

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO



**PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA
EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA TEXGARDENIA S.C.
EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE.**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento
Eléctrico

Autor:
Saúl Andrés Proaño Acero

Director:
Msc. Olger Gilberto Arellano Bastidas.

Ibarra – Ecuador
Febrero 2025



AUTORIZACIÓN DE USO PÚBLICO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004107155		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Proaño Acero Saúl Andrés		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Av. Fray Vacas Galindo y Av. Antigua vía Urcuqui		
EMAIL:	saproanoa@utn.edu.ec / saul_andres54@live.com		
TELÉFONO FIJO:		TELF MÓVIL:	0961301130

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA TEXTGARDENIA S.C. EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE
AUTOR (ES):	Proaño Acero Saúl Andrés
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	18/02/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Hernán Pérez / MSc. Olger Arellano



2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la ha desarrollado, sin violentar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 19 días del mes de febrero de 2025

EL AUTOR

Proaño Acero Saúl Andrés

CI: 1004107155

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

Yo, MSc. Olger Gilberto Arellano Bastidas en calidad de director del señor estudiante Proaño Acero Saúl Andrés, certifico que ha culminado con las normas establecidas en la colaboración del Trabajo de Grado de Integración Curricular con el tema: "PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA TEXGARDENIA S.C. EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE"

Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

MSc. Olger Arellano

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico a mis padres Irma Acero y Rogelio Proaño quienes han sido mi fuente constante de amor, fortaleza y sabiduría. Gracias a ellos he recibido los valores más importantes, que han guiado mis decisiones y mis acciones a lo largo de mi vida, así como su apoyo incondicional en cada etapa de este proceso. A mi hermano Cristian Proaño, por ser un pilar fundamental de inspiración y apoyo en todo el momento. A mi abuelo Luis Aníbal, cuyo ejemplo de vida me ha enseñado la importancia de la perseverancia y el trabajo duro. A mis tíos y primos, por su confianza en mí por haberme fomentado siempre el deseo de superación, recordándome que los sueños solo se alcanzan con esfuerzo y dedicación.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas y brindarme una educación de calidad a través de cada uno de los docentes quienes impartieron su cátedra en cada uno de los niveles de la carrera que he cursado. Un agradecimiento muy especial a toda mi familia quienes siempre me han apoyado en el transcurso de mi vida, en especial a mi padre y hermano. Agradezco también a mi tutor, a mi director de trabajo de grado al Ing. Msc: Olger Arellano quien siempre estuvo disponible para resolver cualquier inquietud que se presentó a lo largo del desarrollo del presente trabajo de grado. A las personas que me dieron apertura a las instalaciones de la industria TEXGARDENIA S.C. para realizar el trabajo de grado.



Tabla de contenido

CAPITULO I..... 15

1.1. Problema 16

1.2. Objetivos 17

1.2.1. Objetivo General 17

1.2.2. Objetivos Especificos 17

1.3. Alcance..... 17

1.4. Justificación 18

CAPITULO II..... 19

Descripción de parámetros que inciden en la calidad de energía..... 19

2.1. Introducción..... 19

2.2. Calidad de energía 20

2.3. Normativas en el país 21

2.3.1. Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables (ARCERNR) 21

2.3.2. Norma IEEE Std 519-2014 21

2.3.3. Norma IEC 61000-4-15 22

2.3.4. Norma IEC 61000-4-11 22

2.4. Defectos de la calidad de la energía eléctrica 22

2.4.1. Variación en el voltaje 23

2.4.2. Variación de voltaje de corta duración 24

2.4.2.1. Caída de voltaje o de intensidad de corta duración 24

2.4.2.2. Sobre voltajes o sobre corrientes de corta duración 24

2.4.2.3. Interrupciones de corta duración..... 25

2.4.2.4. Variación de voltaje de larga duración 25

2.4.3. Perturbaciones rápidas de voltaje (Fliker)..... 25

2.4.4. Distorsión armónica 26

2.4.5. Desequilibrio de voltaje 26

2.4.6. Muestras 27

2.4.7. Ruido 27

2.4.8. Factor de desplazamiento..... 27

2.4.9. Transitorios Electromagnéticos..... 28



2.5. Acciones de mejoramiento	28
2.5.1. Métodos para mitigar la variación de voltaje	28
2.5.2. Corrección de flicker	29
2.5.3. Métodos para mitigar los armónicos.....	29
2.5.3.1. Factor K.....	29
2.5.3.2. Reducción de armónicos de la carga	29
2.5.3.3. Filtros.....	30
2.5.3.3.1. Filtros pasivos	30
2.5.3.3.2. Filtros sintonizados.....	30
2.5.3.3.3. Filtros paso alto.....	30
2.5.3.3.4. Filtros activos	30
2.5.4. Corrección del factor de potencia	31
2.5.4.1. Compensación de potencia reactiva	31
2.5.4.2. Compensación centralizada	31
2.5.5. Método para corregir el desbalance de voltaje.....	31
2.5.5.1. Sobredimensionamiento de equipos	32
2.5.5.2. Capacitores.....	32
2.6. Puesta a tierra.....	32
CAPITULO III.....	33
Diagnóstico de las instalaciones eléctricas	33
3.1. Introducción.....	33
3.2. Actividades	33
3.3. Descripción del lugar de estudio	34
3.3.1. Visitas in situ.....	35
3.3.2. Levantamiento de información técnica de las instalaciones eléctricas. ..	36
3.3.3. Transformadores	36
3.3.4. Acometida.....	37
3.3.4.1. Tablero Principal de alimentación	37
3.3.4.2. Tableros de banco de capacitores.....	38
3.3.5. Diagrama unifilar.....	39
3.4. Materiales.....	40
3.5. Diagnóstico de las instalaciones Eléctricas.....	41



3.6. Mediciones y análisis de calidad de energía transformador N 53114807 y transformador N 40664810.....	45
3.6.1. Datos de referencia de los transformadores de 125 y 300kVA.....	46
3.6.1.1. Perfil de voltaje actual.....	46
3.6.1.2. Distorsión Armónica.....	48
3.6.1.3. Desequilibrio de voltaje.....	48
3.6.1.4. Factor de Potencia.....	49
3.6.1.5. Potencia Aparente.....	51
CAPITULO IV	52
PROPUESTA TÉCNICA	52
4.1. Introducción.....	52
4.2. Corrección de Factor de potencia.....	52
4.2.1. Parámetros para la corrección del factor de potencia.....	52
4.2.2. Cálculo de la potencia reactiva en KVAR para la corrección del factor de potencia.....	53
4.2.3. Análisis técnico.....	54
4.2.3.1. Banco de condensadores automático.....	55
4.2.3.2. Banco de condensadores fijos.....	55
4.3. Rediseño de la distribución de cargas.....	56
4.5. Tablero de distribución trifásico.....	65
4.6. Resumen de soluciones mediante la propuesta técnica	66
Conclusiones	68
Recomendaciones	69
Bibliografía	70
Anexos	73



Índice figuras

Fig. 1: Diagrama de bloques de calidad de energía	20
Fig. 2: Caída de voltaje de corta duración en la línea de potencia	24
Fig. 3: Sobre voltaje de corta duración en una línea de utilidad	25
Fig. 4: Ruido	27
Fig. 5: Cambio de señal donde desaparece durante la transmisión de una operación	28
Fig. 6: Actividades para el desarrollo del trabajo de grado	33
Fig. 7: Ubicación geográfica de la industria textil TEXTGARDENIA.S.C.	35
Fig. 8: Transformadores de 125 y 300kVA que posee la industria.	36
Fig. 9: Transformador de corriente (Trafomix).....	37
Fig. 10: Acometida hacia el medidor.	37
Fig. 11: Tablero principal del transformador de 125kVA.	38
Fig. 12: Tablero principal del transformador de 300kVA.	38
Fig. 13: Tablero de control de corrientes del transformador de 125kVA.....	39
Fig. 14: Tablero de control de corriente del transformador de 300kVA.....	39
Fig. 15: Diagrama unifilar transformador 125kVA	40
Fig. 16: Analizador de red FLUKE 1748	40
Fig. 17: Pinza Amperimétrica modelo Porskit Mt-3110	41
Fig. 18: Instalaciones de compresores	44
Fig. 19: Instalaciones internas de la industria.	45
Fig.20: Lámparas fluorescentes.	45
Fig. 21: Diagrama unifilar.....	64
Fig. 22: Tableros de distribución trifásicos.....	65



Índice Gráficos

Gráfica 1: Perfil de voltaje actual del transformador de 125kVA.....	46
Gráfica 2: Perfil Actual de voltaje del transformador de 300kVA	47
Gráfica 4: Desequilibrio de voltaje transformador de 300kVA.....	49
Gráfica 3: Desequilibrio de voltaje transformador de 125kVA.....	49
Gráfica 6: Factor de Potencia del transformador	50
Gráfica 5: Factor de Potencia del transformador de 125kVA.....	50



Índice Tabla

Tabla 1. Límites para el índice de nivel de voltaje	23
Tabla 2. Datos de referencia de la Industria textil TEXTGARDENIA S.C.	35
Tabla 3. Cuadro de circuito y protección.....	42
Tabla 4. Datos referenciales del transformador 53114807.	46
Tabla 5. Datos referenciales del transformador 40664810	46
Tabla 6. Voltaje de los transformadores de 125 y 300kVA a las 7 a.m.....	47
Tabla 7. Caída de voltaje de los transformadores de 125 y 300kVA.	47
Tabla 8. Análisis de distorsión armónica 3ero y 5to del transformador de 125kVA.	48
Tabla 9. Análisis de distorsión armónica 3ero y 5to del transformador de 300kVA.	48
Tabla10. Penalización por bajo factor de potencia mensual.....	49
Tabla 11. Potencia aparente máxima por fase del transformador de 125kVA.	51
Tabla 12. Potencia aparente máxima por fase del transformador de 300kVA.	51
Tabla 13. Valores máximos y mínimos de la potencia reactiva, factor de potencia del analizador de red.	52
Tabla 14. Potencia reactiva necesaria para compensar el factor de potencia.....	54
Tabla 15. Valores máximos y mínimos de potencia reactiva calculada	54
Tabla 16. Nueva distribución de cargas transformador de 125kVA.....	57
Tabla 17. Nueva distribución de cargas transformador de 300kVA.....	61
Tabla 18. Tableros de distribución de cada área.....	66
Tabla 19. Resumen de soluciones propuesta técnica.	66



PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA TEXGARDENIA S.C. EN EL CANTÓN ANTONIO ANTE.

Proaño Acero Saúl Andrés

Resumen

En el sector eléctricos, la institución destaca como consumidores de alta demanda energética, ya que deben funcionar permanentemente para poder cumplir con la finalidad para la cual está diseñada. La industria TEXGARDENIA S.C. es una empresa privada de confesión de medias que se ha ido incrementado paulatinamente a lo largo de su vida empresarial, así como también ha incrementado equipos y maquinas eléctricas y adecuación de espacios físicos requerido para el almacenamiento del producto. Para la obtención de información base se realizó una revisión bibliográfica para describir los parámetros, acciones y normativas enfocadas al mejoramiento de calidad de energía en las instalaciones eléctricas de la industria. Se realizó el diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas de la industria utilizando el analizador de redes eléctricas modelo Fluke 1748 para obtener registro de mediciones en tiempo real de los parámetros eléctricos, así como el levantamiento del estado del sistema eléctrico interno de la industria mediante visitas técnicas in situ. Los principales resultados indican que existe dos transformadores trifásicos de 125 y 300kVA que suministra energía a la industria, los dos son utilizados para suministrar energía en la industria en general. Los mismos que presentan una penalización por bajo factor de potencia por la distribuido de energía. Por otra parte, los parámetros como niveles de voltaje, perturbaciones, flicker, presentaron valores que están dentro de los límites permisibles de acuerdo con la Regulación vigente del ARCERNNR 002/20 codificado. Por lo tanto, se debe reacondicionar los tableros de banco de capacitores que posee la industria y de esta manera evitar tener bajo factor de potencia en los dos transformadores, además, se debe realizar un rediseño de las instalaciones eléctricas mediante un balance de cargas. Es importante considerar un estudio hacia la cargabilidad de los transformadores de 125 y 300kVA en vista que se encuentran sobredimensionados.

Palabras claves: TEXARDENIA, calidad de energía, caída de voltajes, distorsión armónica, transformador, ARCERNNR 002/20.



**TECHNICAL PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF THE ENERGY QUALITY OF
THE ELECTRICAL INSTALLATIONS IN THE TEXGARDENIA S.C. INDUSTRY IN THE
CANTON ANTONIO ANTE**

Proaño Acero Saúl Andrés

ABSTRACT

In the electrical sector, the institution stands out as a consumer of high energy demand, since they must operate permanently in order to fulfill the purpose for which it is designed. The TEXGARDENIA S.C. industry is a private company of stocking confession that has been gradually increasing throughout its business life, as well as has increased equipment and electrical machines, and the adequacy of physical spaces required for product. In order to obtain basic information, a bibliographic review was carried out to describe the parameters, actions and regulations focused on improving the quality of energy in the electrical installation of the industry. A diagnosis of the industry's internal installation was carried out using the Fluke 1748 electrical network analyzer to obtain a record of real-time measurement of the electrical parameters, as well as a survey of the state of the industry's internal electrical system by means of on-site technical visits. The main results indicate that there are two three-phase transformers of 125 and 300 kVA that supply energy to the industry, both are used to supply energy to the industry in general. The same that present a penalty due to the power factor because of the energy distribution. On the other hand, parameters such as voltage levels, disturbances, and flicker showed values that are within the permissible limits according to the current regulation ARCERNNR 002/20 codified. Therefore, the capacitor bank panels in the industry should be reconditioned to avoid having a low power factor in both transformers. Additionally, the electrical installation should be redesigned through a load balance, it is important to consider a study on the chargeability of the 125 and 300kVA transformers, given that they are oversized.

Keywords: TEXARDENIA, energy quality, voltage drop, harmonic distortion, transformer, ARCERNNR 002/20 codified.



CAPITULO I

Introducción

[1] Menciona que en la actualidad la energía eléctrica está conformado por diferentes tipos de cargas no lineales permitiendo optimizar una variedad de procesos industriales, sin embargo, las industrias han empezado a verse afectada por cargas no lineales. Teniendo en cuenta la calidad de la energía eléctrica que se ve afectada por la distorsión armónica que se encuentra en la red, generando diversos problemas en los equipos que se encuentran instalados.

Las cargas no lineales más importantes en los procesos de la industria son; los variadores de frecuencia, hornos de arco, equipos con electrónica de potencia, máquinas rotativas, entre otros.

La calidad de energía se la puede definir como una ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones producidas por los armónicos en la red y variaciones de voltaje. Uno de los problemas más comunes que se ha determinado en la calidad de energía, es el mal funcionamiento de los equipos que generan problemas muy importantes en la industria como los efectos económicos que pueden producirse en los procesos industriales [2].

[3] Menciona que el sistema de potencia suministra un voltaje con una frecuencia de 60 Hz en Ecuador y en otros países suministra un voltaje con una frecuencia de 50 Hz, generando una onda de voltaje la cual es utilizada para diferentes equipos eléctricos, además la corriente es una onda sinusoidal perfecta cuando la carga son lineales como: los resistores, inductores y condensadores.

[4] Nos indica que la distorsión armónica es un problema en la industria ya que incrementa las corrientes de oscilación y de voltaje, que se conoce como resonancia en el sistema. Este es un problema que los ingenieros buscan reducir, solucionando los efectos negativos que presenten y puedan ser un problema para el funcionamiento de los equipos.

El fenómeno de distorsión armónica produce la deformación de la onda de corriente o de voltaje, alterando el valor pico y el valor RMS, lo que causa alteraciones en el funcionamiento de los equipos que se encuentran instalados en la industria, fluyendo una



potencia de distorsión a la red eléctrica, lo que es consumida como pérdidas de efecto Joule, Según los límites establecidos en el estándar IEEE [5].

La distorsión armónica en la instalación industrial reduce la calidad de energía y causa numerosos problemas como: aumento en las pérdidas por efecto Joule ($I^2 \cdot R$), sobrecarga de la red por el incremento de la intensidad de la red, sobre corriente instantánea de los conductores del neutro debido a la suma de los armónicos, vibración y envejecimiento prematuro de los alternadores, transformadores y motores; zumbido de los transformadores, deformación de ondas de voltaje de alimentación pudiendo perturbar a los receptores sensibles e interferencias de frecuencia en sistemas de telecomunicaciones. La distorsión armónica en las instalaciones industriales producen los siguientes efectos económicos: el envejecimiento en los equipos supone que deben ser reemplazados con anterioridad, las sobrecargas en las instalaciones obligan a aumentar la potencia contratada, las perturbaciones en intensidad producen disparos intempestivos y el paro de los equipos de producción [2].

Teniendo en cuenta los problemas que puedan generar la distorsión armónica en la red industrial, se requiere implementar una solución con la ayuda de filtros. [6], menciona que los filtros se encargan de excluir la frecuencia que pasa por una señal eléctrica, modificando la amplitud con su fase, estos separan las interferencias, ruidos y distorsiones que no se desean, para la eliminación de distorsiones armónicas existen varios métodos, según el estándar IEEE 519 (1992), menciona sobre los efectos que pueden tener los armónicos y como se los puede controlar mediante la instalación de filtros en paralelo, filtros pasivos, filtros activos y filtros híbridos [7].

1.1. Problema

[4] Indica que en la actualidad en las industrias, en el sistema eléctrico se ha incrementado la utilización de las cargas no lineales como: variadores de velocidad, rectificadores, convertidores, entre otros, donde se puede observar que hay presencia de varias cargas no lineales, las mismas que afectan a la calidad de energía.

La calidad de energía, se la define como una ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones que producen los armónicos en la red y variaciones de voltaje, es uno de los problemas más comunes que se ha determinado en las industrias.



En la industria TEXTGARDENIA S.C. mediante una visita técnica se determinó que la industria tiene cargas no lineales, las mismas que producen armónicos, los cuales son perjudiciales para las instalaciones eléctricas y el transformador que brinda el servicio, estos factores influyen directamente en la vida útil de las instalaciones eléctricas generando riesgo para la vida de los usuarios internos y externos.

Actualmente, la industria ha recibido penalización por un bajo factor de potencia el cual es multado por la empresa distribuidora, además, en los últimos años se han dado de baja algunos motores que han tenido mantenimiento y aun así bajo estas condiciones se observa la reducción de la vida útil de los mismos, y al mismo tiempo el sistema de iluminación presenta Flicker.

¿Cómo mejorar la calidad de energía de las instalaciones eléctricas de la industria Textgardenia a través de una propuesta técnica?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar una propuesta técnica para el mejoramiento de la calidad de energía en las instalaciones eléctricas de la industria textil TEXTGARDENIA S.C. en el cantón Antonio Ante, mediante un diagnóstico técnico.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Describir los parámetros, acciones de mejoramiento que inciden en la calidad de la energía y normativas.
- Realizar un diagnóstico de las instalaciones eléctricas.
- Realizar la propuesta técnica para el mejoramiento de la calidad de energía en las instalaciones eléctricas, en la Industria textil.

1.3. Alcance

Se describirá los parámetros de calidad de energía mediante el cual se podrá presentar las diferentes problemáticas que existe actualmente en las industrias y las acciones que se toman para mitigar los efectos negativos que causan una mala calidad de energía en las instalaciones eléctricas, también se incluirá las normativas nacionales en las cuales se rige la calidad de energía para las industrias.



Se realizará el diagnóstico eléctrico de la industria textil TEXTGARDENIA S.C, mediante la instalación de un analizador de redes en bajo voltaje modelo Fluke 1748, con el que se realizará las mediciones de los diferentes parámetros como son; voltajes de líneas, voltajes de fase, corriente, Flickers, factor de potencia, THDv, armónicos individuales y desequilibrio de voltaje; para esto el equipo deberá permanecer in situ durante los 7 días continuos, con un intervalo de 10 minutos como lo establece la Regulación ARCERNNR 002/20 codificada, el pliego tarifario 2020.

Las mediciones que se obtengan del analizador se detallará, se analizará los gráficos y datos de los parámetros eléctricos objetos al estudio y se identificará si existen incumplimientos a la regulación y el pliego tarifario y así se realizará una propuesta la cual permitirá corregir, mitigar y solucionar los problemas de calidad de energía que se encuentren en las instalaciones de dicha institución, por medio de acciones como: rediseño de las instalaciones eléctricas, filtros y banco de capacitores, estas soluciones garantizarán un estándar de calidad de energía a las instalaciones eléctricas de la industria textil TEXTGARDENIA S.C.

1.4. Justificación

En la industria TEXTGARDENIA S.C, no se ha realizado un estudio de calidad de energía que determine los parámetros que afecten en la instalación eléctrica de la industria, por lo que se ha planteado el tema REALIZAR UNA PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, con el fin de ayudar a la empresa a corregir los efectos negativos o anomalías que se presente.

La propuesta técnica que se dará ayudará a evitar que se genere mayores problemas en los equipos instalados y alargando la vida útil de los mismos; además, de evitar los daños que generan estas secuencias positivas, negativas y homopolares, reduciendo pérdidas tanto técnicas y económicas en la industria TEXTGARDENIA S.C.



CAPITULO II

Descripción de parámetros que inciden en la calidad de energía

2.1. Introducción

Hoy en día, la energía eléctrica es fundamental para el funcionamiento de la industria. La calidad de energía es crucial y afecta a productores, consumidores y fabricantes de equipos eléctricos. Existen normas internacionales como; (IEEE-519, IEC-61000 y en 50160), que establecen los límites específicos para los armónicos en la energía eléctrica. Estas normas aseguran que los equipos y las instalaciones no generen niveles armónicos que superen los valores permitidos [1].

La calidad energía eléctrica se la puede definir como una ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones producidas por armónicos que se encuentren en la red y por las variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto es referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico [1].

Se ha determinado que el problema más común que ocasiona el desperdicio de energía eléctrica en las empresas es la calidad de energía, debido a que influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que utilizan, generando su mal funcionamiento o su deterioro, este mal funcionamiento de los equipos puede generar varios problemas en un entorno residencial, comercial e industrial [1].

La importancia económica de la calidad de energía puede ser cuantificada, en todo el mundo existen un gran número de compañías donde estos problemas se deben reducir al mínimo para aumentar la productividad [2] [8].

[2], Menciona que actualmente las empresas de generación y distribución deben afrontar dos retos muy importantes:

- Aumentar la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica, para poder responder a la demanda creciente.
- Asegurar la calidad de energía eléctrica suministrada, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de equipos conectados en las redes de distribución.



2.2. Calidad de energía

El término de calidad de energía eléctrica, nombrado (CEE) por sus siglas en español, es utilizado para describir una combinación de características a través de las cuales el producto y el servicio del suministro eléctrico correspondan a las expectativas de cliente, observando que la calidad de energía en la parte técnica; el abonado espera obtener del proveedor un suministro con voltajes equilibrados, sinusoidales, de amplitud y frecuencia constante, lo que significa contar con un servicio de calidad de energía, costos viables de un funcionamiento adecuado, seguro y confiable de equipos y procesos sin afectar al ambiente o bienestar de las personas [9] [10].

En la siguiente Fig. 1. En el diagrama de bloques se puede observar las dos características muy importantes sobre la calidad de energía [2]:



Fig. 1: Diagrama de bloques de calidad de energía. [2]

- **Confiabilidad y disponibilidad:** Proporciona el servicio donde y cuando se necesite sin fallas o cortes de servicio. [2]
- **Calidad de potencia eléctrica:** Tener el producto que necesita, voltaje, frecuencia y forma de onda adecuada. [2]

La pérdida de calidad de energía se valora a través de parámetros como la amplitud, la forma de onda, frecuencia y la simetría de las señales de voltaje y de corriente que llevan al deterioro o paradas perjudiciales de procesos que ocasionan perjuicios [10].

En los últimos años se ha profundizado el problema de calidad de energía, lo que ha generado que las Instituciones especializadas en el tema, como: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (“Institute of Electrical and Electronic Engineers”, IEEE), IEC



(Comisión Electrotécnica Internacional), CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica), entre otras, han desarrollado estándares y métodos de medición y contrición de equipos de medición de calidad de energía, perfeccionándoles con el tiempo [9] [10].

2.3. Normativas en el país

En Ecuador, la calidad de energía eléctrica es un aspecto crucial que se regula mediante normativas y estándares que buscan asegurar un suministro fiable y seguro para los usuarios. La importancia de la calidad de la energía radica en su impacto directo en el funcionamiento eficiente de equipos y dispositivos. A continuación, se destacan algunas normativas y organismos relevantes en el contexto de la calidad de energía en el país:

2.3.1. Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables (ARCERNNR)

En nuestro país, el organismo encargado de regular los parámetros de la energía eléctrica, incluyendo la calidad de energía, es la ARCERNNR (Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables). Esta agencia se encarga de establecer y supervisar las normas relacionadas con la energía eléctrica y su calidad de energía [11].

El art 43. Inciso primero y segundo de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica establece que, la actividad de distribución y comercialización de electricidad será realizada a través de la empresa eléctrica debidamente habilitadas para ejercer tal actividad y sus operaciones se sujetarán a lo previsto en su respectivo título habilitante en el cual se deberá incluir la obligación de cumplir los niveles de calidad con los cuales debe suministrar el servicio, según la regulación permitente. Dicha regulación evalúa la calidad de energía eléctrica considerando los siguientes atributos: calidad de producto, calidad de servicio técnico y calidad de servicio comercial, para el presente trabajo de grado se ha enfocado exclusivamente en la calidad de producto [11].

2.3.2. Norma IEEE Std 519-2014

Esta norma es titulada "IEEE Recommended Practices and Requeriments for Harmonic Control in Electrical Powe System". Es esencial para el diseño y operación de



sistemas eléctricos, especialmente en entornos industriales y comerciales donde las cargas no lineales no son comunes. Es emitida por el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). El objetivo de dicha norma es garantizar que las distorsiones armónicas se mantengan dentro de los límites aceptables por la Regulación ARCERNNR 002/2020 codificada. Lo que mejora la calidad de energía eléctrica y la eficiencia operativa de los sistemas eléctricos [12].

2.3.3. Norma IEC 61000-4-15

Es parte de Normas Internacionales emitidas por la Comisión Electrónica Internacional (IEC), aborda la compatibilidad electromagnética (CEM), esta norma se enfoca en la evaluación de la calidad de energía eléctrica, especialmente en lo que representa a las distorsiones armónicas de corriente. Mediante sus procesos de medición que garantiza que los sistemas eléctricos operen dentro de los parámetros establecidos por La regulación ARCERNNR 002/2020 codificada [13].

2.3.4. Norma IEC 61000-4-11

Esta norma se centra en la evaluación de la calidad de energía eléctrica bajo condiciones de interrupción de tensión y variaciones de tensión (caídas y aumento de tensión). Se utiliza para especificar las características de los sistemas de energía que deben ser tolerantes a las perturbaciones, asegurando que puedan operar de manera eficiente y sin causar fallos en el suministro de energía a otros equipos o sistemas conectados [14].

2.4. Defectos de la calidad de la energía eléctrica

Una fuente de energía ideal sería aquella que siempre esté disponible y en funcionamiento sin interrupciones. Sin embargo, en la práctica, es común que se presente perturbaciones que afecten la calidad de la energía eléctrica. Estas perturbaciones se pueden clasificar en [11]:

- Variaciones en el voltaje.
- Perturbaciones rápidas de voltaje (Fliker).
- Distorsión armónica total e individual.
- Desbalance de voltaje [11].



Estas regulaciones son cruciales para mantener un suministro eléctrico estable y confiable en los equipos y dispositivos conectados a la red. Además, se debería implementar los parámetros medibles que se encuentran en la codificación de Puerto Rico los cuales son:

- Muestras.
- Ruido.
- Transitorios.
- Factor de desplazamiento.
- Factor de potencia.

2.4.1. Variación en el voltaje

La variación de voltaje es el aumento o disminución del voltaje habitual en un área determinada, estas fluctuaciones que se presentan en los sistemas eléctricos y electrónicos provocan daños en los dispositivos y equipos. Este tipo de fenómeno es extremadamente frecuente en ambientes industriales, comerciales y domésticos en donde la calidad de energía es deficiente, debido a los factores como caídas de tensión o sobrevoltaje. Estas variaciones de voltaje pueden afectar la operación de los equipos y reducir su vida útil, lo que resalta la importancia de contar con sistemas de protección adecuados [15].

Según lo mencionado en la Tabla 1, los límites establecidos por la Regulación ARCERNR 002/20 codificada, así como sus modificaciones, para los diferentes niveles en los que se genera la caída de voltaje, son los que se pueden observar.

Tabla 1. Límites para el índice de nivel de voltaje

Nivel de voltaje	Rango Admisible
Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2)	± 5
Medio Voltaje	± 6
Bajo Voltaje	± 8

Fuente: [11]



2.4.2. Variación de voltaje de corta duración

La variación de voltaje de corta duración es causada por condiciones de falla, como la energización de grandes cargas las cuales requieren altas corrientes de inicio, o intermitencia en conexiones flojas en el alambrado de potencia [16] [2].

Según su comportamiento, las variaciones de cuarta duración se clasifican en:

2.4.2.1. Caída de voltaje o de intensidad de corta duración

Es un decremento en el valor RMS del voltaje entre 0.2 p.u y 0.9 p.u, que a la frecuencia del sistema, puede durar desde 0.5 ciclos a 3600 ciclos (un minuto) tal como se muestra en la Fig. 2 [17].

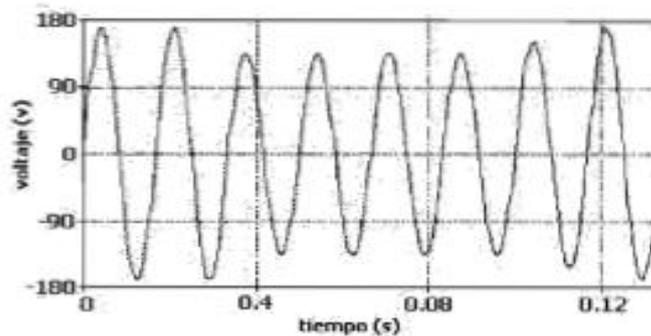
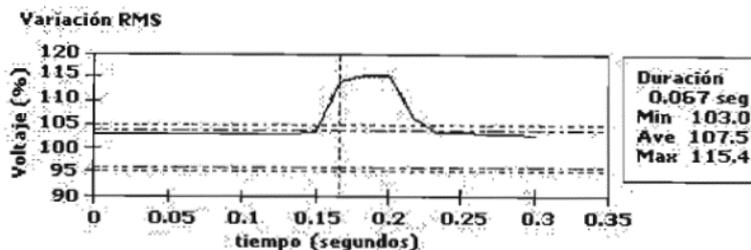


Fig. 2: Caída de voltaje de corta duración en la línea de potencia [17]

2.4.2.2. Sobre voltajes o sobre corrientes de corta duración

Es definido como un incremento en el valor RMS nominal del voltaje entre 1.1 p.u y 1.8 p.u, que a la frecuencia del sistema de potencia, dura entre medio ciclo y un minuto, estos fenomenos son usualmente asociado con condiciones de falla de sistema, pero no tienen nada en comun con las caídas de voltaje de corta duración como se muestra en la siguiente Fig. 3 [17].



