



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE  
CALIDAD DE ENERGÍA PARA LA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN No.1 EN LA EMPRESA TUBOS RIVAL S.A.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

**AUTOR:**

**LUIS JAVIER GIA BELDUMA**

**Director: Ing. MsC. Pablo Danilo Arias Reyes**

**CUENCA – ECUADOR**

**2020**

## DECLARACIÓN

Yo, Luis Javier Gia Belduma declaro bajo juramento que el trabajo de investigación descrito aquí es de mi autoría; que no ha sido anteriormente presentado para ningún grado o disposición profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.



---

Luis Javier Gia Belduma

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación fue desarrollado por Luis Javier Gia Belduma bajo mi supervisión.



---

Ing. MsC. Pablo Danilo Arias Reyes  
**DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la rectitud y la felicidad hasta el momento; en segunda parte a cada uno de los miembros de mi familia en especial a mis padres, por siempre haberme brindado su fuerza y apoyo incondicional; que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

También agradezco a la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA por darme la oportunidad de obtener gran cantidad de conocimientos para llegar a ser un buen profesional.

Y por último agradezco a mi director de trabajo de investigación Ing. Ms. Pablo Danilo Arias Reyes quien me ayudó incondicionalmente en todo momento.

## **DEDICATORIA**

Como gesto de agradecimiento, me honra dedicarles este proyecto de investigación a Dios y a mis padres. Porque han estado a mi lado a cada paso que doy diariamente, cuidándome y fortaleciéndome para continuar, los mismos que han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo primordial en todo momento. Reposando su entera confianza en cada reto que se ha presentado sin dudar ni un solo momento mi esfuerzo y capacidad de superación.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS .....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	1
1.1 Reseña Histórica.....	1
1.2 Calidad de energía eléctrica.....	2
1.3 Importancia de calidad de energía .....	3
1.4 Definición de eficiencia energética .....	4
1.5 Importancia de la eficiencia energética .....	4
1.6 Auditoria energética .....	9
1.7 Tipos de auditorías que se pueden aplicar a una empresa.....	10
1.8 Objetivos de una auditoría.....	10
2. DEFINICIONES TÉCNICAS Y MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Cargas lineales .....	12
2.2 Cargas no lineales .....	13
2.3 Perturbaciones atribuidas al consumidor.....	14
2.3.1 Alteración de tensión.....	15
2.3.2 Caída de tensión (SAGS).....	15
2.3.3 Incremento de tensión (SWELL).....	16
2.3.4 Sobretensión transitoria .....	16
2.3.5 Flicker o de tensión fluctuación de tensión .....	17
2.4 Transitorios .....	17
2.4.1 Transitorio impulsivo .....	17
2.4.2 Transitorio oscilatorio .....	18
2.5 Subtensión .....	18
2.6 Sobretensión.....	19
2.7 Desequilibrio de tensión .....	19

2.8	Distorsión de la forma de onda.....	19
2.8.1	Armónicos .....	19
2.8.2	Corte .....	20
2.8.3	Ruido .....	20
3.	NORMAS PARA CALIDAD DE ENERGÍA, EFICIENCIA Y AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA .....	21
3.1	Norma EM 50160 .....	21
3.2	norma IEC 61000-3-2.....	22
3.3	Norma IEC 6100024.....	22
3.4	Norma IEC 61000430.....	22
3.5	Norma IEEE 1159 .....	23
3.6	Norma IEC 5552 .....	23
3.7	Estándar IEEE 519.....	24
3.8	Norma ISO 14001 .....	25
3.9	Norma ISO 50001 .....	26
3.10	Norma ISO 50002 .....	28
3.11	Norma ISO 50003 .....	28
3.12	Norma ISO 50015 .....	28
3.13	Norma UNE-EN 16247.....	28
4.	PENALIZACIÓN ELÉCTRICA.....	29
4.1	Tarifas eléctricas .....	29
4.2	Penalizaciones eléctricas .....	30
5.	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	32
5.1	Analizador de redes eléctricas FLUKE 434 .....	32
5.1.1	Principales características de un analizador de redes eléctricas .....	32
5.1.2	Partes del equipo analizador FLUKE 434.....	32
5.1.3	Funciones del equipo analizador FLUKE 434.....	34
5.1.4	Programación básica de analizador FLUKE 434 .....	35
5.1.5	Diagramas de conexión del analizador de redes FLUKE 434.....	36
5.2	Pinza amperimétrica FLUKE 381 .....	37
5.3	Cámara de termografía FLIR E75 .....	38
6.	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN No.1 EN LA EMPRESA RIVAL S.A.....	40
6.1	Objetivos.....	41
6.2	Planificación y responsabilidad de la dirección .....	43
6.3	Implementación y gestión de los recursos para la ejecución.....	44

6.4 Monitoreo y verificación .....	45
6.5 Auditoría .....	48
6.6 Revisión plan de gestión .....	49
7. RECOPIACIÓN DE DATOS.....	50
7.1 Recopilación de datos de la planilla de facturación de consumo eléctrico mensual, anual	50
7.2 Plano unifilar eléctrico inicial de la planta de producción No.1 .....	50
7.3 Plano unifilar eléctrico actual de la planta de producción No.1 .....	50
7.4 Trabajo de campo de la investigación .....	51
7.4.1 Obtención de datos con pinza amperimétrica.....	51
7.4.2 Obtención de datos con analizador de redes eléctricas.....	52
7.4.3 Medida de temperatura con termómetro infrarrojo.....	97
7.4.4 Hoja de datos de potencia y tensión de equipos instalados en los tableros que se analiza .....	108
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	109
8.1 Análisis de crecimiento de curva de consumo de energía eléctrica por facturación.	109
8.2 Análisis de consumo de potencia activa, aparente y reactiva instaladas en la planta de producción No.1.....	112
8.3 Análisis de consumo de corriente vs conductor en la planta de producción No.1 ....	115
8.4 Análisis de registro de FP. En sectores estratégicos de la planta de producción No.1	119
8.5 Análisis de sobrecalentamiento térmico, envolvente, aislamiento de conductores ..	122
8.6 Acondicionamientos de espacios en la planta de producción No.1.....	125
8.7 Identificación de propuestas de ahorro para la planta de producción No.1 .....	126
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	129
9.1 Conclusiones.....	129
9.2 Recomendaciones .....	130
10. BIBLIOGRAFÍA .....	131
11. ANEXOS .....	133

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. 1	Atmósfera de la tierra libre de contaminación por el uso adecuado de la energía. ...	4
Fig. 2. 1	Onda de voltaje y corriente de una carga lineal.....	12
Fig. 2. 2	Curva del comportamiento de una carga lineal. ....	13
Fig. 2. 3	Distorsión de voltaje por carga no lineal.....	13
Fig. 2. 4	Curva del comportamiento de una carga no lineal.....	14
Fig. 2. 5	Curva de espectro de un SAG.....	15
Fig. 2. 6	Curva de aumento de tensión o SWELL. ....	16
Fig. 2. 7	Curva de fluctuación de voltaje, FLICKER. ....	17
Fig. 2. 8	Curva de transitorio impulsivo. ....	18
Fig. 2. 9	Curva de espectro de transitorio oscilatorio.....	18
Fig. 2. 10	Distorsión de una onda por armónicos. ....	20
Fig. 2. 11	Curva de espectro de corte. ....	20
Fig. 2. 12	Curva de espectro de ruido. ....	20
Fig. 3. 1	Estructura de la norma ISO 50001. ....	27
Fig. 5. 1	Características principales de un analizador de redes. ....	32
Fig. 5. 2	Partes del equipo analizador FLUKE 434.....	33
Fig. 5. 3	Ubicación del puerto RS-232 en el equipo analizador FLUKE 434.....	34
Fig. 5. 4	Conexión del equipo analizador FLUKE 434 en un sistema de distribución trifásico. ....	36
Fig. 5. 5	Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado. ....	36
Fig. 5. 6	Pinza amperimétrica FLUKE 381. ....	37
Fig. 5. 7	Cámara de termografía FLIR E75. ....	39
Fig. 6. 1	Modelo de proceso de gestión de la calidad de energía en planta de producción No.1 RIVAL S.A. ....	41
Fig. 7. 1	Adquisición de datos por medio de analizador y amperímetro ....	51
Fig. 7. 2	Ubicación de Zonas de maquinarias en la Planta de Producción N°1 ....	52
Fig. 7. 3	Ubicación de Zonas de molino granulado pallman – Zona N°2 ....	53
Fig. 7. 4	Valores de tensión registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	54
Fig. 7. 5	Valores de corriente registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	55
Fig. 7. 6	Valores de DPF registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	56
Fig. 7. 7	Valores de factor de potencia registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	57
Fig. 7. 8	Valores de potencia reactiva registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	58
Fig. 7. 9	Valores de potencia aparente registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	59
Fig. 7. 10	Valores de potencia activa registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018.....	60
Fig. 7. 11	Ubicación de Zonas de Inyectoras – Zona N°23.....	61
Fig. 7. 12	Valores de corriente del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018.....	62
Fig. 7. 13	Valores de variación de frecuencia del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018.....	63
Fig. 7. 14	Valores de tensión del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018.....	64
Fig. 7. 15	Ubicación de Zonas de mezcladoras y extrusoras – Zona N°3.....	65

