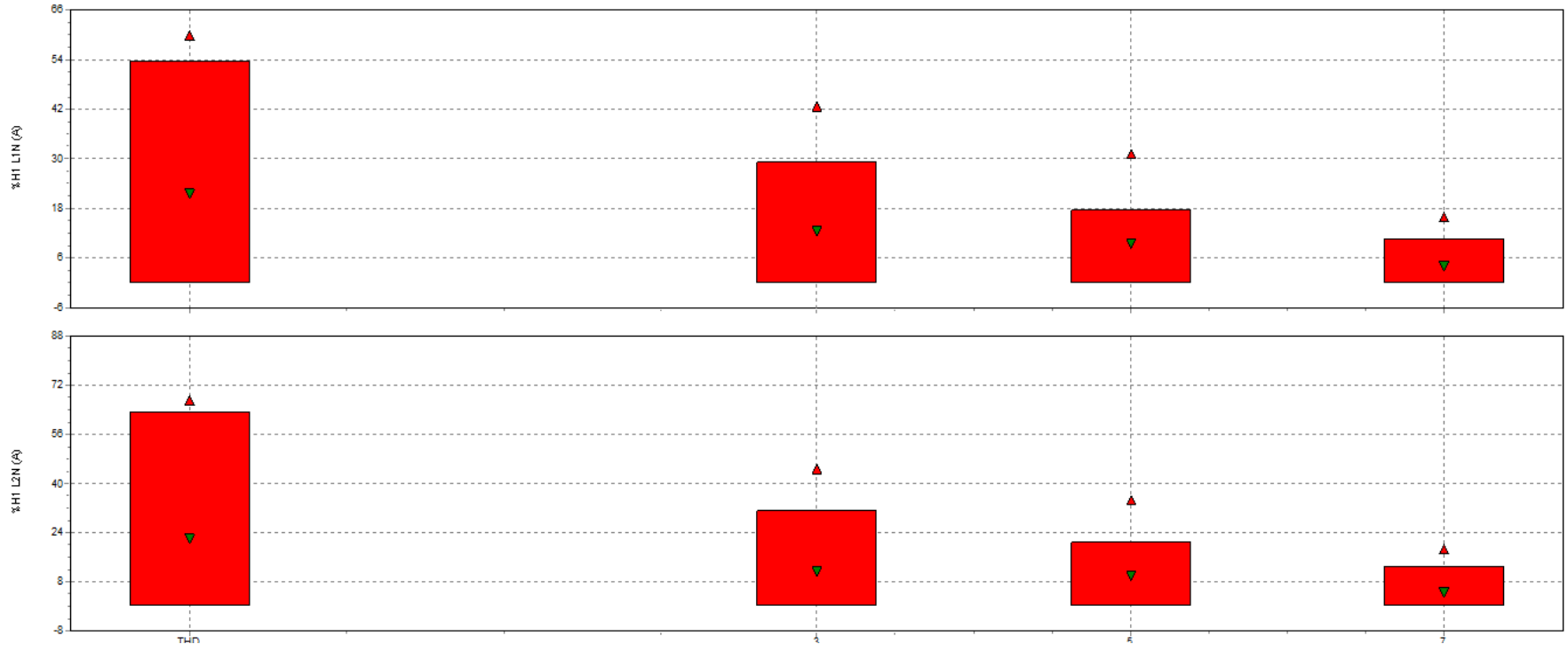


Figura 22. Histograma de los armónicos de corriente transformador 75kVA.
 Fuente: FLUKE 435 - Power Log.

4.3. Armónicos de Corriente del transformador de 100kVA.

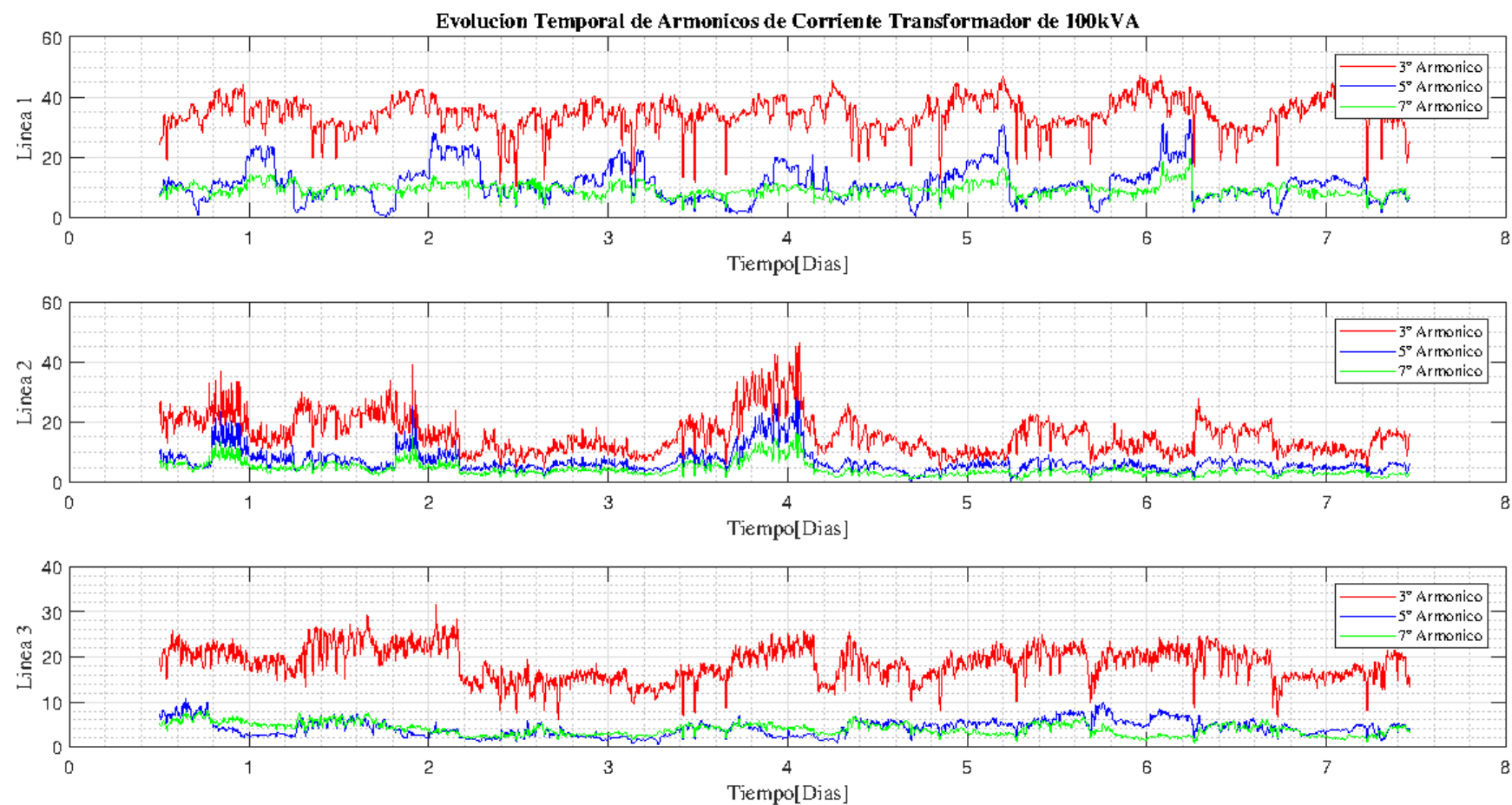


Figura 23. Evolución temporal de armónicos de corriente transformador 100kVA. [Autor]

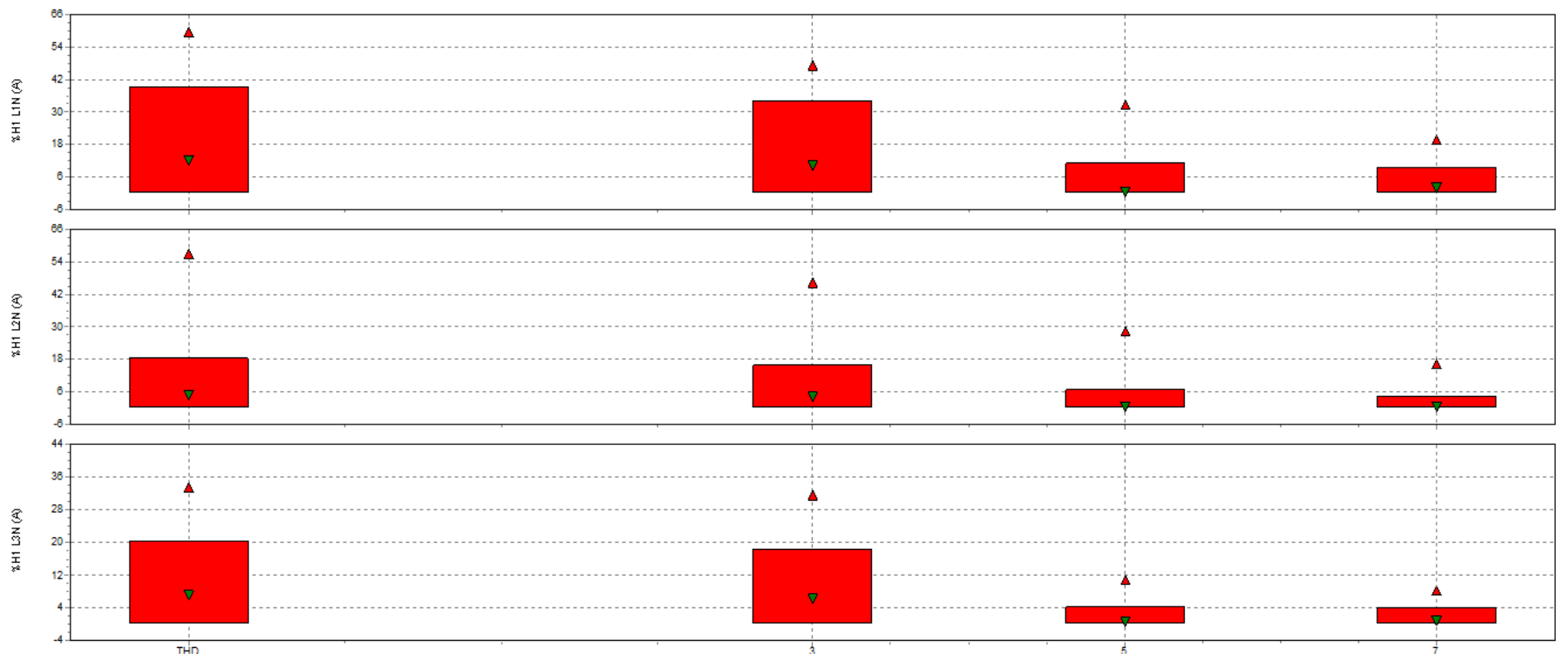


Figura 24. Histograma de los armónicos de corriente transformador 100kVA.
Fuente: FLUKE 435 - Power Log.

4.4. Armónicos de Tensión del transformador de 75kVA.

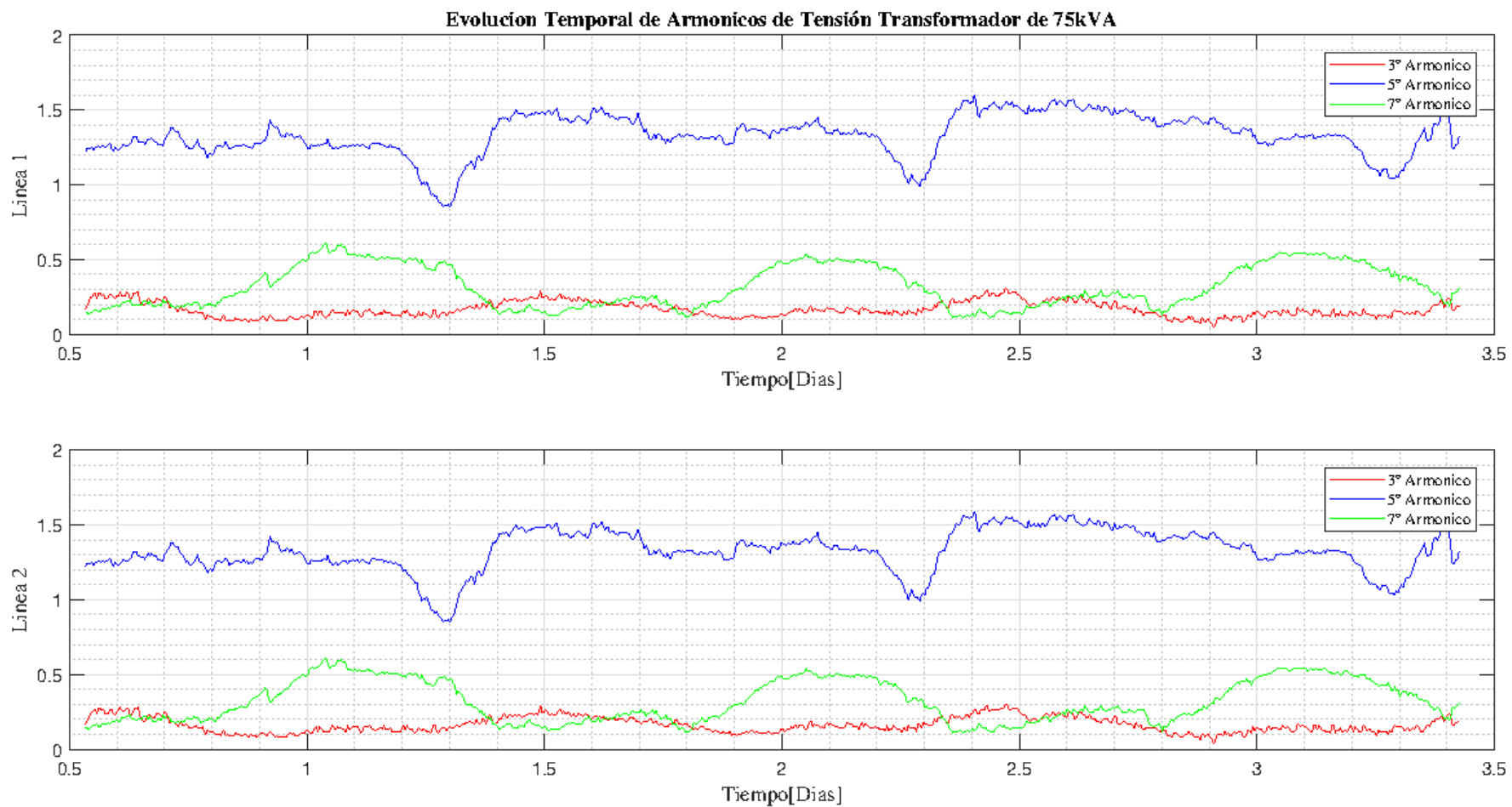


Figura 25. Evolución temporal de armónicos de tensión transformador 75kVA. [Autor]