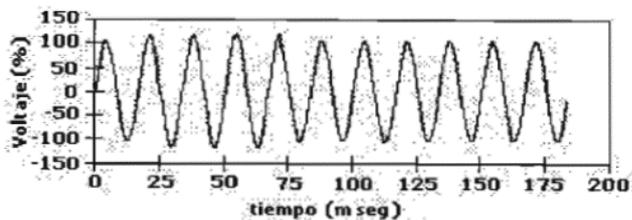


Fig. 3: Sobre voltaje de corta duración en una línea de utilidad [17].

2.4.2.3. Interrupciones de corta duración

Una interrupción de corta duración ocurre cuando la fuente de voltaje o la corriente de carga decrece menor de 0.1 p.u por un periodo de tiempo no mayor a un minuto, estas interrupciones pueden ser el resultado de fallas en el sistema de potencia, mal funcionamiento en el equipo en el control. Este tipo de interrupción son medidas por su duración desde que la magnitud de voltaje siga siempre a menos del 10% de su valor nominal [17].

2.4.2.4. Variación de voltaje de larga duración

Las variaciones de larga duración abarcan desviaciones RMS de la frecuencia fundamental por los tiempos más largos que un minuto, la duración de voltaje es considerada larga duración cuando los límites son excedidos por más de un minuto [16] [2].

2.4.3. Perturbaciones rápidas de voltaje (Fliker)

Son variaciones simétricas de voltaje o una serie de cambios de voltaje aleatorio, produciendo titilaciones, este fenómeno conocido como efecto “flicker” puede causar una fluctuación en las luminarias de las lámparas a una frecuencia perceptible por el ojo humano [2].

El origen de las fluctuaciones puede ser por perturbaciones introducidas durante generación, transmisión o distribución de energía, y son provocadas por cargas de potencia activa o reactiva que fluctúa rápidamente [18].



2.4.4. Distorsión armónica

La distorsión armónica casi siempre es generada por cargas no lineales, ya que, debido al incremento del uso de equipos electrónicos dentro de la industria, la distorsión armónica se ve en aumento. Actualmente las cargas no lineales representan un gran porcentaje de las cargas totales de la industria, por lo que puede llegar a ser peligroso para el sistema eléctrico debido al aumento de distorsión armónica total THD [19] [2].

En la planta industrial se trata fundamentalmente las corrientes armónicas, mientras que en redes de distribución se refiere a voltajes armónicos que, producida por determinadas cargas del sistema, pueden afectar a otros usuarios, se tratan de ondas periódicas distorsionadoras, que pueden representarse, matemáticamente como suma de formas de onda senoidales [19] [2].

Distorsión Armónica THD

Las cargas no lineales generan armónicos, esto se debe a que, para cada armónico de corriente de carga, hay un armónico de voltaje de alimentación con la misma frecuencia, como consecuencia, los armónicos también distorsionan el voltaje [19] [2].

La tasa de distorsión armónica es frecuentemente utilizada para definir la importancia del contenido armónico de una señal alternativa, es además una medida de la deformación de la señal [1].

2.4.5. Desequilibrio de voltaje

Se define como la relación entre el componente de secuencia negativa y el componente de secuencia positiva. En los sistemas de potencia, el voltaje de secuencia negativa es el resultado de desequilibrio de carga, generando un flujo de corriente de secuencia negativa [20].

El desequilibrio de voltaje puede estimarse como el desvío máximo de los voltajes de las tres fases, dividido por la media de dichos voltajes, expresado en porcentaje, la principal causa del desequilibrio de voltaje es la conexión de cargas monofásicas en circuitos trifásicos, así como anomalías en los bancos de capacitores [20].



2.4.6. Muestras

Son perturbaciones periódicas causadas por la operación normal de los equipos de electrónica de potencia cuando se conmuta la corriente de fase a otra, se percibe como pequeñas elevaciones y reducciones del valor instantáneo del voltaje de manera periódica, que inciden en su contenido armónico [9].

Estas perturbaciones se producen principalmente por los rectificadores trifásicos, debido a que la conmutación de una fase a otra produce un cortocircuito momentáneo entre dos fases durante este periodo [9].

2.4.7. Ruido

El ruido se refiere a señales eléctricas no deseadas. En la Fig. 4, se ilustra como estas señales de ruido aparecen en una gráfica de voltaje frente al tiempo, mostrando un contenido espectral por debajo de los 200kHz, superando sobre la onda de voltaje o corriente. Este ruido puede originarse por conexiones defectuosos en el sistema de transmisión o distribución, así como el funcionamiento de hornos de arco u otros mecanismos donde la conducción es aleatoria [21].

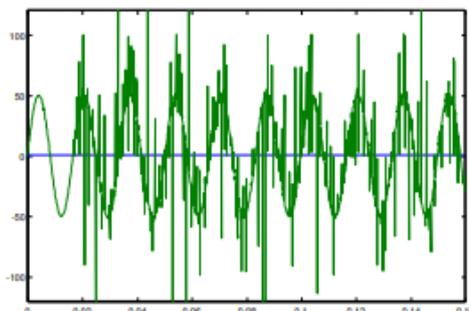


Fig. 4: Ruido [21]

2.4.8. Factor de desplazamiento

El factor de desplazamiento entre la componente fundamental de voltaje y de corriente, es el factor de distorsión armónica

Las pérdidas en dispositivos son generalmente usadas para la compensación del factor de potencia, la minimización de la potencia aparente debe ser directamente para optimizar el factor de potencia [22].



2.4.9. Transitorios Electromagnéticos

El termino de transitorio es un fenómeno que hace referencia a la parte de cambio de señal donde desaparece durante la transmisión de una condición de operación en estado estable a otro como se puede observar en la Fig. 5 [16].

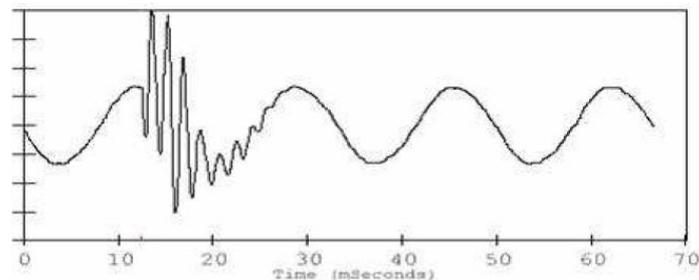


Fig. 2: Cambio de señal donde desaparece durante la transmisión de una operación [16]

Para la detención de transitorios se los puede realizar por los siguientes métodos:

- **Método de comparación:** el transitorio es detectado cuando un umbral fijo absoluto es excedido.
- **Método de envolvente:** es similar al anterior método, pero con la señal removida con anterioridad al análisis.
- **Método de dv/dt :** cuando un fijo y un umbral de dv/dt es excedido, un transitorio es detectado. [16].

2.5. Acciones de mejoramiento

Existen varios métodos que se pueden implementar en la industria para corregir o mitigar los fenómenos que afectan a la calidad de energía eléctrica los cuales son [23]:

2.5.1. Métodos para mitigar la variación de voltaje

Existen varios métodos que se pueden implementar en la industria para corregir o mitigar las variaciones de voltaje los cuales son:

- Fuentes interrumpidas de poder (UPS) híbrida.
- Fuentes interrumpidas de poder (UPS) estática.
- Supresores de sobrevoltajes transitorios.
- Reguladores de voltaje.



2.5.2. Corrección de flicker

Se puede corregir o reducir el parpadeo flickers de las siguientes formas:

- Aumento de potencia de cortocircuito (con relación a la potencia de la carga) en el punto de conexión al cual esta acoplada una carga fluctuante.
- Reducción de las variaciones del flujo de potencia reactiva en el sistema por medio de la instalación de compensadores/estabilizadores basados en electrónica de potencia [24].

2.5.3. Métodos para mitigar los armónicos

Actualmente existen diversos métodos para reducir los armónicos en la industria, dependiendo del grado de distorsión que se haya medido al momento de la realización de un estudio de calidad de energía eléctrica. A continuación, se exponen métodos para mitigar los armónicos [23] [25].

2.5.3.1. Factor K

[26] Menciona que el factor k es una medida opcional utilizada en los transformadores para indicar la capacidad de mejorar corrientes no sinusoidales. El factor K se puede determinar según la ecuación 1.

$$\text{factor } k = \sum_{h=1}^{\infty} I_h (pu)^2 h^2 \quad (1)$$

2.5.3.2. Reducción de armónicos de la carga

El método más utilizado se encuentra en el uso de bobinas de choque, las cuales se instalan en cada una de las fases en serie con la alimentación del equipo que desea amortiguar la distorsión de corriente, la cancelación de corrientes armónicas se puede considerar al conectar varios equipos con diferentes tipos de distorsión armónica, produciendo un efecto de cancelación de algunos armónicos para disminuir la distorsión total [23] [25].

Para una efectiva reducción de armónicos en la red, se debe tomar en cuenta la configuración interna de los equipos electrónicos de potencia revisando el nivel armónico que el equipo introduce al momento de seleccionarlo, analizando su comportamiento



durante el periodo de instalaciones y pruebas para prevenir problemas futuros de armónicos en la red [23] [25].

2.5.3.3. Filtros

Los filtros son dispositivos utilizados para eliminar determinados armónicos de corriente o amortiguar la distorsión armónica de corriente, los tipos de filtros que existen son:

2.5.3.3.1. Filtros pasivos

Los filtros pasivos están conformados por configuraciones de componentes de tipos resistivo, inductancia y capacitancia, conectados principalmente en paralelo. Resultan ser la opción más económica, sin embargo, tiene el inconveniente de presentar potenciales e interacciones desfavorables con el sistema [27] [9].

2.5.3.3.2. Filtros sintonizados

Son filtros pasivos utilizados para eliminar una armónica determinada. Se sintonizan a la frecuencia que se desea amortiguar y se coloca en paralelo a la carga no lineal que se encuentra perturbada, se debe tener el cuidado de que estos filtros no entren en resonancia paralelo al igual que los bancos capacitores [27] [9].

2.5.3.3.3. Filtros paso alto

Los filtros paso alto se comportan como una baja impedancia al igual que los sintonizados, con la diferencia que estos mitigan armónicos superiores a cierto orden. Estos se pueden combinar con filtros sintonizados a frecuencia más baja ya que su frecuencia de corte no puede ser muy baja debido a que no son filtros ideales [27] [9].

2.5.3.3.4. Filtros activos

Los filtros activos usan la electrónica de potencia para inyectar en el sistema, de formas sincronizadas con la carga no lineal, armónicos de corriente de prioridad opuesta y de la misma amplitud a los creados por las cargas, estos filtros tienen la ventaja de que no resuenan con el sistema, se adaptan a las condiciones de operación y también pueden emplearse para mejorar el factor de potencia de la instalación y mejorar otros problemas de calidad de onda [28] [9].



2.5.4. Corrección del factor de potencia

Existen dos formas para mejorar el factor como son las siguientes:

2.5.4.1. Compensación de potencia reactiva

Para mejorar el factor de potencia se puede disminuir el uso de cargas que demanden potencia reactiva o se pueda mejorar por el método más común: compensar la corriente reactiva en retraso suministrado corriente de adelanto al sistema de potencia por medio del equipo de corrección de factor de potencia [29] [30].

Los bancos de capacitores son esenciales para la operación económica de sistema que incluyen cargas resistivas-inductivas, tomando en cuenta el aumento de las cargas lineales, surgen algunos problemas debido al uso de los bancos de capacitores [29] [30]:

- Sobrecalentamiento en los capacitores.
- Resonancias en paralelo ente las capacitancias con la inductancia cercana.

Ventajas de corrección de factor de potencia:

- Reducción de calor de equipo.
- Incremento de la vida útil del equipo.
- Reducción de pérdidas de energía y costo operativo.
- Liberación de energía disponible.
- Reducción de la caída de voltaje en el sistema eléctrico [29] [30].

2.5.4.2. Compensación centralizada

La compensación centralizada no hace nada para reducir estas pérdidas que se producen dentro de la instalación causada por las corrientes capacitivas solo reduce el factor de potencia impuesto por la intensidad, y es considerada como las más económica, debido a que la unidad central es más barata que distribuir el mismo grado de compensación en pequeñas unidades disparadas [29] [30].

2.5.5. Método para corregir el desbalance de voltaje

La causa principal del desbalance de voltajes es la presencia de cargas desbalanceadas en el sistema de distribución. Para minimizar o mitigar este desbalance, existen varias técnicas, entre las cuales se incluyen las siguientes [31]:



- Transposición de líneas.
- Reconfiguración de primarios en un sistema de distribución.
- Regulación de voltaje.
- Compensador estático de voltio-amperio reactivos (VAR).
- Distribución de balance de cargas [31].

2.5.5.1. Sobredimensionamiento de equipos

Este método se utiliza para reducir los efectos específicos causados por las corrientes armónicas, que puedan provocar sobrecalentamiento en ciertas partes del sistema de suministro de energía o en equipos dentro de la planta. Al implementar esta técnica, se busca mitigar los daños potenciales y mejorar la eficiencia del sistema eléctrico [23] [25].

2.5.5.2. Capacitores

Se puede considerar que los bancos de capacitores realizan una compensación de potencia reactiva y que en relación con los valores nominales pueden admitir sobrevoltajes de hasta un 110% y sobre corrientes de hasta 130% [23] [25].

2.6. Puesta a tierra

La conexión de puesta a tierra sirve como un enlace conductor entre un circuito eléctrico o equipo y la fuente de energía. En caso de un cortocircuito una correcta conexión a tierra permite que el interruptor apague el equipo afectado, evitando daños y protegiendo al personal. Además, una buena conexión a tierra proporciona una referencia uniforme, asegurando que todo el equipo funciona al mismo potencial eléctrico y manteniendo tensiones consistentes en todos los puntos. Esto ayuda a prevenir diferencias de potencia entre los componentes individuales de equipos sensibles [32].



CAPITULO III

Diagnóstico de las instalaciones eléctricas

3.1. Introducción

Este capítulo se enfoca en la presentación de los resultados que se obtuvieron del análisis del estado de las instalaciones eléctricas internas en la industria textil TEXTGARDENIA S.C, así como también los parámetros eléctricos de calidad de producto conforme a la Regulación ARCERNNR 002/20 codificado en nuestro país.

La metodología que se utilizó para realizar el trabajo de grado es la metodología cuantitativa, la misma que ayudo a la recopilación de datos de parámetros eléctricos de una forma numérica y gráfica con el fin de deducir y dar a conocer la problemática existente, mediante esta metodología se utilizó las siguientes actividades.

3.2. Actividades

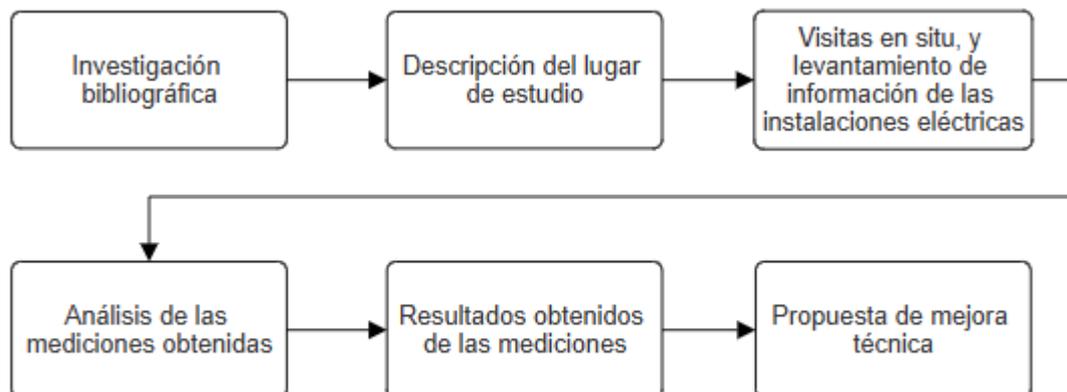


Fig. 3: Actividades para el desarrollo del trabajo de grado.

Fuente: Autor.

En esta sección, se presenta una visión general de las actividades, adoptadas para analizar el estado de las instalaciones eléctricas internas, así también como la evolución de las mediciones que se obtuvieron del analizador Fluke 1748 de los transformadore de 125 y 135kVA. como se muestra en la Fig. 10, demostrando el desarrollo y la importancia de estas metodologías para el trabajo de grado “Propuesta Técnica para el mejoramiento de calidad de energía en las instalaciones eléctricas de la industria textil TEXTGARDENIA S.C. en el cantón Antonio Ante”.



- a) **Investigación bibliográfica:** esta metodología aborda en el Capítulo II, permitió recopilar información sobre los parámetros, acciones de mejoramiento que inciden en la calidad de la energía y normativas.
- b) **Descripción del lugar de estudio:** describe las características principales del lugar, como su ubicación geográfica y se incluyó una figura donde se encuentra ubicada la industria.
- c) **Visitas in situ:** se visitó la industria para coordinar con el encargado del mantenimiento de la industria para realizar el diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la industria.
- d) **Levantamiento de información:** se estableció todos los equipos eléctricos y electrónicos, también se verificó los circuitos eléctricos que posee la industria donde fue detallado mediante una tabla.
- e) **Herramientas:** se utilizó un analizador de red Fluke 1748 para la obtención de datos en un periodo de 7 días en los transformadores de 125 y 300 kVA. Además, se utilizó una pinza amperimétrica para medir los voltajes, corrientes de cada tablero de distribución de las instalaciones internas de la industria.
- f) **Análisis de los datos obtenidos:** se llevó a cabo un análisis de las mediciones proporcionadas por el analizador de red Fluke 1748, para determinar que parámetro incumple con la Regulación ARCERNR 002/20 codificado.
- g) **Resultados obtenidos:** se presentaron los resultados obtenidos como parte del desarrollo de la investigación del trabajo de grado.
- h) **Propuesta de mejora técnica:** se presentaron posibles soluciones para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas y el factor de potencia de la industria.

3.3. Descripción del lugar de estudio

La industria textil TEXTGARDENIA S.C está ubicado en la provincia de Imbabura en el cantón de Antonio Ante en la calle Santo Tomás y la Merced por el antiguo camino de Cotacachi. En la Fig. 7, se encuentra la ubicación geográfica de la industria textil TEXTGARDENIA S.C.



Fig. 7: Ubicación geográfica de la industria textil TEXTGARDENIA S.C.

En la industria TEXTGARDENIA S.C. funcionan las siguientes áreas: producción, planchado, costuras, generador, caldero y compresores; en el anexo A1 se muestra el plano arquitectónico de la industria. En la Tabla 2, se describe algunos datos referenciales de la industria.

Tabla 2. Datos de referencia de la Industria textil TEXTGARDENIA S.C.

Ubicación Geográfica de la Industria textil TEXTGARDENIA S.C	
Ubicación geográfica:	Latitud 0.3167°
	Longitud 78.236°
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Antonio Ante
Área de construcción:	5.958,43 m ²

Fuente: Autor

3.3.1. Visitas in situ

Previo al levantamiento de información técnica se realizó visitas técnicas a la industria textil TEXTGARDENIA S.C continuamente con el personal técnico de mantenimiento, en donde se mantuvo conversaciones con el tecnólogo Renato Ochoa técnico de mantenimiento encargado de guiar los recorridos por las instalaciones de la industria.



3.3.2. Levantamiento de información técnica de las instalaciones eléctricas.

Para realizar el levantamiento de información de la infraestructura eléctrica se conversó con la directora de la industria textil TEXTGARDENIA S.C quien dispuso al personal de mantenimiento facilitar la información necesaria requerida y acceso a las instalaciones internas de la industria.

La información obtenida del sistema eléctrico es el principio para desarrollar el estudio en la industria, además se estableció todos los equipos que se encuentran instalados en las respectivas áreas que posee la industria.

Los equipos que actualmente se encuentran instalados en la industria textil TEXTGARDENIA S.C llevan varios años de servicio y existen equipos que tienen décadas de trabajo que se encuentran ya deteriorados y cumpliendo su vida útil.

El levantamiento eléctrico realizado en la industria, básicamente se refiere a la obtención de datos del sistema del devanado secundario de los transformadores con una potencia nominal de 125 y 300kVA que posee la industria.

3.3.3. Transformadores

Los transformadores con los que cuenta la industria textil TEXTGARDENIA S.C son transformadores trifásicos de potencias nominal de 125 y 300kVA como se muestra en la Fig. 8, estos transformadores se encargan de distribuir la energía a todas las instalaciones eléctricas de la industria. A demás están conectados a un transformador de corrientes (Trafomix) como se muestra en la Fig. 9, quien se encarga de realizar la relación de transformación de la corriente consumida y voltaje para determinar la energía y que permite ser registrada por el medidor para el cálculo de la tarifa.



Fig. 8: Transformadores de 125 y 300kVA que posee la industria.
Fuente: Autor.

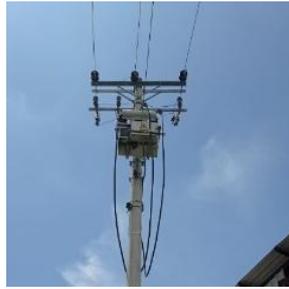


Fig. 9: Transformador de corriente (Trafomix)
Fuente: Autor.

3.3.4. Acometida

El suministro de energía en la industria TEXTGARDENIA S.A. se suministra mediante un Transformador de corriente (Trafomix), al cual se interconecta hacia el medidor con un conductor concéntrico por vía aérea, de este mismo transformador se derivan 3 conductores de aluminio apantallados de 400MCM. Esta acometida es ingresada por subsuelo la cual ingresa hacia la cámara de transformación donde se encuentran instalados los transformadores de 125 y 300kVA como se puede observar en la Fig. 8 y Fig. 10.

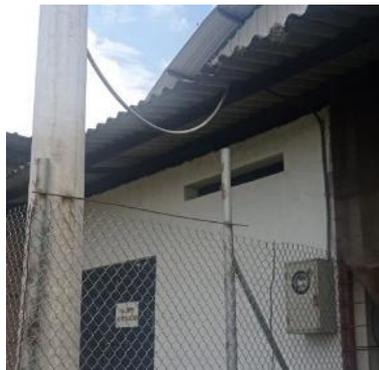


Fig. 10: Acometida hacia el medidor.
Fuente: Autor.

3.3.4.1. Tablero Principal de alimentación

El tablero principal de alimentación del transformador de 125kVA de las instalaciones eléctricas alimenta a los circuitos de las diferentes áreas: materia prima, compresores y calderos, que conforma la industria, este tablero se encuentra en mal estado y los conductores adecuadamente dimensionados, en cambio sus respectivas protecciones se encuentran dimensionados correctamente como se puede observar en la Fig. 11.



El tablero principal del transformador de 300kVA, el cual alimenta a las instalaciones eléctricas de la industria se encuentra en mal estado y los calibres de los conductores adecuadamente dimensionados. Sin embargo, sus respectivas protecciones se encuentran bien dimensionado como se muestra en la Fig. 12. Este tablero se encarga de alimentar a las siguientes áreas: área de planchado, de producción y de área de costura.



Fig. 11: Tablero principal del transformador de 125kVA.
Fuente: Autor.



Fig. 12: Tablero principal del transformador de 300kVA.
Fuente: Autor.

3.3.4.2. Tableros de banco de capacitores

En la cabina de los transformadores de 125 y 300kVA, existen dos tableros que se encargan de corregir el factor de potencia de cada transformador, el tablero de banco de capacitores del transformador de 125kVA es de una potencia reactiva de 1kVA y el tablero



de 300kVA tiene una potencia reactiva de 15kVA, lo que se observó que es necesario volver a dimensionar debido a que no están trabajando adecuadamente ya que existe un bajo factor de potencia en la industria, además, estos tableros se encuentran en buen estado y están situados al costado de cada uno de ellos como se aprecia en las Fig.13 y Fig. 14.



Fig. 13: Tablero de control de corrientes del transformador de 125kVA
Fuente: Autor.



Fig. 14: Tablero de control de corriente del transformador de 300kVA.
Fuente: Autor.

3.3.5. Diagrama unifilar

La industria TEXTGARDENIA S.C no cuenta con planos eléctricos de sus instalaciones eléctricas internas, tampoco de un diagrama unifilar que ayude a conocer cómo se encuentra el conexionado, dimensión de tuberías y protecciones de las instalaciones, por lo que se realizó el diagrama unifilar actual desde sus subtableros hacia los circuitos que se derivan de sus respectivas protecciones como se indica en la Fig. 15 (Ver anexos A4, A5, A6 y A7).

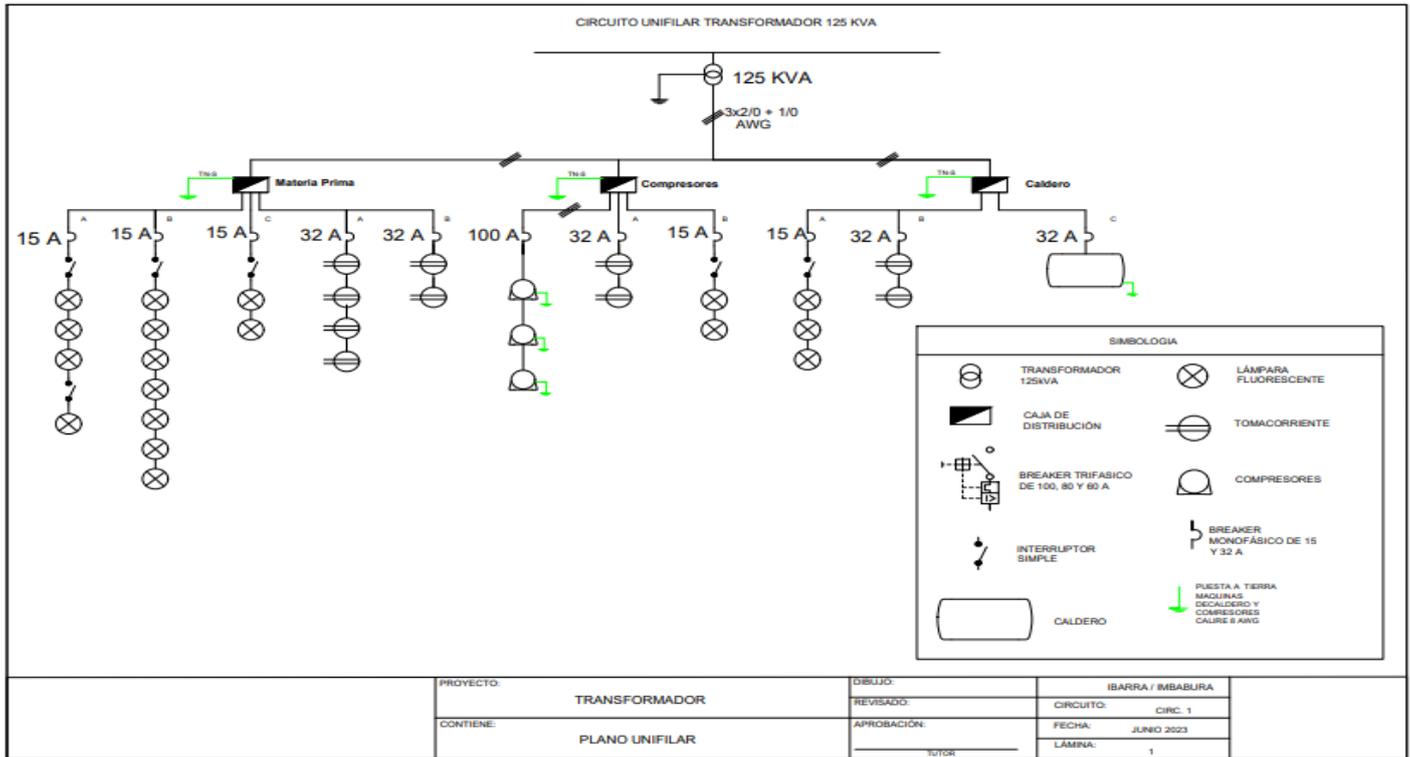


Fig. 15: Diagrama unifilar transformador 125kVA
Fuente: Autor.

3.4. Materiales

Para llevar a cabo el diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la industria fue necesario emplear herramientas que ayudaron a la obtención de los parámetros eléctricos de calidad de energía (Analizador de redes FLUKE 1748), y otra herramienta (Pinza amperimétrica DCM266), para conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas de la Industria.

En la Fig. 16, se puede observar la parte frontal del analizador de redes FLUKE modelo 1748, el cual se utilizó para realizar el análisis de calidad de energía en los transformadores de 125 y 300kVA de la Industria Textil TEXTGAREDNIA S.C.



Fig. 16: Analizador de red FLUKE 1748 [33].



El analizador de redes es un instrumento capaz de mostrar datos y formas de onda de las señales eléctricas de voltaje, corriente, potencia, armónicos, en forma de histogramas, gráficas fasoriales, formas de onda, espectros de armónicos, estos como parámetros principales, una vez que se descargue los datos en el software correspondiente, pues depende de las distintas marcas que se pueden encontrar en el mercado.

En la Fig. 17, se puede observar la parte frontal de la pinza amperimétrica modelo posrkit Mt 3110, la misma que se utilizó para verificación de voltajes y corrientes al realizar el diagnóstico de las instalaciones eléctricas internas en la Industria Textil TXGARDENIA S.C. Esta pinza digital de mano permite medir en corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), voltaje de 1mV hasta 600V, corriente de 1mA hasta 600A, resistencia de 0 hasta 40MOhms y prueba de continuidad.



Fig. 17: Pinza Amperimétrica modelo Porskit Mt-3110 [34].

3.5. Diagnóstico de las instalaciones Eléctricas

La industria cuenta con tableros instalados que tiene muchos años de servicio y debido a que algunos circuitos se encuentran deshabilitados y existen algunas protecciones fuera del tablero como se muestra en los anexos (C8 y C9), se recomienda el cambio de estos, por otros tableros de mayor capacidad, con esto se logra mayor confiabilidad y continuidad del servicio, para que estos sean permanentes y las instalaciones sean garantizadas. En la Tabla 3 se indica los circuitos que alimenta cada uno de la industria.



Tabla 3. Cuadro de circuito y protección.