Fig. 7. 16 Valores de tensión registrado periodo del 04 al 11 de enero del 2019 .....	66
Fig. 7. 17 Valores de corriente periodo del 04 al 11 de enero del 2019.....	67
Fig. 7. 18 Valores de DPF periodo del 04 al 11 de enero del 2019 .....	68
Fig. 7. 19 Valores de factor de potencia periodo del 04 al 11 de enero del 2019 .....	69
Fig. 7. 20 Valores de potencia reactiva periodo del 04 al 11 de enero del 2019.....	70
Fig. 7. 21 Valores de potencia aparente periodo del 04 al 11 de enero del 2019 .....	71
Fig. 7. 22 Valores de potencia activa periodo del 04 al 11 de enero del 2019.....	72
Fig. 7. 23 Ubicación de Zonas de chiller y compresores – Zona N°10 y 11 .....	73
Fig. 7. 24 Valores de tensión periodo del 22 al 29 de febrero del 2019.....	74
Fig. 7. 25 Valores de corriente periodo del 22 al 29 de febrero del 2019 .....	75
Fig. 7. 26 Valores de DPF periodo del 22 al 29 de febrero del 2019 .....	76
Fig. 7. 27 Valores de factor de potencia periodo del 22 al 29 de febrero del 2019 .....	77
Fig. 7. 28 Valores de potencia reactiva periodo del 22 al 29 de febrero del 2019.....	78
Fig. 7. 29 Valores de potencia aparente periodo del 22 al 29 de febrero del 2019.....	79
Fig. 7. 30 Valores de potencia activa periodo del 22 al 29 de febrero del 2019.....	80
Fig. 7. 31 Ubicación de Zonas del transformado N°1 – a un lado de Zona N°14 .....	81
Fig. 7. 32 Valores de tensión periodo del 12 al 19 de marzo del 2019 .....	82
Fig. 7. 33 Valores de corriente periodo del 12 al 19 de marzo del 2019.....	83
Fig. 7. 34 Valores de DPF periodo del 12 al 19 de marzo del 2019.....	84
Fig. 7. 35 Valores de factor de potencia periodo del 12 al 19 de marzo del 2019.....	85
Fig. 7. 36 Valores de potencia reactiva periodo del 12 al 19 de marzo del 2019.....	86
Fig. 7. 37 Valores de potencia aparente periodo del 12 al 19 de marzo del 2019 .....	87
Fig. 7. 38 Valores de potencia activa periodo del 12 al 19 de marzo del 2019.....	88
Fig. 7. 39 Ubicación de Zonas del transformado No.2 – a un lado de Zona N°14 .....	89
Fig. 7. 40 Valores de tensión periodo del 19 al 26 de marzo del 2019 .....	90
Fig. 7. 41 Valores de corriente periodo del 19 al 26 de marzo del 2019.....	91
Fig. 7. 42 Valores de DPF periodo del 19 al 26 de marzo del 2019.....	92
Fig. 7. 43 Valores de factor de potencia periodo del 19 al 26 de marzo del 2019.....	93
Fig. 7. 44 Valores de potencia reactiva periodo del 19 al 26 de marzo del 2019.....	94
Fig. 7. 45 Valores de potencia aparente periodo del 19 al 26 de marzo del 2019 .....	95
Fig. 7. 46 Valores de potencia activa periodo del 19 al 26 de marzo del 2019.....	96
Fig. 7. 47 Protección principal de tablero molino granulado pallman donde se adquirió el valor de temperatura.....	97
Fig. 7. 48 Foto de termografía en las tres fases del tablero molino granulado pallman. ....	97
Fig. 7. 49 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de molino granulado pallman .....	98
Fig. 7. 50 Protección principal de tablero de inyectoras donde se adquirió el valor de temperatura .....	99
Fig. 7. 51 Foto de termografía en las tres fases del tablero de inyectoras.....	99
Fig. 7. 52 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de inyectoras .....	100
Fig. 7. 53 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de mezcladoras y extrusoras .....	101
Fig. 7. 54 Protección principal de tablero de chiller y compresores donde se adquirió el valor de temperatura .....	102
Fig. 7. 55 Foto de termografía en las tres fases del tablero de chiller y compresores .....	102
Fig. 7. 56 Valores de temperatura de las tres fases de tablero chiller y compresores .....	103

Fig. 7. 57 Protección principal de tablero de transformador. No.1 donde se adquirió el valor de temperatura .....	104
Fig. 7. 58 Foto de termografía en las tres fases del tablero de Transformador No.1 .....	104
Fig. 7. 59 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de transformador. No.1 .....	105
Fig. 7. 60 Protección principal de tablero de transformador No.2 donde se adquirió el valor de temperatura .....	106
Fig. 7. 61 Foto de termografía en las tres fases del tablero de Transformador No.2 .....	106
Fig. 7. 62 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de transformador No.2 .....	107
Fig. 8. 1 Curva de crecimiento de potencia activa .....	111
Fig. 8. 2 Curva de crecimiento económico .....	111
Fig. 8. 3 Curva % de crecimiento mensual .....	112
Fig. 8. 4 Iluminación natural en planta de producción. ....	126

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1 Clasificación de los aumentos de tensión.....	16
Tabla 3. 1 Límites de funcionalidad según norma EM 50160. ....	21
Tabla 3. 2 Margen de armónico para equipos de tipo A. ....	22
Tabla 3. 3 Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159. ....	23
Tabla 3. 4 Límites según la norma IEEE519. ....	24
Tabla 3. 5 Límites según la norma IEEE519 según la distorsión armónica. ....	25
Tabla 3. 6 Aspectos principales que se deben realizar con respecto a la norma.....	26
Tabla 4. 1 (a) Tabla de categorías de tarifas para penalizaciones. ....	29
Tabla 4. 2 (b) Tabla de categorías de tarifas para penalizaciones. ....	30
Tabla 5. 1 Descripción de las partes del equipo analizador FLUKE 434. ....	33
Tabla 6. 1 Matriz de objetivos del sistema de gestión de calidad de energía .....	42
Tabla 6. 2 Matriz de planificación y responsabilidad para el sistema gestión de calidad de energía .....	43
Tabla 6. 3 Cronograma de actividades aplicables dentro del sistema de gestión de calidad de energía .....	44
Tabla 6. 4 Matriz para obtener los parámetros de medición.....	45
Tabla 6. 5 Matriz de análisis de los diversos parámetros establecido en el sistema de gestión de calidad .....	46
Tabla 6. 6 Matriz de acciones preventivas del sistema de gestión de calidad de energía ....	47
Tabla 6. 7 Matriz de acciones correctivas del sistema de gestión de calidad de energía .....	48
Tabla 6. 8 Matriz de diagnóstico del sistema de gestión de calidad de energía .....	49
Tabla 7. 1 Tabla de valores económicos por facturación de consumos. ....	110
Tabla 7. 2 Tabla de potencias de tablero molino granulado pallman.....	112
Tabla 7. 3 Tabla de potencias de tablero mezcladoras y extrusoras. ....	113
Tabla 7. 4 Tabla de potencias de tablero chiller y compresores. ....	113
Tabla 7. 5 Tabla de potencias del Transformador N°1. ....	114
Tabla 7. 6 Tabla de potencias del Transformador N°2. ....	114
Tabla 7. 7 Tabla de frecuencia del tablero de inyectoras .....	115
Tabla 7. 8 Tabla de valores de corriente en tablero molino granulado pallman.....	116
Tabla 7. 9 Tabla de valores de corriente en tablero inyectoras. ....	116
Tabla 7. 10 Tabla de valores de corriente en tablero mezcladoras y extrusoras. ....	117
Tabla 7. 11 Tabla de valores de corriente en tablero chiller y compresores. ....	118
Tabla 7. 12 Tabla de valores de corriente en tablero del transformador No.1. ....	118
Tabla 7. 13 Tabla de valores de corriente en tablero del transformador N°2. ....	119
Tabla 7. 14 Tabla de valores de factor de potencia del transformador N°1. ....	120
Tabla 7. 15 Tabla de valores de factor de potencia del transformador N°2. ....	121
Tabla 7. 16 Valores de temperatura – conductor tablero molino granulado pallman. ....	122
Tabla 7. 17 Valores de temperatura – conductor tablero inyectoras.....	123
Tabla 7. 18 Valores de temperatura – conductor tablero mezcladoras y extrusoras. ....	123
Tabla 7. 19 Valores de temperatura – conductor tablero chiller y compresores. ....	124
Tabla 7. 20 Valores de temperatura – conductor del transformador No.1. ....	124
Tabla 7. 21 Valores de temperatura – conductor del transformador No.2. ....	125
Tabla 7. 22 Valores para desarrollo de corrección de fallas en la planta.....	128
Tabla 8. 1 Tabla de valores económicos por facturación de consumos .....	110
Tabla 8. 2 Tabla de potencias de tablero molino granulado pallman.....	112

Tabla 8. 3	Tabla de potencias de tablero mezcladoras y extrusoras.....	113
Tabla 8. 4	Tabla de potencias de tablero chiller y compresores.....	113
Tabla 8. 5	Tabla de potencias del Transformador No.1.....	114
Tabla 8. 6	Tabla de potencias del Transformador No.2.....	114
Tabla 8. 7	Tabla de frecuencia del tablero de inyectoras .....	115
Tabla 8. 8	Tabla de valores de corriente en tablero molino granulado pallman.....	116
Tabla 8. 9	Tabla de valores de corriente en tablero inyectoras .....	116
Tabla 8. 10	Tabla de valores de corriente en tablero mezcladoras y extrusoras .....	117
Tabla 8. 11	Tabla de valores de corriente en tablero chiller y compresores .....	118
Tabla 8. 12	Tabla de valores de corriente en tablero del transformador No.1 .....	118
Tabla 8. 13	Tabla de valores de corriente en tablero del transformador No.2 .....	119
Tabla 8. 14	Tabla de valores de factor de potencia del transformador No.1.....	120
Tabla 8. 15	Tabla de valores de factor de potencia del transformador No.2.....	121
Tabla 8. 16	Valores de temperatura – conductor tablero molino granulado pallman .....	122
Tabla 8. 17	Valores de temperatura – conductor tablero inyectoras.....	123
Tabla 8. 18	Valores de temperatura – conductor tablero mezcladoras y extrusoras .....	123
Tabla 8. 19	Valores de temperatura – conductor tablero chiller y compresores .....	124
Tabla 8. 20	Valores de temperatura – conductor del transformador No.1 .....	124
Tabla 8. 21	Valores de temperatura – conductor del transformador No.2 .....	125
Tabla 8. 22	Valores para desarrollo de corrección de fallas en la planta.....	128