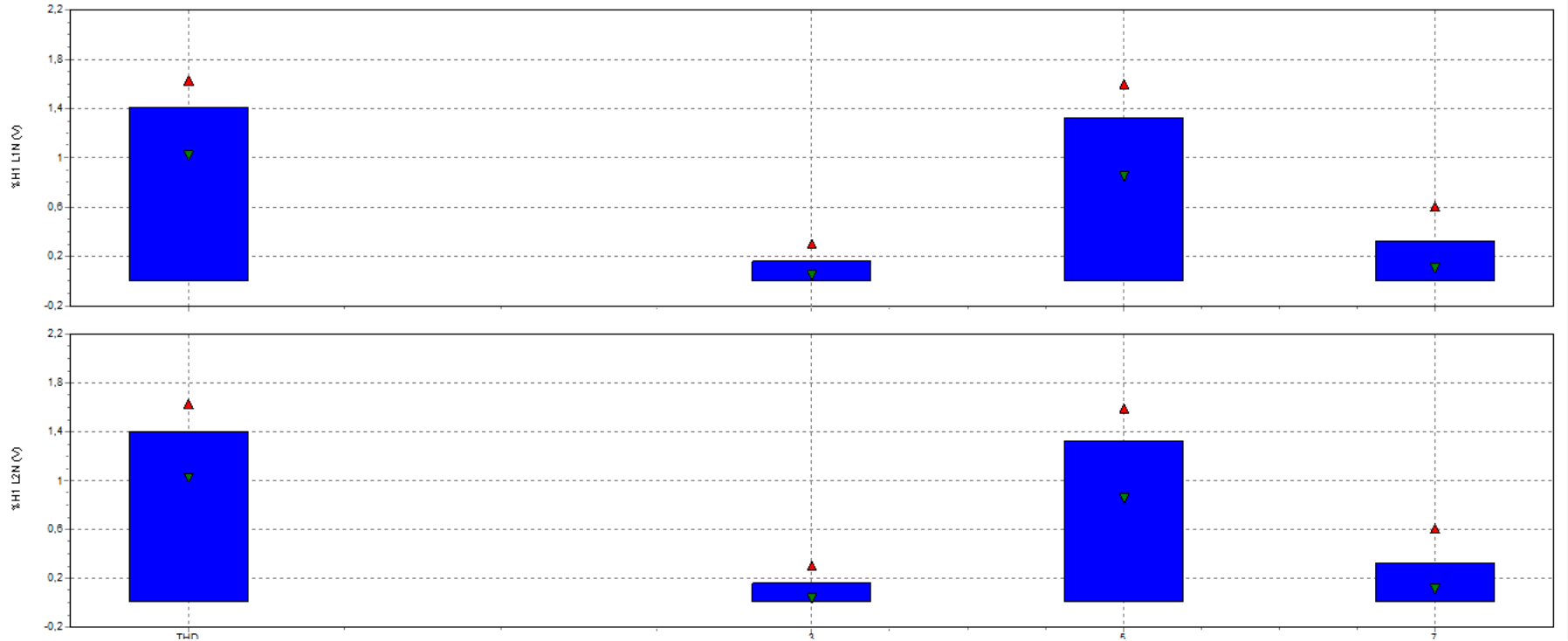


Figura 26. Histograma de los armónicos de tensión transformador 75kVA.
Fuente: FLUKE 435 - Power Log.

4.5. Armónicos de Tensión del transformador de 100kVA.

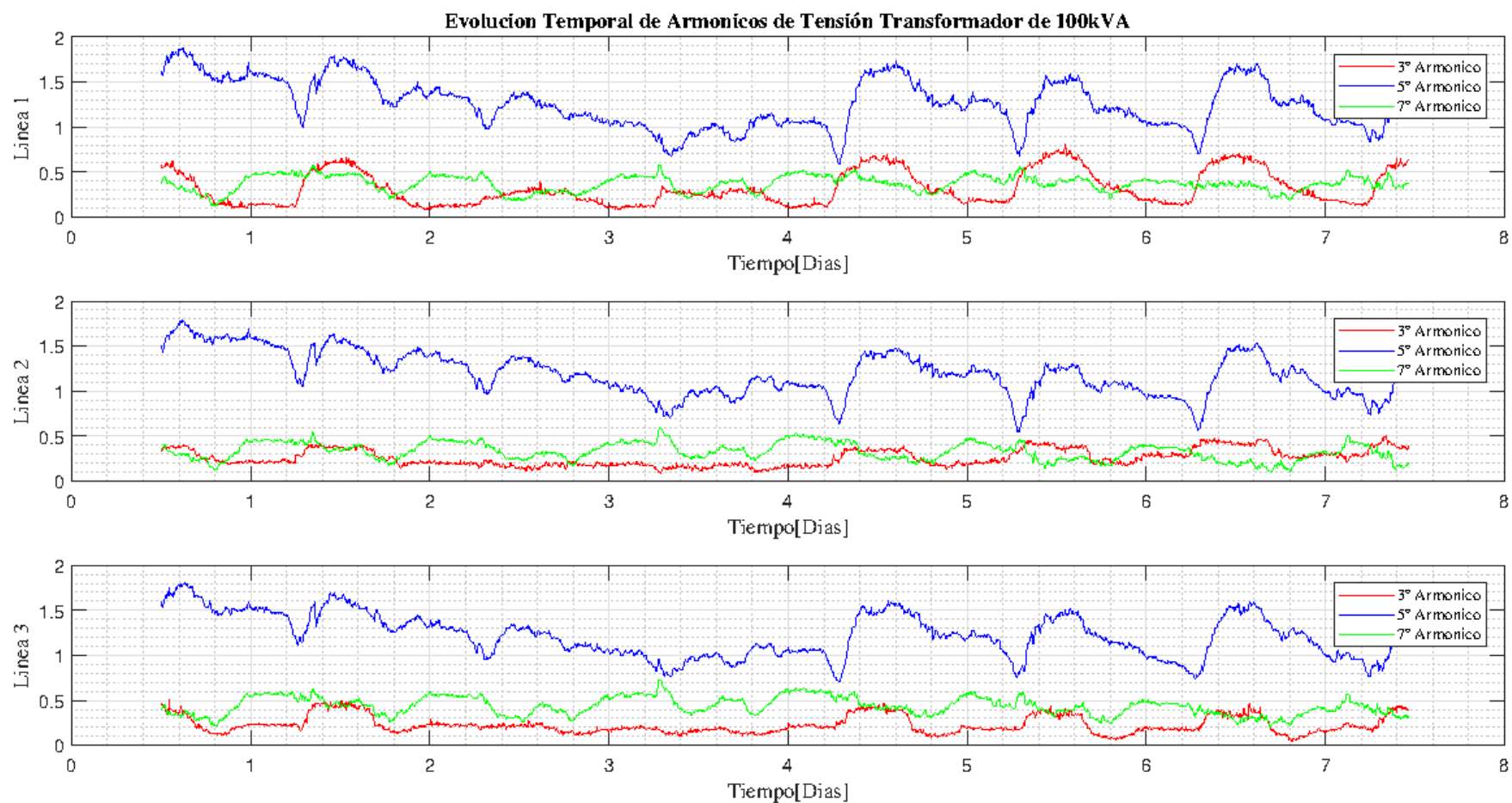


Figura 27. Evolución temporal de armónicos de tensión transformador 100kVA. [Autor]

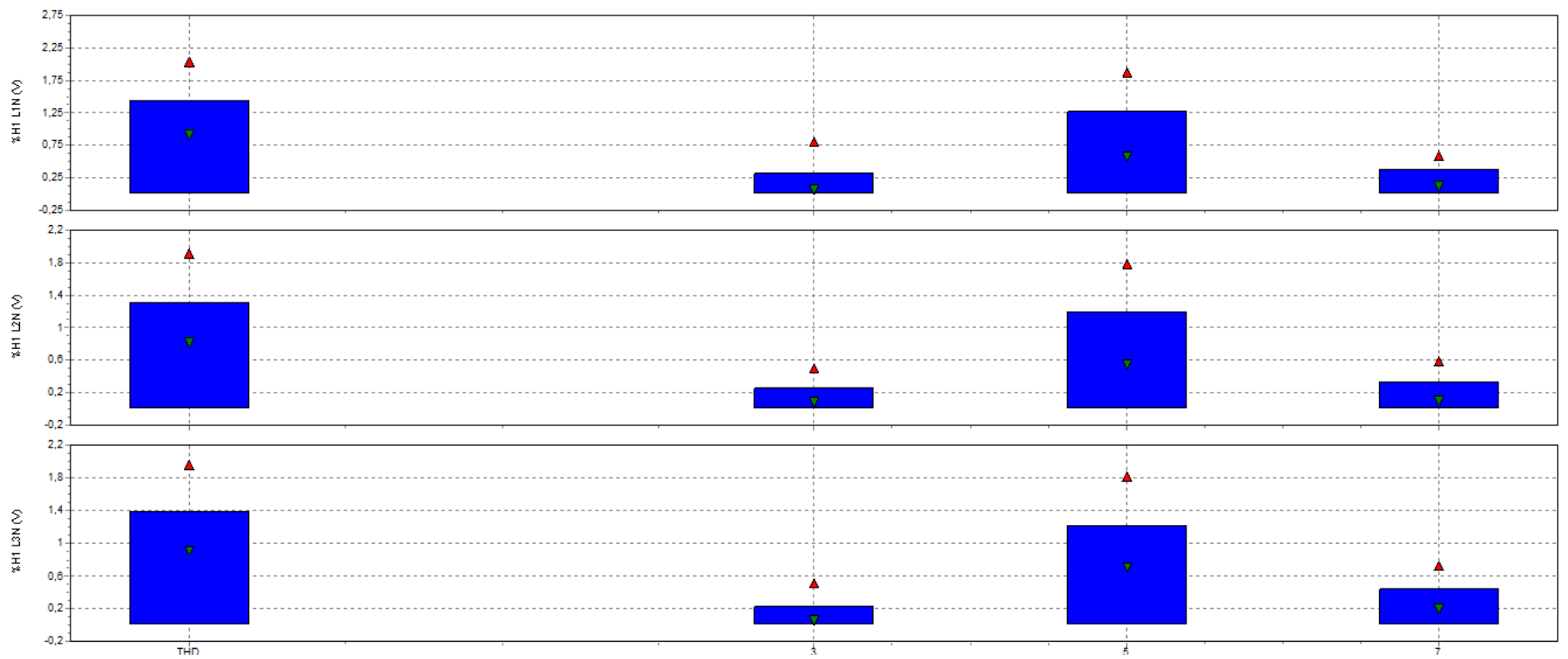


Figura 28. Histograma de los armónicos de tensión transformador 100kVA.
Fuente: FLUKE 435 - Power Log.

4.6. Flickers.

El centro de salud presenta pequeñas variaciones repetitivas en la intensidad de la luz, los datos obtenidos con el analizador de red nos muestran la aparición de dos tipos de flickers que son el pst (short-term flicker severity) que son las pequeñas variaciones de intensidad de luz que llegan a ser casi imperceptibles y los plt (long-term severity) que son las variaciones de luz más intensas, las mismas se las puede llegar a visualizar. [4], [13]

En el transformador de 75kVA existe gran cantidad de variaciones de tipo pst en la línea 1 y 2 del transformador, estas variaciones no llegan a una unidad, mientras que las variaciones plt son menos frecuentes y de igual manera no llegan a una unidad, las ondas en la línea 1 y 2 son muy similares.

Para el transformador de 100kVA las variaciones de tipo pst en la línea 1 son menos frecuentes, pero aparecen picos más altos, mientras que en la línea 2 los picos que presenta son más pequeños que la línea 2 pero casi iguales que en la línea 3, y las variaciones plt son menos frecuentes y de menor dimensión que las pst, las ondas en las 3 líneas del transformador son muy diferentes entre sí.

4.7. Flickers del transformador de 75 kVA.

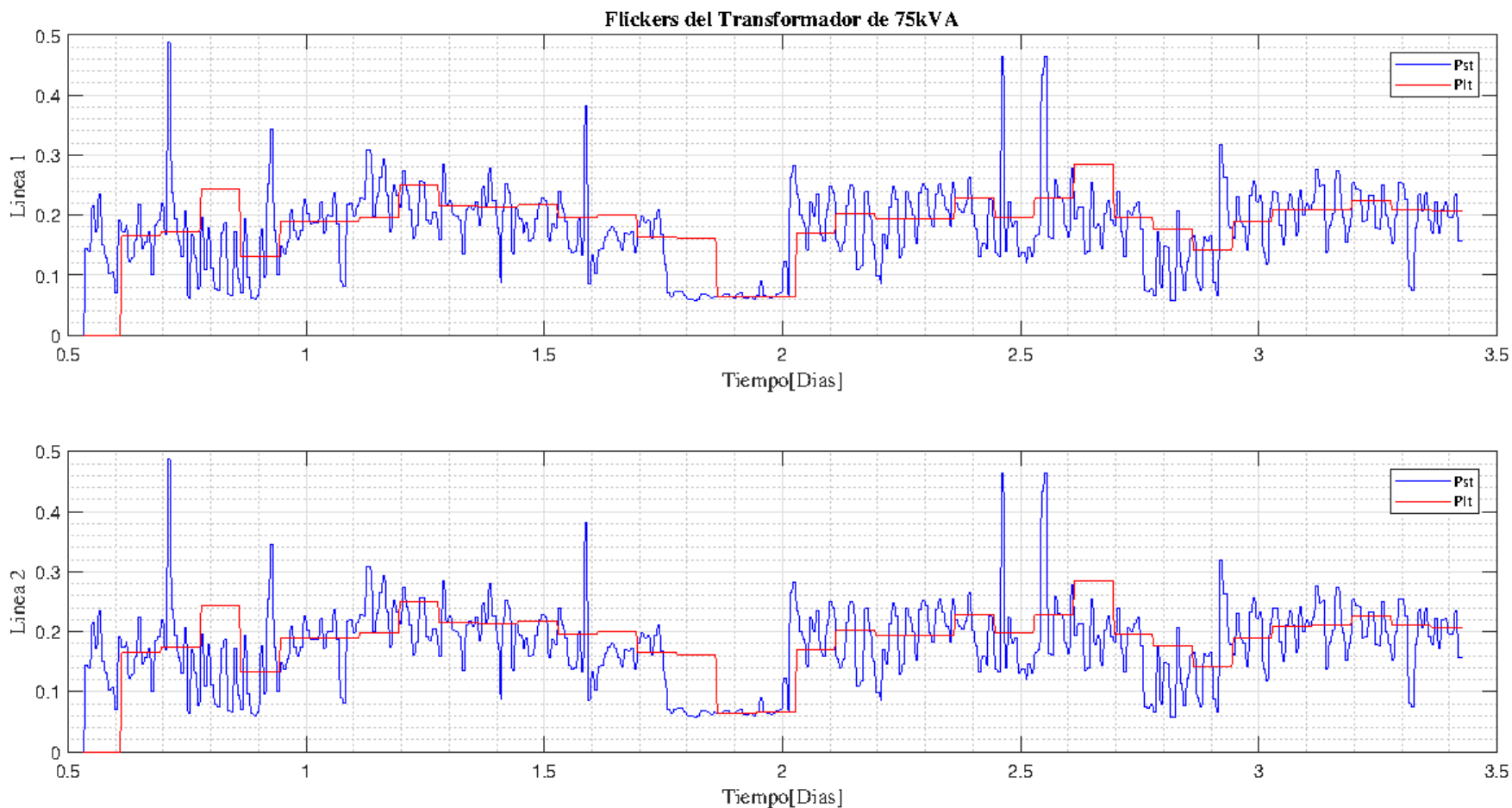


Figura 29. Flickers del transformador 75kVA. [Autor]