Tablero 1, 2	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Carga			Voltaje (V)	Potencia total (KW)	Corriente total (A)
				# Tomacorrientes 200W	# Lámparas fluorescentes 2x40 W	# Máquinas de costura 600W			
Sector de Producción	Circuito 1: Máquinas de costura	100	3X6 THHN	-----	-----	30	223,7	18	67
	Circuito 2: Máquinas de costura	100	3X6 THHN	-----	-----	30	222,2	18	70
	Circuito 3: Máquinas de costura	100	3X6 THHN	-----	-----	30	223,9	18	50
	Circuito 4: Luminarias Bloque 1	40	2X12 THHN	-----	15	-----	127,1	0,6	6,17
	Circuito 5: Luminarias Bloque 2	15	2X12 THHN	-----	15	-----	127,6	0,6	6,17
	Circuito 6: Luminarias Bloque 3	15	2X12 THHN	-----	15	-----	127,2	0,6	5,4
Sector de Producción	Circuito 7: Luminarias Bloque 4	15	2X12 THHN	-----	7	-----	127,5	0,28	5,7
	Circuito luminarias Bloque 5	15	2X12 THHN	-----	12	-----	127,5	0,48	5,9
	Circuito 9: Luminarias Bloque 6	15	2X12 THHN	-----	4	-----	127,6	0,08	6,4
	Circuito 10: Tomacorrientes Bloque 1	32	2X12 THHN	4	-----	-----	127,1	0,8	3,12
	Circuito 11: Tomacorrientes Bloque 2	32	2X12 THHN	4	-----	-----	127,4	0,8	2,14
	Circuito 12: Tomacorrientes Bloque 3	32	2X12 THHN	4	-----	-----	127,4	0,8	3,67
	Carga total								59,04

Fuente: Autor

Tablero 3, 4	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Carga				Voltaje (V)	Potencia (KW)	Corriente (A)
				# Tomacorrientes 200W	# Lámparas fluorescentes 2x40 W	# Máquinas planchado 1000 W	# Máquinas succionadoras 2500W			



Sector de Planchado y succionador	Circuito 1: Luminarias Bloque 7	15	2x12 THHN	-----	6	-----	-----	128,9	0,24	3,54
	Circuito 2: Luminarias Bloque 8	15	2x12 THHN	-----	21	-----	-----	128,2	0,84	2,76
	Circuito 3: Tomacorrientes Bloque 7	32	2x12 THHN	3	-----	-----	-----	127,6	0,6	1,75
	Circuito 4: Tomacorrientes trifásicos Bloque 8	63	3X8 THHN	9	-----	-----	-----	221,3	1,8	6,17
	Circuito 5: máquinas de Planchado	100	3X6 THHN	-----	-----	4	-----	127,6	4	65
	Circuito 6: máquinas succionadoras	100	3X6 THHN	-----	-----	-----	3	127,2	7,5	70
Carga total									14,98	145,68

Fuente: Autor

Tablero 5, 6, 7, 8, 9	Descripción	Protección (A)	Calibre (AWG)	Carga				Voltaje (V)	Potencia (KW)	Corriente (A)
				# Tomacorrientes 200W	# Lámparas fluorescentes 2x40 W	# Máquinas de compresores 1491,4 W	# Máquinas caldero 400W			
Fin de producción, Materia prima, caldero y compresores	Circuito 1: Luminarias Bloque 9	15	2x12 THHN	-----	3	-----	-----	128,9	0,12	3,54
	Circuito 2: Luminarias Bloque 10	15	2x12 THHN	-----	4	-----	-----	128,2	0,16	2,76
	Circuito 3: Luminarias Bloque 11	15	2x12 THHN	-----	7	-----	-----	127,6	0,28	1,75
	Circuito 4: Luminarias Bloque 12	15	3X8 THHN	-----	2	-----	-----	127,3	0,08	1,80
	Circuito 5: Luminarias Bloque 12	15	3X6 THHN	-----	3	-----	-----	127,5	0,12	2,41
	Circuito 6: Tomacorriente Bloque 9	32	3X6 THHN	3	-----	-----	-----	127,1	0,12	2,75
	Circuito 7: Tomacorriente Bloque 9	32	2x12 THHN	3	-----	-----	-----	127,6	0,6	2,81
	Circuito 8: Tomacorriente Bloque 10	32	2x12 THHN	3	-----	-----	-----	127,9	0,6	3,1
	Circuito 9: Tomacorriente Bloque 10	32	2x12 THHN	4	-----	-----	-----	127,7	0,8	4,36



Circuito 10: Tomacorriente Bloque 11	32	2x12 THHN	2	-----	-----	-----	12,2	0,4	3,2
Circuito 11: Tomacorriente Bloque 12	32	2x12 THHN	2	-----	-----	-----	127,6	0,4	2,7
Circuito 12: Compresores Bloque 11	100	3X6 THHN	-----	-----	3	-----	215	4,4742	65
Circuito 13: Compresores Bloque 1	100	3X6 THHN	-----	-----	5	-----	218,9	7,457	70
Circuito 13: Caldero Bloque 12	32	3X10 THHN	-----	-----	-----	1	225,5	0,4	60
Carga total								16,01112	226,64

Fuente: Autor

El cableado interno de las instalaciones eléctricas de la industria se encuentra en mal estado debido a que algunas están instaladas de forma aérea por medio de bandejas metálicas y los cables se encuentran muy deteriorados cumpliendo su vida útil como se muestra en la Fig. 18, cabe recalcar que la industria cuenta con 33 años de funcionamiento como sus instalaciones eléctricas.



Fig. 18: Instalaciones de compresores
fuente: Autor.

En el área de costura, planchado y el caldero se pudo observar que el cableado es por medio de tubos Conduit, maguera corrugada y mangueras PVC de ½ pulgada que se encuentran en mal estado y no llegan hasta su tablero, esto permitió que el cable este expuesto y se encuentra deteriorado y cumpliendo su vida útil debido a que se evidenció el desprendimiento del aislamiento del conductor como se muestra en la Fig. 19.

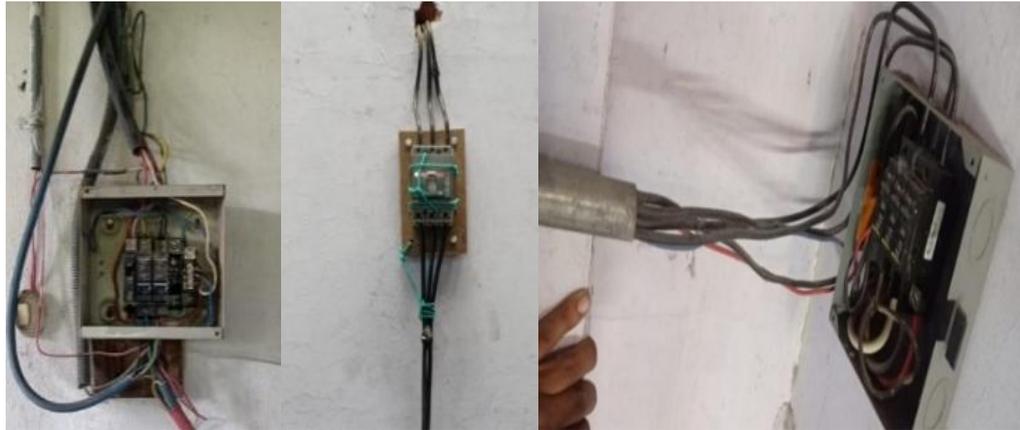


Fig. 19: Instalaciones internas de la industria.
Fuente: Autor

La iluminación la industria es de lámparas fluorescentes como se muestra en la Fig. 20, las mismas que se encuentran en mal estado debido al tiempo de la instalación y no han sido reemplazadas o retiradas, por lo que es aconsejable realizar un cambio a tubos led.



Fig.20: Lámparas fluorescentes.
Fuente: Autor.

3.6. Mediciones y análisis de calidad de energía transformador N 53114807 y transformador N 40664810

Una vez que se instaló el analizador de redes FLUKE modelo 1748 de acuerdo con la regulación vigente de la ARCERNNR 002/20 codificado se obtuvieron los datos de las mediciones y se realizó el análisis de los parámetros de calidad de producto en los transformadores de 125 y 300kVA de la Industria.



3.6.1. Datos de referencia de los transformadores de 125 y 300kVA

Tabla 4. Datos referenciales del transformador 53114807.

Código	53114807	Dirección	SANTO TOMAS Y LA MERCED-SAN ROQUE
Voltaje Nominal	127V	Provincia	Imbabura
Equipo utilizado	FLUKE 1748	Cantón	Antonio Ante
Potencia	125kVA	Zona	Urbana

Fuente: Autor.

Tabla 5. Datos referenciales del transformador 40664810

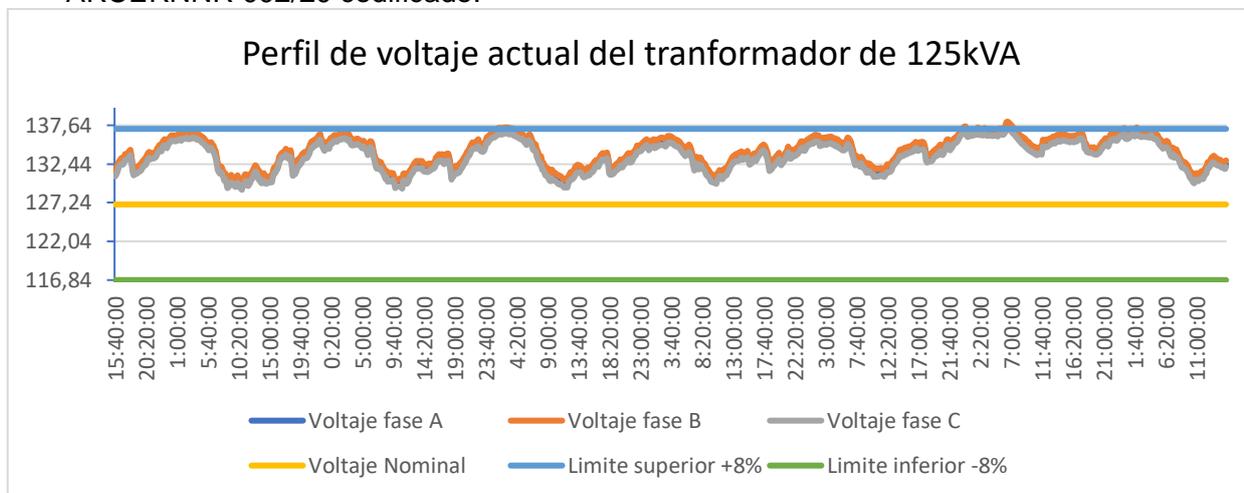
Código	40664810	Dirección	SANTO TOMAS Y LA MERCED-SAN ROQUE
Voltaje Nominal	127V	Provincia	Imbabura
Equipo utilizado	FLUKE 1748	Cantón	Antonio Ante
Potencia	300kVA	Zona	Urbana

Fuente: Autor.

3.6.1.1. Perfil de voltaje actual.

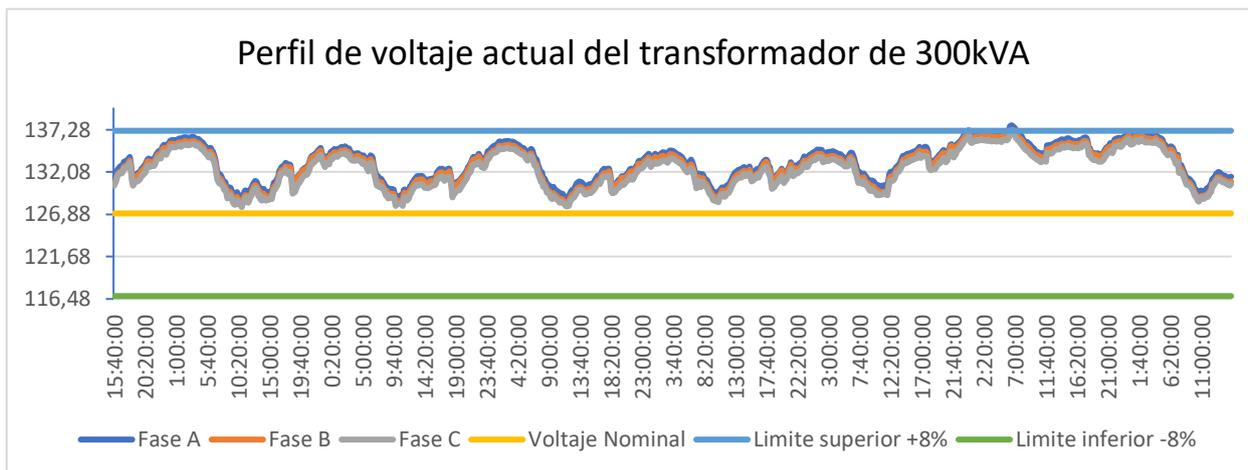
Como se puede observar en la Gráfica 1 y Gráfica 2, el voltaje de la fase C se encuentra operando sobre el voltaje nominal de 127V lo cual esta fase C cumple con la Regulación ARCERNR 002/20 codificado ya que no sobrepasa la banda superior del +8% del voltaje nominal como indica la regulación antes mencionada.

En cambio, como se puede observar los voltajes de fase (A y B), se encuentra operando sobre el voltaje nominal de (127V-220V) cumpliendo con la Regulación ARCERNR 002/20 codificado.



Gráfica 1: Perfil de voltaje actual del transformador de 125kVA

Fuente: Autor



Gráfica 2: Perfil Actual de voltaje del transformador de 300kVA
Fuente. Autor.

En las tablas 6 y 7, se puede apreciar que a las 7:00 a.m. existe caída de voltaje en relación al voltaje obtenido al realizar las mediciones en la salida de los transformadores de 125 y 300kVA.

Tabla 6. Voltaje de los transformadores de 125 y 300kVA a las 7 a.m.

Transformador de 125kVA a las 7:00am		Transformador de 300kVA a las 7:00 am	
Líneas	Voltaje	Líneas	Voltaje
A	127,6 V	A	128,7 V
B	128,9 V	B	128,6 V
C	128,2 V	C	129,8 V
A y B	221 V	A y B	222,2 V
B y C	222,5 V	B y C	223,7 V
C y A	223,1 V	C y A	223,9 V

Fuente: Autor

Tabla 7. Caída de voltaje de los transformadores de 125 y 300kVA.

Transformador de 125kVA a las 7:00 a.m.			
Líneas	Líneas	Voltaje	Caída de voltaje
Tablero del caldero	A	127,6 V	127,3 V
	B	128,9 V	124,8 V
	C	128,2 V	124,3 V
	A y B	221 V	218,9 V
	B y C	222,5 V	215 V
	C y A	223,1 V	218,9

Fuente: Autor.

Transformador de 300kVA a las 7:00 a.m.			
Líneas	Líneas	Voltaje	Caída de voltaje
	A	128,7 V	127 V



Tablero de costura	B	128,6 V	125,8 V
	C	129,8 V	126,3 V
	A y B	222,2 V	219,2 V
	B y C	223,7 V	217,7 V
Tablero de planchado	A	128,7 V	127,9 V
	B	128,6 V	129,2 V
	C	129,8 V	128,4 V
	A y B	222,2 V	222,9 V
	B y C	223,7 V	221,3 V
	C y A	223,9 V	223,3 V

Fuente: Autor.

3.6.1.2. Distorsión Armónica

Tabla 8. Análisis de distorsión armónica 3ero y 5to del transformador de 125kVA.

Distorsión de Armónicos	Armónico 3			Armónico 5		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
Mínimo	0,05	0,09	0,05	0,98	0,74	0,93
Medio	0,18	0,27	0,22	1,59	1,44	1,62
Máximo	0,3	0,7	0,54	2,25	2,15	2,28

Fuente: Autor

Tabla 9. Análisis de distorsión armónica 3ero y 5to del transformador de 300kVA.

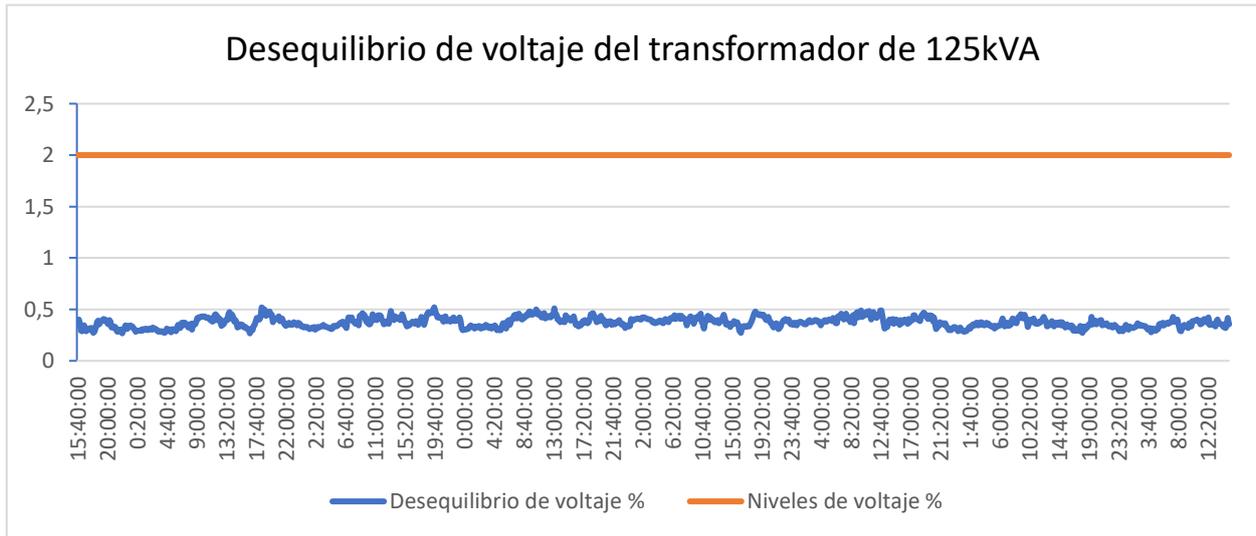
Distorsión de Armónicos	Armónico 3			Armónico 5		
	Fase A	Fase B	Fase C	Fase A	Fase B	Fase C
Mínimo	0,03	0,1	0,05	0,7	0,93	0,9
Medio	0,22	0,2	0,23	1,4	1,52	1,58
Máximo	0,53	0,33	0,53	2,2	2,28	2,17

Fuente: Autor.

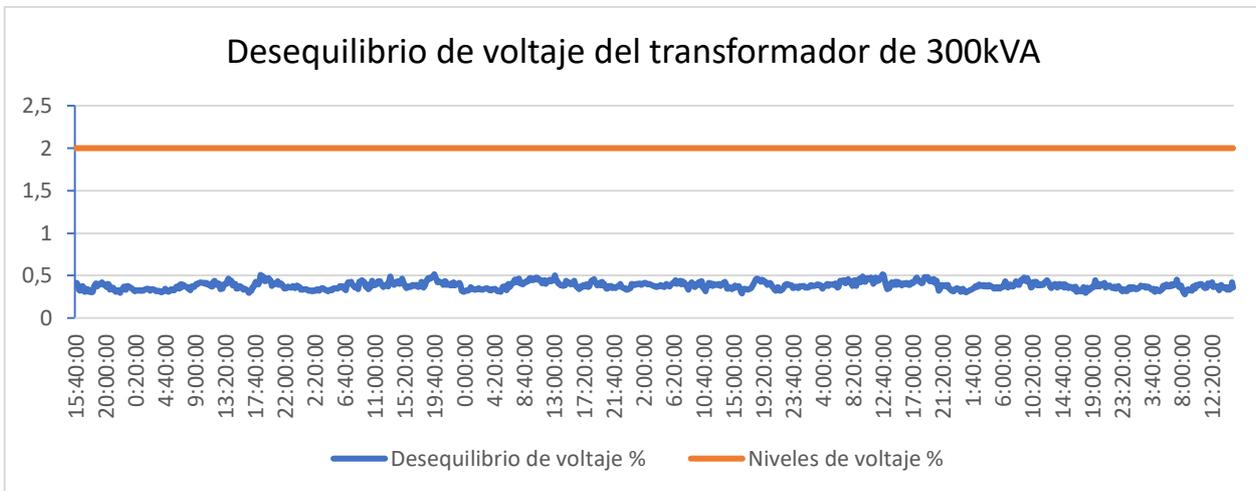
Con los datos obtenidos en el periodo de medición en la tabla 8 y 9, se observa los valores mínimo, medio y máximo de la distorsión armónica individual tercero y quinto de voltaje, de las tres fases en donde no existe incumplimiento de THDv en el periodo de medición ya que no supera el límite del 5% establecido en la Regulación ARCERNNR 002/20 codificado del total de las mediciones en el periodo de los transformadores de 125 y 300kVA.

3.6.1.3. Desequilibrio de voltaje.

Como se puede observar en la Gráfica 3 y Gráfica 5, el desequilibrio de voltaje del transformador de 125 y 300kVA, se encuentra operando sobre el valor límite del 2% lo cual este parámetro cumple con la Regulación ARCERNNR 002/20 codificado ya que no sobrepasa la banda superior del 2% como indica la regulación antes mencionada.



Gráfica 3: Desequilibrio de voltaje transformador de 125kVA
Fuente: Autor



Gráfica 4: Desequilibrio de voltaje transformador de 300kVA
Fuente: Autor

3.6.1.4. Factor de Potencia

Como se observa las planillas de luz de la industria (Anexo C3), cuenta con un bajo factor de potencia, por lo que es un problema para la industria debido a que es penalizada por la distribuidora, como se muestra en la tabla 10.

Tabla10. Penalización por bajo factor de potencia mensual

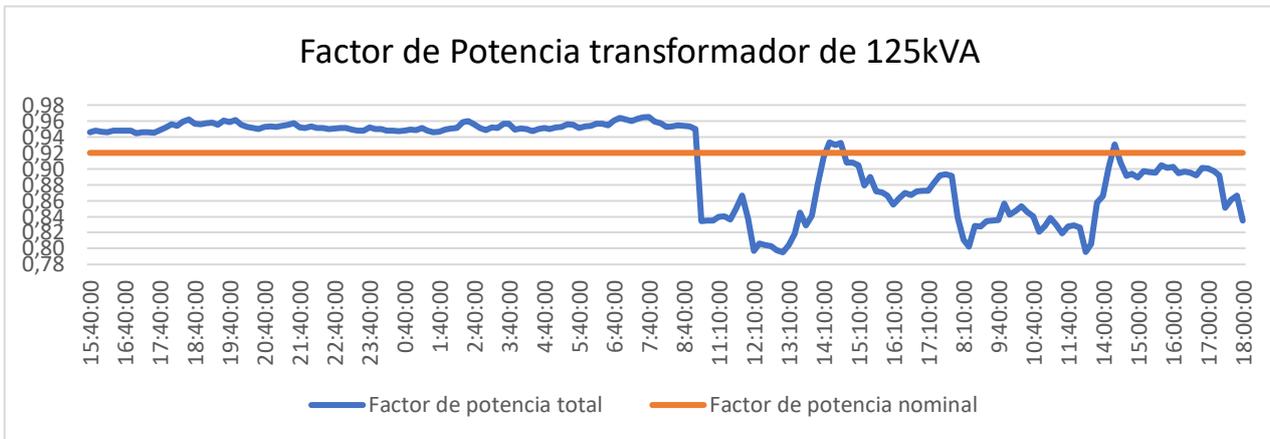
MES	Valor Consumido (kW/h)	Comercialización	Demanda (W)	Factor de Potencia	Penalización bajo (fp)	Penalización total (\$)
Enero	4907,52	1,41	910,99	0,889	0,031	\$ 180,42



Febrero	7367,06	1,41	1051,66	0,8806	0,0394	\$ 331,75
Marzo	4775,96	1,41	803,71	0,9044	0,0156	\$ 87,06
Abril	5734	1,41	871,34	0,9082	0,0118	\$ 77,96
Marzo	6534,85	1,41	845,28	0,8852	0,0348	\$ 256,88
Junio	6348,55	1,41	852,19	0,8958	0,0242	\$ 174,29
Julio	6748,54	1,41	816,45	0,9096	0,0104	\$ 78,69
Agosto	7290,64	1,41	973,22	0,9034	0,0166	\$ 137,20
Septiembre	4153,91	1,41	859,1	0,8847	0,0353	\$ 177,01
Octubre	7626,12	1,41	997,48	0,9071	0,0129	\$ 111,26
Noviembre	7286,37	1,41	1013,58	0,8848	0,0352	\$ 292,21
Diciembre	4063,99	1,41	786,91	0,8886	0,0314	\$ 152,36

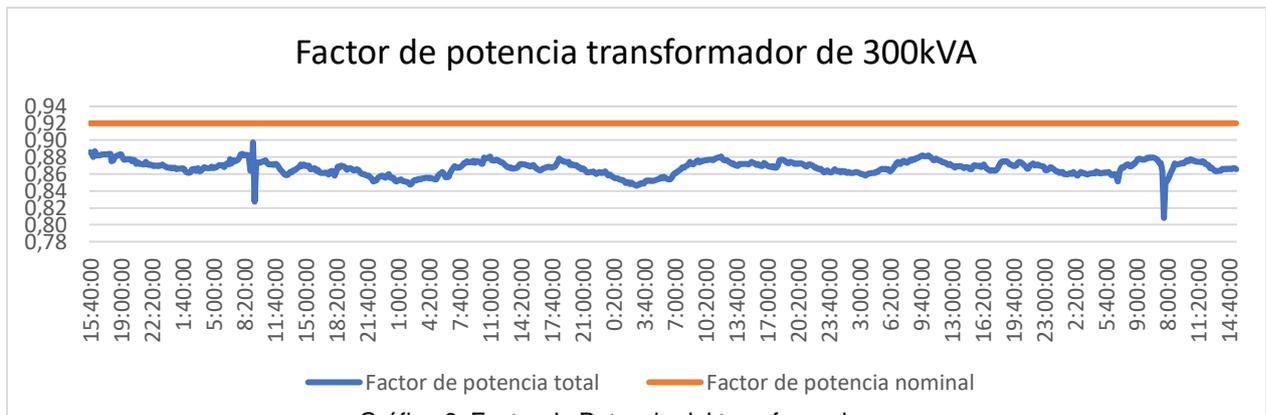
Fuente: Autor

Como se puede observar en la Gráfica 5 y Gráfica 6. La industria posee un bajo factor de potencia incumpliendo y siendo penalizada por la distribuidora de energía, debido a que el factor de potencia en las industrias debe ser de 0,92 como está establecido en la sección 10 del pliego tarifario.



Gráfica 5: Factor de Potencia del transformador de 125kVA.

Fuente. Autor



Gráfica 6: Factor de Potencia del transformador

Fuente: Autor



3.6.1.5. Potencia Aparente

Tabla 11. Potencia aparente máxima por fase del transformador de 125kVA.

Potencia Aparente Máxima		
Fase A	Fecha	Hora
10,5 kVA	06/12/2023	17:20
Fase B	Fecha	Hora
11,02 kVA	06/12/2023	17:20
Fase C	Fecha	Hora
10,49 kVA	06/12/2023	17:20

Fuente: Autor.

Tabla 12. Potencia aparente máxima por fase del transformador de 300kVA.

Potencia Aparente Máxima		
Fase A	Fecha	Hora
38,43 kVA	11/12/2021	06:50
Fase B	Fecha	Hora
37,50 kVA	11/12/2021	06:50
Fase C	Fecha	Hora
36,22 kVA	06/12/2021	06:50

Fuente: Autor.

En la tabla 11 y 12, muestra la potencia aparente máxima por fase de los transformadores de 125 y 300kVA, de acuerdo con el dato del analizador de equipo instalado (Fluke 1748), la potencia aparente máxima registrada fue de 10,67% en el transformador de 125kVA y se registró una potencia aparente máxima de 37,38%, en el transformador de 300kVA, siendo la potencia nominal de estos transformadores, es decir que los transformadores están sobredimensionados para la carga actual de la industria TEXTGARDENIA S.C.



CAPITULO IV

PROPUESTA TÉCNICA

4.1. Introducción

Luego de realizar el análisis de los parámetros eléctricos de calidad de producto en las instalaciones eléctricas en la industria textil TEXTGARDENIA S.C en el cantón de Antonio Ante, se comprobó que cumplen con la Regulación ARCERNNR 002/20 codificado. Por otra parte, se observó que la industria cuenta con un bajo factor de potencia incumpliendo con el pliego tarifario de la sección 10. Además, se observó que las instalaciones eléctricas internas no se encuentran en buenas condiciones ya que los conductores han cumplido con su vida útil porque se encuentran expuestos, además los tableros trifásicos que existen en cada una de las áreas de la industria están deteriorados, como también las tuberías y las bandejas metálicas las cuales se encargan de guiar y proteger al conductor no son las adecuadas y necesitan ser reemplazados como se puede observar en la Fig. 18 y Fig.19.

4.2. Corrección de Factor de potencia

Como se puede observar en la tabla 10 en el capítulo 3, la industria paga una penalización por bajo factor de potencia a la distribuidora, por lo que se recomienda realizar un redimensionamiento del tablero de bancos de capacitores de cada uno de los transformadores.

4.2.1. Parámetros para la corrección del factor de potencia

A continuación, se presentará los parámetros de los valores máximos, mínimos y de la potencia reactiva obtenidos por el analizador de red de los transformadores de 125 y 300kVA, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Valores máximos y mínimos de la potencia reactiva, factor de potencia del analizador de red.

Transformador de 125kVA		
	Potencia activa (KW)	Potencia reactiva (KVAr)
Máxima	5,800	3,252
Mínima	4,326	2,553
Transformador de 300kVA		



	Potencia activa (KW)	Potencia reactiva (KVAR)
Máxima	96,191	57,777
Mínima	46,049	26,784

Fuente: Autor

Con los parámetros que se obtuvieron con el analizador de red, los valores de potencia reactiva y factor de potencia se procederá a realizar el redimensionamiento del banco de capacitores para la corrección del factor de potencia de la industria TEXTGARDNIA para cada transformador.

Con estos parámetros se seleccionará el tipo de banco de condensadores (automático y fijo), para la compensación del factor de potencia, también se podrá seleccionar el valor de la potencia reactiva en kVAr del banco de capacitor de condensadores para cada transformador.

4.2.2. Cálculo de la potencia reactiva en KVAR para la corrección del factor de potencia

Este cálculo permitía obtener el valor de los KVAR necesarios para no tener penalizaciones por bajo factor de potencia y obtener beneficios técnicos- económicos mediante las siguientes ecuaciones.

$$Q_c = P(\tan(\phi_{inicial}) - \tan(\phi_{final})) \quad (2)$$

$$Q_c = P * K \quad \text{Fija} \quad (3)$$

Los datos utilizados para calcular el banco de condensadores automáticos son: la potencia total vatios (P), el cos inicial tomado por el analizador de red, el ángulo inicial y final (CosØ final deseado 0,92 debido que para el cálculo se necesitará el ángulo el mismo que será expresado en radianes el cual es 0,40).

Los datos utilizados para calcular el banco de condensadores automáticos son: la potencia total vatios (P) tomados por el analizador y el factor multiplicador del factor de potencia que se deseado (0,92).