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> :Planillas de consumo eléctrico de empresa RIVAL S.A.....	134
<b>Anexo 2</b> :Diagrama unifilar inicial de planta de producción No.1 .....	154
<b>Anexo 3</b> : Diagrama unifilar actual de planta de producción No.1 .....	160
<b>Anexo 4</b> : Muestras termo gráficas de tableros analizados .....	184

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo de investigación se enfoca en la implementación de un sistema de gestión de calidad de energía para la planta de producción No.1 en la empresa RIVAL S.A. basados en las normas ISO 50001, ISO 9001:2015 y ISO 14001, con el propósito de verificar el estado del suministro de energía eléctrica que recibe el abonado después de que el proveedor la entrega, condiciones de calidad como: tensiones equilibradas sinusoidales con amplitudes y frecuencias normales, potencias dentro del rango establecido y factor de potencia adecuados.

Debido al incremento de la productividad en la empresa Plásticos RIVAL S.A. se ha efectuado un gran desarrollo tecnológico con la implementación de maquinarias y equipos electrónicos, lo cual con la implementación del sistema de gestión permitirá realizar un análisis de posibles soluciones para corregir los disturbios, variaciones de voltaje, bajo factor de potencia entre otros aspectos de calidad y eficiencia energética.

El desarrollo de la investigación se basará en el análisis de zonas establecidas como críticas que han sido proporcionadas por la oficina de mantenimiento eléctrico de la empresa, dentro de lo cual se verificarán parámetros muy generalizados como potencias, voltajes, corrientes y estado de conductores eléctricos. Basadas en las diversas normativas eléctricas internacionales y locales.

Se plantearán conclusiones y recomendaciones que ayuden a mantener a futuro el buen desarrollo de la productividad y que eviten daños y perjuicios a la empresa.

**PALABRAS CLAVES: GESTIÓN DE LA ENERGÍA, CALIDAD DE ENERGÍA, AUDITORIA ENERGÉTICA, EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

## **ABSTRACT**

The research objective was focused on the implementation of an energy quality management system for the No.1 production plant of the company RIVAL S.A. based on the norms ISO 50001, ISO 9001: 2015 and ISO 14001, to verify the state of the power supply that clients receive after the supplier delivers it, quality conditions such as: balanced sinusoidal voltages with amplitudes and normal frequencies, powers within the set range and adequate power factors.

Because of the productivity growth in the company RIVAL S.A., it has been carried out a great technological development with the implementation of machinery and electronic equipment, which with the implementation of the management system, will allow an analysis of possible solutions to correct the disturbances, voltage variations, low power factors, among other aspects of quality and energy efficiency.

The development of the investigation was based on the analysis of areas established as critical, that have been provided by the electrical maintenance office, to verify very generalized parameters such as powers, voltages, currents and state of electrical conductors, according to international and local electrical regulations.

It was written conclusions and recommendations that help maintain the future development of productivity and avoid damages to the company.

**KEY WORDS: ENERGY MANAGEMENT, ENERGY QUALITY, ENERGY AUDIT, ENERGY EFFICIENCY.**

# CAPITULO I

## 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 1.1 Reseña Histórica

La eficiencia energética a nivel mundial ha quedado probada a través de ejemplos que puede ayudar a mejorar y eliminar el alto consumo de energía eléctrica como: de vehículos híbridos que requieren menos combustible para su uso, electrodomésticos que consumen menos electricidad y lámparas que consumen una cuarta parte de la energía que las que antiguamente se utilizaba. Pero la magnitud del potencial que tienen los programas de eficiencia, solo se aplica cuando se conoce que solamente el 37% de la energía primaria se convierte en energía útil. La cadena de transformaciones y procesos por lo que pasan los energéticos antes de prestar el servicio requerido ocasionan que se pierda el 63% de su capacidad de potencial al utilizar la energía [1].

Es necesario tener presente que la eficiencia energética en su concepto más amplio pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía, es decir, se trata de disminuir las pérdidas que se provocan en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso o mejores tecnologías. Incluso es ir más allá de solo mantener los servicios que se obtiene de la energía y se demuestra, con múltiples ejemplos, que es posible reducir a la mitad el consumo duplicando los beneficios [1].

En general, el sector energético es más preocupante por la demanda, por ser aquel que requiere una labor de mayor detalle, pues depende de la decisión de varios usuarios o de personas y empresas que ayuden a fomentar el cambio del uso de la energía como es el caso del otro componente, definido como la eficiencia en la oferta [2].

En la década de los 80s, las políticas aplicadas sufrieron transformaciones importantes, conceptuales, principalmente en el sector eléctrico en los países de los Estados Unidos y Canadá, con un enfoque más competitivo, donde eran preponderantes los acuerdos entre los diferentes protagonistas (los clientes, las empresas eléctricas y los proveedores de bienes y servicios), buscando así compartir los beneficios resultantes. Dentro de este enfoque se creó un nuevo mercado de productos y servicios, con inéditas oportunidades de financiamiento para el sector privado y así poder mejorar en ciertos aspectos el sistema energético [1].

Todo ello comprende la necesidad de realizar inversiones para lograr mayores eficiencias, con la importante consideración y proyección de que estas inversiones son rentables. La rentabilidad es mayor a medida que los precios de la energía crecen por la demanda, ahí la importancia de precios para que los clientes se decidan incorporar en su vivienda o empresa equipos eficientes en sus instalaciones y a mantener programas de conservación de la energía para obtener un ahorro energético [1].

Por otro lado, la eficiencia energética se la relaciona en otro ámbito como el cuidado del medio ambiente, que comprende en tomar acciones para la reducción del calentamiento global, mientras menos desperdicio de energía se genere en la transformación de productos, menos producción de contaminantes se originan en el sector energético.

Si los programas de eficiencia son rentables y permiten lograr beneficios, quiere decir que, en este caso, se puede contribuir al cuidado del medio ambiente obteniendo beneficios económicos al mismo tiempo tener un mejoramiento del sector eléctrico y aumentar la eficiencia energética.

## **1.2 Calidad de energía eléctrica**

Desde hace algunos años se viene fomentando el tema sobre “La Calidad de la Energía Eléctrica”, ya que el consumo eléctrico aumenta actualmente de forma rápida debido al desarrollo de nuevas tecnologías que implican un alto control de dispositivos electrónicos; a más de ello máquinas de carga lineal y no lineales, como son los hornos o soldaduras de arco, equipos eléctricos que son controlados por variadores de frecuencia, transformadoras, etc., los mismos que producen grandes perturbaciones en las ondas de tensión y corriente del sistema eléctrico, el cual crea un problema. Por lo tanto, las empresas de generación y distribución de energía eléctrica, frente a esto tienen que afrontar retos tales como:

Primero aumentar la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica, para afrontar a la demanda que crece, debido a que los sistemas de generación y distribución están funcionando muy cerca del límite de su capacidad máxima.

En segundo plano asegurar la calidad de la energía eléctrica suministrada, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos conectados a las redes de distribución, considerando también que la calidad de la energía eléctrica es de gran importancia para contribuir con el desarrollo tecnológico y económico.

En la actualidad no se define aun el término “Calidad de la Energía Eléctrica”, en nuestro país, siendo las normas internacionales las más que detallan definiciones como:

- El estándar IEC 61000-4-30 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como las características de la electricidad en un punto dado de la red eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia [3].
- El estándar IEEE 1159/1995 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como la gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica [3].

En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, junto con la calidad de la tensión y la corriente suministradas, o entendido también como la falta de calidad como la desviación de esas magnitudes de su forma ideal, por lo que, cualquier desviación se considera como una perturbación o como una pérdida de calidad [3].

## **Concepto de calidad de energía**

El termino Calidad de Energía Eléctrica, denominado por sus siglas en español CEE, se utiliza para definir una combinación de características a través de las cuales el producto y el servicio del suministro eléctrico abarquen las expectativas del cliente o consumidor.

Teniendo en cuenta que la calidad de energía eléctrica desde la parte técnica, el cliente espera obtener un suministro de energía eléctrica con niveles de voltaje estables, sinusoidales y de amplitudes y de frecuencias normal.

Esto determina en la realidad como contar con un servicio de calidad buena, con costos viales con un funcionamiento adecuado prestando seguridad y confiabilidad de equipos y procesos, sin afectar el medio ambiente y el bienestar de los usuarios que intervengan en las diferentes actividades relacionadas con el tema.

### **1.3 Importancia de calidad de energía**

Actualmente en nuestro país el estudio de calidad de energía eléctrica ha adquirido mucha importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Así mismo porque existe una interrelación entre la calidad de la energía eléctrica, la eficiencia y la productividad.

Para aumentar la competitividad, las empresas requieren optimizar su proceso productivo mediante:

- Utilización de equipos de alta eficiencia como: motores eléctricos, bombas, etc.
- Automatización de sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación.
- Reducción de costos vinculados con la continuidad del servicio y la calidad de la energía.
- Reducción de las pérdidas de energía.
- Evitar costos por sobre dimensionamiento y tarifas.
- Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos.