4.8. Flickers del transformador de 100 kVA.

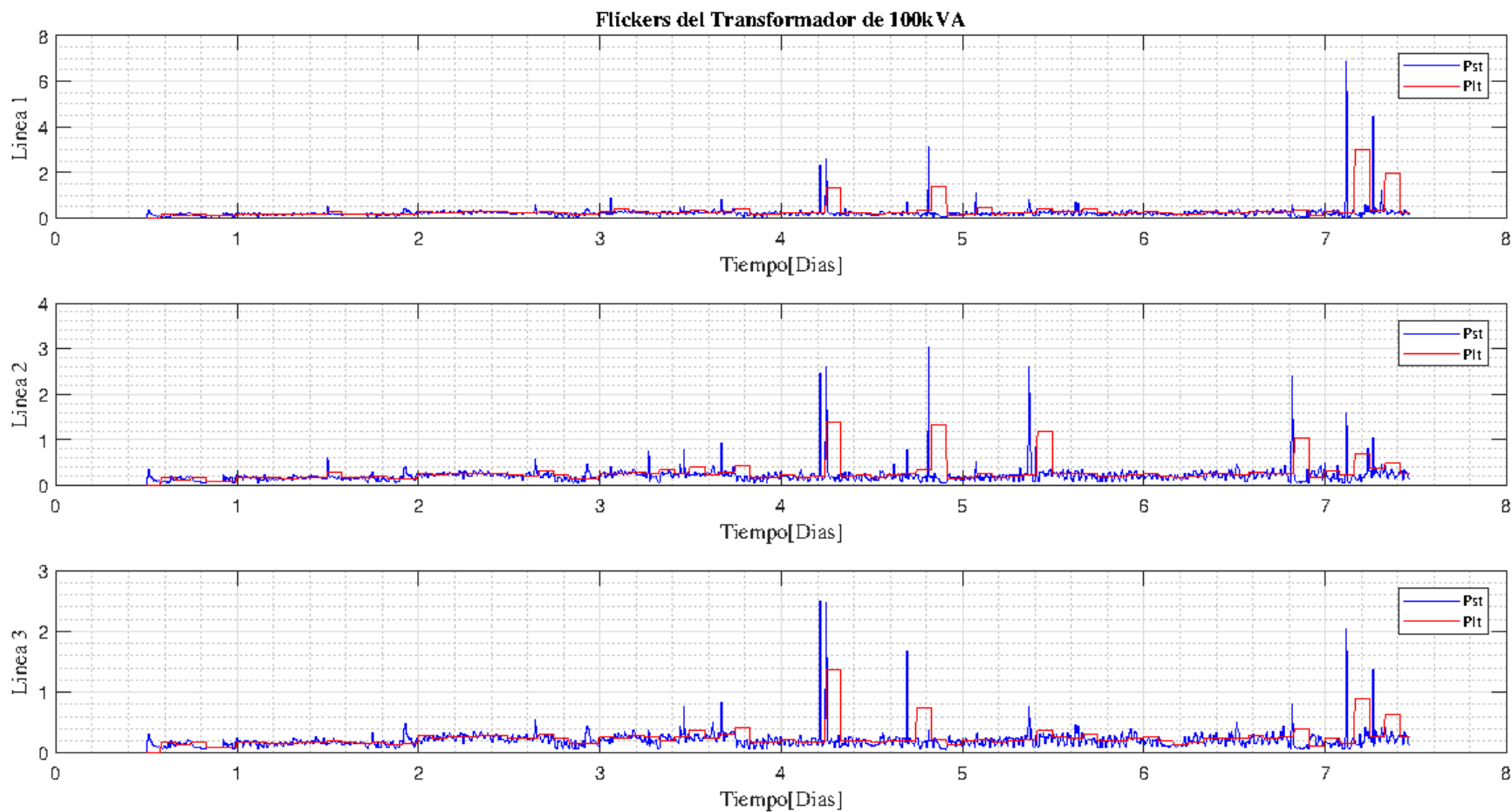


Figura 30. Flickers del transformador 100kVA. [Autor]

CAPITULO V

REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO.

5.1. Propuesta de rediseño.

Para empezar con la propuesta de rediseño fue necesario digitalizar los planos civiles que se encontraban en el centro de salud, con los planos digitalizado se elaboró los planos eléctricos tanto el de iluminación como el de fuerza teniendo en cuenta las normas ecuatorianas de la construcción. [5], [14]

Al momento de realizar el diseño de las instalaciones eléctricas, es importante tener en cuenta la reglamentación que esté vigente y permita garantizar el correcto funcionamiento y poder brindar seguridad, se debe tener en cuenta los espacios donde se instalaran los elementos eléctricos ya que las instalaciones que se realizaran deben ser adecuadas al uso y las características del centro de salud.

5.2. Sistema de iluminación.

En el sistema de iluminación eléctrica del centro de salud se tiene en cuenta los requerimientos de iluminación para cada área, teniendo en cuenta la cantidad de iluminación natural que existe y el color de las paredes.

En el plano que se realizó se encuentran la ubicación de las luminarias, los tableros de distribución, se indica el número de circuitos que pertenecen a cada luminaria en todos los ambientes que cuente el centro de salud. [15]

Para las luminarias se utiliza el catálogo de la empresa SYLVANIA donde se encuentran diversas luminarias y se seleccionan las más adecuadas para cada ambiente, para el rediseño se seleccionan 3 tipos diferentes de luminarias que brindan la mejor calidad para los diferentes ambientes.

LED LUMIPANEL

IP20

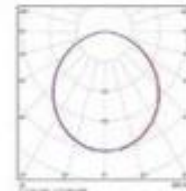


Características

- Diseño ultradelgado.
- Luminaria para empotrar en cielo falso tipo panel LED de alta potencia, alta luminosidad, no genera parpadeos ni radiaciones ultravioletas y su encendido es instantáneo.
- Marco de aluminio color blanco, diseño ultra delgado y moderno, la luz se proyecta de manera uniforme, evitando el deslumbramiento y el cansancio visual.
- Índice de Reproducción de Color (IRC) 80%.
- Driver electrónico remoto, voltaje universal desde 100V hasta 277V.



Watt	L (mm)	W (mm)	H (mm)
40W SQ	595	595	10
40W RC	295	1195	10
60W RC	595	1195	10



CÓDIGO	MODELO	POTENCIA (W)	TENSIÓN DE OPERACIÓN (V)	FLUJO LUMINOSO (lm)	FACTOR DE POTENCIA	EFICACIA (lm/W)	TEMPERATURA DE COLOR (K)	IRC	ÁNGULO °	VIDA ÚTIL (h)
P27913	Panel SQ	40	100-277	3200	0.9	80	6500	80	110	30000
P27930	Panel SQ	40	100-277	3200	0.9	80	4000	80	110	30000
P28399	Panel SQ	40	100-277	4000	0.9	100	6500	80	110	50000
P27916	Panel RC	40	100-277	3200	0.9	80	6500	80	110	30000
P26846	Panel RC	60	100-277	4800	0.9	80	6500	80	110	30000

© Todos los derechos reservados. Para mayor información, consulte el sitio web de Sylvania en www.sylvania.com

Figura 31. Especificación técnica de luminarias de 40w y 60w

Fuente: Catálogo de Sylvania. [16]

Las siguientes luminarias se utilizan para la iluminación en ambientes amplios como los consultorios o pasillos, en la parte de rediseño se utiliza las especificaciones de las lámparas de 40W RC y de 60W RC ya que son las que nos brindan mejores beneficios en el área de iluminación para ambientes amplios.

LED PANELES START



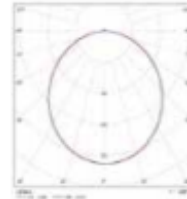
IP20

Características

- Luminaria tipo panel de sobreponer y empotrar de alta eficacia, con diseño moderno para iluminación interior.
- Tipo de distribución: Directo Simétrico.
- Marco con difusor opalizado.
- Color: Blanco.



Watt	Ø (mm)
12W	Ø170
18W	Ø220



CÓDIGO	POTENCIA (W)	TENSIÓN DE OPERACIÓN (V)	FLUJO LUMINOSO (lm)	FACTOR DE POTENCIA	EFICACIA (Lm/W)	TEMPERATURA DE COLOR (k)	IRC	ÁNGULO °	VIDA ÚTIL (h)
P28334	3	100-240	130	>0.4	43	6500	70	120	10000
P28337	12	100-240	720	>0.5	60	6500	70	120	10000
P28338	18	100-240	1080	>0.5	60	6500	70	120	10000
P23551	12	100-240	720	>0.5	60	6500	70	120	10000
P23552	18	100-240	1080	>0.5	60	6500	70	120	10000

* Vida útil estimada, con mantenimiento del flujo luminoso al 70% (L70).

Figura 32. Especificación técnica de luminarias de 18w

Fuente: Catálogo de Sylvania. [16]

Las luminarias de forma circular que forman parte del rediseño son las de 18W, este tipo de luminarias son enfocadas para áreas específicas en las que se requiere de iluminación, se los utiliza en dependencias que no requieran una iluminación tan fuerte o en áreas pequeñas como pueden ser ventanillas. [17]

El sistema de iluminación se lo realizo de la siguiente manera teniendo en cuenta la siguiente tabla que enseña cual sería la cantidad de lúmenes adecuados para cada área.

Tabla.5. Niveles de iluminación aceptados para diferentes áreas y actividades.

	NIVELES DE ILUMINACION (lx)		
	Min.	Medio	Máx.
Centros de atención médica.			
Salas.			
Iluminación general.	50	100	150
Examen.	200	300	500
Lectura.	150	200	300
Circulación nocturna.	3	5	10
Salas de examen.			
Iluminación general.	300	500	750
Inspección local.	750	1000	1500
Terapia intensiva.			
Cabecera de la cama.	30	50	100
Observación.	200	300	500
Estación de enfermería.	200	300	500
Salas de operaciones.			
Iluminación general.	500	750	1000
Iluminación local.	10000	30000	100000
Salas de autopsia.			
Iluminación general.	500	750	1000
Iluminación local.	5000	10000	15000
Consultorios.			
Iluminación general.	300	500	750
Iluminación local.	500	750	1000
Farmacia y laboratorios.			
Iluminación general.	300	400	750
Iluminación local.	500	750	1000

Fuente: Diseño eléctrico del área de emergencia y servicios anexos de un hospital de última generación. [1]

Las luminarias fueron seleccionadas de acuerdo al espacio de cada área y para el cálculo de luxes necesario de cada ambiente se lo calculo mediante la fórmula (1) del capítulo 2 cada circuito puede llegar a tener 15 salidas como lo indica la norma NEC, en algunos circuitos no se llega a tener las 15 salidas por lo que se podrían llegar a colocar más salidas de ser necesario. [16],

La propuesta de rediseño se la realizo en AutoCAD, para la parte de iluminación se diseñó luminarias con forme al manual de SYLVANIA dando a cada luminaria seleccionada sus dimensiones que se establecen en el catálogo, por lo que tenemos tres diferentes luminarias que son:

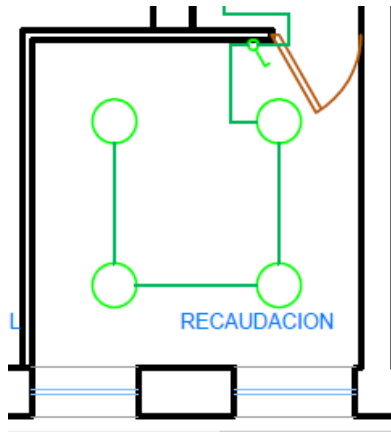


Figura 33. Simbología de luminarias de 18w en el rediseño. [Autor]

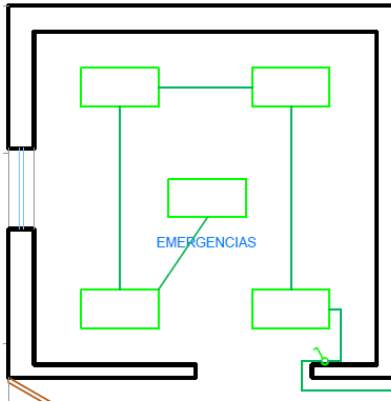


Figura 34. Simbología de luminarias de 60w RC en el rediseño. [Autor]

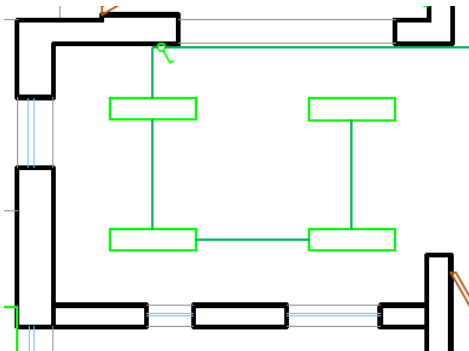


Figura 35. Simbología de luminarias de 40w RC en el rediseño. [Autor]

Para la obtención de los luxes necesarios en cada ambiente tenemos el siguiente ejemplo, en el cual debemos utilizar la fórmula (1) que aparece en el capítulo 2 y para poder aplicarla necesitamos los siguientes datos que son los lúmenes de cada luminaria, estos se encuentran en su respectiva ficha técnica y además necesitamos las dimensiones del área a calcular.