A continuación, en la Tabla 15, se muestra los valores calculados de potencia reactiva (Qc) necesarios para corregir el bajo factor de potencia de forma automático y fija de los dos transformadores.



En la Tabla 14, se puede observar la potencia reactiva que se necesita para conseguir un factor de potencia de 0,92 de ambos transformadores, utilizando un banco de capacitor automático y fijo, donde se determinó que la potencia es totalmente variable por lo que se necesitara un banco de condensadores automático que suministre potencia reactiva según las necesidades de la planta.

Tabla 14. Potencia reactiva necesaria para compensar el factor de potencia.

Banco de condensador automático	
Transformador de 125kVA	
Hora	Potencia reactiva que se necesita
12:10 pm	2KVAr
2:00 pm	1KVAr
Transformador de 300kVA	
Hora	Potencia reactiva que se necesita
7:10 am	20KVAr
9:30 am	7KVAr
Banco de condensador fijo	
Transformador de 125kVA	
Hora	Potencia reactiva que se necesita
12:10 pm	1,5KVAr
2:00 pm	0,66KVAr
Transformador de 300kVA	
Hora	Potencia reactiva que se necesita
7:10 am	18KVAr
9:30 am	7,2KVAr

Fuente: Autor

4.2.3. Análisis técnico

Los cálculos obtenidos en el anexo (C4, C5, C6 y C7), en el cual se presentan los valores máximos y mínimos de las mediciones obtenidas por el analizador de red en un periodo de 7 días continuos de los transformadores de 125 y 300 kVA.

Tabla 15. Valores máximos y mínimos de potencia reactiva calculada

Transformador de 125kVA	
	$Q_c = P(\tan(\phi_{inicial}(\text{rad})) - \tan(\phi_{final}(\text{rad})))$ (KVAr)
Máxima	1,5333
Mínima	0,64086
Transformador de 300kVA	



	$Q_c = P(\tan(\phi_{\text{inicial}}(\text{rad})) - \tan(\phi_{\text{final}}(\text{rad})))$ (KVAr)
Máxima	20,90
Mínima	6,97

Fuente: Autor

Como se observó en la Tabla 15, se necesitará una potencia reactiva de 1,53 y 20,90 KVAr o una de valor superior en este caso de 2 y 20kVAr en los transformadores de 125 y 300kVAr para el banco de condensadores automático. Los mismos que permitirán asegurar un factor de potencia de 0,92 cuando se tenga la carga máxima: la cual se lo realizará 2 condensadores en paralelo de 1kVAr y 5 condensadores en paralelo de 5kVAr para los dos transformadores.

Como se observa en la tabla 14, se necesita una potencia reactiva de 1,5 y 18kVAr en los transformadores en los transformadores de 125 y 300kVAr para el banco de condensadores fijo, los mismos que permitirán asegurar un factor de potencia de 0,92 cuando se tenga la carga máxima, lo cual se realizara 2 condensadores de 0,75kVAr y 3 condensadores en paralelo de 6kVAr para los dos transformadores.

4.2.3.1. Banco de condensadores automático.

Se utilizará un diseño de banco de capacitores automático de potencia reactiva de 2kVAr lo cual se conseguirá mediante dos condensadores de 1kVAr, 1KVAr. Esto nos lleva a la selección de un controlador de 2 pasos (1:1), para el transformador de 125kVA y de 5 pasos (1:1:1:1:1), de 5kVAr, 5kVAr, 5kVAr, 5kVAr, 5kVAr para el transformador de 300kVA. Los bancos de condensadores automáticos se deben conectar a la salida del transformador, esto proporcionará una potencia reactiva de 2 y 20kVAr respectivamente, el cual será inyectado a los transformadores.

4.2.3.2. Banco de condensadores fijos.

Se utilizará un diseño de banco de capacitores fijo de potencia reactiva de 1,5kVAr lo cual se conseguirá mediante 2 condensadores de 0,75kVAr, 0,75KVAr. Esto nos lleva a la selección de un controlador de 2 pasos (1:1), para el transformador de 125kVA y de 3 pasos (1:1:1), de 6kVAr, 6kVAr, 6kVAr, para el transformador de 300kVA. Los bancos de condensadores fijos se deben conectar a la salida del transformador antes de llegar a la distribución de la carga, esto proporcionará una potencia reactiva de 1,45 y 18kVAr respectivamente, el cual será inyectado al transformador.



Los condensadores para ambas configuraciones serán trifásicos y diseñado a dos pasos, tres y cinco pasos debido que a mayor número de pasos el ajuste es más fino; dado que cada paso del condensador es más pequeño permitiendo lograr un valor más cercano a 0,92, entonces en el banco de capacitores automático cada vez que el controlador de factor de potencia detecte un bajo factor de potencia, enviara una señal a los contactores, lo que permitir suministrar una potencia reactiva de acuerdo con la necesidad de la planta, en cambio en el banco de capacitores fijos inyectará siempre la potencia reactiva a la planta.

4.3. Rediseño de la distribución de cargas

En el capítulo anterior se llegó a determinar que existe una mala distribución de las instalaciones internas en la industria, además se encuentran mal dimensionados los calibres de los conductores de cada circuito de las diferentes áreas que posee la industria.

Como se había mencionado anteriormente y realizado el diagrama de los circuitos eléctricos (Ver anexo A2 Y A3), en la industria se puede apreciar que hay circuitos que no se encuentran en buen estado debido a que los conductores se encuentran expuesto por bandejas metálicas descubiertas las mismas que han cumplido su vida útil.

A continuación, en la Tabla 16 y 17 en el Anexo (B1 y B2), se identifica la nueva distribución de cada circuito propuesto de cada una de las fases con su respectiva protección y consumo de energía, así también como el calibre del conductor y las tuberías a utilizar de los transformadores de 125 y 300kVA.



Tabla 16. Nueva distribución de cargas transformador de 125kVA.

Circuito	Transformador 125kVA Área de producción terminada		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
	N.º1	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B
C1	#14	1/2"	Luminarias led 2x40 W	3	80	0,24	-----	-----	15	1	X		
C2	#12	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	3	200	-----	0,6	-----	32	1		X	
C3	#12	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	3	200	-----	-----	0,6	32	1			X
Total					480	0,24	0,6	0,6					
Circuito	Transformador 125kVA Área de compresores y caldero		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
	N.º2	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B
C1	#14	1/2"	Luminarias led 2x40 W	2	80	0,16	-----	-----	15	1	X		
C2	#14	1/2"	Luminarias led 2x40 W	2	80	-----	0,16	-----	15	1		X	
C3	#12	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	2	200	-----	-----	0,4	32	1			X
C4	#12	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	2	200	-----	-----	0,4	32	1	X		
C5	#6	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C6	#6	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C7	#6	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X



C8	#8	3/4"	Caldero	1	400	0,1333	0,1333	0,1333	63	3	X	X	X
Total					16620	5,5133	5,5133	6,1533					
Circuito	Transformador 125kVA Área de diseño, Almacén producto terminado materia prima y baños		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
	N.º 3	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B
C1	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	2	80	0,16	-----	-----	15	1	X		
C2	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	7	80	0,56	-----	-----	15	1	X		
C3	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	10	80	0,8	-----	-----	15	1	X		
C4	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	4	80	-----	0,32	-----	15	1		X	
C5	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	3	200	0,6	-----	-----	32	1			
C6	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos s	5	200	-----	-----	1	32	1			X
C7	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	5	200	-----	1	-----	32	1		X	
Total					920	2,12	1,32	1					
Circuito	Transformador 125kVA Área de Compresores sección 2		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
	N.º 4	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B
C1	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	3	80	-----	0,24	-----	15	1		X	

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE ELECTRICIDAD



C2	#6 AWG	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C3	#6 AWG	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C4	#6 AWG	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C5	#6 AWG	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
C6	#6 AWG	Bandeja metálica	Compresores	1	5220	1,74	1,74	1,74	100	3	X	X	X
Total					26180	8,7	8,94	8,7					
Total, de la carga por cada fase (W)						16,5733	16,3633	16,4533					

Fuente: Autor.

$$\%D = \frac{\text{carga mayor} - \text{carga menor}}{\text{carga mayor}} \times 100\%$$

$$\%D = \frac{16573,3 - 16363,3}{16573,3} \times 100\%$$

$$\%D = 1,26\%$$



Como se puede evidenciar en el resultado de la ecuación de balance al repartir la carga de forma equivalente se obtiene que el porcentaje es de 0,28%, el mismo que se encuentra dentro del rango permisible de la regulación vigente que establece un porcentaje máximo del 7%.

En la tabla 16 se observa la distribución de los circuitos propuestos del transformador de 125kVA, en donde se unifico en un solo tablero trifásico los circuitos de las siguientes áreas: compresores y caldero el mismo que se encuentra ubicado en el área de compresores. De la misma manera se unifico el área de diseño, almacén producto terminado, materia prima y baños en un mismo tablero de distribución el cual se encuentra ubicado en el área de diseño, para la distribución de cargas se ha balanceado de forma equivalente en las tres fases, los conductores están dimensionados de acuerdo con la carga y con su protección respectiva, de igual manera las tuberías y las bandejas metálicas que se encargan de proteger el conductor hasta su respectivo tablero.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE ELECTRICIDAD



Tabla 17. Nueva distribución de cargas transformador de 300kVA.

Circuito	Transformador 300kVA Área de planchado Área producción semielaborado		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases			
	N.º1	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B	C
C1		#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	10	80	0,8	-----	-----	15	1	X		
C2		#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	11	80	0,88	-----	-----	15	1	X		
C3		#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	6	80	-----	-----	0,48	15	1	X		
C4		#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	-----	0,8	-----	32	1		X	
C5		#8 AWG	3/4"	Tomacorrientes trifásicos	9	400	1,2	1,2	1,2	63	3			X
C6		#6 AWG	1"	Plancha 1	1	1000	0,333	0,333	0,333	100	3	X	X	X
C7		#6 AWG	1"	Plancha 2	1	1000	0,333	0,333	0,333	100	3	X	X	X
C8		#6 AWG	1"	Plancha 3	1	1000	0,333	0,333	0,333	100	3	X	X	X
C9		#6 AWG	1"	Plancha 4	1	1000	0,333	0,333	0,333	100	3	X	X	X
C10		#6 AWG	Bandejas metálicas	Succionador 1	1	2500	0,833	0,833	0,833	100	3	X	X	X
C11		#6 AWG	Bandejas metálicas	Succionador 2	1	2500	0,833	0,833	0,833	100	3	X	X	X
C12		#6 AWG	Bandejas metálicas	Succionador 3	1	2500	0,833	0,833	0,833	100	3	X	X	X



Total													
Circuito	Transformador 300kVA Área de producción		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
	N.º2	Conductor Recomendado				Φ	FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B
C1	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	12	80	-----	0,96	-----	15	1		X	
C2	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	7	80	-----	0,56	-----	15	1		X	
C3	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	15	80	1.2	-----	-----	15	1	X		
C4	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	15	80	-----	1.2	-----	15	1		X	
C5	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	15	80	-----	-----	1.2	15	1	X		
C6	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	12	80	0,96	-----	-----	15	1			X
C7	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	3	80	0,24	-----	-----	15	1	X		
C8	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	0,8	-----	-----	32	1	X		
C9	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos s	4	200	-----	-----	0,8	32	1			X
C10	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	-----	0,8	-----	32	1		X	
C11	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	-----	-----	0,8	32	1			X
C12	#6 AWG	3/4"	Máquinas de costura	30	300	3	3	3	100	3	X		
C13	#6 AWG	3/4"	Máquinas de costura	30	300	3	3	3	100	3		X	
C14	#6 AWG	3/4"	Máquinas de costura	30	300	3	3	3	100	3			X

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Total				2260	12,10	12,52	11,8						
Circuito	Transformador 300kVA Almacén de materia prima Almacén de producto terminado		Descripción	Cantidad	Potencia individual (W)	Potencia total (KW)			Interruptor termomagnético		Fases		
N.º 3	Conductor Recomendado	Φ				FASE A	FASE B	FASE C	Amperaje	Polos	A	B	C
C1	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	24	80	1,92	-----	-----	15	1	X		
C2	#14 AWG	1/2"	Luminarias led 2x40 W	16	80	-----	-----	1,28	15	1			X
C3	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	-----	0,8	-----	32	1		X	
C4	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos s	4	200	-----	0,8	-----	32	1		X	
C5	#12 AWG	1/2"	Tomacorrientes monofásicos	4	200	-----	-----	0,8	32	1			X
Total					760	1,92	1,60	1,44					
Total, de la carga por cada fase (W)						19,844	19,848	19,251					

Fuente: Autor.

$$\%D = \frac{\text{carga mayor} - \text{carga menor}}{\text{carga mayor}} \times 100\%$$

$$\%D = \frac{19844 - 19251}{19844} \times 100$$

$$\%D = 2,98\%$$



Como se puede evidenciar en el resultado de la ecuación de balance al repartir la carga de forma equivalente se obtiene que el porcentaje es de 5,70%, el mismo que se encuentra dentro del rango permisible de la regulación vigente que establece un porcentaje máximo del 7%.

En la tabla 17 se observa la distribución de los circuitos propuestos del transformador de 300kVA, en donde se unifico en un solo tablero trifásico los circuitos de las siguientes áreas: planchado y semielaborado (costura) el mismo que se encuentra ubicado en el área de semielaborado. Para las áreas; materia prima con almacén de producto terminado se creó nuevos circuitos que llegan a un tablero trifásico ubicado en el área de almacén de producto terminado, para la distribución de cargas se ha balanceado de forma equivalente en las tres fases, los conductores están dimensionados de acuerdo con la carga y su protección respectiva, de igual manera las tuberías y las bandejas metálicas que se encargan de proteger el conductor hasta su respectivo tablero.

4.4. Diagrama unifilar

En lo que se refiere a los diagramas unifilares de la propuesta técnica tiene relación directa con el balance de cargas propuesto de los transformadores 125 y 300kVA respectivamente, ya que se tiene el número de circuitos con su respectiva protección como se muestra en la Fig. 21 y en los anexos correspondientes (Anexos B3-B5).

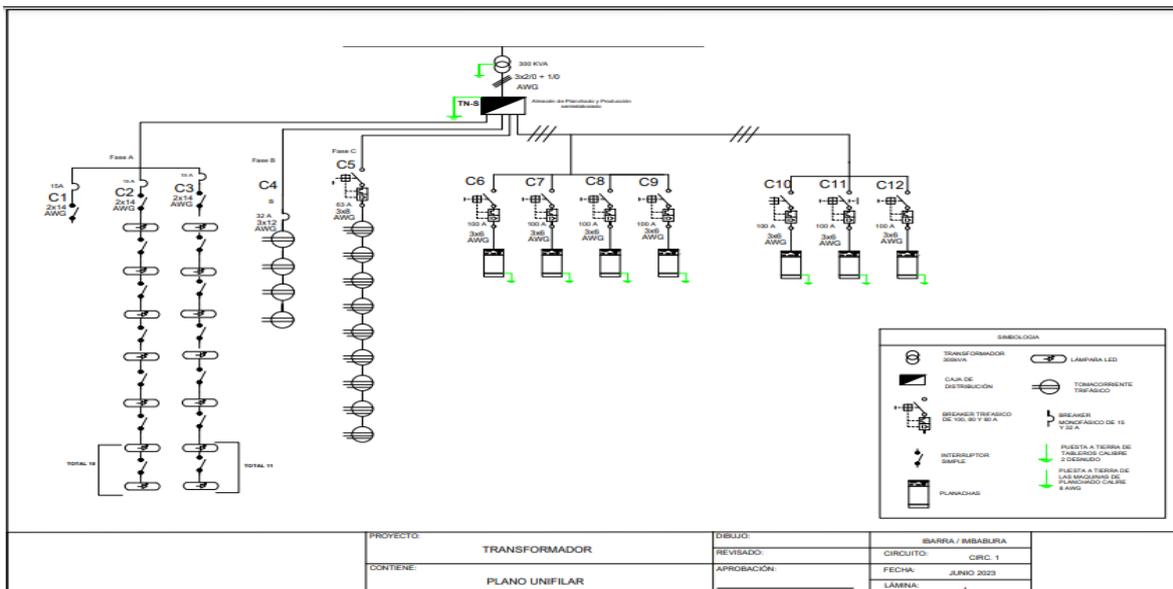


Fig. 21: Diagrama unifilar.
Fuente: Autor



4.5. Tablero de distribución trifásico.

En lo que corresponde a los centros de cargas que cuenta cada una de las áreas de la industria, se observa que se encuentran en muy malas condiciones mediante la inspección y diagnóstico de las instalaciones, identificando problemas con los conductores que se encuentran deteriorados, los cuales ya ha cumplido su vida útil durante el tiempo que han sido instalados.

El estado de las barras de distribución muestra sulfatación en sus bornes y una total desorganización del cableado de los circuitos, por otro lado, se observa que las tuberías y bandejas que guían y protegen al conductor se encuentran en mal estado y no llegan hasta sus tableros respectivos



Fig. 22: Tableros de distribución trifásicos.

Fuente: [35]

Por lo tanto, se propone mediante un rediseño en cada una de las áreas donde se modifican y se crean nuevos circuitos eléctricos en la cual es impredecible la adquisición de algunos tableros modernos como se muestra en las Fig. 22, en donde, se pueda identificar correctamente los interruptores termomagnéticos debidamente etiquetados por el personal autorizado de mantenimiento de la industria.

En la tabla 18, se menciona que tablero trifásico de distribución debe instalarse por cada una de las áreas con sus respectivos números de polos y medidas.



Tabla 18. Tableros de distribución de cada área.

Transformador	Áreas	Tablero	Polos
Transformador de 125kVA	Producción terminada	Trifásico	6
	Compresores y caldero	Trifásico	22
	Diseño, almacén producto terminado, materia prima y baños	Trifásico	12
	Compresores sección 2	Trifásico	22
Transformador de 125kVA	Planchado y producción semielaborada	Trifásico	36
	Producción	Trifásico	26
	Almacén de materia prima y Almacén de producto terminado	Trifásico	6

Fuente: Autor

4.6. Resumen de soluciones mediante la propuesta técnica

Una vez propuesta las soluciones técnicas a los problemas encontrados en el capítulo 2, en la tabla 19, se encuentra un resumen de estas, mostrando el valor del equipamiento a utilizarse en la posible implementación de la propuesta técnica.

Tabla 19. Resumen de soluciones propuesta técnica.

Transformador	Problema	Solución	Equipo	cantidad	Costo
Transformador de 125kVA	Reacondicionamiento del banco de capacitores	Propuesta del rediseño del banco de capacitores	Servicio de Ingeniería	2	\$ 400
	Diagrama unifilar	Propuesta de diagrama unifilar acuerdo con el balance de cargas	Servicio de Ingeniería	1	\$ 150



	Tableros trifásicos de distribución en mal estado	Adquisición de tableros trifásicos de distribución	Servicio de Ingeniería y mano de obra	1 de 6 polos 2 de 22 polos 1 de 12 polos	\$ 513,4
	Tuberías en mal estado y mal dimensionadas	Adquisición de tuberías de 1/2" y 3/4".	Servicio de Ingeniería y mano de obra	60 de 1/2" 3 de 3/4"	\$ 289,5
	Bandejas metálicas en mal estado	Adquisición de bandejas metálicas 360x600 mm	Servicio de Ingeniería y mano de obra	35 de 3 metros	\$ 3115
Transformador de 300kVA	Propuesta del rediseño de las instalaciones eléctricas con su balance cargas	Propuesta del rediseño de las instalaciones eléctricas con su balance cargas	Servicio de Ingeniería	1	\$ 200
	Diagrama unifilar	Propuesta de diagrama unifilar acuerdo con el balance de cargas	Servicio de Ingeniería	1	\$ 150
	Tableros trifásicos de distribución en mal estado	Adquisición de tableros trifásicos de distribución	Servicio de Ingeniería y mano de obra	1 de 36 polos 1 de 26 polos 1 de 6 polos	\$ 441,4
	Tuberías en mal estado y mal dimensionadas	Adquisición de tuberías de 1/2" y 3/4".	Servicio de Ingeniería y mano de obra	80 de 1/2" 15 de 3/4"	\$ 457,5
	Bandejas metálicas en mal estado	Adquisición de bandejas metálicas 360x600 mm	Servicio de Ingeniería y mano de obra	35 de 3 metros	\$ 3115

Fuente: Autor.

La presente propuesta técnica está enfocada en mejorar las instalaciones eléctricas internas de la industria reduciendo los riegos que conlleven cortocircuitos por sobrecargas del sistema eléctrico, calentamiento excesivo de conductores, una correcta distribución y organización (peinado) del cableado en los tableros de distribución que se instalarán en las áreas antes mencionadas de las tablas 16 y 17, entre otros.



Conclusiones

Los parámetros claves para garantizar una buena calidad de energía son establecidos por la Regulación ARCERNR 002/20 codificado, la cual presenta límites permisibles en todo el ámbito ya sea comercial, industrial o residencial que permite garantizar una buena calidad de energía. En la regulación no aborda aspectos como el factor de potencia, a diferencia la resolución aplicable de Puerto Rico, que busca beneficiar tanto a consumidores como a proveedores de servicios eléctricos. Otro aspecto importante es analizar los criterios técnicos de otras normativas internacionales como las IEEE y las IEC, que regulan diversos aspectos del sector eléctrico, incluida la calidad de energía.

Realizar un diagnóstico o análisis eléctrico periódico a las industrias es de fundamental importancia, debido a que esos nos ayudan a monitorear los parámetros eléctricos importantes, como: niveles de voltaje, distorsión armónica totales (THD), desequilibrio de voltaje y flickers, en el caso de que estos parámetros no se encuentren dentro de los límites establecidos en la regulación, es causante de pérdidas económicas para las industrias por infringir los límites establecidos y de la misma manera compromete la interacción del buen funcionamiento de la red eléctrica del nivel de medio y bajo voltaje; por otra parte las industrias obtienen el beneficio de eliminación de multas y disminución de costos de mantenimiento correctivo y preventivo que puede ocasionar sobrepasar los límites.

La propuesta técnica para el mejoramiento de la calidad de energía en las instalaciones eléctricas de la industria textil TEXTGARDENIA S.C. podrían ser adoptadas por diversas industrias, para mejorar su sistema eléctrico tales como: el reacondicionamiento de banco de capacitores, el rediseño y la distribución equilibrada de las instalaciones eléctricas, así como la adquisición de tableros adecuados de acuerdo a la realidad de cada una de las empresas. De tal manera que permita mejorar la eficiencia y estabilidad del sistema eléctrico en cualquier entorno industrial de manera confiable y segura. Además, es importante mencionar que de esta manera permite el fortalecimiento de la competitividad de las industrias, contribuyendo al desarrollo sostenible en la operación continua de cualquier empresa.



Recomendaciones

Se recomienda realizar un análisis detallado de los transformadores de la industria de 125 y 300kVA mediante diversas pruebas técnicas que permiten evaluar su rendimiento y eficiencia operativa. Las pruebas recomendadas incluyen: prueba de corriente en vacío, análisis de vibraciones y ruido, prueba de impedancia de cortocircuito y medición de la relación del transformador. Debido a que los transformadores se encuentran sobredimensionados por la carga que deben soportar, esto genera ineficiencias, como aumento de las pérdidas de energía, alteración del campo magnético y en consecuencia reduce la eficiencia global del transformador. Este análisis permite determinar posibles causas y tomar medidas correctivas.



Bibliografía

- [1] H. M. S. Fredy, El fenómeno de distorsión armónica, Colombia, 2017.
- [2] B. M. H. A. & F. M. M. Vinicio, Diseño y construcción de un filtro activo para la eliminación de armónicos de una red bifásica residencial., Cuenca, 2017.
- [3] A. D. A. López, DISTORSIÓN ARMÓNICA PRODUCIDA POR VARIADORES DE FRECUENCIA PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA, Ambato, 2003.
- [4] R. T. C. Augusto, Aplicación de filtros híbridos, 2010.
- [5] T. E. Ramírez, Distorsión Armónica, Calí, 2008.
- [6] O. R. J. Fernando, Diseño de filtros para minimizar los efectos de armónicos, 2020.
- [7] B. Cogollo, Fundamentos de la teoría de filtros, Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2016.
- [8] R. C. S. & E. A. C. Plata, Calidad de Servicio de Energía Eléctrica, Colombia: Primera Edición, 2006.
- [9] R. R. E. D. & R. A. S. Emanuel, Análisis de la eficiencia energética y calidad de energía eléctrica en las plantas industriales de procesamiento de alimentos., Perú, 2018.
- [10] M. H. & G. C. David, Análisis de calidad de energía eléctrica, Guayaquil, 2010.
- [11] *Regulación No. ARCERNNR 002/20*, 2020.
- [12] IEEE, «Advancing Technology for Humanity,» 2014. [En línea]. Available: <https://standards.ieee.org/search/?q=IEEE%20519-2014>. [Último acceso: 21 1 2025].
- [13] I. 61000-4-15, «International Electrotechnical Commission,» 2010. [En línea]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/22269>. [Último acceso: 21 01 2025].
- [14] I. 61000-4-11, «International Electrotechnical Commission,» 2020. [En línea]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/63503>. [Último acceso: 21 1 2025].
- [15] G. P. J. d. J. S. J. F. J. & H. R. M. Á. Martínez Alvaro Juan Manuel, «CÁLCULO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA VARIACIONES DE VOLTAJE,» 22 02 2019. [En línea]. Available:



<https://es.scribd.com/document/435752074/variaciones-de-voltaje>. [Último acceso: 2024 12 04].

[16 V. O. O. Javier, Evaluación de calidad de energía, Colombia, 2018.

]

[17 J. S. C. Miguel, Calidad de energía en la industria, Quito, 2018.

]

[18 D. A. A. S. M. M. Ferreryra, Calidad de energía, Argentina: edUTecNe, 2016.

]

[19 R. J. & C. Patricio, Predictive Control of Power converters and Electrical Drives, Chile: IEEE, 2016.

]

[20 H. M. & G. C. David, «Análisis de calidad de energía eléctrica en el "Nuevo Campus" de la

Universidad Politécnica Salesiana,» 03 2010. [En línea]. Available:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>. [Último acceso: 20 09 2024].

[21 N. R. S. & L. E. A. Arizpe Islas Jorge L, «CALIDAD DE ENERGÍA Y SISTEMAS,» 10 2013. [En línea].

] Available:

<http://eprints.uanl.mx/7968/1/Calidad%20de%20energia%20y%20sistemas%20electricos%20e%20potencia.pdf>. [Último acceso: 13 08 2024].

[22 M. F. D. & D. G. Alejandro, Calidad de energía: mediciones armónicas de tensión en una

] instalación urbana., Argentina: edUTecNe, 2015.

[23 C. B. D. A. & S. C. Jorge, Diseño de un rectificador no controlado con filtros pasivos para las

] disminución de armónicos en la red., Colombia, 2015.

[24 M. Á. Á. Silva, «Calidad de Energía Eléctrica,» pp. 75-84, 2015.

]

[25 J. M. A. Andrés, Efectos de perturbaciones, Colombia, 2013.

]

[26 Tecnología y Cultura Afirmando el conocimiento, «Redalyc.org,» 20 10 2021. [En línea].

] Available: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257046835003.pdf>. [Último acceso: 13 08 2024].

[27 M. D. J. J. & E. M. A. & A. G. Alfonso, «Estudio comparativo de cinco estrategias de

] compensación de armónicos en filtros activos de potencia,» *Tecnure*, p. 18, 2016.

[28 M. Q. Percy, Análisis de filtros para mitigar corrientes en baja tensión., Perú, 2014.

]

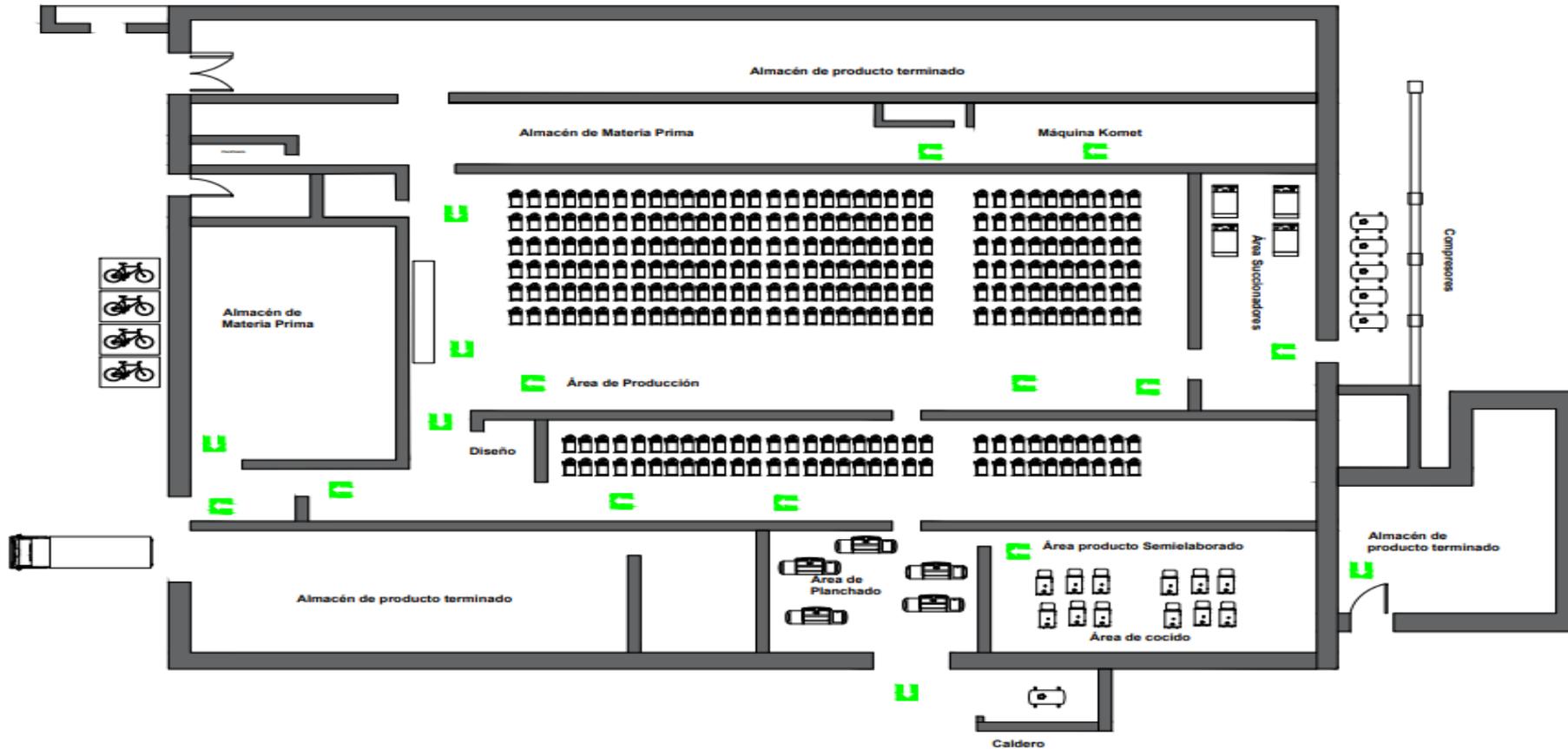


- [29 V. A. G. Rene, Compensación de energía reactiva y mejoramiento del factor de potencia,
] Bolivia, 2019.
- [30 G. C. Eligio., Análisis técnico y económico de corrección del factor de potencia., Perú, 2016.
]
- [31 J. C. F. Guillermo, «Desbalance de voltaje,» 10 2003. [En línea]. Available:
] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6596/1/T2146.pdf>. [Último acceso: 07 01 2025].
- [32 R. S. & C. P. E. A. Castaño, Calidad del servicio de Energía Eléctrica, Colombia , 2016.
]
- [33 I. S. Fluke, «Finaltest,» 9 2017. [En línea]. Available:
] <http://www.finaltest.com.mx/v/vspfiles/assets/datasheet/1746.pdf>.
- [34 Pro'sKit, «molgar,» 2016. [En línea]. Available:
] https://www.molgar.com/assets/documentos/productos/manuales/mul3110_manual.pdf.
- [35 Luminex, Tableros de disitribución, 2018.
]
- [36 W. D. E. & M. R. J. R. Segura, Metodología para el análisis de distorsión armónica en
] instalaciones eléctricas industriales de baja tensión con carga instalada mayor a 1MVA, 2017.