A pesar de ello existe una gran controversia debido a que las cargas no lineales son responsables de los importantes logros en la industria debido a la automatización en los procesos, dentro de las cuales intervienen cargas electrónicas que son sensibles a las variaciones en el suministro eléctrico las cuales son provocadas por su propia funcionalidad.

Diversos problemas se producen al existir disturbios en el suministro de energía eléctrica, la mayoría de veces dan como resultado una paralización momentánea de los procesos en la empresa, los cuales también se asocian a altos costos la cual afecta pérdidas significativas de producción y económicas, debido a que se reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba y se debe volver a calibrar las líneas de producción conforme a las especificaciones de los procesos requeridos [4].

## 1.4 Definición de eficiencia energética

La palabra eficiencia proviene del término latín "efficient a" que en el idioma español significa: acción, fuerza, producción, se establece como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir u obtener un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles.

En términos referente dentro del sistema eléctrico; la eficiencia se la define como la relación entre los productos iniciales y los servicios finales obtenidos y la cantidad de energía consumida. La cual se puede mejorar mediante la implementación de diversos sistemas, medidas e inversiones a nivel tecnológico de gestión y hábitos de consumo dentro de la sociedad.

En si la eficiencia energética es la implementación de estrategias y medidas para combatir el derroche de energía a lo largo del proceso de transformación: desde que la energía se transforma y más adelante cuando se utiliza. [5]

De lo cual podemos denotar la siguiente ecuación referente a la eficiencia energética:

$$EEE = \frac{\text{(Productos y Servicios)}}{\text{Consumo Energético Eléctrico}}$$

Dónde:

EEE = Eficiencia de energía eléctrica

Productos y servicios = Energía del producto

Consumo energético eléctrico = Energía consumida

## 1.5 Importancia de la eficiencia energética



Fig. 1. 1 Atmósfera de la tierra libre de contaminación por el uso adecuado de la energía

Fuente: [www.medio ambiente.org](http://www.medio ambiente.org)

El uso de energías renovables, como la energía solar o fotovoltaica, son fundamentales en el nuevo modelo energético, pero también es imprescindible un cambio en los hábitos diarios de consumo o los usuarios que consumen energía eléctrica.

La energía eléctrica es imprescindible para el desarrollo de nuestro entorno, gracias a ella podemos realizar gran parte de las actividades humanas día a día. Es la principal fuente de energía, pero al mismo tiempo, es la principal causa de los problemas económicos en la sociedad que se vive por la mala utilización de la misma [6].

Las fuentes de energía que se utilizan en el desarrollo en el entorno de nuestras actividades están enfocadas en el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), estos combustibles fósiles se encuentran en zonas muy determinadas del planeta, son reservas agotables o llamadas también no renovables, las cuales generan mucha dependencia de aquellos países que las tienen, además de haber poco y ser inestable.

Además de los problemas económicos y energéticos que pueden generar los combustibles fósiles, no hay que olvidar los problemas medioambientales producidos por las emisiones de contaminantes al realizar una transformación de esta materia prima a producto final.

Cabe recordar que la mayor parte de los usuarios reciben un suministro eléctrico no estable o que carece de él, frente a una población minoritaria que consume tres cuartas partes de los recursos energéticos mundiales. Una situación muy injusta y que nos obliga a pensar en cambiar el modelo energético actual para obtener un ahorro energético.

Aparte sé de cambiar el estándar energético existente, en lo cual se debe tener en consideración las fuentes de energías renovables, por lo tanto, es indispensable tener conocimientos sobre el ahorro de energía y su mejoramiento para evitar pérdidas por el consumo de la misma. La energía que utilizamos habitualmente depende de dos aspectos fundamentales como:

1. La energía eléctrica es indispensable en todo el mundo, debido a las costumbres y hábitos de tener confort al realizar las distintas actividades cotidianas las mismas que cada día aumentan la demanda de energía en niveles muy altos que además afectan la economía para el usuario.
2. La energía debe ser optimizada, es decir, trata de conseguir un producto final con el mismo rendimiento desde la materia prima hasta en final del proceso, sin el posible desperdicio de energía y contaminación que se pueda ocasionarse para el daño del medio ambiente.

De tal forma que estos aspectos se transforman en dos factores como: pensar a cada instante si la energía que se utiliza para el desarrollo de un producto es la necesaria y que el modo de transformarla está optimizado para evitar pérdidas.

Por ejemplo, cuando nos disponemos a realizar un viaje ¿creemos que es realmente importante o imprescindible? (lo cual se lo puede decir control de la demanda) y si lo hacemos, ¿pensamos de qué forma de conducir que consumimos más o menos combustible que ir en particular? (sería la optimización del producto final).

La Eficiencia Energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e

inversiones a nivel tecnológico con la utilización de equipos adecuados para mejora el consumo de energía, así como también de hábitos culturales de la sociedad que vivimos y la concienciación de cómo se utiliza la energía.

El objetivo es ahorrar sin perder calidad de vida o calidad de producción, a través de pequeños cambios, como desenchufar los artefactos eléctricos que no se estén usando y la utilización de artefactos que ayuden a tener consumo energético equilibrado.

También resulta relevante que a través de una adecuada implementación de políticas de eficiencia energética se disminuyen además las emisiones de CO<sub>2</sub>, responsables del calentamiento global en gran parte ocasionadas por el consumo exagerado de combustibles fósiles que reemplazan en mayor parte al sistema eléctrico.

En consecuencia, las autoridades en nuestro país Ecuador ha decidido realizar una serie de actividades, que ayuden concientizar a la ciudadanía sobre la importancia del uso eficiente de los recursos energéticos y las alternativas que se pueden aplicar para obtener un mejor ahorro energético, además de los beneficios económicos que esto implica.

## **Sectores a aplicar tecnologías para mejorar la eficiencia energética en el Ecuador**

Para la aplicación de nuevas tecnologías para el mejoramiento de la eficiencia eléctrica se debe tener en cuenta los sectores que se involucran como: el sector de la industria, el transporte, las edificaciones y alumbrado público que son los que más utilizan la energía eléctrica y no tienen un control en el uso del mismo y provocan desperdicio constante.

### **Sector industrial**

La industria se constituye en uno de los sectores fundamentales del crecimiento económico de un país y se reconoce como uno de los que más producen incremento de la demanda de energía, particularmente dentro del sector eléctrico.

Dentro del sector industrial, la eficiencia energética está relacionada con la cantidad de productos obtenidos según la energía invertida en los procesos que ayudan a la producción de estos para la sociedad.

En otros términos, se define en actividades dirigidas a optimizar el uso de la energía en términos unitarios, sosteniendo los diversos servicios, por lo tanto, es importante facilitar información sobre la eficiencia energética con el fin de poder lograr cambios drásticos al uso de la energía con la mejor optimización para el consumo de la energía [7].

En la industria los conceptos de eficiencia energética en el sistema eléctrico pueden aplicarse a una máquina de manera parcial o varias dentro de un proceso (varias máquinas), al proceso deben estar relacionadas al conjunto integrado de procesos para la obtención de un producto final.

Mencionado todo lo anteriormente se definiría que la aplicación de la eficiencia energética es difícil cuando se presentan diversos procesos, máquinas, materia prima o productos; con lo expuesto se puede denotar que la eficiencia energética en la industrial es una tarea que depende de la materia prima versus los procesos para la obtención de un producto final.

## **Sector de transporte**

El transporte forma parte fundamental en la sociedad porque ayuda a la movilidad de personas; además que con ello facilita la movilidad de actividades comerciales, industriales, turísticas, administrativas o de cualquier otra índole en una nación. El desplazamiento dentro del sector transportista depende de diferentes formas de energía principalmente las que se obtienen de residuos fósiles también conocida como explotación petrolera.

En el año 2012, el consumo de combustible fue de 8.352 mega toneladas de petróleo (Mtoe); de estas 2.284 pertenecen al transporte. Lo cual se deduce que este sector consume aproximadamente el 27% del total de combustibles; el consumo de esta energía resulta de la combustión de derivados fósiles, además cabe recalcar que el transporte es una fuente significativa de contaminantes atmosféricos el cual produce emisiones de gases tóxicos que están provocando el principio de efecto invernadero (GEI) [8].

En Ecuador en el 2008, el consumo de esta energía primaria alcanzó un 52% de participación; con un incremento en la demanda que aumento desde 1980 al 2006 de un 36% aun 55%. Según comentarios que se emitieron [8].

Debido a estos factores obligan a nuestro país a planificar y realizar acciones específicas que cambien esta realidad y así promover un ahorro energético, además, del uso adecuado de los componentes que intervienen en este sector para obtener un eficiente ahorro de energía y poder mejorar el crecimiento económico en la nación.

## **Edificaciones**

El estudio de la eficiencia energética en las edificaciones o viviendas busca establecer adecuadamente el uso de los recursos que intervienen en los procesos de construcción. De esta manera implementar conceptos básicos sobre eficiencia energética durante la fase de planificación, ejecución y uso de las edificaciones; lo que permite mejorar la interacción de factores entre el ser humano y el medio ambiente que va a vivir [6].

Factor tales como: características climáticas de la vivienda, materiales utilizados en la edificación y características de los equipos e instalaciones que ayuden a un ahorro o mejoramiento de la eficiencia energética.

El resultado de aplicar todos principios antes mencionados se refleja en beneficios como la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el ahorro económico y el desarrollo armónico de las actividades del usuario además la aplicación de nuevas formas de energía como son las renovables [6].