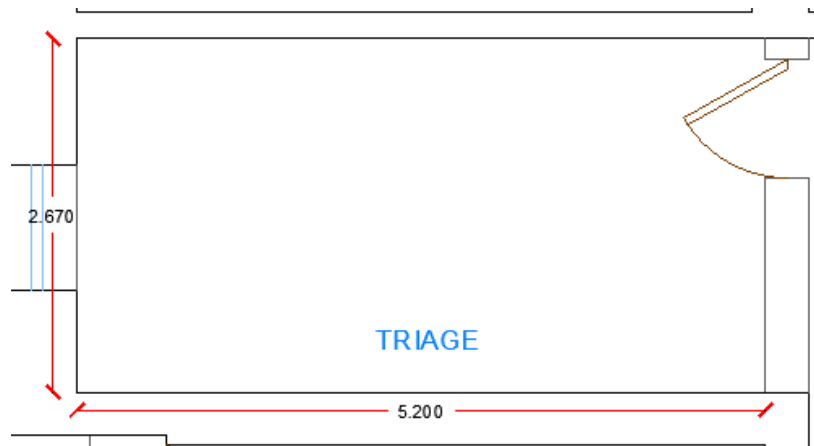


Figura 36. Dimensiones del área de Triage planta baja. [Autor]

$$lux = \frac{lumen}{m^2}$$

$$lux = \frac{4800}{(5.2 * 2.67)}$$

$$lux = 345.721 \frac{lm}{m^2}$$

5.3. Circuitos de iluminación planta baja.

La planta baja del centro de salud cuenta con 11 circuitos de iluminación los cuales están diseñados para soportar un total de 15 salidas de puntos de iluminación como máximo para evitar sobrecargar los circuitos y dañar las protecciones, si se requieren más puntos de iluminación por alguna futura ampliación se puede utilizar circuito que no tengan ya los 15 puntos de iluminación completos, en las siguientes tablas se muestra la distribución de las luminarias en el primer piso. [18], [19],

Tabla.6. Circuito 1 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	378.947	Bodega
1	18w	238.660	Información
1	18w	400	Baño
1	18w	370.370	Bodega baño
4	60w RC	125.811	Farmacia
2	60w RC	345.721	Triage
2	60w RC	334.728	Archivo
3	60w RC	227.557	Estadística

Tabla.7. Circuito 2 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	142.292	Pasillo
2	18w	83.452	Entrada
4	40w RC	171.455	Espera
8	40w RC	33.726	Pasillo

Tabla.8. Circuito 3 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	387.096	Vertedero
1	18w	230.719	Utilería
5	60w RC	240.770	Laboratorio
6	60w RC	118.882	Toma de muestras

Tabla.9. Circuito 4 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
7	18w	42.482	Baño
4	18w	76.287	Registro civil
3	18w	58.514	Sala de espera

Tabla.10. Circuito 5 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	175.495	Pasillo
4	18w	98.576	Recaudación
7	18w	50.925	Baño

Tabla.11. Circuito 6 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
4	18w	34.865	Sala de espera
2	60w RC	373.596	Radiología
2	60w RC	652.501	Ecografía

Tabla.12. Circuito 7 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	461.538	Baño
1	18w	377.622	Control de equipo
4	60w RC	321.983	Rayos X

Tabla.13. Circuito 8 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	362.622	Baño
1	18w	556.988	Baño
2	60w RC	474.664	Labor
3	60w RC	312.254	Partos
3	60w RC	318.165	Pasillo
3	60w RC	307.219	Esterilización

Tabla.14. Circuito 9 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
3	18w	194.594	Baño
2	60w RC	306.572	Consultorio
3	60w RC	206.229	Pasillo1
2	60w RC	434.983	Pasillo2
5	60w RC	175.515	Emergencia

Tabla.15. Circuito 10 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	362.622	Baño
1	18w	480	Baño
1	18w	317.180	Baño
2	60w RC	406.741	Pre parto
2	60w RC	386.268	Reposo
4	60w RC	261.608	Observación
4	60w RC	263.059	Pasillo

Tabla.16. Circuito 11 de iluminación, planta baja. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	631.578	Lavado y secado
5	60w RC	189.371	Lavado y secado

5.4. Circuitos de iluminación segundo piso.

El segundo piso del centro de salud cuenta con nueve circuitos de iluminación los cuales se distribuyen a lo largo de cada dependencia, cada circuito está diseñado para soportar 15 salidas para puntos de iluminación, las siguientes tablas muestra la distribución de las luminarias en el segundo piso.

Tabla.17. Circuito 1 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	173.913	Baño
1	60w RC	611.464	Colposcopia
1	60w RC	501.200	Preparación ginecología
3	60w RC	272.294	Ginecología 1
3	60w RC	269.118	Ginecología 2
3	60w RC	272.294	Ginecología 3

Tabla.18. Circuito 2 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	375	Vertedero
1	18w	223.509	Utilería
5	18w	54.021	Baño
2	60w RC	318.877	Consultorio medicina interna
3	60w RC	237.435	Consultorio medicina interna 2
3	60w RC	244.897	Consultorio medicina interna 3

Tabla.19. Circuito 3 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
3	18w	175.669	Baño
3	60w RC	345.721	Pediatría 1
3	60w RC	325.027	Pediatría 2
3	60w RC	245.499	Pediatría 3
3	60w RC	221.893	Preparación pediatría

Tabla.20. Circuito 4 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
4	40w RC	65.586	Sala de espera
2	60w RC	473.186	Psicología 1
2	60w RC	496.688	Psicología 2

Tabla.21. Circuito 5 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
5	40w RC	52.390	Pasillo1
7	40w RC	30.754	Pasillo2

Tabla.22. Circuito 6 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
2	60w RC	342.857	Consultorio clínica adulto mayor
4	60w RC	229.182	Preparación clínica
8	60w RC	139.372	Odontología

Tabla.23. Circuito 7 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	278.594	Bodega de lácteos
2	60w RC	347.879	Espera pos consulta
2	60w RC	427.129	Pos consulta pediatría
2	60w RC	428.460	Pos consulta adultos
4	60w RC	185.528	Vacunación

Tabla.24. Circuito 8 de iluminación, segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	400	Baño
1	18w	339.622	Pasillo
4	18w	34.865	Sala de espera
2	60w RC	480.182	Consultorio 1
2	60w RC	368.850	Consultorio 2
2	60w RC	571.728	Consultorio 3
3	60w RC	323.049	Consultorio

Tabla.25. Circuito 9 de iluminación segundo piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
3	60w RC	322.689	2do piso lavandería

5.5. Circuitos de iluminación tercer piso.

El tercer piso del centro de salud cuenta con 7 circuitos de iluminación para todas las dependencias del piso, cada circuito está diseñado para soportar un máximo de 15 salidas para puntos de iluminación, en las siguientes tablas se muestra la distribución de las luminarias en el tercer piso.

Tabla.26. Circuito 1 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	184.331	Baño
1	60w RC	466.994	Recursos humanos1
1	60w RC	569.732	Recursos humanos2
1	60w RC	550.155	Administración
1	60w RC	587.716	Secretaria
8	60w RC	128.205	Contabilidad

Tabla.27. Circuito 2 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
5	18w	54.021	Baño
5	60w RC	118.882	Comedor personal
3	60w RC	221.426	Guarda almacén1
2	60w RC	154.368	Guarda almacén2

Tabla.28. Circuito 3 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
2	18w	181.232	Baño
3	60w RC	338.123	Dirección
3	60w RC	301.659	Secretaria
3	60w RC	328.497	Coordinación de área
4	60w RC	189.933	Preparación pediatría

Tabla.29. Circuito 4 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
3	60w RC	183.665	Sindicato
3	60w RC	124.711	Sala de talleres
3	60w RC	192.848	Asociación profesionales
3	60w RC	239.587	Educación para la salud

Tabla.30. Circuito 5 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
5	40w RC	51.085	Pasillo1
7	40w RC	30.754	Pasillo2

Tabla.31. Circuito 6 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
2	60w RC	313.971	Bodega administración
10	60w RC	67.016	Sala de uso múltiple

Tabla.32. Circuito 7 de iluminación, tercer piso. [Autor]

Nº de luminarias	Código de luminaria	Luxes $\left[\frac{lm}{m^2}\right]$	Dependencia
1	18w	289.738	Utilería
2	60w RC	424.493	Pos consulta adultos
2	60w RC	423.187	Pos consulta pediatría
2	60w RC	347.347	Sala espera consulta
3	60w RC	271.247	Jefatura enfermería
1	18w	272.081	Archivos pasivos
2	60w RC	403.493	Archivos pasivos

5.6. Sistema de fuerza.

Para el rediseño de los circuitos de fuerza del centro de salud que se propone se tomó en cuenta el problema que se presentó con los equipos de computación, con lo cual se decidió realizar circuitos que sean de uso exclusivo para equipos de computación, y circuitos de tomacorrientes de uso múltiple, teniendo en cuenta también los tomacorrientes para cargas especiales. [20], [21]

Todos los circuitos de fuerza tanto los de uso general y los de computadoras están diseñados para soportar como máximo 10 salidas de puntos de tomacorrientes por circuito con el fin de tener circuitos balanceados y evitar que se generen desbalances de las cargas.

Para poder diferenciar los tomacorrientes estos serán de colores diferentes en el caso de los tomacorrientes para computadores serán de color azul, mientras que para los tomacorrientes de uso general será de color blanco y los tomacorrientes para cargas especiales serán de color naranja,

esto con el fin de que el personal del centro de salud no tenga ningún inconveniente con identificar los diferentes tomacorrientes y poder darles el uso adecuado.

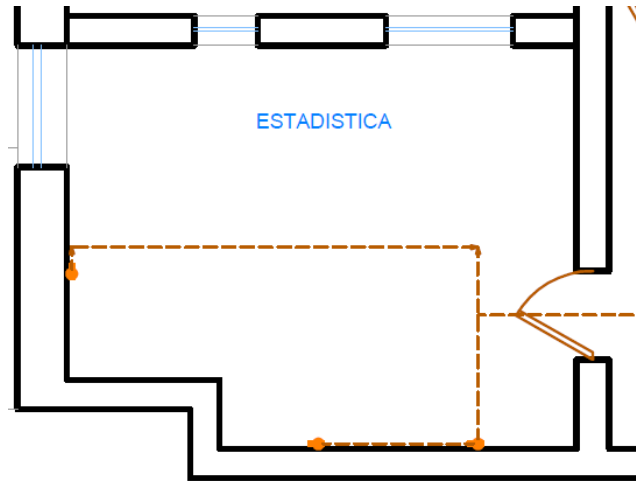


Figura 37. Representación de tomacorrientes de uso múltiple. [Autor]

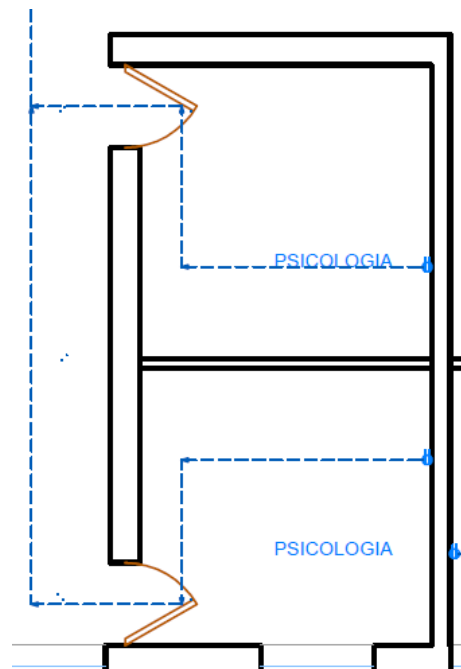


Figura 38. Representación de tomacorrientes para computadoras. [Autor]

5.7. Tomacorrientes de uso general planta baja.

La planta baja del centro de salud cuenta con 12 circuitos para tomacorrientes de uso general, todos los circuitos deben contar con su fase, neutro y tierra, estos deben ser de diferente color para poder identificarlos, todos los circuitos de tomacorrientes no deben exceder las 10 salidas de tomacorrientes que se establecen, se busca que los circuitos estén balanceados, es indispensable que en estos circuitos no se conecte ningún equipo de computación, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes en el primer piso. [22]

Tabla.33. Circuito 1, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Pasillo
1	Información
3	Farmacia
1	Bodega

Tabla.34. Circuito 2, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Baño
2	Archivo
3	Estadística

Tabla.35. Circuito 3, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Triage
2	Pasillo
1	Entrada

Tabla.36. Circuito 4, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Baño
4	Registro civil
2	Recaudación

Tabla.37. Circuito 5, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
3	Pasillo
1	Baño
1	Utilería
1	Vertedero

Tabla.38. Circuito 6, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Rayos X
1	Cuarto oscuro
1	Ecografía
1	Radiología
3	Sala de espera

Tabla.39. Circuito 7, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Esterilización
2	Sala de espera
1	Toma de muestras
1	Laboratorio
1	Tuberculosis
1	Bacteriología

Tabla.40. Circuito 8, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Pasillo
1	Partos
2	Labor

Tabla.41. Circuito 9, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
4	Reposo
2	Pasillo
1	Baño

Tabla.42. Circuito 10, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
3	Consultorio
2	Pasillo
2	Emergencias

Tabla.43. Circuito 11, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Pasillo
2	Observación
2	Pre-parto

Tabla.44. Circuito 12, tomacorrientes de uso general planta baja. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Lavado y secado

5.8. Tomacorrientes de uso general segundo piso.

El segundo piso del centro de salud cuenta con 12 circuitos para tomacorrientes de uso general, los cuales están repartidos a lo largo de cada dependencia que funciona en este piso cada circuito está diseñado para soportar 10 salidas para puntos de tomacorrientes, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes en el segundo piso.

Tabla.45. Circuito 1, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
2	Vacunación
2	Depósito de vacunas
1	Preparación ginecología
1	Colposcopia
1	Pasillo
1	Baño

Tabla.46. Circuito 2, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
1	Bodega lácteos
4	Odontología
1	Pasillo
2	Consultorio clínica adulto mayor

Tabla.47. Circuito 3, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Ginecología 2
3	Ginecología 3

Tabla.48. Circuito 4, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
2	Preparación clínica
2	Consultorio medicina interna 1
3	Consultorio medicina interna 2

Tabla.49. Circuito 5, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Ginecología 1
1	Pasillo
2	Pediatría 1

Tabla.50. Circuito 6, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Consultorio medicina interna 3
1	Baño
1	Utilería
1	Pasillo
1	Vertedero basura

Tabla.51. Circuito 7, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
2	Pediatría 2
2	Pediatría 3
3	Preparación pediatría

Tabla.52. Circuito 8, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Consultorio
2	Consultorio 1
2	Pasillo

Tabla.53. Circuito 9, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
1	Pos consulta pediatría
1	Pos consulta adultos
2	Sala de espera
2	Pasillo
1	Baño

Tabla.54. Circuito 10, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
2	Consultorio 2
1	Consultorio 3
3	Pasillo

Tabla.55. Circuito 11, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Psicología 1
1	Psicología 2
3	Sala de espera
1	Baño

Tabla.56. Circuito 12, tomacorrientes de uso general segundo piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
3	Pasillo 2do piso lavandería

5.9. Tomacorrientes de uso general tercer piso.

El tercer piso del centro de salud cuenta con 8 circuitos para tomacorrientes de uso general, los circuitos están diseñados para soportar 10 salidas de puntos de tomacorrientes, en los cuales se puede conectar cualquier equipo que requiera menos equipos de computación, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes del tercer piso.