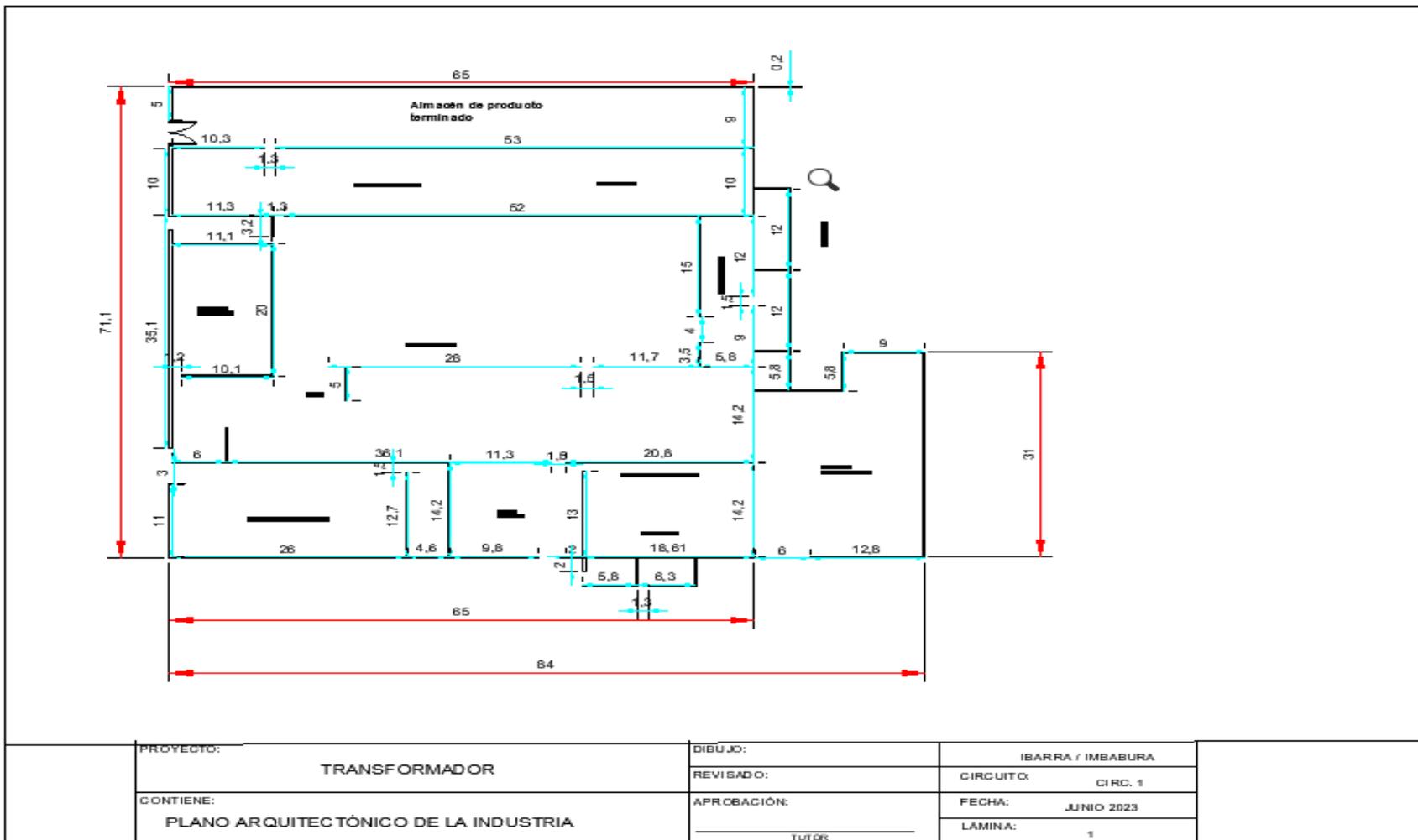


Anexos

Anexo A1: Plano arquitectónico de la industria

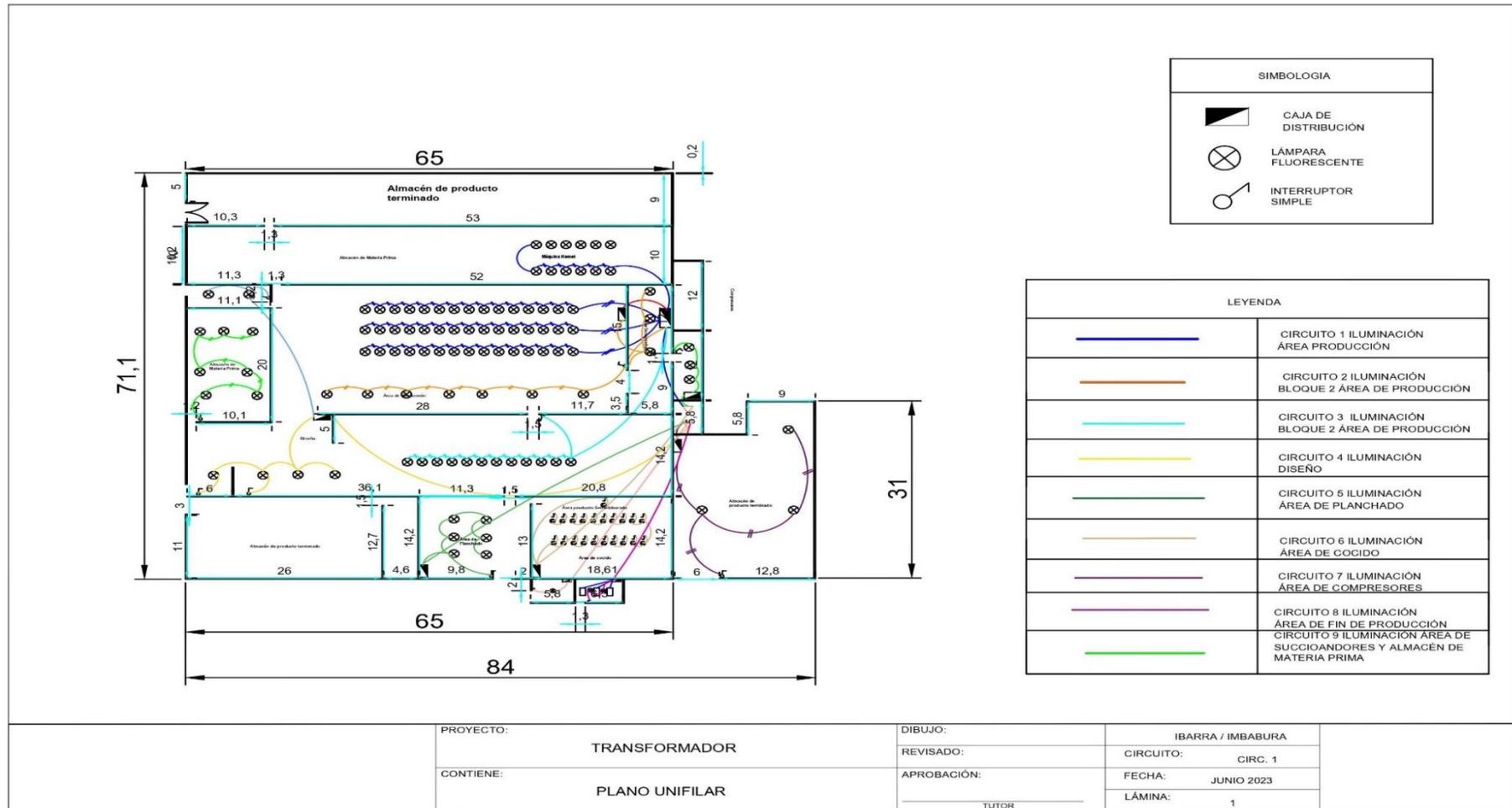


Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
Ibarra-Ecuador
Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec





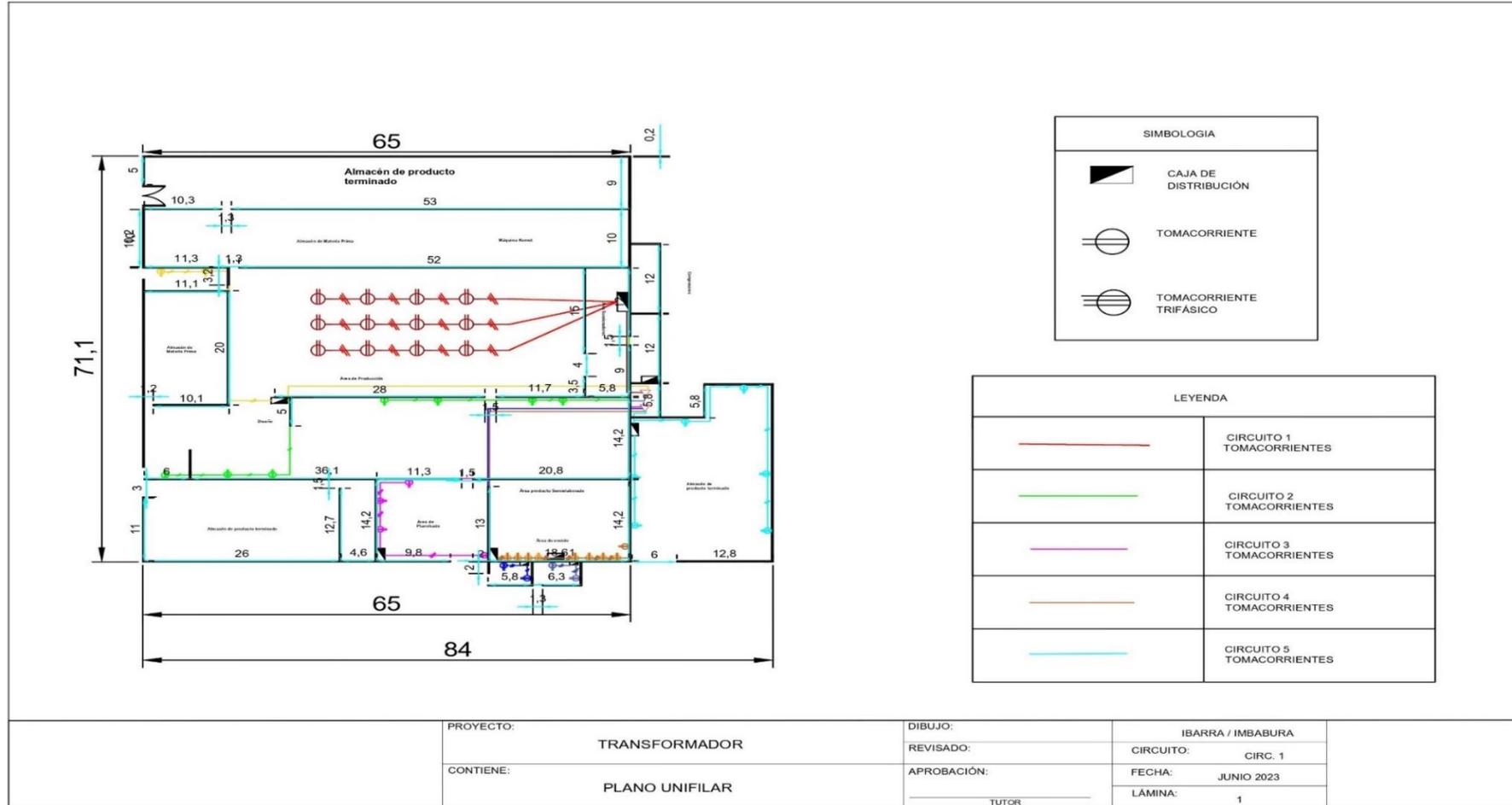
Anexo A 2: Circuito de iluminación de la industria



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



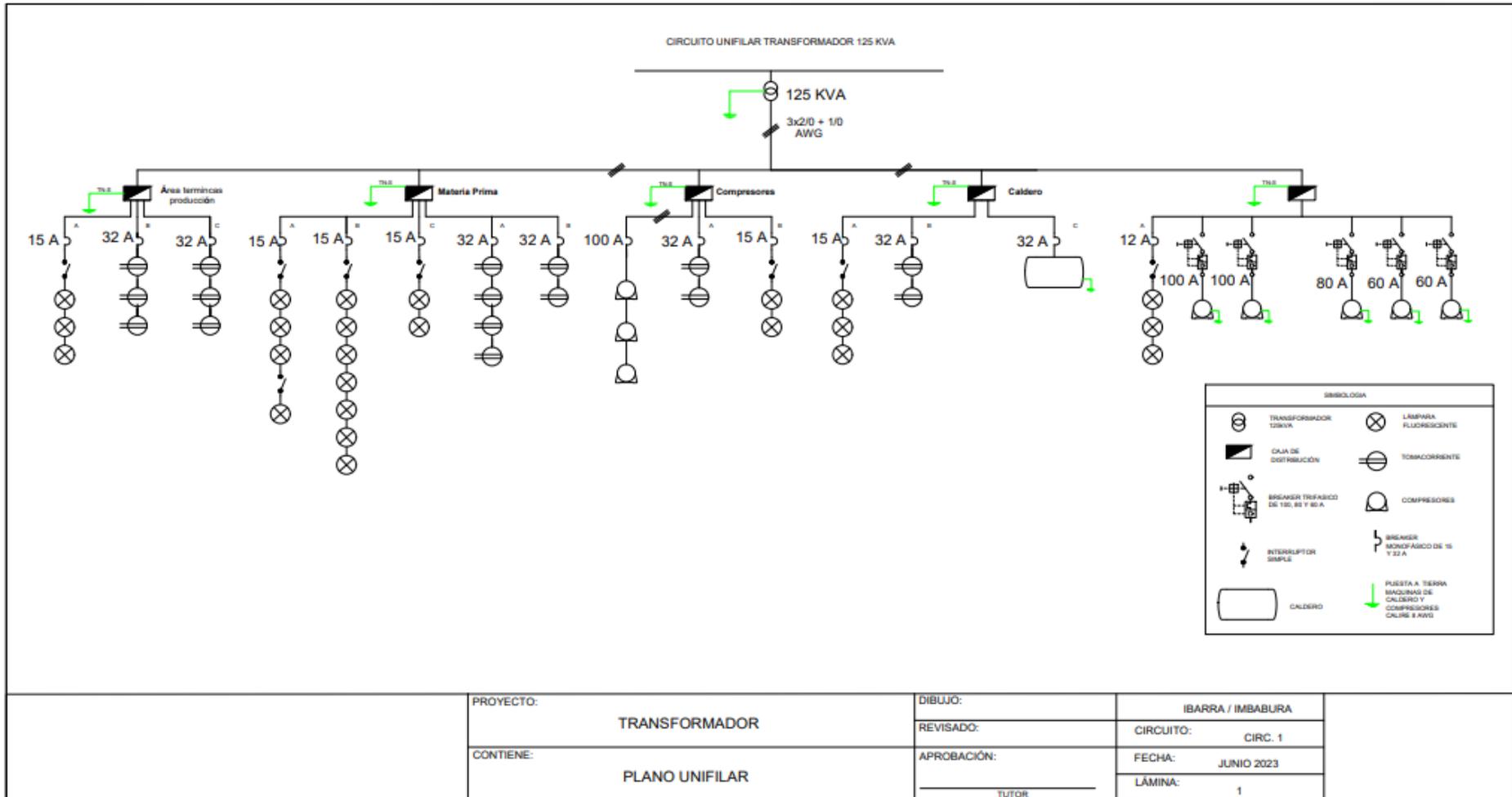
Anexo A 3: Circuito de Tomacorrientes de la industria



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec

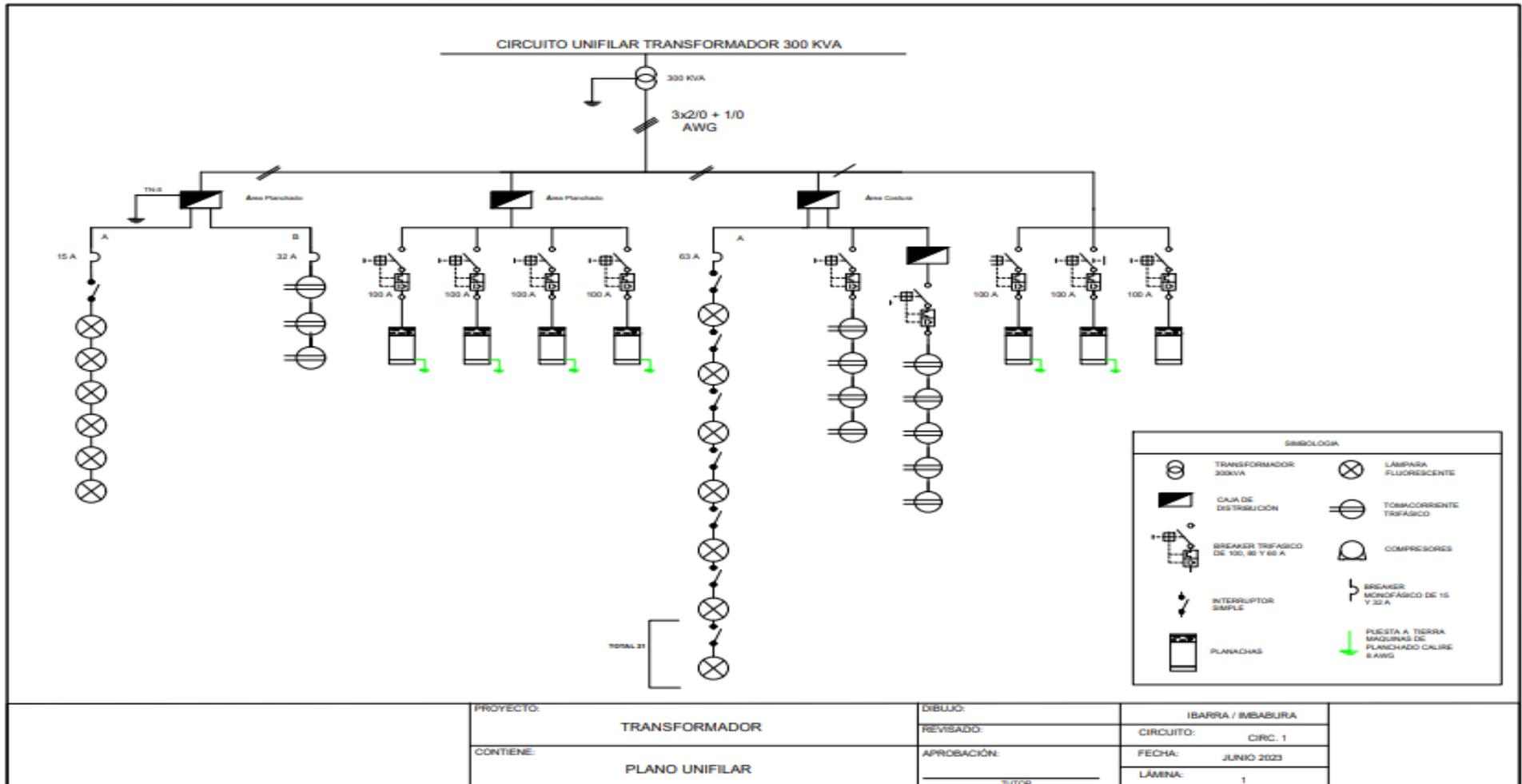


Anexo A4: Circuito unifilar transformador 125kVA





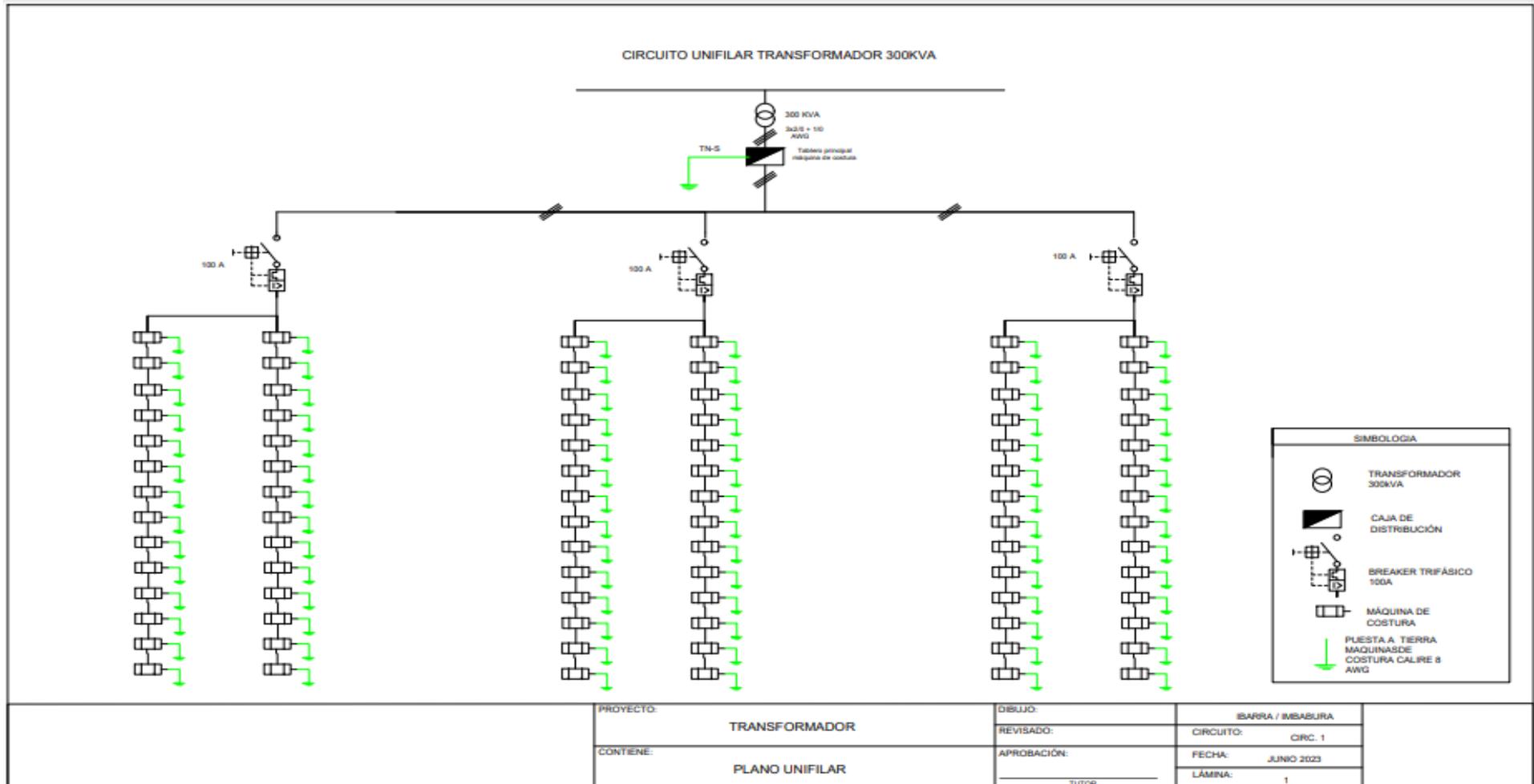
Anexo A5: Plano unifilar transformador 300 kVA



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



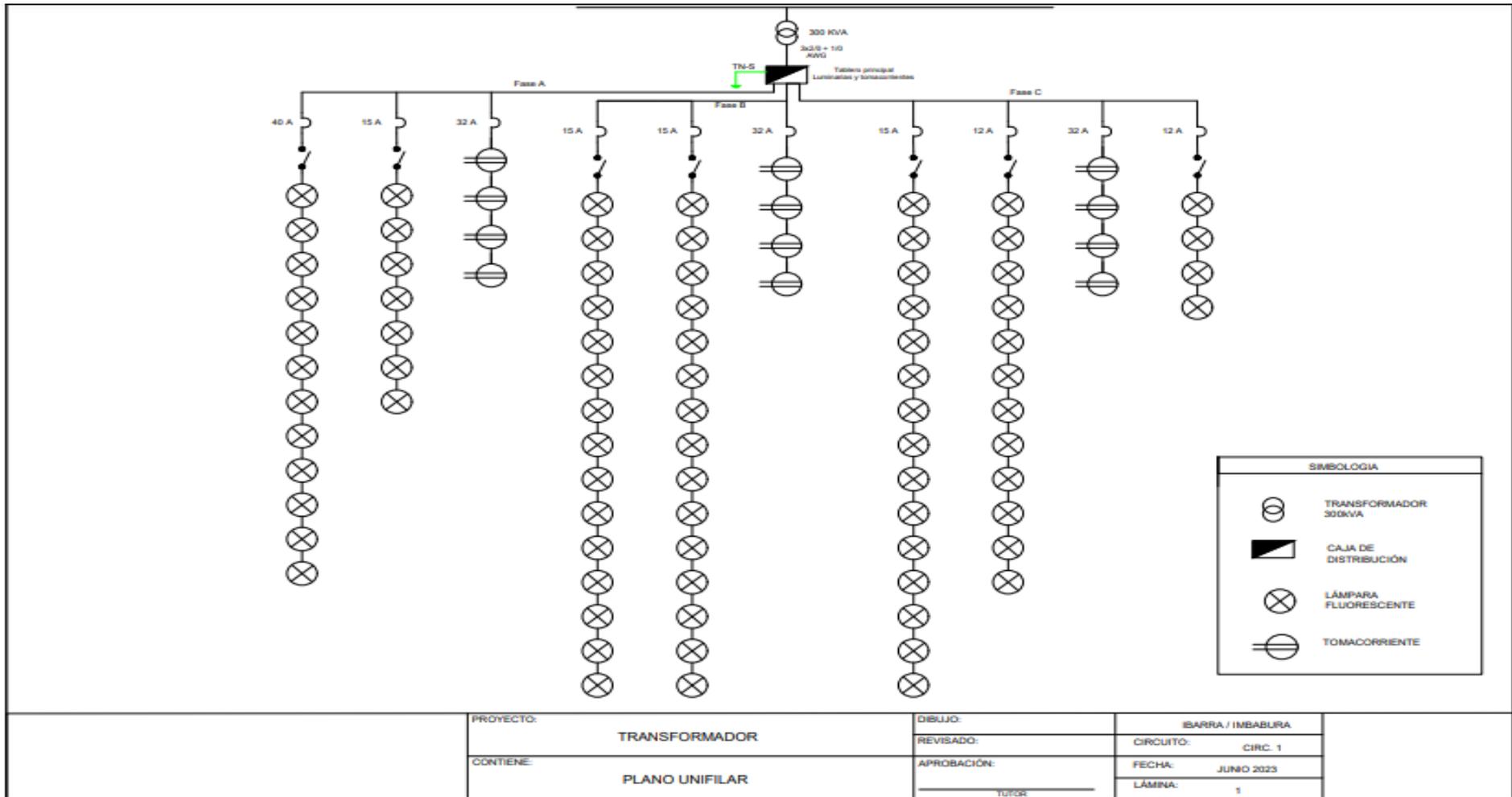
Anexo A6: circuito unifilar transformador 300kVA.



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



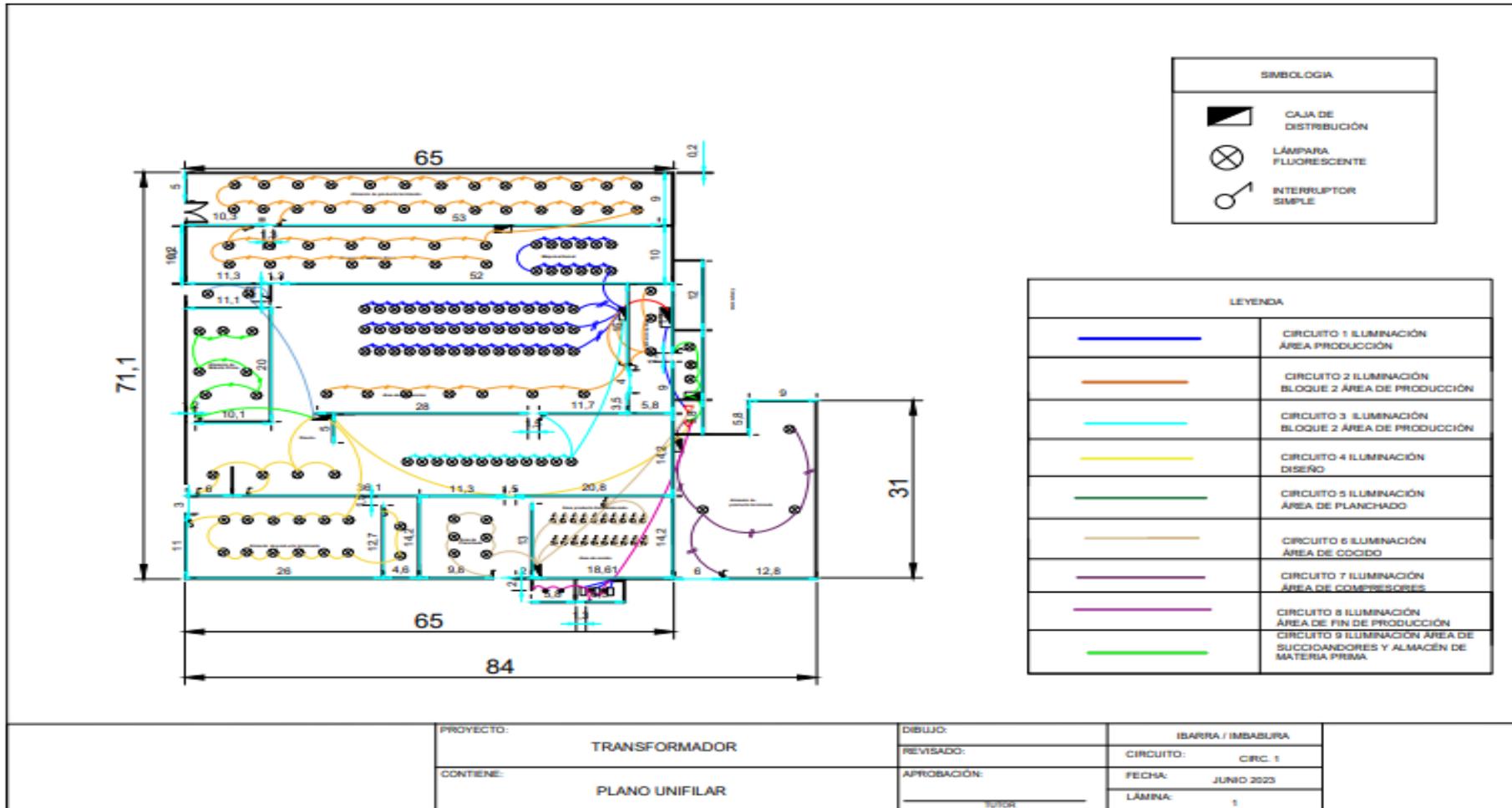
Anexo A7: circuito unifilar transformador 300kVA.