Según lo expuesto podemos categorizar en dos grupos a las edificaciones para realizar el mejoramiento:

Edificios nuevos: los cuales deben realizarse su construcción implementando los equipos necesarios para obtener un ahorro energético, ser objeto de un estudio de viabilidad relativo a la instalación de sistemas de energías renovables, bombas de calor, sistemas de calefacción y refrigeración urbanos o colectivos y sistemas de cogeneración.

Edificios existentes: los cuales son objeto de trabajos de renovación importantes, tratando de establecer una mejora de su eficiencia energética de tal forma que pueda satisfacer igualmente los requisitos mínimos para el ahorro energético.

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado podemos excluir algunas edificaciones para su mejoramiento las que se enrolean en los siguientes aspectos:

- Los edificios protegidos oficialmente (por ejemplo, edificios históricos);
- Los edificios utilizados como lugares de culto;
- Las construcciones provisionales;
- Los edificios residenciales destinados a una duración de uso anual limitada;
- Los edificios independientes de una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

Cuando son de instalación nueva, se sustituyen o modernizan, los sistemas técnicos del edificio como los sistemas de electricidad, calefacción, agua caliente, climatización y grandes instalaciones de ventilación; todos estos deben cumplir con los requisitos en materia de eficiencia energética y que ayuden a ahorro de energía.

Se tiene previsto que, a partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deben estar debidamente equipados con tecnología que disminuyan la demanda de energía y así poder tener un consumo de energía casi nulo. Los nuevos edificios que estén ocupados y que sean propiedad de las autoridades públicas deben cumplir los mismos criterios después del 31 de diciembre de 2018 [9].

## **Alumbrado Público**

Actualmente, el uso eficiente de la energía se lo considera como una necesidad global para solucionar los problemas del clima y la contaminación medioambiental, en este escenario al alumbrado público es considerado como uno de los más importante para aplicar acciones de gestión energética debido a la homogeneidad del sector [10].

En el Ecuador el alumbrado rodea un 6% del consumo eléctrico nacional y se lo ha categorizado conforme la siguiente tipología: Alumbrado Público General (Iluminación de vías), Alumbrado Público Ornamental (Iluminación de parques, plazas, iglesias, monumentos) y Alumbrado Público Intervenido; las cuales se detallan en las Regulación establecidas por el ARCONEL, la misma que especifica las condiciones técnicas, económicas y financieras que permite a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo [10].

El MEER (Ministerio de electricidad y energía renovables), a través de su rectoría, busca que los sistemas de alumbrado cuenten con criterios de eficiencia energética desde la fase de diseño, ya que es desde allí donde se debe seleccionar los equipos idóneos para cada aplicación a más de cuantificar los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del sistema. Se considera que la instalación más eficiente es aquella en la que se conjuga la eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a más de una gestión de la operación y mantenimiento para garantizar la seguridad [10].

La eficiencia energética en alumbrado público busca mantener y mejorar las condiciones de iluminación adecuada para cada fin, con el menor consumo de energía posible, teniendo en cuenta los intereses para el usuario y la parte económica que no afecten aspectos como:

- Conservar la integridad física de las personas y de los que andan en vehículos por las calles.
- Iluminación correcta para evitar inseguridad.
- Contemplar un ahorro económico en la planilla eléctrica por servicios de alumbrado público.
- Disminuir el consumo de la carga eléctrica con el uso de luminarias eficientes.
- Prevenir la contaminación del medio ambiente.

La iluminación puede ser de diversas tecnologías como: incandescentes, fluorescentes, mixtas, de mercurio, de sodio y de diodos emisores (LED); siendo estas una del más ocio nadas en ayudar a tener un ahorro energético.

Cabe recalcar que, a diferencia de otros sistemas, no se degrada por el número de encendidos, a parte la facilidad en el control de los LED es otro de los factores importantes, pudiendo producir efectos y permitiendo controles de energía que con otros dispositivos es más difícil y caro de obtener.

## **1.6 Auditoria energética**

En la actualidad la población busca un nivel de vida de confort enrolando un alto consumo energético, en consecuencia, el desafío es progresar un desarrollo sustentable manteniendo el nivel de actividades, de transformación y procesos; ajustados a un rango de la necesidad de los recursos existentes el cual lleva a una ineficiencia energética y a una mala calidad de energía.

Por otro el tema de preocupación es la conservación del medio ambiente el cual involucra al cambio climático donde el cual la sociedad debe tener en consideración las debidas recomendaciones para el ahorro y la eficiencia en todos los sectores de producción de servicio a la colectividad.

El cual requiere la administración de los recursos energéticos y la aplicación de recursos renovables que no ocasionen daño al ambiente y así poder obtener una máxima eficiencia y calidad de energía.

Con ello la auditoria energética es una herramienta muy útil de aplicación de diagnóstico y gestión que busca cuantificar los diversos parámetros que permitan optimizar costos en la producción y así poder obtener una calidad excepcional del funcionamiento de las instalaciones. [11]

## **Definición de auditoría energética**

La auditoría energética se la caracteriza como un conjunto de técnicas críticas y análisis que permitan obtener el grado de eficiencia con la que se aprovecha la energía dentro de un proceso, el cual analiza las fuentes de energías que se encuentran en el entorno utilizando un enfoque crítico, empezando desde un punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro, el cual conlleva donde se utiliza la misma y los desperdicios de la energía mal empleada.

La auditoría consiste en el desarrollo de una metodología para el respectivo análisis de las diversas variables energéticas que des balancean la energía, el cual emplea métodos, equipos de medición, escalas y rangos de variables que se planteen; de tal forma que el equipo de trabajo tenga los mecanismos útiles para la optimización energética del procesos o conjuntos de actividades que tienen lugar en las instalaciones a auditar.

### **1.7 Tipos de auditorías que se pueden aplican a una empresa**

Se puede definir algunos aspectos para la clasificación de los diversos tipos de auditorías que se las puede analizar entre ellas tales como:

**Diagnóstico energético.** - Tema que se relaciona al estudio sobre el estado actual de las instalaciones dentro de la empresa a auditar.

**Auditoría energética.** - Se centra en el análisis sobre el estado de las instalaciones con las respectivas alternativas de mejoramiento que involucren un ahorro de energía, de igual forma que el estudio se vea relacionado con la parte económica que influya los cambios respectivos.

**Auditoría energética especial.** - Se interesa muy profundamente en los aspectos anteriormente mencionados, sobre todo centrados en un estudio sobre los procesos productivos que influyan e incluso llegando a proponer cambios o referencia de nuevos procesos que ayuden a mejor la calidad y el ahorro de energía.

**Auditoría energética dinámica.** - se realiza un estudio continuo de recopilación de datos y emparejarlos y ver el comportamiento e identificar las respectivas gestiones energéticas que se deben aplicar según el campo de actuación que pueden ser:

- Eficiencia en la industria.
- Eficiencia en edificio.
- Eficiencia en transporte.

### **1.8 Objetivos de una auditoría**

La aplicación de un estudio de eficiencia referente a una auditoría energética tiene como objetivos conceptos principales lo siguiente [12]:

- Obtener datos de consumo, costo de la energía utilizada para la producción de un producto, además de especificar los factores que influyen en la variación de los índices energéticos de las instalaciones.
- Obtener los balances energéticos de consumos y realizar un análisis de los mismos.

- Identificar y sectorizar las áreas que ofrecen un ahorro energético, de igual manera las que no ofrecen los beneficios.
- Determinar un análisis profundo de los cambios que involucraran el ahorro y mejorar la calidad de energía, teniendo en consideración la temática de ahorro económico también y que se han viables para la realización y sus costos o sean elevados.

## CAPITULO II

### 2. DEFINICIONES TÉCNICAS Y MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Cargas lineales

La mayoría de las cargas lineales poseen elementos resistivos, inductivos y condensadores fijos; debido a estas características en el sistema se obtiene un voltaje y corriente sinusoidal, y en su mayoría de casos existiendo un de fase entre ellos.

Además de ello es importante tener en consideración que la mayor parte de las cargas eléctricas se normalizan como cargas convencionales, es decir que son lineales; es decir que al aplicar una tensión la forma de onda de la corriente conserva la misma forma sin la implicación que generalmente se encuentra desplazada en el tiempo su ángulo.

Un ejemplo seria la iluminación incandescente y las cargas de calefacción son lineales, este es debido a que la impedancia de la carga es constante independientemente del voltaje que se aplicó. Como se lo observa en la figura a continuación que se observa que en los circuitos de corriente alterna se incrementa proporcionalmente al incremento del voltaje y disminuye proporcionalmente a la disminución del voltaje [4].

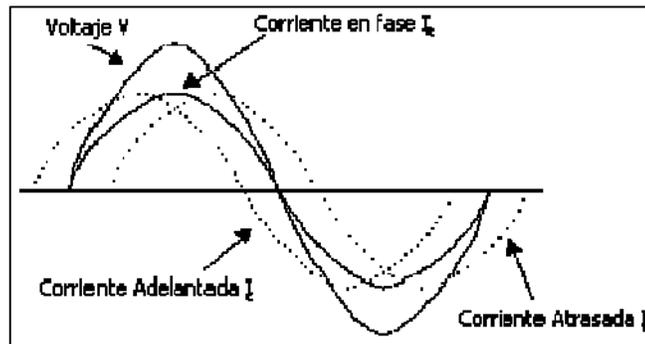


Fig. 2. 1 Onda de voltaje y corriente de una carga lineal

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

Las corrientes lineales: I<sub>R</sub> es una corriente pura de circuito resistivo que no tiene desfase; I<sub>L</sub> es una corriente de circuito parcialmente inductiva o sea que su desfase se encuentra en atraso, y una I<sub>C</sub> que es una corriente de circuito parcialmente capacitiva es decir que su desfase se encuentra adelantado.