Tabla.57. Circuito 1, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Archivos pasivos
2	Jefatura de enfermería
2	Recursos humanos
1	Utilería

Tabla.58. Circuito 2, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
6	Sala de uso múltiple
2	Bodega administración

Tabla.59. Circuito 3, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Administración
1	Secretaría
1	Archivo
1	Contabilidad
1	Pasillo

Tabla.60. Circuito 4, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
4	Comedor personal
1	Baño
1	Pasillo

Tabla.61. Circuito 5, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Dirección
1	Secretaría
1	Coordinación área
1	Pasillo
3	Preparación pediatría

Tabla.62. Circuito 6, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Sala taller
5	Guarda almacén
1	Pasillo

Tabla.63. Circuito 7, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
2	Pos consulta pediatría
2	Pos consulta adultos
2	Sala de espera
1	Pasillo

Tabla.64. Circuito 8, tomacorrientes de uso general tercer piso. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Pasillo
1	Baño
2	Sindicato
2	Asociación profesionales
1	Pasillo
1	Educación para salud

5.10. Tomacorrientes de uso solo para computadores.

Al independizar los circuitos para computadoras estas podrán funcionar de mejor manera, y al igual que con los tomacorrientes de uso general cada circuito no excede las 10 salidas establecidas varios circuitos cuentan con pocas salidas de tomacorrientes por lo cual si se requiere más puntos de tomacorrientes para uso de computadoras se pueden generar sin exceder las 10 salidas por circuito.

5.11. Tomacorrientes para computadoras planta baja.

En la planta baja están 4 circuitos de fuerza que son de uso exclusivo para computadoras, los circuitos de tomacorrientes para el uso de equipos de computación fueron diseñados para que no sobrepasen las salidas de 10 tomacorrientes por circuitos, en algunos circuitos se puede generar más salidas si en un caso se lo necesita para una futura ampliación, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes para uso de los equipos de computación del primer piso.

Tabla.65. Circuito 1, tomacorrientes para computadoras planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Triage
2	Farmacia
1	Información
1	Archivo
3	Estadística

Tabla.66. Circuito 2, tomacorrientes para computadoras planta baja. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
3	Registro civil
1	Recaudación

Tabla.67. Circuito 3, tomacorrientes para computadoras planta baja. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
1	Control equipo
1	Cuarto oscuro
1	Ecografía
2	Radiología
1	Laboratorio
2	Toma de muestras

Tabla.68. Circuito 4, tomacorrientes para computadoras planta baja. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
1	Lavado y secado
1	Recepción emergencia
1	Emergencia
1	Consultorio

5.12. Tomacorrientes para computadoras segundo piso.

El segundo piso del centro de salud cuenta con 4 circuitos de fuerza para el uso de computadoras, cada circuito cuenta con su distribución adecuada en cada dependencia, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes para uso de los equipos de computación del segundo piso.

Tabla.69. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 1. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
2	Vacunación
1	Preparación ginecología
1	Colposcopia
1	Ginecología 1
1	Ginecología 2
1	Ginecología 3

Tabla.70. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 2. [Autor]

N° de tomacorrientes	Dependencia
3	Odontología
1	Consultorio clínica adulto mayor
1	Preparación clínica
1	Consultorio medicina interna 1
1	Consultorio medicina interna 2
1	Consultorio medicina interna 3

Tabla.71. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 3. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Pos consulta pediatría
1	Pos consulta adultos
1	Pediatría 1
1	Pediatría 2
1	Pediatría 3
2	Preparación pediatría

Tabla.72. Tomacorrientes para computadores segundo piso, circuito 4. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Psicología 1
1	Psicología 2
1	Consultorio 1
1	Consultorio2
1	Consultorio3
2	Consultorio

5.13. Tomacorrientes para computadoras tercer piso.

El tercer piso del centro de salud cuenta con 4 circuitos de fuerza para el uso de computadoras, cada circuito cuenta con su distribución adecuada en cada dependencia, en las siguientes tablas se muestra la distribución de los tomacorrientes para uso de los equipos de computación del tercer piso

Tabla.73. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 1. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Administración
1	Secretaría
1	Contabilidad
1	Archivo
1	Dirección
1	Secretaría
1	Coordinación de área
1	Preparación pediatría

Tabla.74. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 2. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
3	Sala de uso múltiple
1	Bodega administración
2	Comedor personal

Tabla.75. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 3. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Archivos pasivos
1	Pos consulta pediatría
1	Pos consulta adultos
1	Jefatura de enfermería
2	Recursos humanos

Tabla.76. Tomacorrientes para computadores tercer piso, circuito 4. [Autor]

Nº de tomacorrientes	Dependencia
1	Sindicato
1	Asociaciones profesionales
1	Educación para la salud
2	Sala taller
3	Guardalmacén

5.14. Tomacorrientes para cargas especiales.

Los circuitos de tomas especiales de acuerdo con las normas NEC, deben ser circuitos independientes en los cuales solo deben tener una salida por circuito con lo que no se podrá agregar más salidas esto con el fin de no afectar su funcionamiento, ni dañar la protección del circuito.

En la siguiente figura es la representación de un circuito de tomacorriente especial que se diseñó para la parte de rediseño.

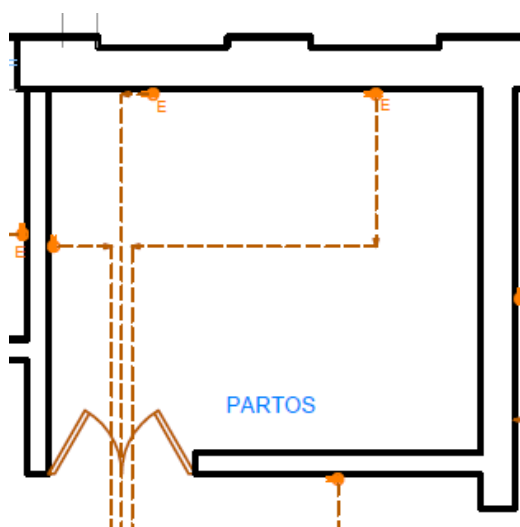


Figura 39. Representación de tomacorriente especial. [Autor]

La siguiente tabla contiene un listado de todas las salidas de tomacorrientes especiales que fueron diseñados para el funcionamiento del centro de salud.

Tabla.77. Tomacorrientes para cargas especiales. [Autor]

Nº de circuito	Dependencia
1	Rayos X
2	Rayos X
3	Radiología
4	Ecografía
5	Cuarto oscuro
6	Esterilización
7	Toma de muestras
8	Toma de muestras
9	Muestras reactivo
10	Bacteriología
11	Tuberculosis
12	Labor
13	Partos
14	Partos
15	Esterilización
16	Observación
17	Emergencia
18	Emergencia
19	Pre parto
20	Lavado y secado
21	Lavado y secado

5.15. Protecciones.

Al momento de seleccionar los dispositivos de protección contra sobrecargas o cortocircuitos se debe tener en cuenta las normativas de la NEC, estos deben ser interruptores termomagnéticos automáticos que deben cumplir con lo siguiente:

Deben estar ubicados en el tablero de distribución.

Al momento de ser dimensionados deben estar acorde con los circuitos que van a proteger.

Para los circuitos especiales la protección debe ser mediante interruptor termomagnético bipolar que sea mínimo de 40 amperios y debe ser ubicado en el tablero de distribución.

Los circuitos van a estar dimensionados para soportar corrientes no menores a un 125% de la corriente máxima.

5.16. Dimensionamiento de protecciones.

Al momento de dimensionar las protecciones se debe tener en cuenta si es un circuito de iluminación, de fuerza o un circuito especial.

Circuito de iluminación.

En iluminación se considera que por cada salida del circuito una carga máxima de 100w, los circuitos de iluminación están diseñados para no exceder los 15 puntos de salida y soportar una carga máxima de 15 amperios.

Teniendo esto en cuenta se puede calcular la corriente que existe en el circuito y dimensionar la protección de la siguiente manera:

$$I = \frac{15 \text{ salidas} * 100w}{\text{voltaje}} * 125\%$$
$$I = \frac{15x100}{120} * 1.25$$
$$I = 15.625 [A]$$

La corriente que se obtiene permite estimar una protección para los circuitos de iluminación que en este caso sería una protección de 15 amperios para todos los circuitos de iluminación.

Circuito de fuerza.

para los tomacorrientes se considera que por cada salida del circuito se tiene una carga de 200w, los circuitos de tomacorrientes están diseñados para salidas polarizadas deben tener fase, neutro y tierra y no exceder las 10 salidas lo que le permite soportar una capacidad máxima de 20 amperios.

Con lo cual se determina la corriente para dimensionar la protección.

$$I = \frac{10 \text{ salidas} * 200w}{\text{voltaje}} * 125\%$$
$$I = \frac{10x200}{120} * 1.25$$
$$I = 20.833 [A]$$

Esta es una corriente de sobre carga con lo cual se determina que con una protección de 20 amperios el circuito estaría protegido, la protección de 20 amperios esta tanto para los circuitos de tomacorrientes de uso múltiple como para los tomacorrientes de computadoras.

Circuitos especiales.

Se considera circuito especial para equipos cuya potencia sobrepasa los 1500w, en el caso del centro de salud se tiene equipos médicos que son considerados para circuitos especiales.

5.17. Sistema de alimentación ininterrumpida.

Los UPS o SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) son dispositivos que permiten tener un flujo constante de energía eléctrica mediante un grupo de baterías, cuando el suministro de energía presenta alguna falla, los mismos equipos sirven para proteger equipos conectados cuando existen elevaciones o disminuciones de tensión. [23]

Estos equipos son muy importantes al momento de proteger las cargas críticas que se encuentran en el centro de salud, las cargas criticas vienen a ser los equipos que son alimentados por el voltaje de salida del UPS y de los cuales no estamos interesados en que se apaguen o dejen de funcionar así tenemos los equipos médicos, luminarias y equipos de computación.

5.18. Tipos de UPS o SAI.

El SAI se lo selecciona en función de su utilidad y de las características de protección, también hay que tener en cuenta el sistema de conversión ya que las baterías que utilizan siempre son alimentadas en corriente continua.

SAI offline

Son los modelos más simples y su nombre se debe a que no protege activamente el PC de sobretensiones prolongadas, también que no filtra la señal de corriente, este tipo de SAI es el más básico ya que solo protege de cortes de corriente mediante una batería de corta duración.

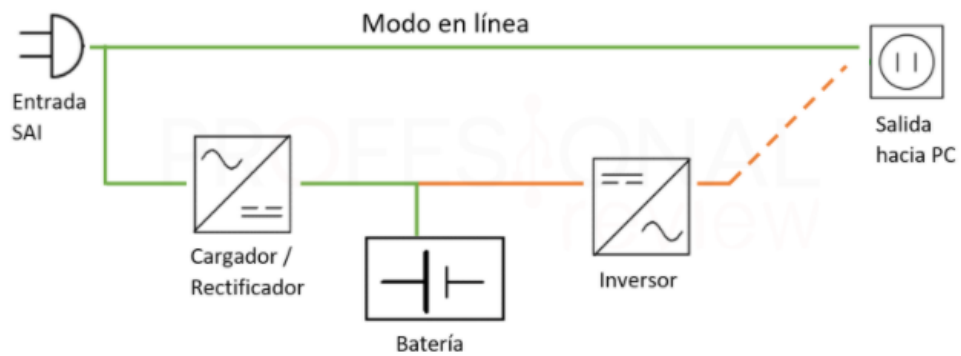


Figura 40. Diagrama SAI offline.

Fuente: <https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/>. [24]

SAI línea interactiva

Este tipo de SAI son los más comunes de encontrar ya que nos permite corregir picos de tensión y soporte cuando se presentan fallos de alimentación, nos protegen también de infra tensiones o sobretensiones prolongadas y del ruido que se presenta en la señal eléctrica.

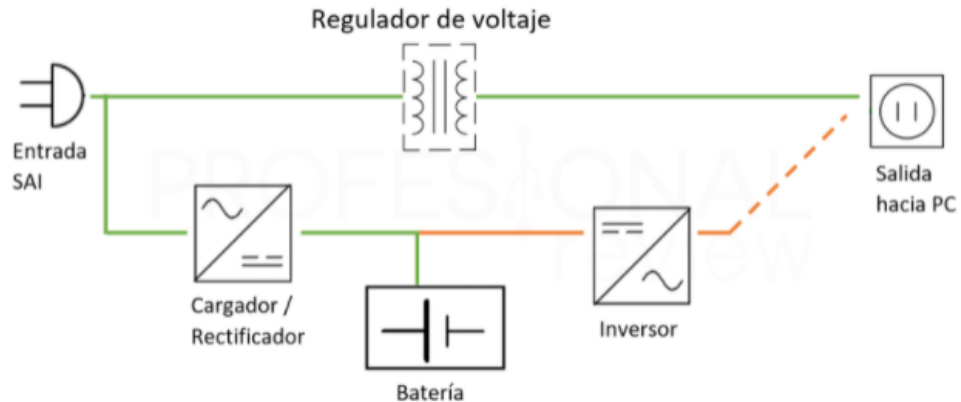


Figura 41. Diagrama SAI línea interactiva.

Fuente: <https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/>. [24]

SAI online

Este SAI es el más completo de todos ya que proporciona una mayor protección, protege de distorsiones de onda alterna, variaciones de frecuencia y de micro cortes de corrientes además de proteger de los mismos problemas que los otros modelos,

este equipo se lo utiliza para las protecciones de componentes que tienen un funcionamiento de las 24 horas del día.

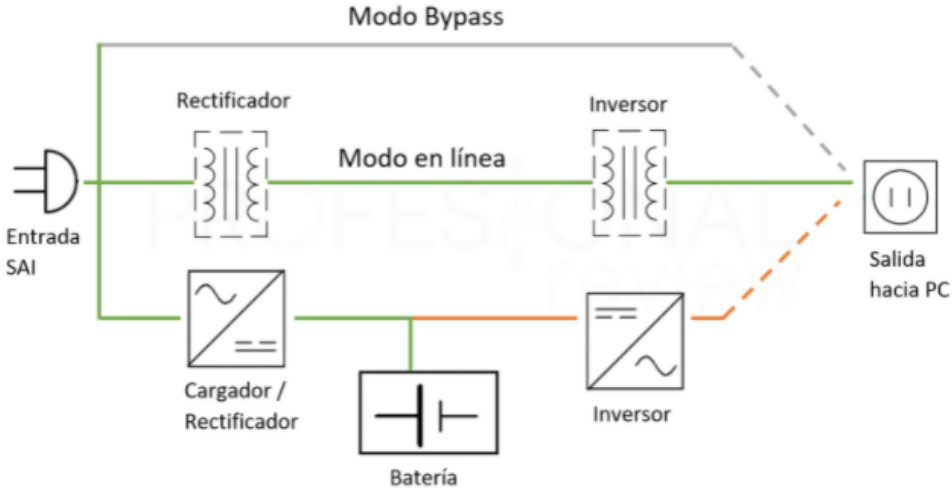


Figura 42. Diagrama SAI online.

Fuente: <https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/>. [24]

5.19. Diagrama unifilar.

Con la elaboración del diagrama unifilar se tiene una idea de cómo están distribuidos los diferentes circuitos tanto los de iluminación como los de fuerza, para los circuitos de fuerza se los separo en dos clases de circuitos un circuito de fuerza especial para los equipos de computación y otro circuito de fuerza que servirá para los diferentes equipos que se utilizan en el centro de salud.