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec

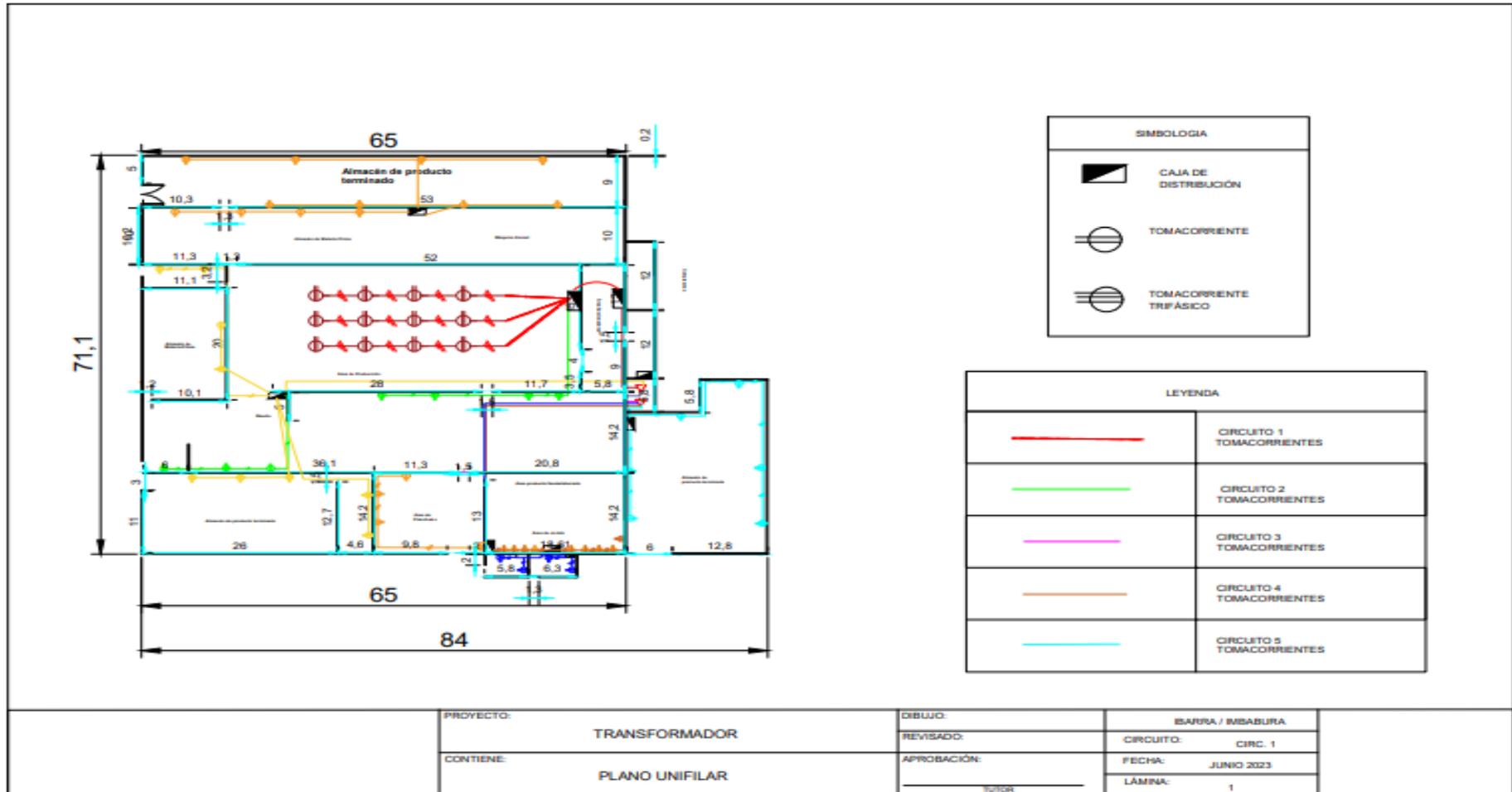


Anexo B1: Distribución del circuito de las luminarias.



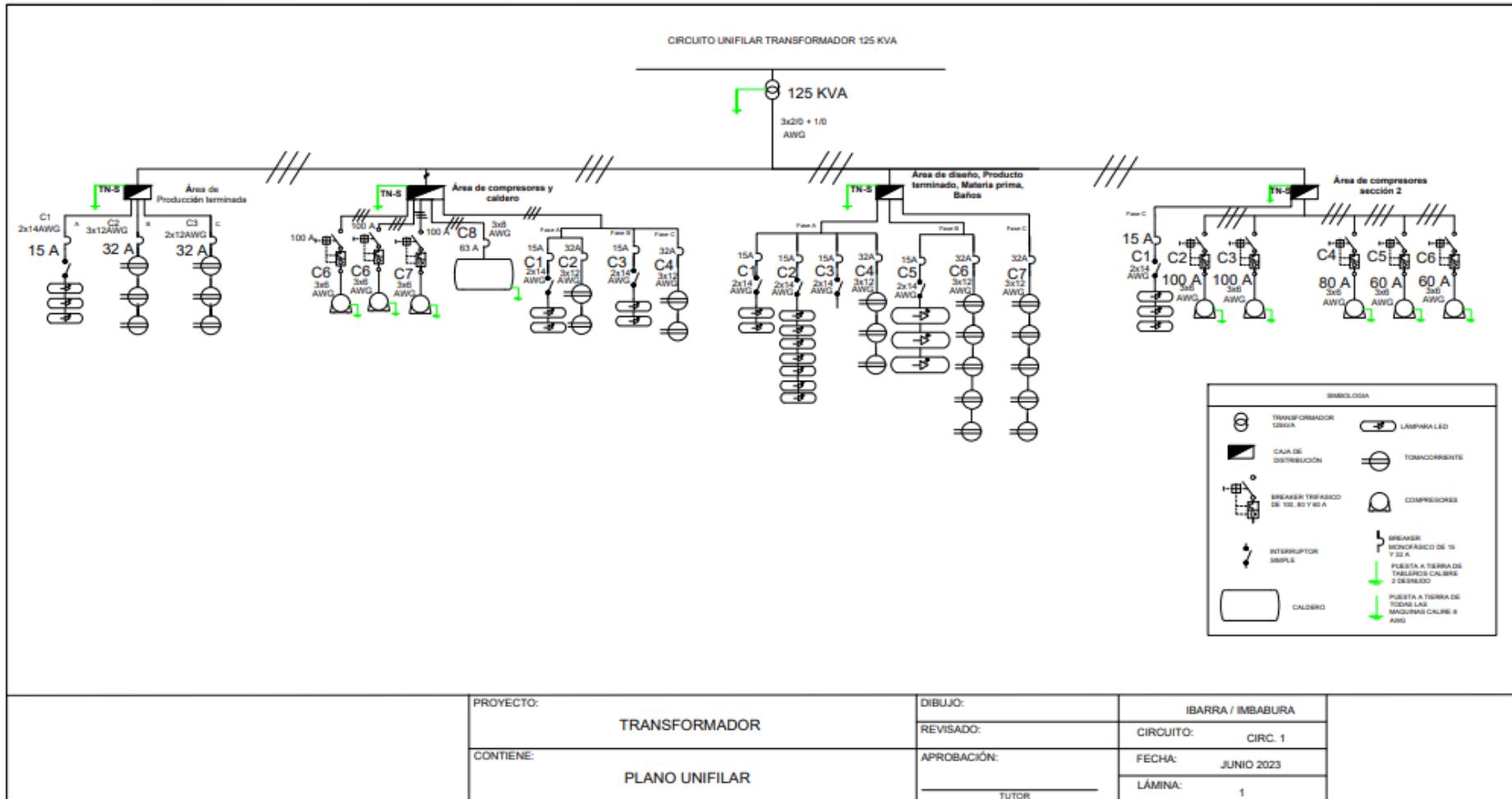


Anexo B2: Distribución del circuito de los tomacorrientes.





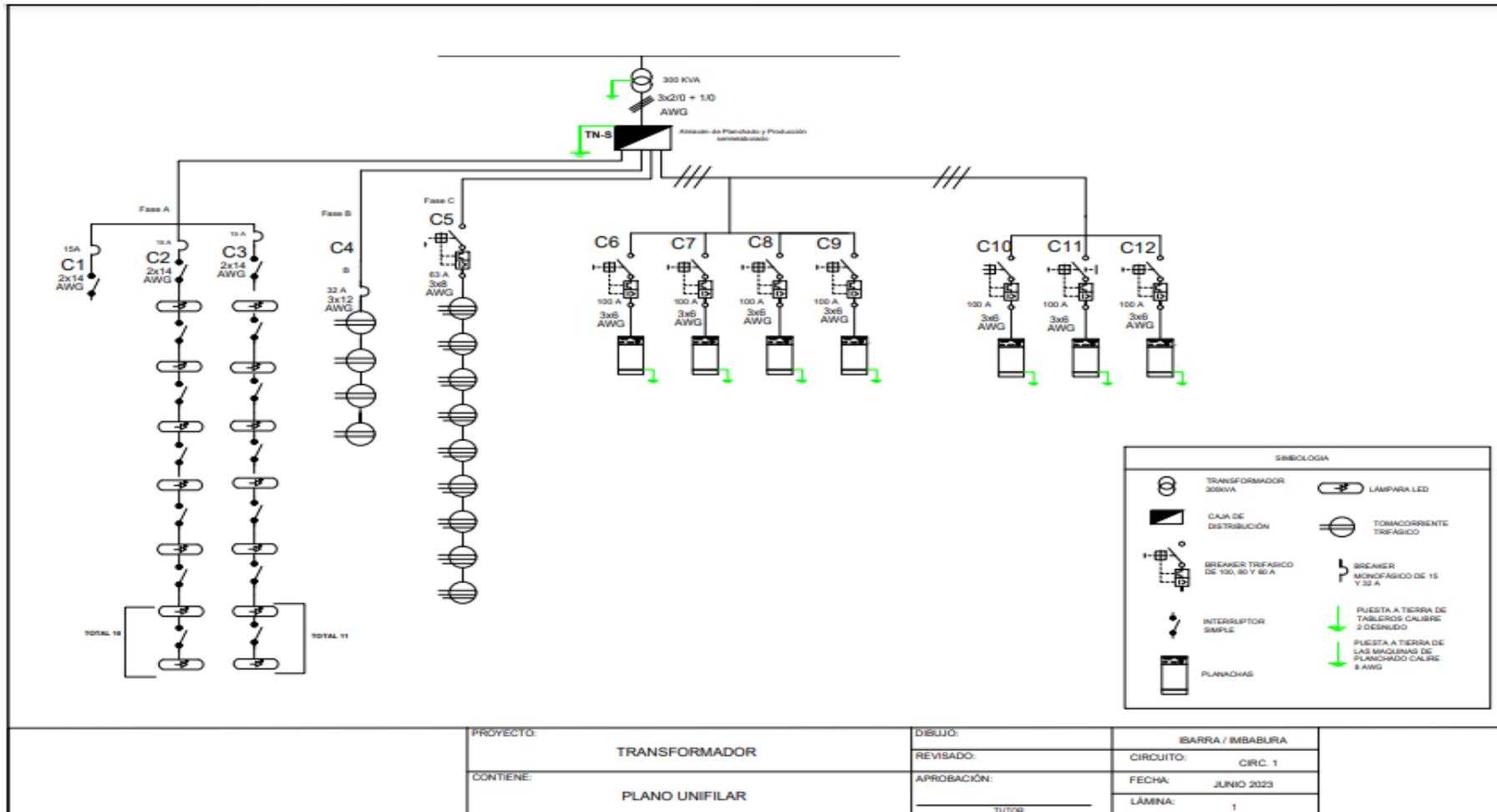
Anexo B3: Diagrama unifilar del transformador de 125kVA



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utm.edu.ec



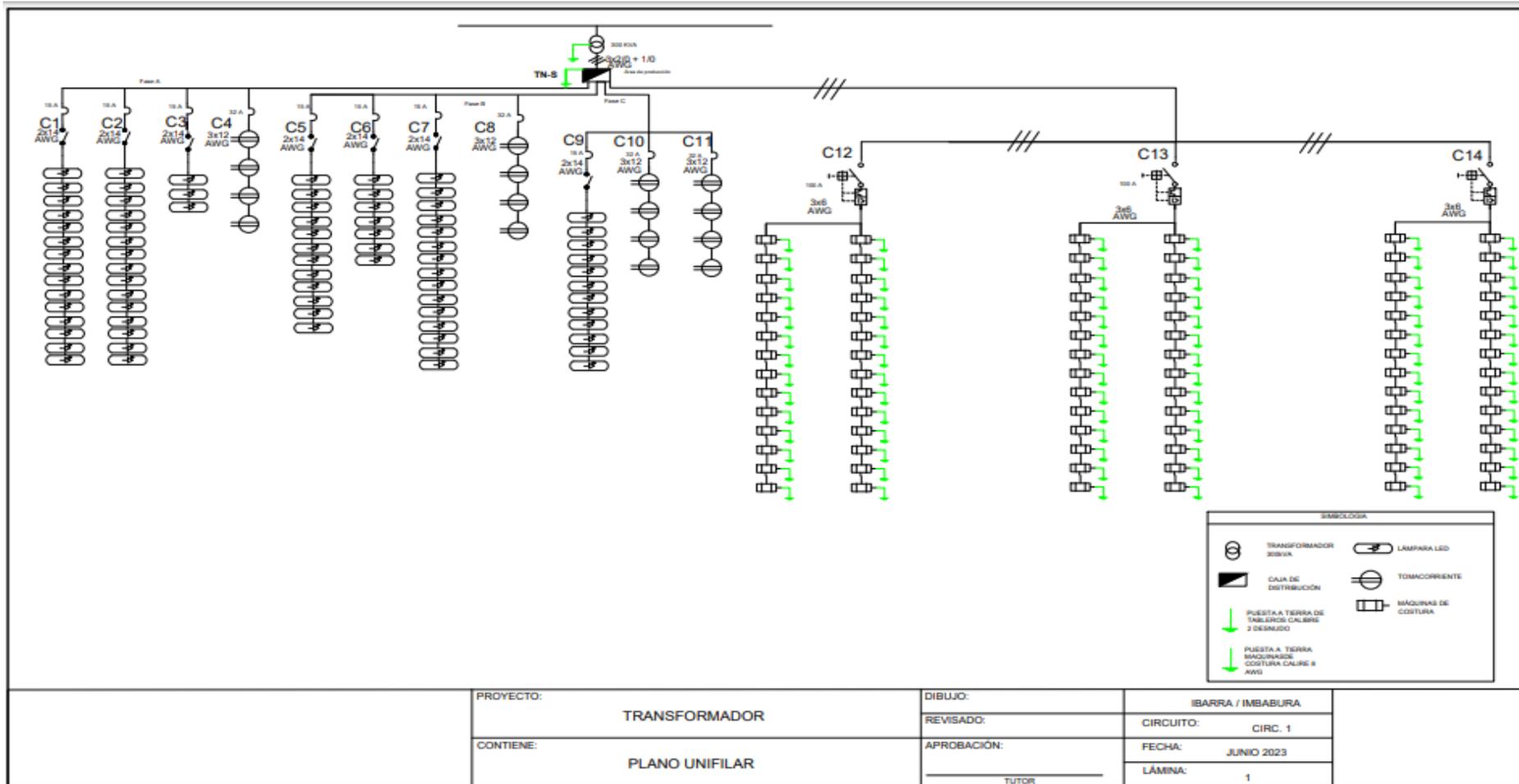
Anexo B4: Diagrama unifilar del transformador de 300kVA



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



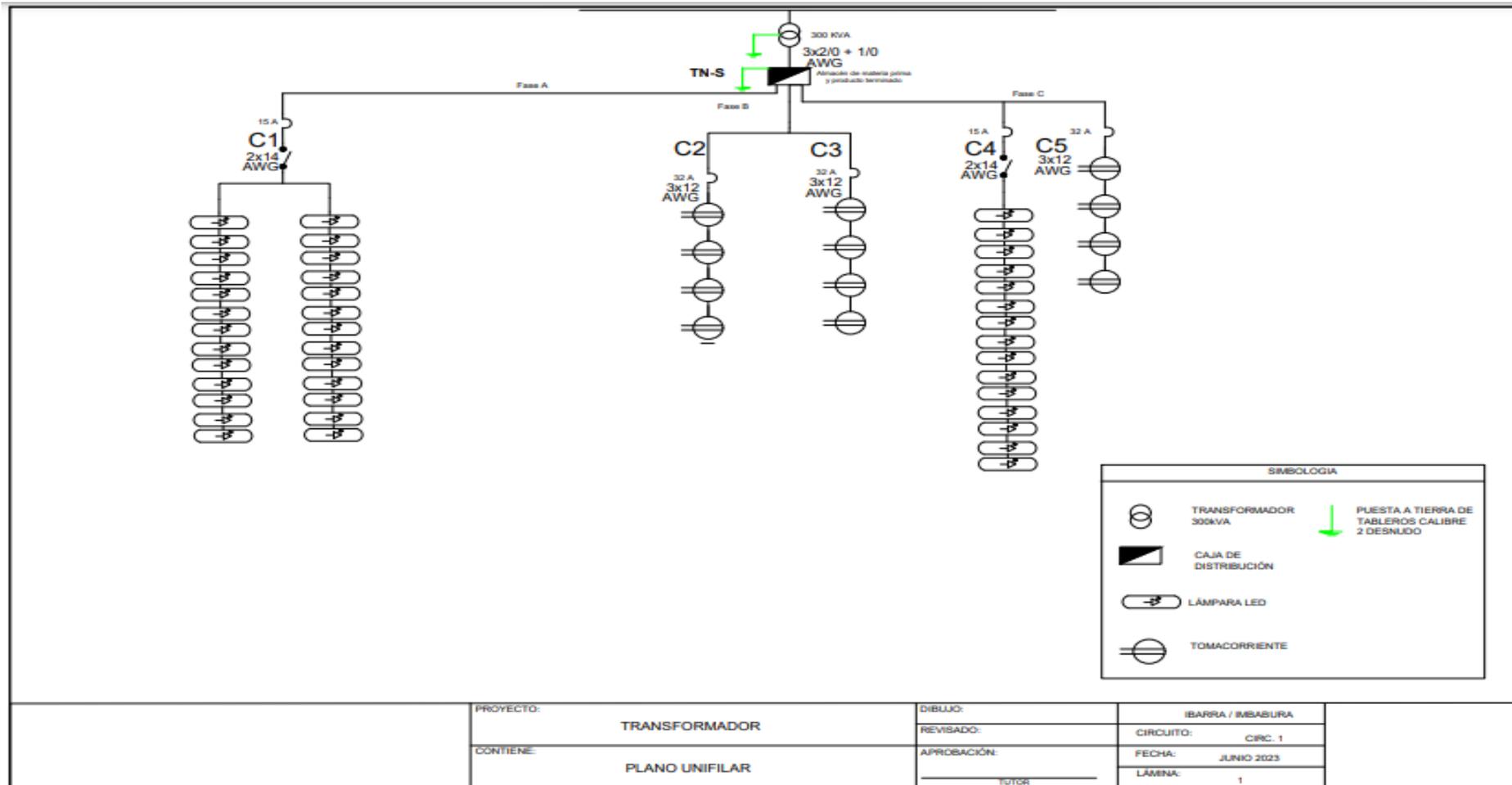
Anexo B5: Diagrama unifilar del transformador de 300kVA



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Anexo B6: Diagrama unifilar del transformador de 300



Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Anexo C1: Medición de voltajes y corrientes de los transformadores de 125kVA y 300kVA.

Instrumento:	FLUKE 1748													
Número de serie:	53114807													
Código de medición:														
Intervalo:	10mín.													
Tensión nominal:	127V													
Relación de tensión:	1:01													
Relación de corriente:	1:01													
Inicio:	6/12/2021		3:30:00 p. m.											
Final:	13/12/2021		5:30:00 p. m.											
Hora	Vrms_AN_a	Vrms_BN_avg (600s	Vrms_CN_a	Irms_A_avg (600s)	Irms_B_avg	Irms_C_avg	Irms_N_avg	Vthd_AN_a	Vthd_BN_a	Vthd_CN_a	Ithd_A_avg	Ithd_B_avg	Ithd_C_avg	
	Voltaje fase A	Voltaje fase B	Voltaje fase C	Corriente rms A	Corriente rms B	Corriente rms C	Corriente rms N	THDv fase A	THDv fase B	THDv fase C	%	%	%	
15:40:00	131,08	131,65	130,77	76,73	80,72	75,71	4,86	2,08	2,00	2,14	20,78	19,51	17,96	
15:50:00	131,37	132,00	131,08	75,29	79,91	75,47	3,97	2,07	1,99	2,13	20,85	19,39	17,52	
16:00:00	131,68	132,26	131,42	74,21	77,63	72,77	4,85	2,06	1,98	2,11	19,91	18,71	16,72	
16:10:00	132,17	132,70	132,00	76,36	79,47	76,52	4,78	2,06	1,97	2,16	20,31	19,48	18,29	
16:20:00	132,43	132,89	132,20	75,30	80,93	77,70	3,23	2,12	2,04	2,24	21,95	20,42	19,20	
16:30:00	132,50	133,09	132,42	72,96	76,61	73,67	5,30	2,03	1,96	2,15	19,22	18,44	17,26	
16:40:00	132,66	133,26	132,44	73,19	76,76	73,49	4,96	2,00	1,94	2,11	19,69	18,45	16,98	
16:50:00	132,57	133,05	132,35	75,17	79,19	75,82	4,21	2,05	1,97	2,16	21,08	19,46	18,26	
17:00:00	132,74	133,24	132,58	77,88	81,78	77,54	5,21	2,09	2,04	2,24	21,82	20,62	19,88	
17:10:00	133,24	133,76	133,01	77,01	81,32	77,72	4,21	2,07	2,04	2,22	21,92	20,44	19,33	
17:20:00	133,26	133,75	133,00	78,76	82,45	78,90	3,80	2,01	1,96	2,14	20,37	18,91	17,89	
17:30:00	133,35	133,85	133,09	78,62	81,46	77,30	5,22	1,98	1,93	2,10	19,02	18,04	16,83	
17:40:00	133,46	133,86	133,16	76,76	78,86	75,89	4,43	1,93	1,87	2,04	18,00	16,89	16,33	
17:50:00	133,76	134,19	133,44	71,74	73,87	72,89	3,85	1,85	1,78	1,98	16,94	15,74	15,61	
18:00:00	134,02	134,32	133,65	67,78	72,81	70,75	3,29	1,82	1,74	1,95	18,66	16,23	16,18	
18:10:00	133,25	133,44	132,78	70,32	74,44	71,00	0,87	1,78	1,82	1,95	22,02	20,50	19,34	

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Instrumento:	FLUKE 1748														
Número de serie:	40664810														
Código de medición:															
Intervalo:	10min.														
Tensión nominal:	127V														
Relación de tensión:	1:01														
Relación de corriente:	1:01														
Inicio:	6/12/2021	3:30:00 p. m.													
Final:	13/12/2021	4:00:00 p. m.													
Hora	Vrms_AN_a	Vrms_BN_avg (600s	Vrms_CN_a	Irms_A_avg	Irms_B_avg	Irms_C_avg	Irms_N_avg	Vthd_AN_a	Vthd_BN_a	Vthd_CN_a	Ithd_A_avg	Ithd_B_avg	Ithd_C_avg		
	V	V	V	A	A	A	A	%	%	%	%	%	%		
15:40:00	131,33	130,70	130,40	182,20	176,12	175,69	12,25	1,62	1,79	1,77	6,33	7,41	5,34		
15:50:00	131,66	130,95	130,71	184,33	177,31	177,90	12,24	1,62	1,79	1,79	6,31	7,38	5,37		
16:00:00	131,92	131,28	131,03	181,14	174,74	174,87	12,22	1,65	1,82	1,82	6,37	7,43	5,51		
16:10:00	132,39	131,80	131,64	181,29	176,22	176,95	12,20	1,62	1,80	1,80	6,65	7,68	5,67		
16:20:00	132,53	131,95	131,77	192,64	187,49	188,06	12,20	1,65	1,79	1,82	6,42	7,42	5,37		
16:30:00	132,68	132,03	131,94	196,73	191,10	193,03	12,18	1,68	1,83	1,86	6,51	7,39	5,42		
16:40:00	132,85	132,18	131,98	196,24	189,64	190,40	12,18	1,67	1,82	1,83	6,86	7,67	5,53		
16:50:00	132,66	132,09	131,91	195,88	191,02	191,08	12,20	1,65	1,78	1,81	6,75	7,61	5,47		
17:00:00	132,85	132,27	132,12	198,90	194,32	195,60	13,55	1,65	1,78	1,83	6,70	7,60	5,85		
17:10:00	133,35	132,74	132,54	201,19	195,85	198,94	15,77	1,65	1,76	1,88	6,39	7,50	6,40		
17:20:00	133,37	132,79	132,57	200,62	195,94	198,81	15,98	1,64	1,75	1,86	6,59	7,67	6,42		
17:30:00	133,46	132,88	132,63	203,95	199,49	201,70	15,93	1,66	1,78	1,88	6,78	7,73	6,41		
17:40:00	133,45	132,96	132,70	203,16	199,79	201,39	15,92	1,65	1,76	1,86	6,76	7,74	6,44		
17:50:00	133,75	133,22	132,95	202,35	198,01	200,08	15,90	1,64	1,75	1,87	6,94	7,92	6,53		
18:00:00	133,93	133,48	133,20	183,14	180,64	180,51	15,65	1,48	1,59	1,71	4,72	5,76	4,57		
18:10:00	133,06	132,73	132,32	179,02	178,44	175,27	15,64	1,43	1,47	1,61	4,01	4,85	3,53		

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Anexo C2: Datos de potencia aparente de los transformadores de 125kVA y 300kVA.

AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ
PowerS_A_ε	PowerS_B_ε	PowerS_C_ε	PowerS_Tot	ActiveEnerg	ActiveEnerg	ActiveEnerg	ActiveEnerg
VA	VA	VA	VA	Wh	Wh	Wh	Wh
10057,10	10626,60	9901,11	30612,60	1558,37	1678,31	1590,38	4827,06
9890,63	10548,00	9892,73	30352,70	1543,60	1665,57	1588,83	4798,00
9772,35	10266,90	9563,74	29630,90	1517,83	1622,86	1536,24	4676,92
10093,20	10545,60	10100,60	30761,30	1570,09	1661,60	1616,74	4848,43
9971,79	10755,30	10271,90	31018,30	1560,21	1695,06	1645,16	4900,42
9668,03	10196,80	9755,02	29648,60	1505,53	1610,04	1569,90	4685,48
9709,60	10229,20	9733,12	29697,60	1513,15	1617,21	1563,76	4694,12
9966,20	10536,90	10034,40	30557,80	1557,53	1664,64	1606,89	4829,06
10337,70	10895,50	10280,80	31542,80	1604,93	1715,91	1645,77	4966,60
10260,30	10876,70	10336,60	31494,30	1597,80	1714,24	1654,58	4966,62
10495,50	11028,10	10493,20	32032,80	1635,11	1737,08	1676,81	5049,00
10483,90	10903,30	10287,80	31702,20	1627,07	1720,06	1649,58	4996,72
10243,90	10555,70	10104,90	30922,80	1606,31	1666,88	1616,97	4890,15
9596,16	9913,33	9725,78	29249,00	1511,82	1568,36	1559,93	4640,10
9083,68	9779,90	9455,62	28339,50	1445,24	1550,91	1520,57	4516,72
9369,72	9932,88	9427,57	28737,40	1476,89	1576,06	1515,23	4568,18
8461,81	9283,96	8684,18	26446,50	1340,99	1477,92	1408,33	4227,25
8400,19	8974,86	8523,89	25906,40	1336,19	1434,41	1381,84	4152,44
8881,28	9551,54	9116,81	27559,60	1407,27	1517,15	1470,13	4394,54



AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ
PowerS_A_a	PowerS_B_a	PowerS_C_a	PowerS_Tota	ActiveEnergy	ActiveEnergy	ActiveEnergy	ActiveEnergy
VA	VA	VA	VA	Wh	Wh	Wh	Wh
23927,80	23017,70	22910,60	69913,90	3489,71	3387,31	3445,74	10322,80
24270,10	23218,70	23252,30	70799,20	3530,22	3413,51	3496,50	10440,20
23895,10	22938,90	22913,10	69805,30	3459,90	3356,75	3430,40	10247,10
24001,80	23226,20	23293,50	70576,20	3501,95	3434,60	3496,46	10433,00
25529,70	24739,50	24781,30	75101,70	3706,04	3638,04	3697,01	11041,10
26102,40	25231,00	25469,40	76852,90	3782,50	3715,44	3800,99	11298,90
26069,90	25066,30	25129,90	76319,10	3783,36	3679,60	3758,30	11221,30
25985,10	25232,40	25205,10	76472,80	3778,99	3711,02	3761,50	11251,50
26423,20	25703,50	25843,30	78029,90	3844,04	3784,20	3864,12	11492,40
26828,80	25997,70	26368,10	79276,70	3896,90	3819,35	3957,24	11673,50
26756,50	26018,30	26355,60	79214,20	3889,36	3820,97	3953,55	11663,90
27217,50	26509,40	26751,20	80559,30	3963,11	3891,51	4012,16	11866,80
27112,70	26563,80	26723,20	80480,00	3952,26	3903,23	4003,40	11858,90
27064,40	26378,10	26599,90	80124,00	3942,61	3872,27	3986,56	11801,40
24528,00	24111,40	24043,20	72769,40	3549,26	3506,35	3561,98	10617,60
23819,80	23684,90	23192,20	70785,90	3464,65	3439,45	3429,84	10333,90
23735,60	23390,90	22935,10	70151,10	3467,24	3407,19	3415,59	10290,00
23397,50	23025,40	22393,20	68908,80	3430,58	3349,93	3342,98	10123,50
23552,10	23238,30	22511,90	69394,80	3457,23	3380,02	3362,02	10199,30



Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.
 Matriz: José J. de Olmedo 6-54 Juan M. Grijalva
 Ruc: 1090051721001
 Contribuyente especial, resolución No. 155
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-016744296
 Nro. doc. interno 218218890;
 Fecha de emisión 06-03-2021
 Fecha de vencimiento INMEDIATC
 Número de autorización 0603202301109005172100120019990167442960231194513



K200032338473

VALOR TOTAL: 35977,01

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200032338473
 Razón social TEXGARDENIA S.C. (TEXGARDENIA S.C.)
 RUC 1091789163001
 Código Único Eléctrico 1300155841
 Tipo de tarifa ARCERNR MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
 Geocódigo 1302E011000001
 Unidad de Lectura 1302E011
 Dirección del servicio SANTO TOMAS LA MERCED-SAN ROQUE / ANTIGUO CAMINO COTAC / SAN ROQUE - ANTONIO ANTE
 Ejecutivo de cuentas RIASCOS GUERRON NELSON RODRIGO telf: 062997100 e-mail: rriascos@emelnorte.com

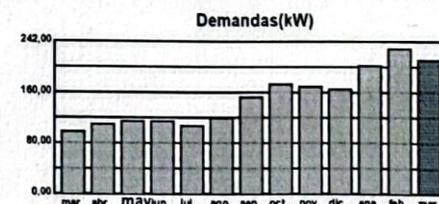
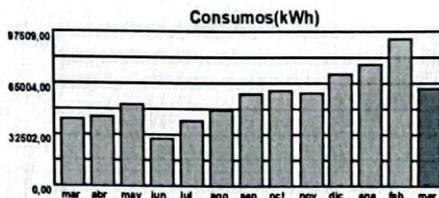
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor T48368
 Tipo de consumo leído
 Fecha desde 03-02-2023
 Dias facturados 28
 Fecha hasta 02-03-2023
 Fac Gest de la Demanda 0,8307
 Factor de potencia (FP) 0,9044
 Penalización bajo FP 0,0172

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-03-2023	5344617,00	5314769,00	0,00	29848,00	0,00	29848,00	kWh	2677,37
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-03-2023	1849134,00	1840018,00	0,00	9116,00	0,00	9116,00	kWh	945,33
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	02-03-2023	4755182,00	4732231,00	0,00	22951,00	0,00	22951,00	kWh	1149,85
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	02-03-2023	43266,00	43228,00	0,00	38,00	0,00	38,00	kWh	3,41
Energía reactiva total	02-03-2023	6385136,00	6355909,00	0,00	29227,00	0,00	29227,00	kVarh	
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-03-2023	211,43		0,00	211,43	0,00	211,43	kW	
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-03-2023	185,22		0,00	185,22	0,00	185,22	kW	
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	02-03-2023	202,10		0,00	202,10	0,00	202,10	kW	
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	02-03-2023	2,02		0,00	2,02	0,00	2,02	kW	
Demanda facturable	02-03-2023	211,43		0,00	211,43	0,00	211,43	kW	803,71

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 4 mes(es)	29.449,16
Subtotal Planillas Anteriores	29449,16
VALORES PENDIENTES (2)	29449,16



3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0,00
-------------------------------------	-------------

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	4775,96
Comercialización	1,41
Valor Demanda	803,71
Penalización Bajo Fact. Pot	95,99
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	5677,07
Servicio Alumbrado Público General	253,60
Subtotal Alumbrado Público (APG)	253,60
Intereses por Mora	162,28
Subtotal Otros Rubros	162,28
Base I.V.A. 0%	5930,67
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	162,28
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	6092,95



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	713,08
TOTAL	713,08

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	6092,95	15	días

La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público.

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	6092,95
Valores Pendientes (2)	29449,16
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	35542,11

Mensajes

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
 CARRERA DE ELECTRICIDAD



Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.
 Matriz: José J. de Olmedo 6-54 Juan M. Grijalva
 Ruc: 1090051721001
 Contribuyente especial, resolución No. 155
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



Nro. factura 001-999-016503131
 Nro. doc. interno 170118234
 Fecha de emisión 07-02-2022
 Fecha de vencimiento INMEDIATO
 Número de autorización 0702202301109005172100120019990165031390231194517

VALOR TOTAL: 33949,16

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200032338473

Razón social TEXGARDENIA S.C. (TEXGARDENIA S.C.)
 RUC 1091789163001

Código Único Eléctrico 1300155841

Tipo de tarifa ARCERNR MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
 Geocódigo 1302E011000001 Unidad de Lectura 1302E011

Dirección del servicio SANTO TOMAS LA MERCED-SAN ROQUE / ANTIGUO CAMINO COTAC / SAN ROQUE - ANTONIO ANTE
 Ejecutivo de cuentas RIASCOS GUERRON NELSON RODRIGO telf: 062997100 e-mail: rriascos@emelnorte.com

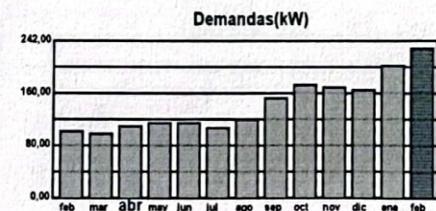
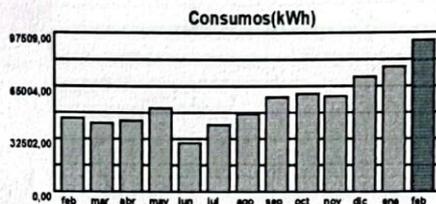
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor T48368
 Tipo de consumo leído
 Fecha desde 03-01-2023
 Dias facturados 31
 Fecha hasta 02-02-2023
 Fac Gest de la Demanda 1,0000
 Factor de potencia (FP) 0,8806
 Penalización bajo FP 0,0447

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-02-2023	5314769,00	5262822,00	0,00	51947,00	0,00	51947,00	kWh	4659,65
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-02-2023	1840018,00	1827797,00	0,00	12221,00	0,00	12221,00	kWh	1267,32
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	02-02-2023	4732231,00	4703594,00	0,00	28637,00	0,00	28637,00	kWh	1434,71
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	02-02-2023	43228,00	43168,00	0,00	60,00	0,00	60,00	kWh	5,38
Energía reactiva total	02-02-2023	6355909,00	6305943,00	0,00	49966,00	0,00	49966,00	kVArh	
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	02-02-2023	229,82		0,00	229,82	0,00	229,82	kW	
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	02-02-2023	215,96		0,00	215,96	0,00	215,96	kW	
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	02-02-2023	223,02		0,00	223,02	0,00	223,02	kW	
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	02-02-2023	1,76		0,00	1,76	0,00	1,76	kW	
Demanda facturable	02-02-2023	229,82		0,00	229,82	0,00	229,82	kW	1051,66

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 4 mes(es)	24.296,24
Subtotal Planillas Anteriores	24296,24
VALORES PENDIENTES (2)	24296,24



3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0,00
-------------------------------------	-------------

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	7367,06
Comercialización	1,41
Valor Demanda	1051,66
Penalización Bajo Fact. Pot	376,38
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	8796,51
Servicio Alumbrado Público General	253,60
Subtotal Alumbrado Público (APG)	253,60
Intereses por Mora	167,91
Subtotal Otros Rubros	167,91
Base I.V.A. 0%	9050,11
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	167,91
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	9218,02



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	860,78
TOTAL	860,78

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público."

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	9218,02	15	dias

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	9218,02
Valores Pendientes (2)	24296,24
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELECTRICIDAD (1+2+3)	33514,26

Mensajes

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



Anexo C4: Calculo de la potencia reactiva automática Qc transformador 125 kVA

Fecha	Hora	Potencia Total (W)	Factor de potencia	ϕ lnicial	ϕ final	$Qc=P(\tan(\phi_{inicial})-\tan(\phi_{final}))$
7/12/2023	10:40:00	5108,75	0,83	0,59	0,40	1260,65
7/12/2023	10:50:00	5165,92	0,84	0,57	0,40	1127,08
7/12/2023	11:00:00	4845,12	0,84	0,57	0,40	1057,09
7/12/2023	11:10:00	4886,50	0,84	0,57	0,40	1066,11
7/12/2023	11:20:00	4838,23	0,84	0,57	0,40	1055,58
7/12/2023	11:30:00	5035,38	0,84	0,57	0,40	1098,60
7/12/2023	11:40:00	5153,61	0,85	0,55	0,40	980,79
7/12/2023	11:50:00	5166,39	0,87	0,51	0,40	705,55
7/12/2023	12:00:00	4821,75	0,84	0,57	0,40	1051,99
7/12/2023	12:10:00	4446,84	0,80	0,65	0,40	1500,41
7/12/2023	12:20:00	4586,73	0,81	0,63	0,40	1405,01
7/12/2023	12:30:00	4527,18	0,80	0,65	0,40	1527,52
7/12/2023	12:40:00	4544,32	0,80	0,65	0,40	1533,30
7/12/2023	12:50:00	4378,30	0,80	0,65	0,40	1477,29
7/12/2023	13:00:00	4301,59	0,80	0,65	0,40	1451,40
7/12/2023	13:10:00	4526,26	0,80	0,65	0,40	1527,21
7/12/2023	13:20:00	4432,35	0,82	0,61	0,40	1223,89
7/12/2023	13:30:00	4810,98	0,85	0,55	0,40	915,59
7/12/2023	13:40:00	4580,44	0,83	0,59	0,40	1130,28
7/12/2023	13:50:00	4859,10	0,84	0,57	0,40	1060,14
7/12/2023	14:00:00	5408,36	0,88	0,49	0,40	598,14
7/12/2023	15:20:00	5630,53	0,88	0,49	0,40	622,71
7/12/2023	17:20:00	5646,48	0,88	0,49	0,40	624,47
8/12/2023	8:10:00	3928,40	0,81	0,63	0,40	1203,35
8/12/2023	8:50:00	4493,06	0,80	0,65	0,40	1516,01
8/12/2023	9:00:00	5006,95	0,83	0,59	0,40	1235,53
8/12/2023	9:10:00	5078,77	0,83	0,59	0,40	1253,25
8/12/2023	9:20:00	5266,62	0,83	0,59	0,40	1299,60
8/12/2023	9:30:00	5188,98	0,83	0,59	0,40	1280,45
8/12/2023	9:40:00	4985,63	0,84	0,57	0,40	1087,74
8/12/2023	9:50:00	5276,68	0,86	0,53	0,40	860,75
8/12/2023	10:00:00	5195,75	0,84	0,57	0,40	1133,58
8/12/2023	10:10:00	5365,08	0,85	0,55	0,40	1021,04
8/12/2023	10:20:00	5349,73	0,85	0,55	0,40	1018,12
8/12/2023	10:30:00	5368,18	0,85	0,55	0,40	1021,63
8/12/2023	10:40:00	5267,32	0,84	0,57	0,40	1149,20
8/12/2023	10:50:00	4917,67	0,82	0,61	0,40	1357,89
8/12/2023	11:00:00	4574,65	0,83	0,59	0,40	1128,85



8/12/2023	11:10:00	4976,47	0,84	0,57	0,40	1085,74
8/12/2023	11:20:00	4937,49	0,83	0,59	0,40	1218,39
8/12/2023	11:30:00	4617,90	0,82	0,61	0,40	1275,12
8/12/2023	11:40:00	4895,79	0,83	0,59	0,40	1208,10
8/12/2023	11:50:00	4920,15	0,83	0,59	0,40	1214,11
8/12/2023	12:00:00	4904,73	0,83	0,59	0,40	1210,30
8/12/2023	12:10:00	4436,61	0,80	0,65	0,40	1496,96
8/12/2023	12:40:00	4323,97	0,80	0,65	0,40	1458,96
8/12/2023	13:40:00	4423,75	0,81	0,63	0,40	1355,09
8/12/2023	13:50:00	5260,37	0,86	0,53	0,40	858,09
8/12/2023	14:00:00	5266,81	0,87	0,51	0,40	719,26
8/12/2023	17:30:00	4597,61	0,85	0,55	0,40	874,98
8/12/2023	17:40:00	4326,16	0,86	0,53	0,40	705,70
8/12/2023	17:50:00	4692,67	0,87	0,51	0,40	640,86
8/12/2023	18:00:00	4502,36	0,84	0,57	0,40	982,30

Anexo C5: Calculo de la potencia reactiva automática Q_c transformador 300 kVA

Fecha	Hora	Potencia Total (W)	Factor de potencia	ϕ Inicial	ϕ final	$Q_c=P(\tan(\phi_{inicial})-\tan(\phi_{final}))$
6/12/2023	15:50:00	62625,70	0,88	0,49	0,40	6926,08
6/12/2023	16:00:00	61446,80	0,88	0,49	0,40	6795,70
6/12/2023	16:20:00	66226,80	0,88	0,49	0,40	7324,35
6/12/2023	16:30:00	67776,30	0,88	0,49	0,40	7495,72
6/12/2023	16:40:00	67308,00	0,88	0,49	0,40	7443,92
6/12/2023	16:50:00	67506,10	0,88	0,49	0,40	7465,83
6/12/2023	17:00:00	68940,70	0,88	0,49	0,40	7624,49
6/12/2023	17:10:00	70025,50	0,88	0,49	0,40	7744,47
6/12/2023	17:20:00	69979,30	0,88	0,49	0,40	7739,36
6/12/2023	17:30:00	71177,70	0,88	0,49	0,40	7871,89
6/12/2023	17:40:00	71149,80	0,88	0,49	0,40	7868,81
6/12/2023	17:50:00	70805,70	0,88	0,49	0,40	7830,75
6/12/2023	18:00:00	63701,20	0,88	0,49	0,40	7045,03
6/12/2023	18:10:00	61999,20	0,88	0,49	0,40	6856,80
6/12/2023	18:20:00	61735,30	0,88	0,49	0,40	6827,61
6/12/2023	18:30:00	60737,20	0,88	0,49	0,40	6717,23
6/12/2023	18:40:00	61188,30	0,88	0,49	0,40	6767,12
6/12/2023	18:50:00	58279,60	0,88	0,49	0,40	6445,43
6/12/2023	19:00:00	55725,90	0,88	0,49	0,40	6163,00
6/12/2023	19:10:00	54961,60	0,88	0,49	0,40	6078,47
6/12/2023	20:40:00	54338,10	0,87	0,51	0,40	16519,69
6/12/2023	20:50:00	55416,10	0,87	0,51	0,40	16847,43
6/12/2023	21:00:00	54299,50	0,87	0,51	0,40	16507,96
6/12/2023	21:10:00	54467,50	0,87	0,51	0,40	16559,03



6/12/2023	21:20:00	54130,40	0,87	0,51	0,40	16456,55
6/12/2023	21:30:00	53888,50	0,87	0,51	0,40	16383,01
6/12/2023	21:40:00	55246,70	0,87	0,51	0,40	16795,92
6/12/2023	21:50:00	54514,90	0,87	0,51	0,40	16573,45
6/12/2023	22:00:00	54637,10	0,87	0,51	0,40	16610,60
6/12/2023	22:10:00	55232,90	0,87	0,51	0,40	16791,73
6/12/2023	22:20:00	55437,10	0,87	0,51	0,40	16853,81
6/12/2023	22:30:00	54676,70	0,87	0,51	0,40	16622,64
6/12/2023	22:40:00	55010,90	0,87	0,51	0,40	16724,24
6/12/2023	22:50:00	55488,30	0,87	0,51	0,40	16869,38
6/12/2023	23:00:00	56226,90	0,87	0,51	0,40	17093,92
6/12/2023	23:10:00	56064,50	0,87	0,51	0,40	17044,55
6/12/2023	23:20:00	56041,30	0,87	0,51	0,40	17037,50
6/12/2023	23:30:00	55040,40	0,87	0,51	0,40	16733,21
6/12/2023	23:40:00	54425,90	0,87	0,51	0,40	16546,39
6/12/2023	23:50:00	54256,40	0,87	0,51	0,40	16494,86
7/12/2023	0:00:00	54266,70	0,87	0,51	0,40	16497,99
7/12/2023	0:10:00	54290,10	0,87	0,51	0,40	16505,10
7/12/2023	0:20:00	54002,80	0,87	0,51	0,40	16417,76
7/12/2023	0:30:00	54432,00	0,87	0,51	0,40	16548,24
7/12/2023	0:40:00	54195,00	0,87	0,51	0,40	16476,19
7/12/2023	0:50:00	54205,10	0,87	0,51	0,40	16479,26
7/12/2023	1:00:00	53586,80	0,87	0,51	0,40	16291,29
7/12/2023	1:10:00	53978,40	0,87	0,51	0,40	16410,34
7/12/2023	1:20:00	54203,10	0,87	0,51	0,40	16478,65
7/12/2023	1:30:00	54360,50	0,87	0,51	0,40	16526,50
7/12/2023	1:40:00	54334,20	0,87	0,51	0,40	16518,51
7/12/2023	1:50:00	53831,00	0,87	0,51	0,40	16365,53
7/12/2023	2:00:00	52954,10	0,86	0,53	0,40	17505,31
7/12/2023	2:10:00	52438,50	0,86	0,53	0,40	17334,86
7/12/2023	2:20:00	52202,70	0,86	0,53	0,40	17256,91
7/12/2023	2:30:00	52412,60	0,86	0,53	0,40	17326,30
7/12/2023	2:40:00	53388,30	0,87	0,51	0,40	16230,94
7/12/2023	2:50:00	52048,10	0,86	0,53	0,40	17205,81
7/12/2023	3:00:00	52918,90	0,87	0,51	0,40	16088,23
7/12/2023	3:10:00	51969,00	0,86	0,53	0,40	17179,66
7/12/2023	3:20:00	52968,20	0,87	0,51	0,40	16103,22
7/12/2023	3:30:00	51739,50	0,86	0,53	0,40	17103,79
7/12/2023	3:40:00	51867,50	0,86	0,53	0,40	17146,10
7/12/2023	3:50:00	52644,90	0,87	0,51	0,40	16004,93
7/12/2023	4:00:00	53321,60	0,87	0,51	0,40	16210,66
7/12/2023	4:10:00	52906,00	0,87	0,51	0,40	16084,31
7/12/2023	4:20:00	52919,80	0,87	0,51	0,40	16088,51



7/12/2023	4:30:00	52858,50	0,87	0,51	0,40	16069,87
7/12/2023	4:40:00	52718,60	0,87	0,51	0,40	16027,34
7/12/2023	4:50:00	52935,40	0,87	0,51	0,40	16093,25
7/12/2023	5:00:00	52250,30	0,87	0,51	0,40	15884,97
7/12/2023	5:10:00	52453,60	0,87	0,51	0,40	15946,78
7/12/2023	5:20:00	52225,30	0,87	0,51	0,40	15877,37
7/12/2023	5:30:00	52624,60	0,87	0,51	0,40	15998,76
7/12/2023	5:40:00	52785,90	0,87	0,51	0,40	16047,80
7/12/2023	5:50:00	52153,50	0,87	0,51	0,40	15855,54
7/12/2023	6:00:00	52925,50	0,87	0,51	0,40	16090,24
7/12/2023	6:10:00	52153,60	0,87	0,51	0,40	15855,57
7/12/2023	6:20:00	52996,60	0,87	0,51	0,40	16111,86
7/12/2023	6:30:00	53211,40	0,87	0,51	0,40	16177,16
7/12/2023	6:40:00	52070,90	0,87	0,51	0,40	15830,43
7/12/2023	7:00:00	51066,30	0,87	0,51	0,40	15525,01
7/12/2023	9:00:00	51364,90	0,86	0,53	0,40	16979,96
7/12/2023	9:10:00	46049,10	0,86	0,53	0,40	15222,69
7/12/2023	9:30:00	76149,30	0,83	0,59	0,40	31542,09
7/12/2023	9:40:00	83211,70	0,87	0,51	0,40	25297,75
7/12/2023	9:50:00	83325,60	0,87	0,51	0,40	25332,38
7/12/2023	10:00:00	83468,60	0,87	0,51	0,40	25375,86
7/12/2023	10:10:00	84228,80	0,87	0,51	0,40	25606,97
7/12/2023	10:30:00	83598,90	0,87	0,51	0,40	25415,47
7/12/2023	10:50:00	80958,10	0,87	0,51	0,40	24612,62
7/12/2023	11:00:00	80920,10	0,87	0,51	0,40	24601,07
7/12/2023	11:10:00	81826,50	0,87	0,51	0,40	24876,63
7/12/2023	11:20:00	82385,60	0,87	0,51	0,40	25046,61
7/12/2023	11:30:00	82397,90	0,87	0,51	0,40	25050,35
7/12/2023	11:40:00	81829,00	0,87	0,51	0,40	24877,39
7/12/2023	11:50:00	81563,70	0,87	0,51	0,40	24796,73
7/12/2023	12:00:00	81114,80	0,87	0,51	0,40	24660,26
7/12/2023	12:10:00	80012,80	0,87	0,51	0,40	24325,23
7/12/2023	12:20:00	79162,00	0,86	0,53	0,40	26168,99
7/12/2023	12:30:00	78994,10	0,86	0,53	0,40	26113,48
7/12/2023	12:40:00	78729,40	0,86	0,53	0,40	26025,98
7/12/2023	12:50:00	78558,60	0,86	0,53	0,40	25969,52
7/12/2023	13:00:00	78507,90	0,86	0,53	0,40	25952,76
7/12/2023	13:10:00	78403,40	0,86	0,53	0,40	25918,21
7/12/2023	13:20:00	77842,50	0,86	0,53	0,40	25732,79
7/12/2023	13:30:00	78382,40	0,86	0,53	0,40	25911,27
7/12/2023	13:40:00	78445,80	0,86	0,53	0,40	25932,23
7/12/2023	13:50:00	78237,30	0,86	0,53	0,40	25863,30
7/12/2023	14:00:00	79430,90	0,87	0,51	0,40	24148,33

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



7/12/2023	14:10:00	81014,80	0,87	0,51	0,40	24629,86
7/12/2023	14:20:00	79498,40	0,87	0,51	0,40	24168,85
7/12/2023	14:30:00	80367,80	0,87	0,51	0,40	24433,16
7/12/2023	14:40:00	79578,30	0,87	0,51	0,40	24193,14
7/12/2023	14:50:00	80639,10	0,87	0,51	0,40	24515,64
7/12/2023	15:00:00	80632,30	0,87	0,51	0,40	24513,57
7/12/2023	15:10:00	80693,80	0,87	0,51	0,40	24532,27
7/12/2023	23:40:00	82009,20	0,86	0,53	0,40	27110,20
7/12/2023	23:50:00	83277,00	0,86	0,53	0,40	27529,30
8/12/2023	0:00:00	83788,50	0,86	0,53	0,40	27698,39
8/12/2023	0:10:00	83066,20	0,86	0,53	0,40	27459,62
8/12/2023	0:20:00	83411,70	0,86	0,53	0,40	27573,83
8/12/2023	0:30:00	83474,70	0,86	0,53	0,40	27594,66
8/12/2023	0:40:00	82361,90	0,85	0,55	0,40	29466,06
8/12/2023	0:50:00	82249,10	0,85	0,55	0,40	29425,71
8/12/2023	1:00:00	82252,10	0,85	0,55	0,40	29426,78
8/12/2023	1:10:00	82810,10	0,85	0,55	0,40	29626,41
8/12/2023	1:20:00	83213,90	0,85	0,55	0,40	29770,88
8/12/2023	1:30:00	82747,90	0,85	0,55	0,40	29604,16
8/12/2023	1:40:00	82351,10	0,85	0,55	0,40	29462,20
8/12/2023	1:50:00	82932,00	0,85	0,55	0,40	29670,03
8/12/2023	2:00:00	82370,20	0,85	0,55	0,40	29469,03
8/12/2023	2:10:00	82281,30	0,85	0,55	0,40	29437,23
8/12/2023	2:20:00	81276,70	0,85	0,55	0,40	29077,82
8/12/2023	2:30:00	81832,40	0,85	0,55	0,40	29276,63
8/12/2023	2:40:00	82578,30	0,85	0,55	0,40	29543,48
8/12/2023	2:50:00	83158,60	0,85	0,55	0,40	29751,09
8/12/2023	3:00:00	83134,40	0,85	0,55	0,40	29742,44
8/12/2023	3:10:00	82913,50	0,85	0,55	0,40	29663,41
8/12/2023	3:20:00	82534,20	0,85	0,55	0,40	29527,71
8/12/2023	3:30:00	82073,90	0,85	0,55	0,40	29363,03
8/12/2023	3:40:00	82882,70	0,86	0,53	0,40	27398,96
8/12/2023	3:50:00	82624,60	0,85	0,55	0,40	29560,05
8/12/2023	4:00:00	82962,80	0,86	0,53	0,40	27425,44
8/12/2023	4:10:00	83526,90	0,86	0,53	0,40	27611,91
8/12/2023	4:20:00	83050,00	0,85	0,55	0,40	29712,24
8/12/2023	4:30:00	83128,30	0,86	0,53	0,40	27480,15
8/12/2023	4:40:00	82477,00	0,85	0,55	0,40	29507,24
8/12/2023	4:50:00	81920,50	0,85	0,55	0,40	29308,15
8/12/2023	5:00:00	81076,00	0,85	0,55	0,40	29006,02
8/12/2023	5:10:00	81501,90	0,85	0,55	0,40	29158,39
8/12/2023	5:20:00	83486,30	0,86	0,53	0,40	27598,49
8/12/2023	5:30:00	83656,90	0,86	0,53	0,40	27654,89



8/12/2023	5:40:00	83144,50	0,86	0,53	0,40	27485,50
8/12/2023	5:50:00	83069,30	0,86	0,53	0,40	27460,64
8/12/2023	6:00:00	82945,50	0,86	0,53	0,40	27419,72
8/12/2023	6:10:00	82396,60	0,86	0,53	0,40	27238,26
8/12/2023	6:20:00	82317,10	0,86	0,53	0,40	27211,98
8/12/2023	6:30:00	81949,40	0,86	0,53	0,40	27090,43
8/12/2023	6:40:00	82212,30	0,86	0,53	0,40	27177,34
8/12/2023	6:50:00	82899,40	0,87	0,51	0,40	25202,81
8/12/2023	7:00:00	82437,50	0,87	0,51	0,40	25062,38
8/12/2023	7:10:00	82306,50	0,87	0,51	0,40	25022,56
8/12/2023	7:20:00	81985,30	0,87	0,51	0,40	24924,91
8/12/2023	7:30:00	82146,20	0,87	0,51	0,40	24973,82
8/12/2023	7:40:00	82166,80	0,87	0,51	0,40	24980,09
8/12/2023	7:50:00	83108,00	0,87	0,51	0,40	25266,23
8/12/2023	8:00:00	83197,60	0,87	0,51	0,40	25293,47
8/12/2023	8:10:00	83970,40	0,87	0,51	0,40	25528,41
8/12/2023	8:20:00	83271,60	0,87	0,51	0,40	25315,96
8/12/2023	8:30:00	83397,10	0,87	0,51	0,40	25354,12
8/12/2023	8:40:00	83212,70	0,87	0,51	0,40	25298,06
8/12/2023	8:50:00	82135,50	0,87	0,51	0,40	24970,57
8/12/2023	9:00:00	82065,70	0,87	0,51	0,40	24949,35
8/12/2023	9:20:00	82094,80	0,87	0,51	0,40	24958,20
8/12/2023	9:30:00	82651,10	0,87	0,51	0,40	25127,32
8/12/2023	9:50:00	84219,20	0,87	0,51	0,40	25604,05
8/12/2023	10:00:00	84865,90	0,87	0,51	0,40	25800,66
8/12/2023	10:10:00	84641,50	0,87	0,51	0,40	25732,44
8/12/2023	12:10:00	82996,20	0,87	0,51	0,40	25232,24
8/12/2023	12:20:00	83393,20	0,87	0,51	0,40	25352,93
8/12/2023	12:30:00	83314,10	0,87	0,51	0,40	25328,89
8/12/2023	12:40:00	82588,20	0,87	0,51	0,40	25108,20
8/12/2023	12:50:00	82336,40	0,87	0,51	0,40	25031,65
8/12/2023	13:00:00	82878,30	0,87	0,51	0,40	25196,40
8/12/2023	13:10:00	82393,70	0,87	0,51	0,40	25049,07
8/12/2023	13:20:00	82665,90	0,87	0,51	0,40	25131,82
8/12/2023	13:30:00	82174,90	0,87	0,51	0,40	24982,55
8/12/2023	13:40:00	83170,30	0,87	0,51	0,40	25285,17
8/12/2023	13:50:00	82582,10	0,87	0,51	0,40	25106,35
8/12/2023	14:00:00	83636,10	0,87	0,51	0,40	25426,78
8/12/2023	14:10:00	85723,00	0,87	0,51	0,40	26061,23
8/12/2023	14:20:00	85422,70	0,87	0,51	0,40	25969,94
8/12/2023	14:30:00	85265,20	0,87	0,51	0,40	25922,05
8/12/2023	14:40:00	85353,70	0,87	0,51	0,40	25948,96
8/12/2023	14:50:00	85022,00	0,87	0,51	0,40	25848,12
8/12/2023	15:00:00	84715,10	0,87	0,51	0,40	25754,81

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



8/12/2023	15:10:00	84838,10	0,87	0,51	0,40	25792,21
8/12/2023	15:20:00	84397,70	0,87	0,51	0,40	25658,32
8/12/2023	15:30:00	85197,30	0,87	0,51	0,40	25901,41
8/12/2023	15:40:00	87884,00	0,87	0,51	0,40	26718,21
8/12/2023	15:50:00	88346,20	0,87	0,51	0,40	26858,73
8/12/2023	16:00:00	88641,70	0,87	0,51	0,40	26948,57
8/12/2023	16:10:00	90020,20	0,87	0,51	0,40	27367,65
8/12/2023	16:20:00	89139,80	0,86	0,53	0,40	29467,40
8/12/2023	16:30:00	89710,70	0,86	0,53	0,40	29656,12
8/12/2023	16:40:00	90979,60	0,87	0,51	0,40	27659,33
8/12/2023	16:50:00	90157,20	0,87	0,51	0,40	27409,30
8/12/2023	17:00:00	91115,20	0,87	0,51	0,40	27700,55
8/12/2023	17:10:00	90635,80	0,87	0,51	0,40	27554,81
8/12/2023	17:20:00	90759,10	0,87	0,51	0,40	27592,29
8/12/2023	17:30:00	89914,20	0,87	0,51	0,40	27335,43
8/12/2023	17:40:00	90877,90	0,87	0,51	0,40	27628,41
8/12/2023	17:50:00	90835,50	0,87	0,51	0,40	27615,52
8/12/2023	18:00:00	91313,20	0,87	0,51	0,40	27760,75
8/12/2023	18:10:00	89638,90	0,87	0,51	0,40	27251,73
8/12/2023	18:20:00	89024,90	0,87	0,51	0,40	27065,06