En resumen, una resistencia pura, inductiva o capacitiva son totalmente lineales; es decir, que, si una onda senoidal de voltaje de magnitud x es pura en un circuito que contiene una resistencia pura, la corriente en el circuito obedece a las Ley de Ohm:  $I=V/R$ . de lo consiguiente si a un valor específico de ohmios, la relación entre los voltios y los amperios es una línea recta como se observa en la figura a continuación.

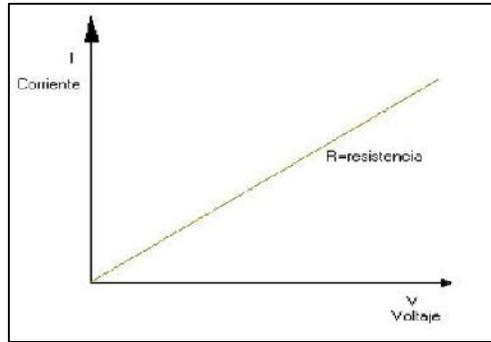


Fig. 2. 2 Curva del comportamiento de una carga lineal

Fuente: [http://es.wikiversity.org/wiki/Ley\\_de\\_Ohm](http://es.wikiversity.org/wiki/Ley_de_Ohm)

## 2.2 Cargas no lineales

Las cargas no lineales requieren una corriente no senoidal, es decir, corrientes que aparte de la componente fundamental tiene otras que pertenecen a múltiplos de enteros conocidos como armónicos.

Además de ello si su paso lo realiza por una impedancia en un sistema provocaría una caída de tensión no senoidal, lo cual se produciría una distorsión del voltaje en los terminales de la carga como se observará en la figura a continuación, dentro de estos efectos más comunes tenemos a los convertidores estáticos, dispositivos magnéticos y hornos de arco [13].

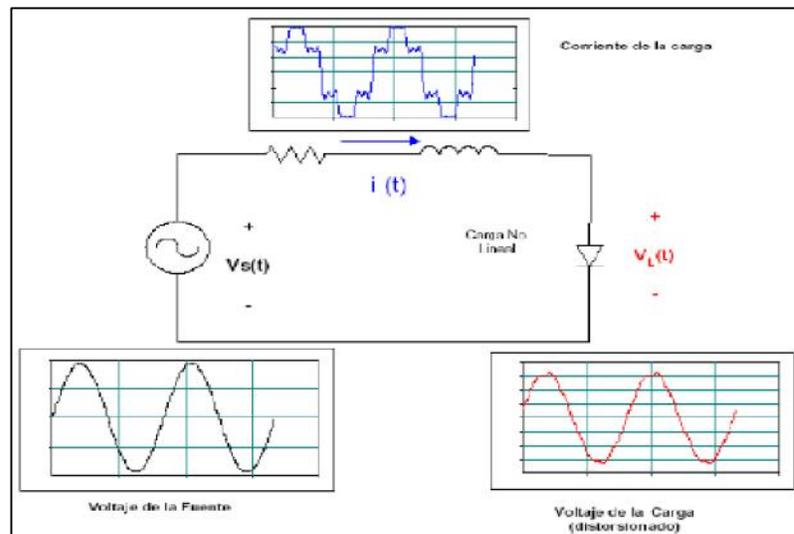


Fig. 2. 3 Distorsión de voltaje por carga no lineal

Fuente: <http://elec.itmorelia.edu.mx/armonico/Capitulo%20I.htm>

Cuando se tiene una carga no lineal, la relación directa entre el voltaje y la corriente como las lineales no se relacionan entre sí. Un ejemplo más claro que lo describe se muestra en la figura siguiente.

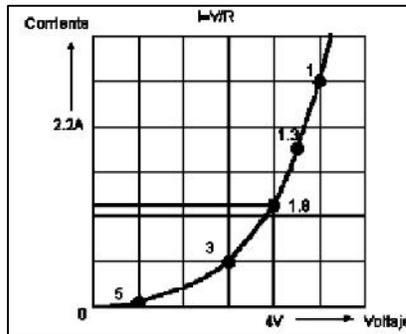


Fig. 2. 4 Curva del comportamiento de una carga no lineal

Fuente: <http://www.Km77.com/tecnica/bastidor/carga-rueda/t01.asp>

Además de ello se considera que una distorsión de corriente produce calentamiento en los conductores y transformadores, el cual interviene en la comunicación de los equipos y producen distorsiones de voltaje, los mismos que provocan una operación incorrecta de los equipos sensibles como: computadoras, microcontroladores y sensores.

Dentro de los efectos que provocan las cargas no lineales al sistema eléctrico tenemos:

- Variaciones de tensión en el sistema eléctrico.
- Paralización de los procesos en la elaboración del producto final.
- elevados picos de tensión neutro - tierra.
- Sobre calentamiento y aparición de altos campos magnéticos en los transformadores.
- Afectación en la capacidad normal de los equipos para la distribución de la energía.
- Penalización económica debido al factor de potencia este fuera de los rangos admisibles.

### 2.3 Perturbaciones atribuidas al consumidor

Dentro de las diversas perturbaciones o fallas que se producen dentro de un sistema de distribución eléctrica, en la mayoría de los casos no se deben al diseño o construcción del sistema en sí. Pueden ser provocadas en casos por el usuario debido a descuidos, negligencias o mal uso de los equipos e instalaciones eléctricas; las mismas que pueden provocar falsas perturbaciones en todo el sistema eléctrico.

Cabe recordar que desde el ámbito teórico una calidad de suministro eléctrico perfecto implica la existencia de un sistema trifásico de tensiones que implique los siguientes parámetros.

- Permanentes en el tiempo.
- Totalmente equilibradas.
- Perfectamente senoidales.
- De amplitud igual a su valor nominal.
- De frecuencia 60 Hz.

### 2.3.1 Alteración de tensión

Las variaciones de tensión en un sistema eléctrico generalmente son temporales en la tensión del mismo, las mismas que pueden causar mala operación o fallas del equipo; la variación de tensión puede ocasionalmente ser un factor en los disturbios del sistema, especialmente cuando una carga es alimentada por un generador de emergencia el cual puede provocar un desequilibrio entre la carga de la planta industrial y la generación debido a la pérdida del suministro eléctrico.

Las variaciones de voltaje en la mayoría de casos se los relaciona al 85 % de las fallas en los sistemas eléctricos y electrónicos. Este tipo de fenómeno es extremadamente frecuente en ambientes industriales, comerciales y domésticos en donde la calidad del servicio eléctrico es pobre debido a una sobrecarga de la red eléctrica en horas pico.

Además de ello cabe recordar que provocaría en una línea eléctrica daños parciales o totales en aparatos eléctricos debido a que la maquinaria o equipo electrónico opera en un voltaje mayor o menor para el cual ha sido diseñado. Así mismo las variaciones de voltaje representan un costo adicional a las empresas debido a las pérdidas por mal suministro eléctrico, el cual provoca pérdidas en productividad y tiempo para el sector privado y público.

### 2.3.2 Caída de tensión (SAGS)

Son espacios parciales provocados por caídas de tensión que aparecen en nuestro sistema de potencia o también considerada como reducción momentánea del valor eficaz de la tensión en un rango de 0,1 a 0,9 pu. con una duración de tiempo de 0,5 ciclos a 1 min [14].

Estas causas están asociadas a fallas del sistema, ya sean producidas por la entrada de enormes bloques de carga o debido a arranques de motores de gran capacidad; además la caída de tensión puede provocar parada de equipos y hasta interrupción de procesos [13].

Otro punto a considerar o recordar es que las caídas de tensión suelen darse por estar el usuario lejos de la red, mientras que los micro cortes son producidos en la línea de la instalación del cliente.

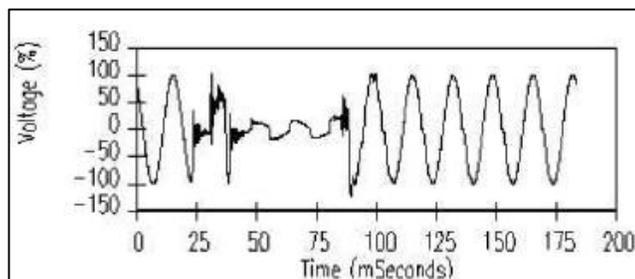


Fig. 2. 5 Curva de espectro de un SAG

Fuente: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432010000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432010000200009&script=sci_arttext)

### 2.3.3 Incremento de tensión (SWELL)

Un SWELL se caracteriza por el incremento del valor eficaz de la tensión en valores de 1,1 a 1,8 pu con un tiempo de duración de entre 0,5 a 1 minuto. El incremento de tensión es generalmente asociado a condiciones de falla desequilibrada, salida de enormes bloques de carga y entrada de los bancos de compensación de capacitores [14].

Los aumentos de tensión se pueden clasificar en algunas categorías dependiendo de su duración y magnitud, a continuación, se mostrará una tabla con la clasificación de las categorías de incremento de tensión con sus correspondientes magnitudes [4].

VARIACIÓN EN LA TENSIÓN		
CATEGORIA	DURACIÓN	MAGNITUD DE LA TENSIÓN
Instantáneas	0.5 - 30 ciclos	1.1 - 1.8 pu
Momentáneas	30 ciclos - 3 s	1.1 - 1.4 pu
Temporales	3 s - 1 min	1.1 - 1.2 pu

Tabla 2. 1 Clasificación de los aumentos de tensión

Además de ello un SWELL puede causar degradación y falla inmediata del aislamiento de los equipos y las fuentes electrónicas, quema de varistores y de diodos zener. En la figura que se observara a continuación se mostrara la forma de onda característica de un aumento de tensión.