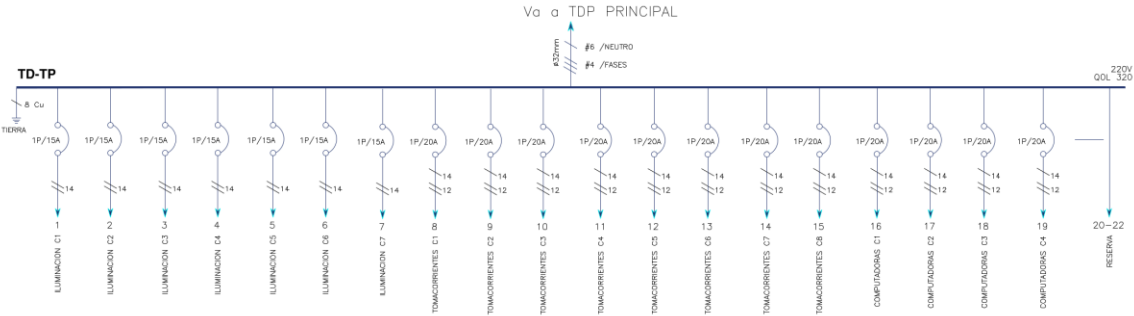


Figura 43. Diagrama unifilar tablero de distribución tercer piso. [Autor]

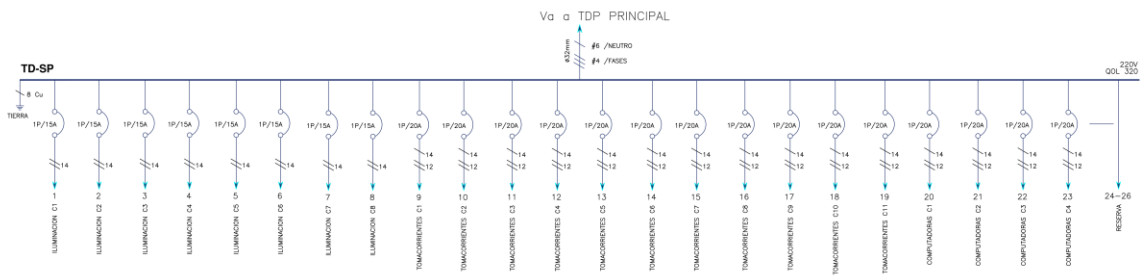


Figura 44. Diagrama unifilar tablero de distribución segundo piso. [Autor]

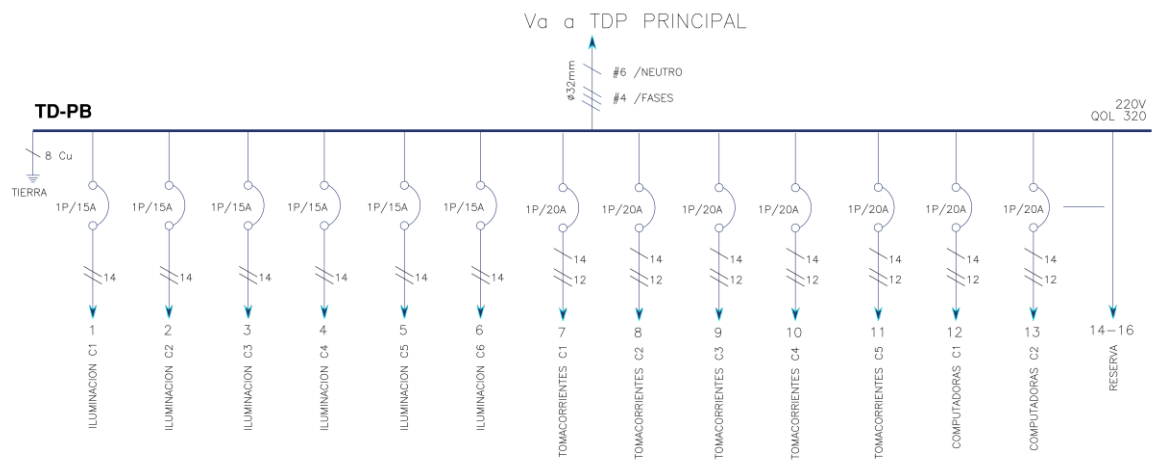


Figura 45. Diagrama unifilar tablero de distribución planta baja. [Autor]

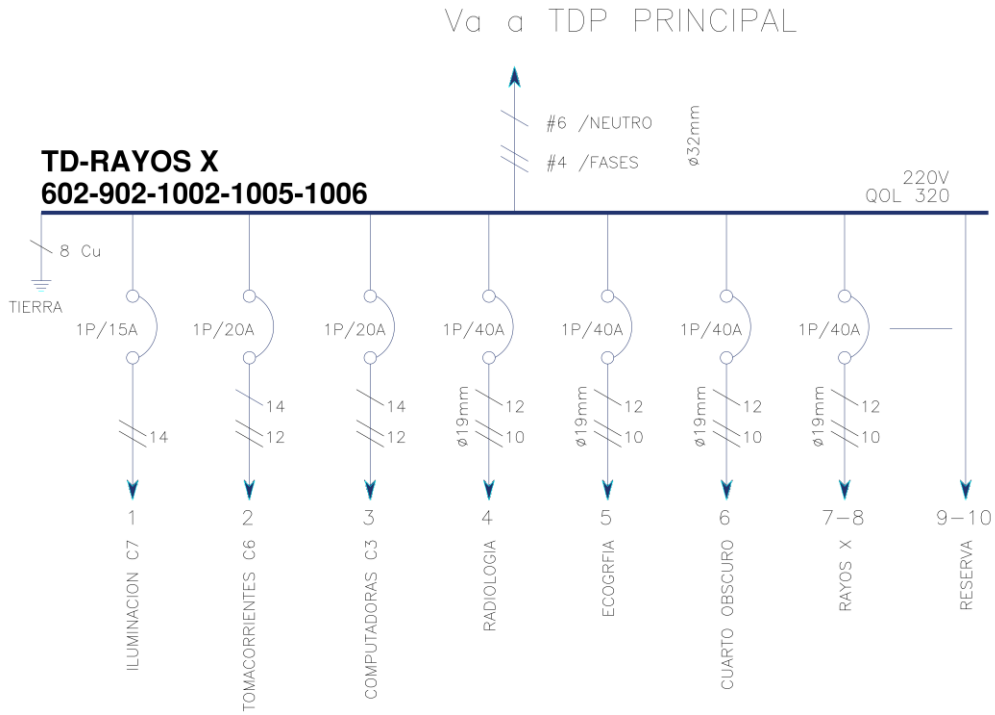


Figura 46. Diagrama unifilar tablero de distribución Rayos X. [Autor]

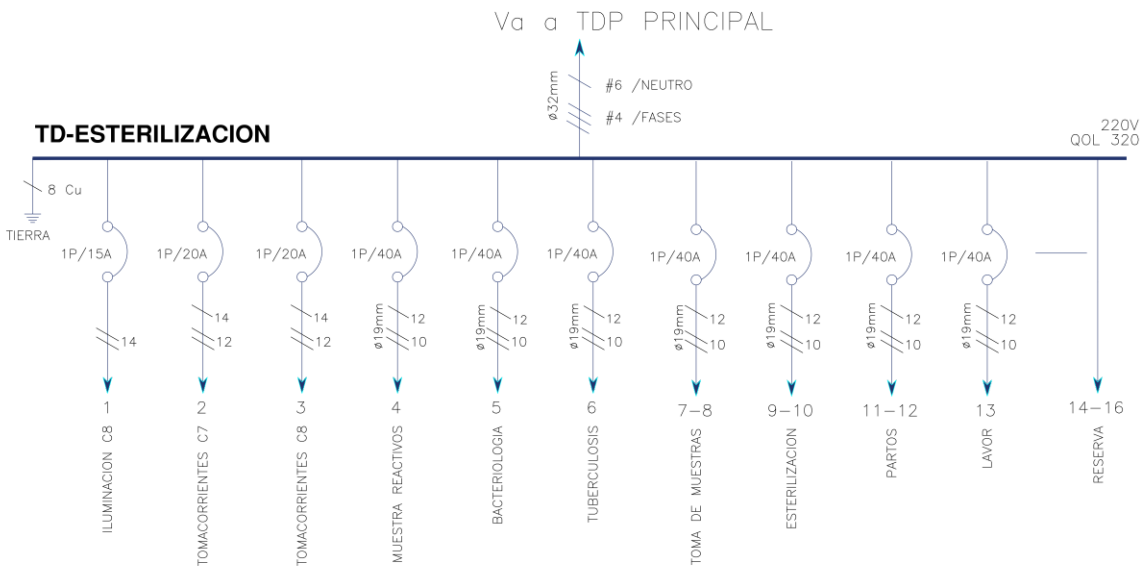


Figura 47. Diagrama unifilar tablero de distribución área de esterilización. [Autor]

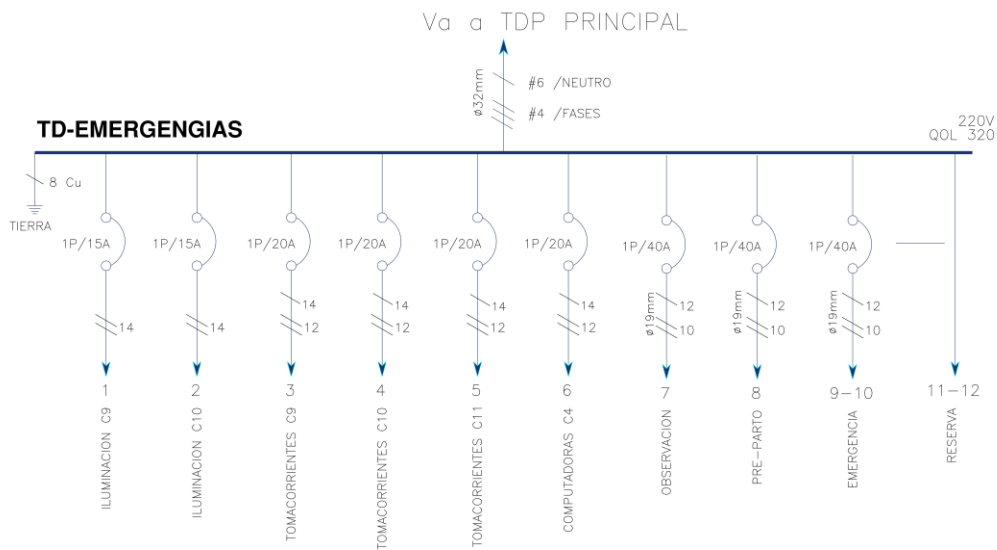


Figura 48. Diagrama unifilar tablero de distribución área de emergencias. [Autor]

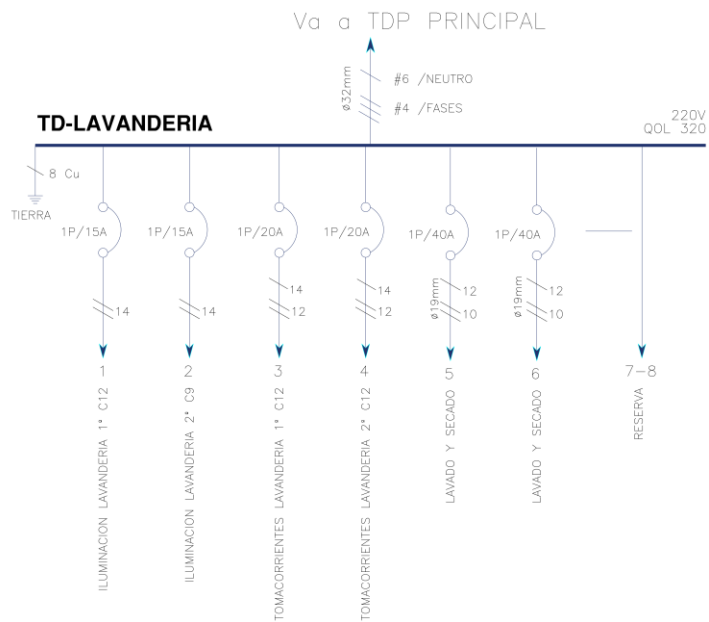


Figura 49. Diagrama unifilar tablero de distribución área de lavandería. [Autor]

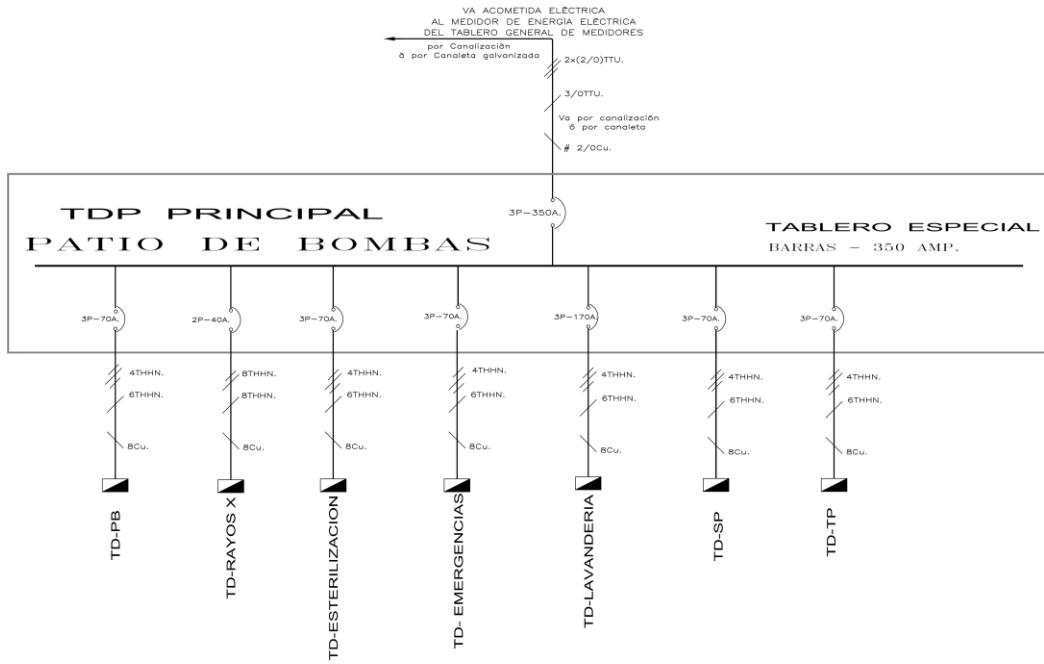


Figura 50. Diagrama unifilar tablero principal área de bombas. [Autor]

CONCLUSIONES.

El Centro de Salud “Centro Histórico” tiene a su disposición dos transformadores para lograr abastecer el suministro de energía de manera eficiente, al utilizar uno de los transformadores específicamente para un área que no llega a tener grandes consumos de energía está desaprovechando de gran manera la utilidad del transformador de 75kVA, al utilizar el transformador para que ayude a suministrar la carga del centro de salud se puede llegar a tener un mejor balance en las líneas de carga evitando los desbalances y por ende varios problemas en los circuitos eléctricos.