Anexo C6: Calculo de la potencia reactiva fija Qc transformador 125 kVA

Fecha	Hora	Potencia total (w)	Factor de potencia	K=(multiplicador del fp)	Qc= K* Potencia reactiva
7/12/2023	10:40:00	5108,75	0,83	0,243	1241,43
7/12/2023	10:50:00	5165,92	0,84	0,217	1121,00
7/12/2023	11:00:00	4845,12	0,84	0,217	1051,39
7/12/2023	11:10:00	4886,50	0,84	0,217	1060,37
7/12/2023	11:20:00	4838,23	0,84	0,217	1049,90
7/12/2023	11:30:00	5035,38	0,84	0,217	1092,68
7/12/2023	11:40:00	5153,61	0,85	0,194	999,80
7/12/2023	11:50:00	5166,39	0,87	0,141	759,46
7/12/2023	12:00:00	4821,75	0,84	0,217	1046,32
7/12/2023	12:10:00	4446,84	0,80	0,321	1427,44
7/12/2023	12:20:00	4586,73	0,81	0,295	1353,09
7/12/2023	12:30:00	4527,18	0,80	0,321	1453,22
7/12/2023	12:40:00	4544,32	0,80	0,321	1458,73
7/12/2023	12:50:00	4378,30	0,80	0,321	1405,43
7/12/2023	13:00:00	4301,59	0,80	0,321	1380,81
7/12/2023	13:10:00	4526,26	0,80	0,321	1452,93

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



7/12/2023	13:20:00	4432,35	0,82	0,296	1311,98
7/12/2023	13:30:00	4810,98	0,85	0,194	933,33
7/12/2023	13:40:00	4580,44	0,83	0,243	1113,05
7/12/2023	13:50:00	4859,10	0,84	0,217	1054,42
8/12/2023	8:10:00	3928,40	0,81	0,295	1158,88
8/12/2023	8:50:00	4493,06	0,80	0,321	1442,27
8/12/2023	9:00:00	5006,95	0,83	0,243	1216,69
8/12/2023	9:10:00	5078,77	0,83	0,243	1234,14
8/12/2023	9:20:00	5266,62	0,83	0,243	1279,79
8/12/2023	9:30:00	5188,98	0,83	0,243	1260,92
8/12/2023	9:40:00	4985,63	0,84	0,217	1081,88
8/12/2023	9:50:00	5276,68	0,86	0,167	881,21
8/12/2023	10:00:00	5195,75	0,84	0,217	1127,48
8/12/2023	10:10:00	5365,08	0,85	0,194	1040,83
8/12/2023	10:20:00	5349,73	0,85	0,194	1037,85
8/12/2023	10:30:00	5368,18	0,85	0,194	1041,43
8/12/2023	10:40:00	5267,32	0,84	0,217	1143,01
8/12/2023	10:50:00	4917,67	0,82	0,296	1455,63
8/12/2023	11:00:00	4574,65	0,83	0,243	1111,64
8/12/2023	11:10:00	4976,47	0,84	0,217	1079,89
8/12/2023	11:20:00	4937,49	0,83	0,243	1199,81
8/12/2023	11:30:00	4617,90	0,82	0,296	1366,90
8/12/2023	11:40:00	4895,79	0,83	0,243	1189,68
8/12/2023	11:50:00	4920,15	0,83	0,243	1195,60
8/12/2023	12:00:00	4904,73	0,83	0,243	1191,85
8/12/2023	12:10:00	4436,61	0,80	0,321	1424,15
8/12/2023	12:40:00	4323,97	0,80	0,321	1387,99
8/12/2023	13:40:00	4423,75	0,81	0,295	1305,01
8/12/2023	13:50:00	5260,37	0,86	0,167	878,48
8/12/2023	14:00:00	5266,81	0,87	0,141	774,22
8/12/2023	17:30:00	4597,61	0,85	0,194	891,94
8/12/2023	17:40:00	4326,16	0,86	0,167	722,47
8/12/2023	17:50:00	4692,67	0,87	0,141	689,82
8/12/2023	18:00:00	4502,36	0,84	0,217	977,01

Anexo C7: Calculo de la potencia reactiva fija Qc transformador 300 kVA

Fecha	Hora	Potencia total (W)	Factor de potencia	K=(factor multiplicador)	Qc=K*potencia activa
6/12/2023	20:40:00	54338,10	0,87	0,141	7661,67
6/12/2023	20:50:00	55416,10	0,87	0,141	7813,67

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



6/12/2023	21:00:00	54299,50	0,87	0,141	7656,23
6/12/2023	21:10:00	54467,50	0,87	0,141	7679,92
6/12/2023	21:20:00	54130,40	0,87	0,141	7632,39
6/12/2023	21:30:00	53888,50	0,87	0,141	7598,28
6/12/2023	21:40:00	55246,70	0,87	0,141	7789,78
6/12/2023	21:50:00	54514,90	0,87	0,141	7686,60
6/12/2023	22:00:00	54637,10	0,87	0,141	7703,83
6/12/2023	22:10:00	55232,90	0,87	0,141	7787,84
6/12/2023	22:20:00	55437,10	0,87	0,141	7816,63
6/12/2023	22:30:00	54676,70	0,87	0,141	7709,41
6/12/2023	22:40:00	55010,90	0,87	0,141	7756,54
6/12/2023	22:50:00	55488,30	0,87	0,141	7823,85
6/12/2023	23:00:00	56226,90	0,87	0,141	7927,99
6/12/2023	23:10:00	56064,50	0,87	0,141	7905,09
6/12/2023	23:20:00	56041,30	0,87	0,141	7901,82
6/12/2023	23:30:00	55040,40	0,87	0,141	7760,70
6/12/2023	23:40:00	54425,90	0,87	0,141	7674,05
6/12/2023	23:50:00	54256,40	0,87	0,141	7650,15
7/12/2023	0:00:00	54266,70	0,87	0,141	7651,60
7/12/2023	0:10:00	54290,10	0,87	0,141	7654,90
7/12/2023	0:20:00	54002,80	0,87	0,141	7614,39
7/12/2023	0:30:00	54432,00	0,87	0,141	7674,91
7/12/2023	0:40:00	54195,00	0,87	0,141	7641,50
7/12/2023	0:50:00	54205,10	0,87	0,141	7642,92
7/12/2023	1:00:00	53586,80	0,87	0,141	7555,74
7/12/2023	1:10:00	53978,40	0,87	0,141	7610,95
7/12/2023	1:20:00	54203,10	0,87	0,141	7642,64
7/12/2023	1:30:00	54360,50	0,87	0,141	7664,83
7/12/2023	1:40:00	54334,20	0,87	0,141	7661,12
7/12/2023	1:50:00	53831,00	0,87	0,141	7590,17
7/12/2023	2:00:00	52954,10	0,86	0,167	8843,33
7/12/2023	2:10:00	52438,50	0,86	0,167	8757,23
7/12/2023	2:20:00	52202,70	0,86	0,167	8717,85
7/12/2023	2:30:00	52412,60	0,86	0,167	8752,90
7/12/2023	2:40:00	53388,30	0,87	0,141	7527,75
7/12/2023	2:50:00	52048,10	0,86	0,167	8692,03
7/12/2023	3:00:00	52918,90	0,87	0,141	7461,56
7/12/2023	3:10:00	51969,00	0,86	0,167	8678,82
7/12/2023	3:20:00	52968,20	0,87	0,141	7468,52
7/12/2023	3:30:00	51739,50	0,86	0,167	8640,50



7/12/2023	3:40:00	51867,50	0,86	0,167	8661,87
7/12/2023	3:50:00	52644,90	0,87	0,141	7422,93
7/12/2023	4:00:00	53321,60	0,87	0,141	7518,35
7/12/2023	4:10:00	52906,00	0,87	0,141	7459,75
7/12/2023	4:20:00	52919,80	0,87	0,141	7461,69
7/12/2023	4:30:00	52858,50	0,87	0,141	7453,05
7/12/2023	4:40:00	52718,60	0,87	0,141	7433,32
7/12/2023	4:50:00	52935,40	0,87	0,141	7463,89
7/12/2023	5:00:00	52250,30	0,87	0,141	7367,29
7/12/2023	5:10:00	52453,60	0,87	0,141	7395,96
7/12/2023	5:20:00	52225,30	0,87	0,141	7363,77
7/12/2023	5:30:00	52624,60	0,87	0,141	7420,07
7/12/2023	5:40:00	52785,90	0,87	0,141	7442,81
7/12/2023	5:50:00	52153,50	0,87	0,141	7353,64
7/12/2023	6:00:00	52925,50	0,87	0,141	7462,50
7/12/2023	6:10:00	52153,60	0,87	0,141	7353,66
7/12/2023	6:20:00	52996,60	0,87	0,141	7472,52
7/12/2023	6:30:00	53211,40	0,87	0,141	7502,81
7/12/2023	6:40:00	52070,90	0,87	0,141	7342,00
7/12/2023	7:00:00	51066,30	0,87	0,141	7200,35
7/12/2023	9:00:00	51364,90	0,86	0,167	8577,94
7/12/2023	9:10:00	46049,10	0,86	0,167	7690,20
7/12/2023	9:40:00	83211,70	0,87	0,141	11732,85
7/12/2023	9:50:00	83325,60	0,87	0,141	11748,91
7/12/2023	10:00:00	83468,60	0,87	0,141	11769,07
7/12/2023	10:10:00	84228,80	0,87	0,141	11876,26
7/12/2023	10:30:00	83598,90	0,87	0,141	11787,44
7/12/2023	10:50:00	80958,10	0,87	0,141	11415,09
7/12/2023	11:00:00	80920,10	0,87	0,141	11409,73
7/12/2023	11:10:00	81826,50	0,87	0,141	11537,54
7/12/2023	11:20:00	82385,60	0,87	0,141	11616,37
7/12/2023	11:30:00	82397,90	0,87	0,141	11618,10
7/12/2023	11:40:00	81829,00	0,87	0,141	11537,89
7/12/2023	11:50:00	81563,70	0,87	0,141	11500,48
7/12/2023	12:00:00	81114,80	0,87	0,141	11437,19
7/12/2023	12:10:00	80012,80	0,87	0,141	11281,80
7/12/2023	12:20:00	79162,00	0,86	0,167	13220,05
7/12/2023	12:30:00	78994,10	0,86	0,167	13192,01
7/12/2023	12:40:00	78729,40	0,86	0,167	13147,81
7/12/2023	12:50:00	78558,60	0,86	0,167	13119,29



7/12/2023	13:00:00	78507,90	0,86	0,167	13110,82
7/12/2023	13:10:00	78403,40	0,86	0,167	13093,37
7/12/2023	13:20:00	77842,50	0,86	0,167	12999,70
7/12/2023	13:30:00	78382,40	0,86	0,167	13089,86
7/12/2023	13:40:00	78445,80	0,86	0,167	13100,45
7/12/2023	13:50:00	78237,30	0,86	0,167	13065,63
7/12/2023	14:00:00	79430,90	0,87	0,141	11199,76
7/12/2023	14:10:00	81014,80	0,87	0,141	11423,09
7/12/2023	14:20:00	79498,40	0,87	0,141	11209,27
7/12/2023	14:30:00	80367,80	0,87	0,141	11331,86
7/12/2023	14:40:00	79578,30	0,87	0,141	11220,54
7/12/2023	14:50:00	80639,10	0,87	0,141	11370,11
7/12/2023	15:00:00	80632,30	0,87	0,141	11369,15
7/12/2023	15:10:00	80693,80	0,87	0,141	11377,83
7/12/2023	15:20:00	80474,00	0,87	0,141	11346,83
7/12/2023	15:30:00	79572,90	0,87	0,141	11219,78
7/12/2023	15:40:00	80947,90	0,87	0,141	11413,65
7/12/2023	15:50:00	80985,20	0,87	0,141	11418,91
7/12/2023	16:00:00	81900,40	0,87	0,141	11547,96
7/12/2023	16:10:00	81066,70	0,86	0,167	13538,14
7/12/2023	16:20:00	83032,50	0,86	0,167	13866,43
7/12/2023	16:30:00	84707,80	0,86	0,167	14146,20
7/12/2023	16:40:00	84522,90	0,86	0,167	14115,32
7/12/2023	16:50:00	83818,70	0,86	0,167	13997,72
7/12/2023	17:00:00	84034,60	0,86	0,167	14033,78
7/12/2023	17:10:00	84323,60	0,86	0,167	14082,04
7/12/2023	17:20:00	84211,70	0,86	0,167	14063,35
7/12/2023	17:30:00	84108,60	0,86	0,167	14046,14
7/12/2023	17:40:00	85378,10	0,86	0,167	14258,14
7/12/2023	17:50:00	85096,00	0,86	0,167	14211,03
7/12/2023	18:00:00	85188,10	0,86	0,167	14226,41
7/12/2023	18:10:00	82448,20	0,86	0,167	13768,85
7/12/2023	18:20:00	81550,50	0,86	0,167	13618,93
7/12/2023	18:30:00	81766,10	0,87	0,141	11529,02
7/12/2023	18:40:00	82074,70	0,87	0,141	11572,53
7/12/2023	18:50:00	82799,40	0,87	0,141	11674,72
7/12/2023	19:00:00	83246,30	0,87	0,141	11737,73
7/12/2023	19:10:00	83505,50	0,87	0,141	11774,28
7/12/2023	19:20:00	83771,30	0,87	0,141	11811,75
7/12/2023	19:30:00	83080,60	0,87	0,141	11714,36

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
 Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
 Ibarra-Ecuador
 Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



7/12/2023	19:40:00	83992,10	0,87	0,141	11842,89
7/12/2023	19:50:00	84692,50	0,87	0,141	11941,64
7/12/2023	20:00:00	85107,40	0,87	0,141	12000,14
7/12/2023	20:10:00	84324,00	0,86	0,167	14082,11
7/12/2023	20:20:00	84910,30	0,86	0,167	14180,02
7/12/2023	20:30:00	85407,60	0,87	0,141	12042,47
7/12/2023	20:40:00	85088,80	0,86	0,167	14209,83
7/12/2023	20:50:00	85237,10	0,86	0,167	14234,60
7/12/2023	21:00:00	84693,20	0,86	0,167	14143,76
7/12/2023	21:10:00	85413,90	0,86	0,167	14264,12
7/12/2023	21:20:00	86225,40	0,86	0,167	14399,64
7/12/2023	21:30:00	85623,20	0,86	0,167	14299,07
7/12/2023	21:40:00	85644,10	0,86	0,167	14302,56
7/12/2023	21:50:00	85321,80	0,86	0,167	14248,74
7/12/2023	22:00:00	83377,40	0,86	0,167	13924,03
7/12/2023	22:10:00	83252,90	0,86	0,167	13903,23
7/12/2023	22:20:00	81836,00	0,85	0,194	15876,18
7/12/2023	22:30:00	82742,30	0,85	0,194	16052,01
7/12/2023	22:40:00	83428,00	0,85	0,194	16185,03
7/12/2023	22:50:00	83540,90	0,86	0,167	13951,33
7/12/2023	23:00:00	83247,70	0,86	0,167	13902,37
7/12/2023	23:10:00	82920,20	0,86	0,167	13847,67
7/12/2023	23:20:00	82163,20	0,86	0,167	13721,25
7/12/2023	23:30:00	82177,70	0,86	0,167	13723,68
7/12/2023	23:40:00	82009,20	0,86	0,167	13695,54
7/12/2023	23:50:00	83277,00	0,86	0,167	13907,26
8/12/2023	0:00:00	83788,50	0,86	0,167	13992,68
8/12/2023	0:10:00	83066,20	0,86	0,167	13872,06
8/12/2023	0:20:00	83411,70	0,86	0,167	13929,75
8/12/2023	0:30:00	83474,70	0,86	0,167	13940,27
8/12/2023	0:40:00	82361,90	0,85	0,194	15978,21
8/12/2023	0:50:00	82249,10	0,85	0,194	15956,33
8/12/2023	1:00:00	82252,10	0,85	0,194	15956,91
8/12/2023	1:10:00	82810,10	0,85	0,194	16065,16
8/12/2023	1:20:00	83213,90	0,85	0,194	16143,50
8/12/2023	1:30:00	82747,90	0,85	0,194	16053,09
8/12/2023	1:40:00	82351,10	0,85	0,194	15976,11
8/12/2023	1:50:00	82932,00	0,85	0,194	16088,81
8/12/2023	2:00:00	82370,20	0,85	0,194	15979,82
8/12/2023	2:10:00	82281,30	0,85	0,194	15962,57



8/12/2023	2:20:00	81276,70	0,85	0,194	15767,68
8/12/2023	2:30:00	81832,40	0,85	0,194	15875,49
8/12/2023	2:40:00	82578,30	0,85	0,194	16020,19
8/12/2023	2:50:00	83158,60	0,85	0,194	16132,77
8/12/2023	3:00:00	83134,40	0,85	0,194	16128,07
8/12/2023	3:10:00	82913,50	0,85	0,194	16085,22
8/12/2023	3:20:00	82534,20	0,85	0,194	16011,63
8/12/2023	3:30:00	82073,90	0,85	0,194	15922,34
8/12/2023	3:40:00	82882,70	0,86	0,167	13841,41
8/12/2023	3:50:00	82624,60	0,85	0,194	16029,17
8/12/2023	4:00:00	82962,80	0,86	0,167	13854,79
8/12/2023	4:10:00	83526,90	0,86	0,167	13948,99
8/12/2023	4:20:00	83050,00	0,85	0,194	16111,70
8/12/2023	4:30:00	83128,30	0,86	0,167	13882,43
8/12/2023	4:40:00	82477,00	0,85	0,194	16000,54
8/12/2023	4:50:00	81920,50	0,85	0,194	15892,58
8/12/2023	5:00:00	81076,00	0,85	0,194	15728,74
8/12/2023	5:10:00	81501,90	0,85	0,194	15811,37
8/12/2023	5:20:00	83486,30	0,86	0,167	13942,21
8/12/2023	5:30:00	83656,90	0,86	0,167	13970,70
8/12/2023	5:40:00	83144,50	0,86	0,167	13885,13
8/12/2023	5:50:00	83069,30	0,86	0,167	13872,57
8/12/2023	6:00:00	82945,50	0,86	0,167	13851,90
8/12/2023	6:10:00	82396,60	0,86	0,167	13760,23
8/12/2023	6:20:00	82317,10	0,86	0,167	13746,96
8/12/2023	6:30:00	81949,40	0,86	0,167	13685,55
8/12/2023	6:40:00	82212,30	0,86	0,167	13729,45
8/12/2023	6:50:00	82899,40	0,87	0,141	11688,82
8/12/2023	7:00:00	82437,50	0,87	0,141	11623,69
8/12/2023	7:10:00	82306,50	0,87	0,141	11605,22
8/12/2023	7:20:00	81985,30	0,87	0,141	11559,93
8/12/2023	7:30:00	82146,20	0,87	0,141	11582,61
8/12/2023	7:40:00	82166,80	0,87	0,141	11585,52
8/12/2023	7:50:00	83108,00	0,87	0,141	11718,23
8/12/2023	8:00:00	83197,60	0,87	0,141	11730,86
8/12/2023	8:10:00	83970,40	0,87	0,141	11839,83
8/12/2023	8:20:00	83271,60	0,87	0,141	11741,30
8/12/2023	8:30:00	83397,10	0,87	0,141	11758,99
8/12/2023	8:40:00	83212,70	0,87	0,141	11732,99
8/12/2023	8:50:00	82135,50	0,87	0,141	11581,11



8/12/2023	9:00:00	82065,70	0,87	0,141	11571,26
8/12/2023	9:20:00	82094,80	0,87	0,141	11575,37
8/12/2023	9:30:00	82651,10	0,87	0,141	11653,81
8/12/2023	9:50:00	84219,20	0,87	0,141	11874,91
8/12/2023	10:00:00	84865,90	0,87	0,141	11966,09
8/12/2023	10:10:00	84641,50	0,87	0,141	11934,45
8/12/2023	12:10:00	82996,20	0,87	0,141	11702,46
8/12/2023	12:20:00	83393,20	0,87	0,141	11758,44
8/12/2023	12:30:00	83314,10	0,87	0,141	11747,29
8/12/2023	12:40:00	82588,20	0,87	0,141	11644,94
8/12/2023	12:50:00	82336,40	0,87	0,141	11609,43
8/12/2023	13:00:00	82878,30	0,87	0,141	11685,84
8/12/2023	13:10:00	82393,70	0,87	0,141	11617,51
8/12/2023	13:20:00	82665,90	0,87	0,141	11655,89
8/12/2023	13:30:00	82174,90	0,87	0,141	11586,66
8/12/2023	13:40:00	83170,30	0,87	0,141	11727,01
8/12/2023	13:50:00	82582,10	0,87	0,141	11644,08
8/12/2023	14:00:00	83636,10	0,87	0,141	11792,69
8/12/2023	14:10:00	85723,00	0,87	0,141	12086,94
8/12/2023	14:20:00	85422,70	0,87	0,141	12044,60
8/12/2023	14:30:00	85265,20	0,87	0,141	12022,39
8/12/2023	14:40:00	85353,70	0,87	0,141	12034,87
8/12/2023	14:50:00	85022,00	0,87	0,141	11988,10
8/12/2023	15:00:00	84715,10	0,87	0,141	11944,83
8/12/2023	15:10:00	84838,10	0,87	0,141	11962,17
8/12/2023	15:20:00	84397,70	0,87	0,141	11900,08
8/12/2023	15:30:00	85197,30	0,87	0,141	12012,82
8/12/2023	15:40:00	87884,00	0,87	0,141	12391,64
8/12/2023	15:50:00	88346,20	0,87	0,141	12456,81
8/12/2023	16:00:00	88641,70	0,87	0,141	12498,48
8/12/2023	16:10:00	90020,20	0,87	0,141	12692,85
8/12/2023	16:20:00	89139,80	0,86	0,167	14886,35
8/12/2023	16:30:00	89710,70	0,86	0,167	14981,69
8/12/2023	16:40:00	90979,60	0,87	0,141	12828,12
8/12/2023	16:50:00	90157,20	0,87	0,141	12712,17
8/12/2023	17:00:00	91115,20	0,87	0,141	12847,24
8/12/2023	17:10:00	90635,80	0,87	0,141	12779,65
8/12/2023	17:20:00	90759,10	0,87	0,141	12797,03
8/12/2023	17:30:00	89914,20	0,87	0,141	12677,90
8/12/2023	17:40:00	90877,90	0,87	0,141	12813,78

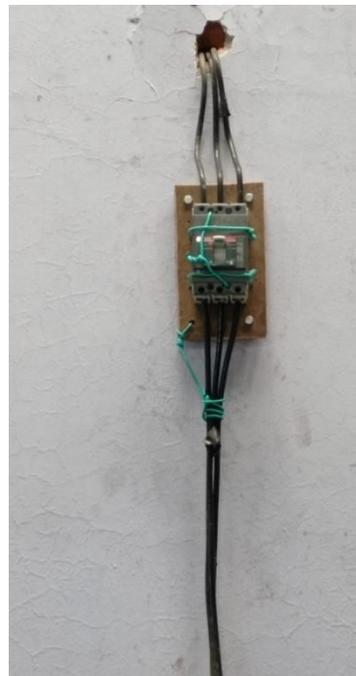
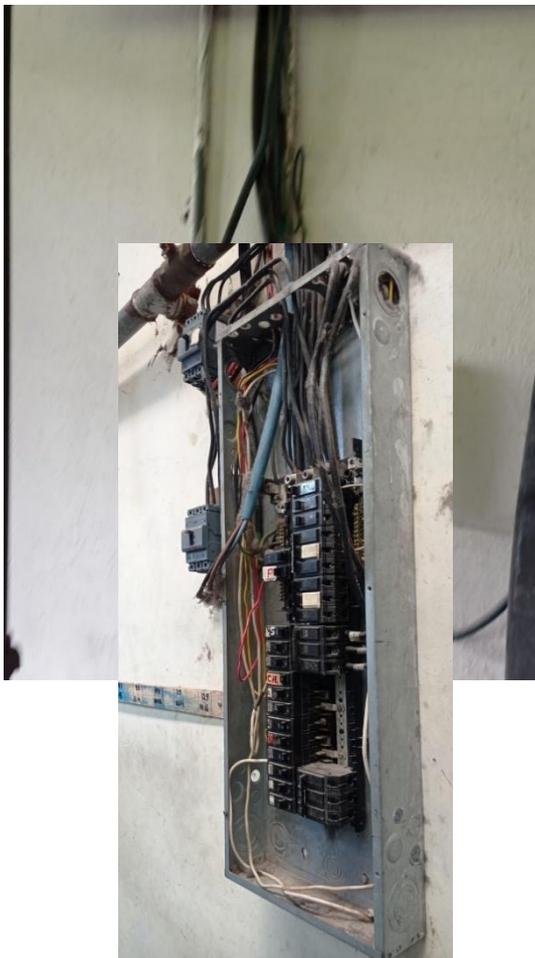
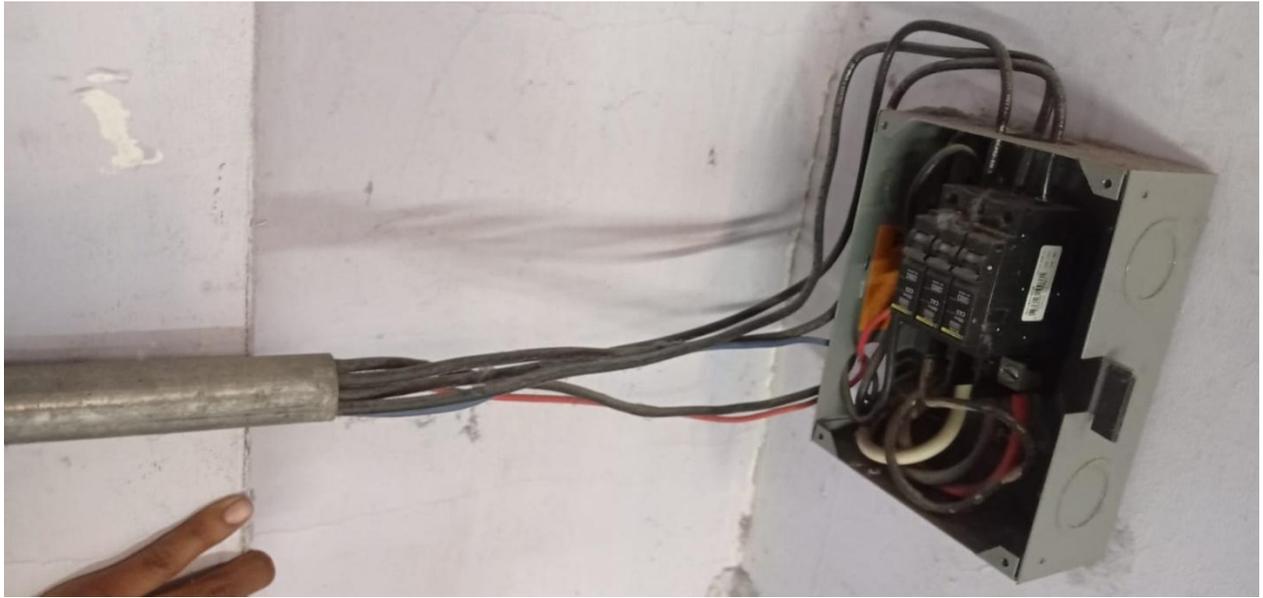


8/12/2023	17:50:00	90835,50	0,87	0,141	12807,81
8/12/2023	18:00:00	91313,20	0,87	0,141	12875,16
8/12/2023	18:10:00	89638,90	0,87	0,141	12639,08
8/12/2023	18:20:00	89024,90	0,87	0,141	12552,51
8/12/2023	19:00:00	87781,60	0,87	0,141	12377,21
8/12/2023	19:10:00	87462,10	0,87	0,141	12332,16
8/12/2023	19:20:00	86435,50	0,87	0,141	12187,41
8/12/2023	19:30:00	86707,80	0,87	0,141	12225,80
8/12/2023	19:40:00	85126,00	0,87	0,141	12002,77
8/12/2023	19:50:00	85697,90	0,87	0,141	12083,40
8/12/2023	20:00:00	86275,50	0,87	0,141	12164,85
8/12/2023	20:10:00	86407,80	0,87	0,141	12183,50
8/12/2023	20:20:00	87181,50	0,87	0,141	12292,59
8/12/2023	20:30:00	86169,10	0,87	0,141	12149,84
8/12/2023	20:40:00	87004,50	0,87	0,141	12267,63
8/12/2023	20:50:00	86331,10	0,87	0,141	12172,69
8/12/2023	21:00:00	87306,50	0,87	0,141	12310,22
8/12/2023	21:10:00	87442,50	0,87	0,141	12329,39
8/12/2023	21:20:00	86868,90	0,86	0,167	14507,11
8/12/2023	21:30:00	86802,20	0,86	0,167	14495,97
8/12/2023	21:40:00	87514,90	0,86	0,167	14614,99
8/12/2023	21:50:00	87873,70	0,86	0,167	14674,91
8/12/2023	22:00:00	88093,00	0,86	0,167	14711,53
8/12/2023	22:10:00	88620,80	0,86	0,167	14799,67
8/12/2023	22:20:00	87454,90	0,86	0,167	14604,97
8/12/2023	22:30:00	86162,70	0,86	0,167	14389,17
8/12/2023	22:40:00	85774,80	0,86	0,167	14324,39
8/12/2023	22:50:00	85429,40	0,86	0,167	14266,71
8/12/2023	23:00:00	84923,10	0,86	0,167	14182,16
8/12/2023	23:10:00	84735,80	0,86	0,167	14150,88
8/12/2023	23:20:00	85808,00	0,86	0,167	14329,94
8/12/2023	23:30:00	86348,50	0,86	0,167	14420,20
8/12/2023	23:40:00	85997,50	0,86	0,167	14361,58
8/12/2023	23:50:00	86008,30	0,86	0,167	14363,39



C8: Tableros de distribución en mal estado.





Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
Av.17 de Julio 5-21 y Gral. José María Córdova
Ibarra-Ecuador
Teléfono: (06) 2997-800 RUC: 1060001070001
www.utn.edu.ec



C9: Iluminación y cableado