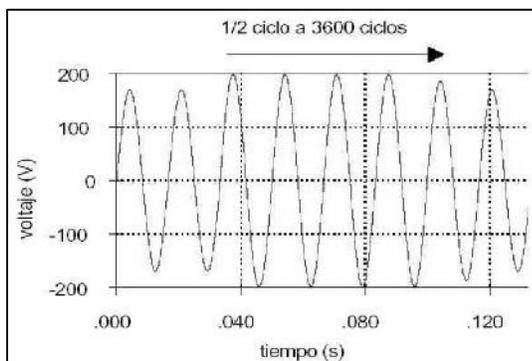


Fig. 2. 6 Curva de aumento de tensión o SWELL

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

### 2.3.4 Sobretensión transitoria

Las sobretensiones transitorias se visualizan en forma de impulsos y oscilaciones de tensión en un tiempo corto de duración dentro de un sistema de potencia, los mismos que se encuentran superpuestos en las señales de alimentación que se amortigua en un estimado tiempo, menor a 2 milisegundos.

Las sobretensiones transitorias pueden originarse debido a descargas eléctricas atmosféricas, maniobras de interruptores o al conectar y desconectar banco de capacitores para la corrección de factor de potenciales cuales son llamados picos de tensión.

### 2.3.5 Flicker o de tensión fluctuación de tensión

Las fluctuaciones de voltaje son distorsiones rápidas de la tensión que se ejecutan en los sistemas de iluminación de luminarias a una frecuencia detectable por la vista del ser humano.

Dicho parpadeo proporciona inconveniente, los mismos que se visualizan en luminarias de baja tensión, por ello se debe tener en cuenta que las perturbaciones que producen este fenómeno se pueden encontrar conectadas en cualquier nivel de tensión.

A continuación, observaremos una gráfica de las curvas en el momento que se producen un Flicker.

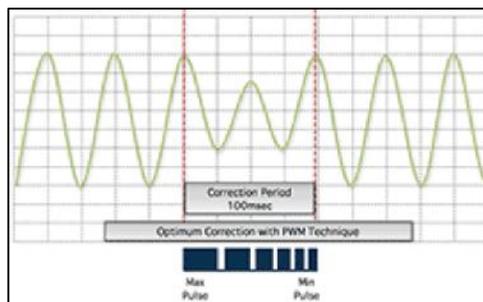


Fig. 2. 7 Curva de fluctuación de voltaje, FLICKER

Fuente: <http://www.metcom.cl/productos.mvc?cid=4>

El origen de un Flicker se encuentra en las fluctuaciones bruscas de la tensión considerada menor al 10% por periodos de tiempo de corta o larga duración dependiendo de los parámetros considerados.

## 2.4 Transitorios

El efecto transitorio pueden ser impulsos unidireccionales u ondas oscilatorias amortiguadas con cualquier polaridad, es decir en términos de ingeniería eléctrica el termino transitorio son aquellos eventos indeseables en el sistema que son momentáneas [13].

### 2.4.1 Transitorio impulsivo

Este efecto su principal característica es que no provoca alteraciones a la estabilidad de la tensión o corriente debido a que su polaridad es unidireccional, es decir, es positiva o negativa.

En la figura, podemos ver la curva de impulsos transitorios que se atenúan rápidamente en las resistencias de componentes, lo cual producen fallas inmediatas en el aislamiento de los equipos y equipos electrónicos. [14]

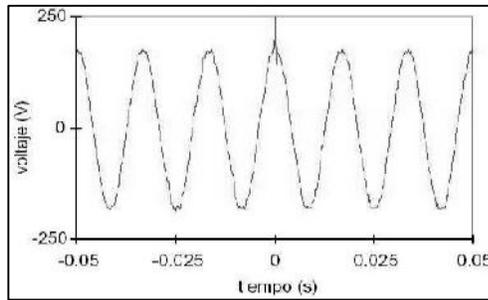


Fig. 2. 8 Curva de transitorio impulsivo

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

## 2.4.2 Transitorio oscilatorio

El efecto transitorio oscilatorio se compone de variaciones que se producen en la tensión y corriente, los mismo que hace que cambien cuyos valores instantáneamente su polaridad como se mostrara en la figura más adelante.

Dichos efectos son del resultado de las maniobras de las líneas de transmisión o enclavamiento de banco de capacitores, además de que pueden causar la quema y daños en equipos electro electrónicos. [15]

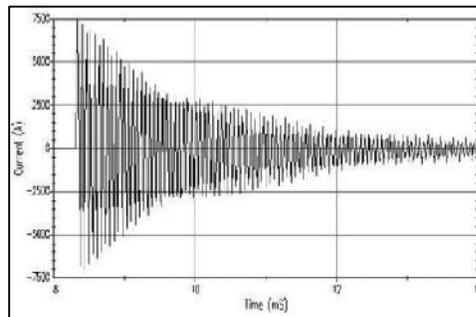


Fig. 2. 9 Curva de espectro de transitorio oscilatorio

Fuente: <http://www.estandaringenieros.com.pe/articulo.php-electricos>

## 2.5 Subtensión

Las subtensiones son consideradas como la reducción del valor eficaz de la tensión en un rango de 0,8 a 0,9 pu por un periodo determinado de un 1 minuto.

El encendido o apagado del banco de capacitores en diversos casos pueden generar sobretensiones, al igual que las sobrecargas en los alimentadores; que hacen a los equipos de regulación de voltaje actúen y los normalicen.

Los principales efectos de las subtensiones es aumentar las perdidas en los equipos de inducción, operación de instrumentos electrónicos y mal funcionamiento de sistemas de motores en procesos.

## **2.6 Sobretensión**

Las sobretensiones se caracterizan por el aumento del valor eficaz de la tensión en rangos de 1,1 a 1,2 pu durante un tiempo superior a 1 minuto.

Además de ello se originan por las salidas de grandes cantidades de carga o funcionamiento de bancos de capacitores, también por el ajuste incorrecto de los taps de los transformadores.

## **2.7 Desequilibrio de tensión**

Un desequilibrio de tensión se efectúa debido a la relación entre la razón de en los sistemas de potencia negativa la componente de secuencia negativa y la secuencia positiva, la tensión de la secuencia negativa en los sistemas de potencia es el resultado del desequilibrio de carga lo cual causa un flujo de corriente de secuencia negativa [14].

Un desequilibrio de tensión puede ser estimado como el valor máximo de la medida de las tensiones de las tres fases dividido por las tensiones, expresando en forma de porcentaje; este efecto se debe a las conexiones monofásicas, circuitos trifásicos y al mal funcionamiento de bancos de capacitores [14].

## **2.8 Distorsión de la forma de onda**

La distorsión de la forma de onda es un desvío, en régimen permanente, de la forma de onda de corriente o tensión en relación a la señal sinusoidal pura [13].

En otras palabras, la distorsión de la onda de la forma original produce este efecto, aunque en casos no deseado; por lo que emplean diversos métodos para reducir en lo mínimo este efecto.

### **2.8.1 Armónicos**

Los armónicos son una distorsión de la onda de sus características normales cuando es pura; esto se lo puede comprobar mediante un análisis matemático denominado FOURIER que analiza las cargas no lineales; las mismas que están compuesto de ondas de seno.

La forma de onda no sensorial consiste de un número finito de ondas seno de voltaje senoidal y una forma de onda de 3er. Armónico distorsionada; la cual variara según el desplazamiento del mismo. [16]

Armónico como se observa en la siguiente figura.

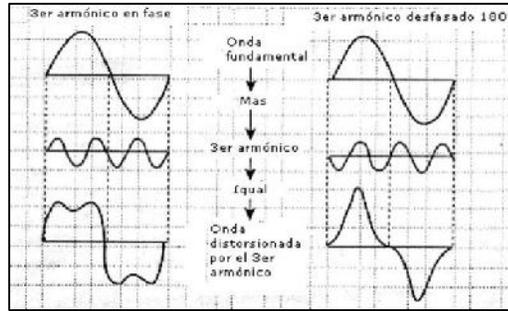


Fig. 2. 10 Distorsión de una onda por armónicos

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

### 2.8.2 Corte

El corte es un disturbio de la tensión nominal en los equipos que utilizan componentes de electrónica de potencia, cuando la corriente es conmutada con otra. Dentro de este periodo ocurre un cortocircuito entre las fases lo cual hace que se produzca este efecto, el cual puede ser caracterizado como un espectro armónico el mismo que se da más frecuente en los convertidores trifásicos [17].

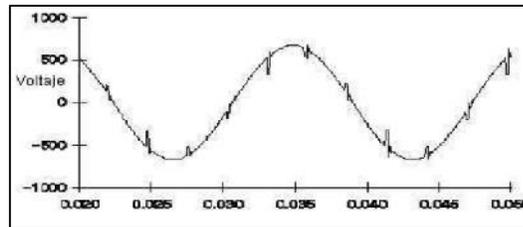


Fig. 2. 11 Curva de espectro de corte

Fuente: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

### 2.8.3 Ruido

El ruido es un espectro de una señal indeseable amplia como veremos en la imagen más adelante, de baja intensidad, superpuesto a la corriente o tensión en los conductores de fases, o en los conductores de neutro. En la mayoría de los casos este tipo de anomalías son resultado de las operaciones defectuosas de los equipos, instalaciones inadecuadas y aterrizamientos impropios o fuera de normas específicas [17].