Con el aumento de pacientes que requieren ser atendidos el centro de salud se vio en la necesidad de aumentar las dependencias, esto se lo hizo sin una planificación en el sistema eléctrico puesto que para tener puntos de tomacorrientes o de iluminación fue necesario sacarlos con extensiones haciendo que varios circuitos se vean expuestos y provocando un desbalance en las líneas de los transformadores.

Los circuitos eléctricos en el centro de salud ya cumplieron su vida útil, esto porque luego de la intervención que tuvo en el año 2001 no se renovó el sistema eléctrico o se le dio un mantenimiento adecuado y con la creación de puntos adicionales sin ningún estudio previo solo ocasionan que surjan fallas en el sistema eléctrico.

En la parte del rediseño se optó por separar el circuito de fuerza en dos, uno exclusivo para tomacorrientes para el uso de equipos de computación y otro de tomacorrientes de uso general esto para evitar los problemas de magnetismo que presentan los equipos actualmente y tener una mejor distribución de los diferentes circuitos.

RECOMENDACIONES.

Es importante que el sistema eléctrico del centro de salud sea renovando por presentar circuitos que ya cumplieron su vida útil, existen circuitos expuestos, luminarias averiadas y un desbalance en las fases, con una renovación desaparecerían estos problemas y se podría mejorar el servicio de atención a las personas.

Se recomienda realizar un estudio al sistema de apantallamiento para poder descartar un mal funcionamiento del mismo y poder proteger la integridad de las personas y de los equipos que se encuentran en el centro de salud.

Es importante tener una buena distribución en las líneas para que no se presente un desbalance, que cada línea tenga un número determinado de punto de iluminación y de tomacorrientes.

Se recomienda que las luminarias sean instaladas de acuerdo con cada habiente que existe en el centro de salud, es adecuado que la iluminación artificial se combine con la iluminación natural, pero teniendo en cuenta que una buena iluminación mejora el desempeño de las personas en su área de trabajo.

Es importante tener las protecciones adecuadas para los equipos que requieren de tomacorrientes especiales y para los circuitos de iluminación y de fuerza es necesario que todos dispongan de su adecuado equipo de protección para evitar posibles cortocircuitos o fallas más graves.

El centro de salud debe optar por la instalación de un sistema SAI online ya que es el que mejor protección brinda contra problemas de sobre corriente o de sobre tensión, también teniendo en cuenta que los equipos del centro de salud deben siempre estar en funcionamiento tanto los equipos de computación como los equipos médicos.

REFERENCIAS.

- [1] J. E. Mindiola Torres, *Diseño eléctrico del área de emergencia y servicios anexos de un hospital de última generación*, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2012.
- [2] A. D. Ing. Sandoya Unamuno, L. Arq Chica Martínez, G. R. Arq Ordoñez, J. L. Arq Arias Zambrano, M. Ing Iza , C. Ing Parra, D. Ing Chimarro, R. Ing Rosero, L. F. Ing Bonifaccini, S. Ing Terán, M. Ing Poveda y F. Ing Parra, *Manual de Desarrollo Urbano Vivienda*, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2018.
- [3] N. Bratu, *Instalaciones eléctricas, Introducción a las instalaciones eléctricas*, Mexico D.F: Alfa omega grupo editor, 2da. Edición , 1992.
- [4] R. Cano Gonzalez y N. Moreno Alfonso, *Instalaciones eléctricas de baja tensión*, Paraninfo, 2004.
- [5] A. Colmenar Santos y J. L. Hernandez Martin, *Instalaciones electricas en baja tension*, Bogota: Buena semilla, 2014.
- [6] E. Harper, *Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*, Mexico: Editorial Limusa, 1990.
- [7] CONELEC, *Regulacion-No.-CONELEC-004-01*, Quito, 2001.
- [8] S. Castaño, *Redes de Distribución de Energía, Manizales*, Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2009.
- [9] T. Ronal, *Guia de Diseño de instalaciones eléctricas Schneider Electric*, España: Tecfoto, 2008.
- [10] ELECTROCABLES, «Conductores de cobre THHN,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.electrocable.com/index.php/es>.
- [11] R. O. Erazo Plasencio y P. D. Quevedo Moreira , *Análisis de calidad de energía y rediseño del sistema eléctrico en la planta industrial corporación de proyectos múltiples Multiproyectos S.A*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [12] J. K. Rivera Mackliff y R. D. Sánchez Figueroa, *Estudio de calida de energía y rediseño del sistema eléctrico de la planta de Cacaos finos Ecuatorianos CAFIESA*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2019.
- [13] H. R. Pila Pila y M. I. Zambrano Reasco, *Estudio del flicker en una instalación eléctrica*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2010.

- [14] L. N. Carrera Santana, *Propuesta de rediseño de la red de datos del GAD de Rioverde, provincia de Esmeraldas, bajo la metodología ppdioo y el diseño top-down*, Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [15] P. Rivera Cevallos, Normalización, diseño y equipamiento eléctrico para un hospital tipo de 120 camas, Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título Ingiero Eléctrico, Ciudad de Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 1980.
- [16] SYLVANIA, «Iluminacion LED Luminarias y Lamparas,» 2021. [En línea]. Available: <https://sylvania.com.ec/catalogos/>.
- [17] H. Richter, Manual Práctico de InstalacionesEléctricas (Domesticas de Granjas e Industrias), Mexico: Editorial C.E.C.S.A., 1986.
- [18] E. Harper , Manual de las instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales, Mexico: Ed. Limusa, 1992.
- [19] I. L. Kosow, *Maquinas electricas y transformadores*, Mexico: Prentice-hall, 1993.
- [20] C. Véliz Noboa y G. Ramírez Méndez, *Levantamineto de los planos arquitectonicos e instalaciones eléctricas en baja y media tension y rediseño del sistema eléctrico de la unidad educativa Salesiana "Domingo Comín" con implementacion de simulador de carga en el software etap 10.5*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2014.
- [21] A. Hermosa Donate, *Principios de Electricidad y Electrónica III 2aEd, Volumen 3*, Barcelona: Marcombo, 2010.
- [22] M. Holguin y D. Gomezcoello, *Analisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politecnica Salesiana*, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana , 2010.
- [23] M. A. CHOQUE ZAPANA, *SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA OFF-LINE PARA CARGAS CRÍTICAS*, La Paz: Universidad Mayor de San Andrés , 2018.
- [24] J. A. Castillo, «SAI: Qué es, para qué sirve y que tipos hay en el mercado,» Profesional Review, 23 febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2019/02/23/que-es-sai/>.

ANEXOS.

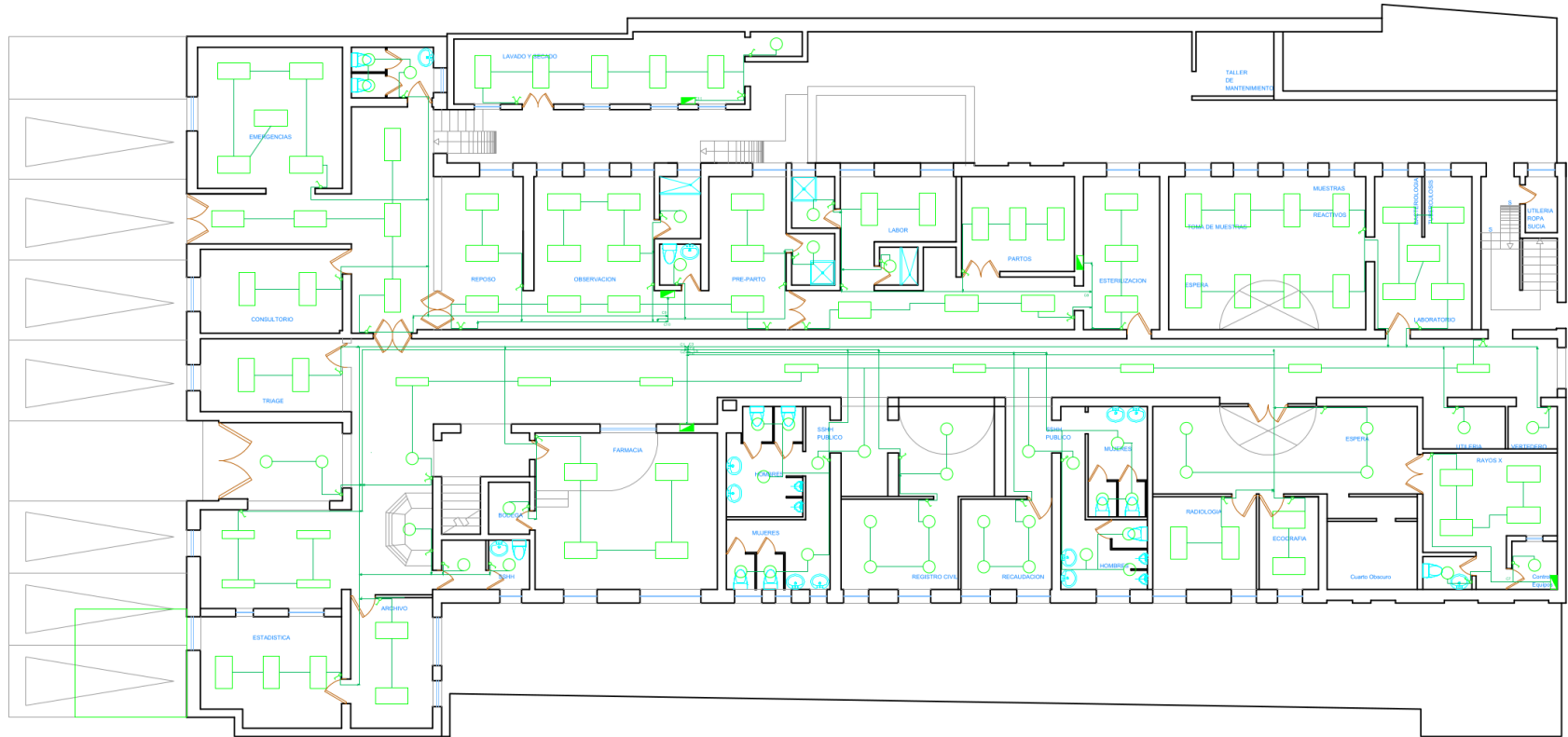


Figura 51. Planos circuito de iluminación del centro de salud primer piso. [Autor]



Figura 53. Planos circuito de fuerza para equipos de computación primer piso. [Autor]

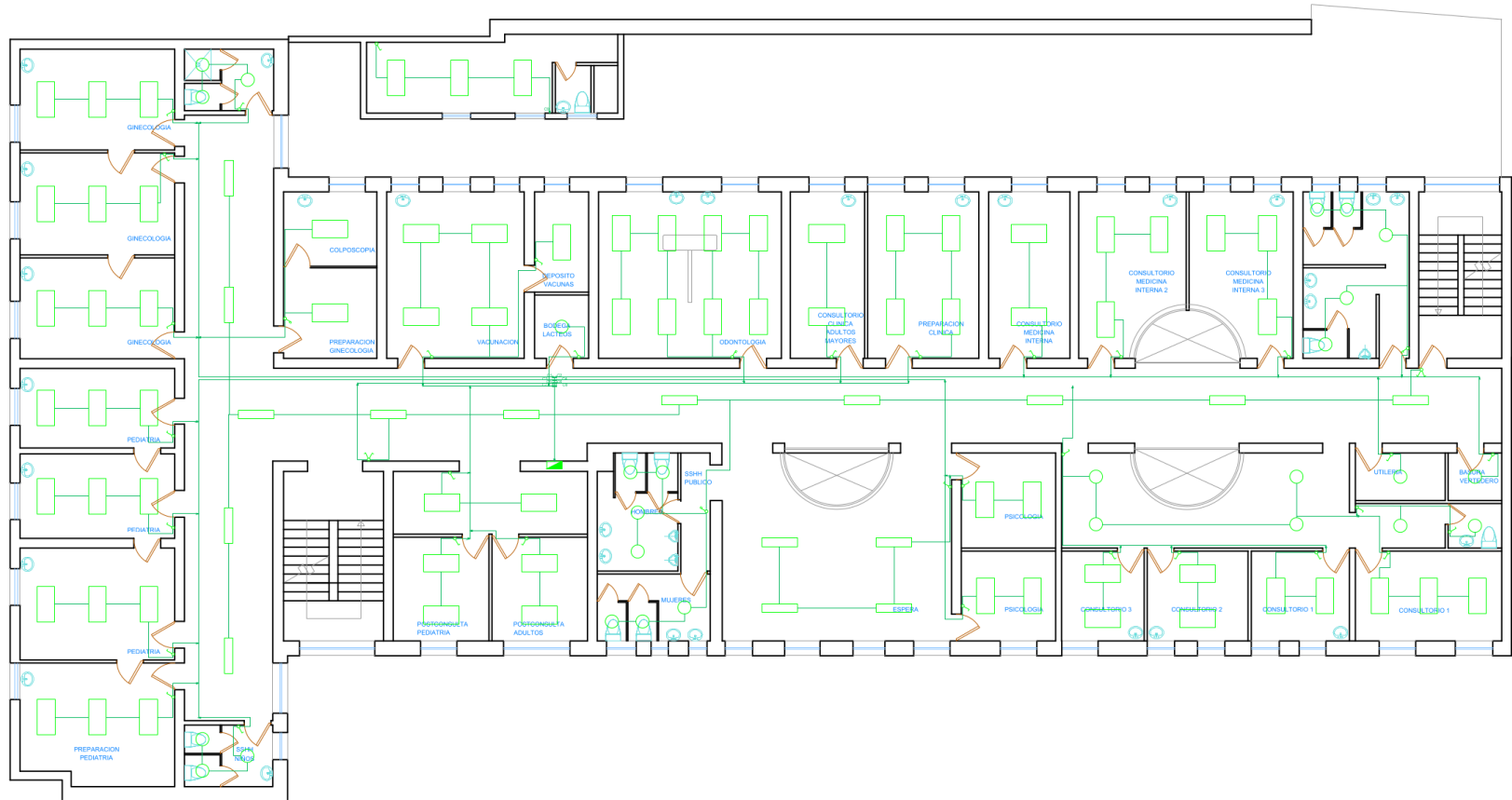


Figura 54. Planos circuito de iluminación del centro de salud segundo piso. [Autor]

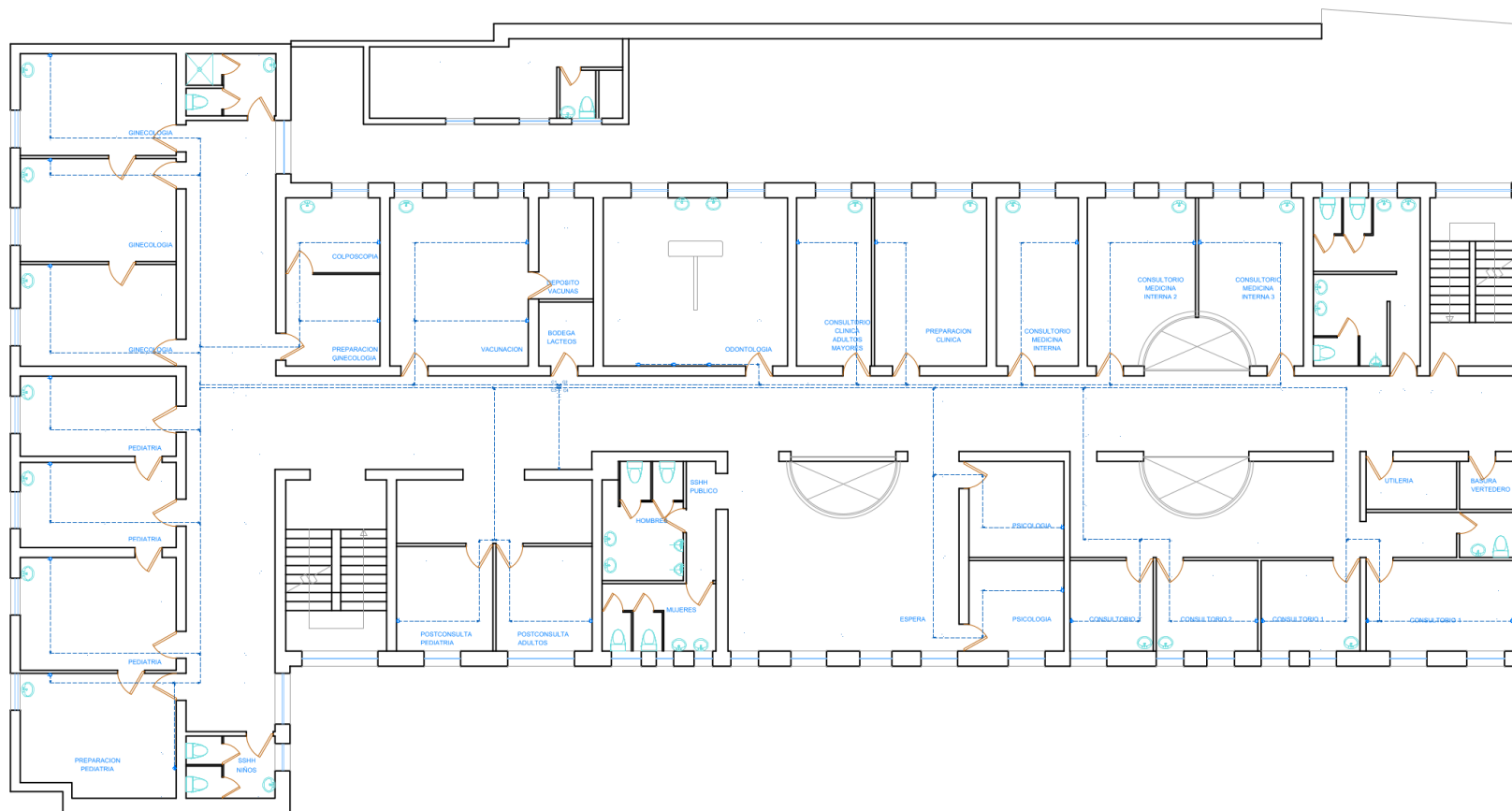


Figura 56. Planos circuito de fuerza para equipos de computación segundo piso. [Autor]

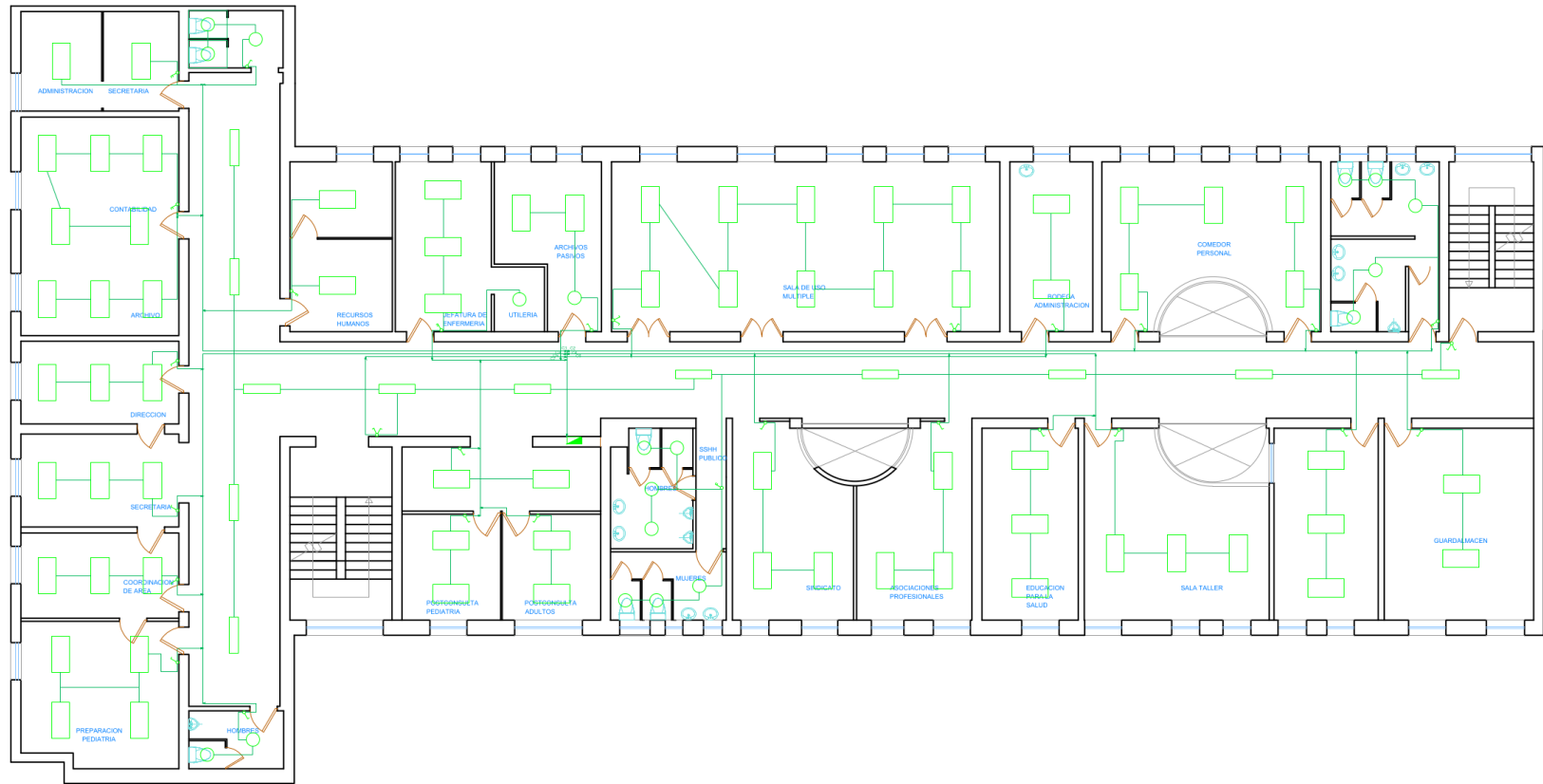


Figura 57. Planos circuito de iluminación del centro de salud tercer piso. [Autor]

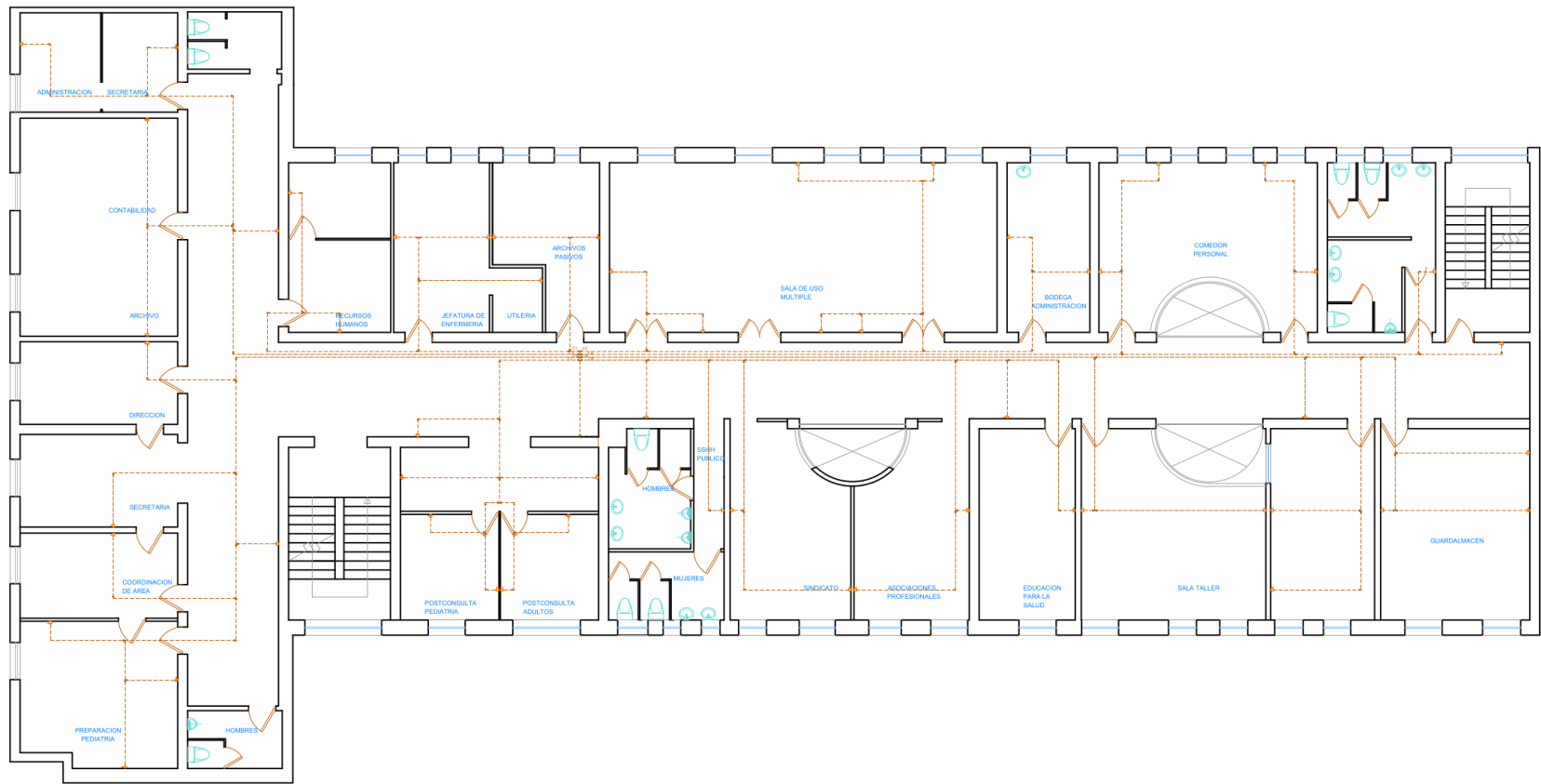


Figura 58. Planos circuito de fuerza del centro de salud tercer piso. [Autor]

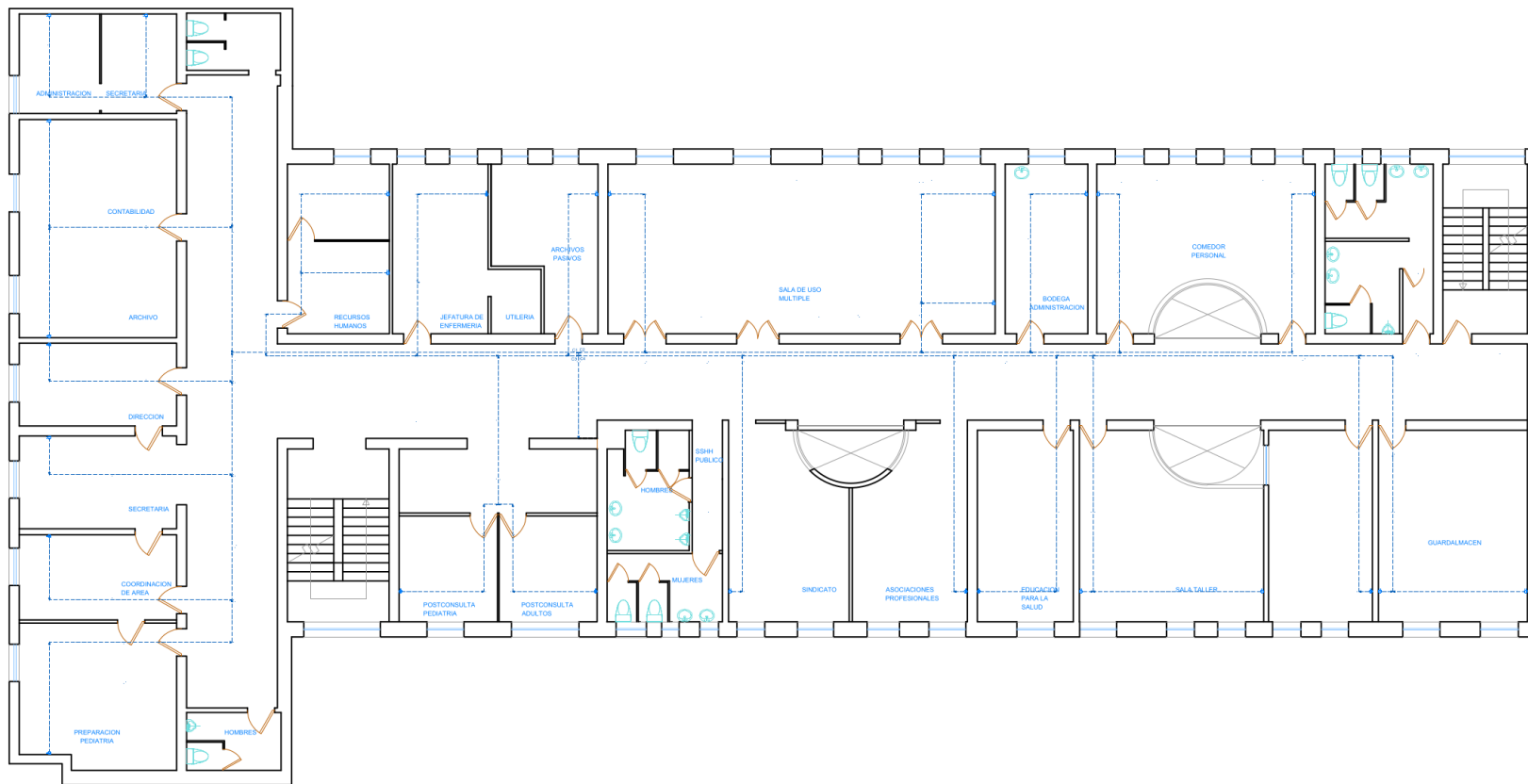


Figura 59. Planos circuito de fuerza para equipos de computación tercer piso. [Autor]