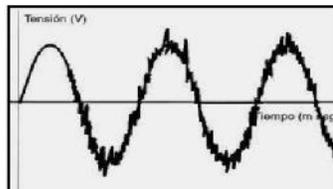


Fig. 2. 12 Curva de espectro de ruido

Fuente: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73482002000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-73482002000100002&script=sci_arttext)

## CAPITULO III

### 3. NORMAS PARA CALIDAD DE ENERGÍA, EFICIENCIA Y AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA

Dentro de las normativas se encontrar diversas especificaciones según las instituciones que la rigen las cuales podrán ser sectorizadas en:

- Internacionales, las cuales son reconocidas por medio de los organismos nacionales de normalización que son de parte de los mismos pero internacionales como: ISO, IEC, UIT.
- Regionales, elaborados con los respectivos márgenes nacionales de segundo orden.

A continuación, se detalla las diferentes normativas que nos sirven como referencia para el desarrollo de nuestra investigación.

#### 3.1 Norma EM 50160

Normativa que denota los principales aspectos de la onda de tensión en media y baja tensión cuando opera en condiciones normales en distribución al usuario, en concepto general esta norma nos delimita todos los valores de las características del voltaje que todo usuario espera y no con valores frecuentes que se encuentran en la red de distribución eléctrica.

Además de ello limita los valores de frecuencia nominal de la tensión suministrada, amplitud de la tensión, variaciones de suministro de tensión, variaciones rápidas de tensión, interrupciones de larga y corta duración del suministro, armónicos y la transición de señales de información por la red.

Cabe recalcar que la norma es aplicable solo en condiciones normales de funcionalidad, la cual influye una lista de diversos tipos de límites de operación realizadas después de una falla como se muestra a continuación.

Evento en la tensión de suministro	Magnitud	Duración
Sags	90 % < 1%	10 ms < 1 minuto
Baja de tensión	90 % < 1%	> 1 minuto
Interrupción de suministro	< 1%	< 3 minutos (breve) > 3 minutos (larga)
Sobretensión temporal	> 110 %	Relativamente larga
Sobretensión transitoria	> 110 %	Algunos milisegundos

Tabla 3. 1 Límites de funcionalidad según norma EM 50160

Fuente: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

### 3.2 Norma IEC 61000-3-2

Esta norma establece un cierto rango que debe tener las emisiones de corriente armónica para los equipos que tengan como entrada corriente inferiores o iguales a los 16 Amp.

Orden armónico h	Corriente armónica máxima permitida (A)
<b>Armónicos Impares</b>	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq h \leq 39$	$0.25 / h$
<b>Armónicos pares</b>	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq h \leq 40$	$1.84 / h$

Tabla 3. 2 Margen de armónico para equipos de tipo A

Fuente: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

### 3.3 Norma IEC 6100024

Esta norma verifica que los rangos de las perturbaciones dentro del sector industrial se aplican en valores de 50 Hz y 60 Hz tanto en redes de baja y media tensión en sistemas de distribución.

Para aplicar esta norma se debe identificar los diversos equipos y sus características antes de asignar a que clase pertenece entre algunas tenemos las siguientes:

- Clase 1, se diferencian los equipos debido a su sensibilidad a las perturbaciones.
- Clase 2, se lo relaciona con los puntos de conexión común e interior en el sector industrial.
- Clase 3, se lo relaciona con la alimentación a convertidores o máquinas de enorme consumo con arranque de manera frecuente.

### 3.4 Norma IEC 61000430

Esta norma deslinda las medidas de los parámetros para la calidad del suministro de energía y como interpretar dichos resultados, en la norma se definen estándares los mismos que detectan y verifican los sobresaltos de voltaje, sobretensiones e interrupciones que en el suministro se produce.

De esta manera la norma nos permite definir en 2 tipos de clases; clase A las cual verifica el cumplimiento de las normas y aplicaciones contractuales que se utilicen para el análisis.

Y la de clase B la cual hace referencia al estudio estadístico y soluciones de los problemas que se presenten en las instalaciones eléctricas con la eficiencia o calidad de energía.

### 3.5 Norma IEEE 1159

La siguiente norma define a los efectos electromagnéticos de las redes eléctricas en 7 categorías tales como: variaciones de corta duración, variación de larga duración, transitorios, desequilibrios de tensión, distorsión de la forma de onda, fluctuaciones y variación de frecuencia [18].

Dentro de las variaciones de corta duración comprenden los sags y los swell, estos son producidos en condiciones de fallo por conexiones de cargas que necesitan corrientes grandes de arranque para el funcionamiento normal [18].

Continuación se mostrará una tabla de duración de los diversos tipos de corte según la norma.

Categorías	Duración típica	Magnitud típica de la tensión
<b>1.0 Variaciones corta duración</b>		
<b>1.1 Instantánea</b>		
1.1.1 Hueco	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
1.1.2 Swell	0.5 – 30 ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
<b>1.2 Momentánea</b>		
1.2.1 Interrupción	0.5 ciclos – 3 s	< 0.1 p.u.
1.2.2 Hueco	30 ciclos – 3 s	0.1 – 0.9 p.u.
1.2.3 Swell	30 ciclos – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
<b>1.3 Temporal</b>		
1.3.1 Interrupción	3 s – 1 min	< 0.1 p.u.
1.3.2 Hueco	3 s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
1.3.3 Swell	3 s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
<b>2. variaciones larga duración</b>		
2.1 Interrupción	> 1 min	0.0 p.u.
2.2 Subtensión	> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
2.3 Sobretensión	> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.

Tabla 3. 3 Limites de corta y larga duración según norma IEEE1159

Fuente: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

### 3.6 Norma IEC 5552

La norma IEC5552 establece las distintas exigencias que deben cumplir los armónicos para todos los equipos que consumen menos de 16 AMP. por fase los cuales con casos desde los 220v a 440v, dentro de los cuales figuran comúnmente los diversos tipos de artefactos de utilización diaria en una vivienda [19].

Esta norma establece el valor de los límites eficaces en función o relación entre el valor eficaz y el valor máximo eficaz y valor máximo normal.

### 3.7 Estándar IEEE 519

En esta normativa se aplican las diversas recomendaciones prácticas y requerimientos para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia, la norma exige a los destructores de la red de energía eléctrica suministrar el óptimo nivel de tensión y correcta forma de onda.

Aparte de ello también hace referencia al rango absoluto de armónicos producido por las fuentes individuales al igual que la magnitud con respecto a la red de abastecimiento.

El propósito central de esta norma es verificar la causal de la inyección de corrientes armónicas, distorsiones de tensión, el cual es por obligación resolver dichos problemas al que distribuye como al que consume la energía eléctrica, por lo cual la norma tiene como propósitos iniciales:

- Limitar la cantidad de corriente armónica que los usuarios puedan ingresar a la red de energía eléctrica.
- Establecer un rango de nivel de voltaje armónico que las empresas de distribución de energía pueden suministrar al consumidor.

A continuación, se mostrará una tabla con los límites de corriente para componentes de armónicas individuales como también distorsiones armónicas total:

Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 120 - 69,000 volts.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Tabla 3. 4 Límites según la norma IEEE519

Fuente: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

Además de ello esta norma ayuda a realizar lineamientos para el parpadeo de tensión el cual es provocado a su vez por el consumidor final, dichas distorsiones se recomiendan que sean de niveles pequeños para garantizar que los equipos de los consumidores operen satisfactoriamente.

En la siguiente tabla se denotará los límites de distorsión armonía según los niveles de voltaje basados en la norma.

Voltaje de barra en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de Tensión (%)	Distorsión total del voltaje THD (%)
Hasta 69 KV	3.0	5.0
De 69 KV a 137.9 KV	1.5	2.5
138 KV y mas	1.0	1.5
Nota: Los sistemas de alto voltaje pueden llegar hasta un 2.0% en THD cuando lo que causa es un alto voltaje terminal DC, el cual podría ser atenuado.		

Tabla 3. 5 Limites según la norma IEEE519 según la distorsión armónica

Fuente: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

En la tabla que anterior se mostró, la referencia a 3 niveles de voltaje, en lo cual se ve la relación entre el voltaje y los límites de distorsión; mientras aumenta el voltaje los límites de distorsión disminuyen.

Además de ellos se da a entender que los limites están por encima de las componentes individuales y las distorsiones totales resultantes de las diversas distorsiones armónicas.

### 3.8 Norma ISO 14001

La Norma ISO 14001 tiene más popularidad en el ámbito de calidad de energía dada su amplia adopción por las organizaciones preocupadas por gestionar su impacto ambiental ya desde 1990.

Esta norma está enfocada en el Sistema de Gestión Ambiental en el cual se interpretan los diversos sistemas de gestión de documentación, las actividades de formación, comunicación, etc. [20].

A continuación, se observa una tabla de los aspectos principales de la norma.

DOCUMENTACION
<input type="checkbox"/> Alcance <input type="checkbox"/> Línea de base Energética <input type="checkbox"/> Indicadores del desempeño Energético KPI <input type="checkbox"/> Política Energética <input type="checkbox"/> Metas y Objetivos desempeño Energético <input type="checkbox"/> Documento (manual) del sistema de Gestión de la Energía <input type="checkbox"/> Control de la Documentación <input type="checkbox"/> Control de los Registros
GESTIÓN
<input type="checkbox"/> Representante de la dirección <input type="checkbox"/> Equipo de gestión de energía <input type="checkbox"/> Perfil Energético <input type="checkbox"/> Requisitos legales y otros <input type="checkbox"/> Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía
OPERACION
<input type="checkbox"/> Compras de energía <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Control de Procesos <input type="checkbox"/> Implementación del Proyecto <input type="checkbox"/> Comunicaciones, capacitación, sensibilización
EVALUACIÓN Y REVISIÓN
<input type="checkbox"/> Seguimiento, medición y análisis <input type="checkbox"/> Auditorías internas <input type="checkbox"/> Acciones correctivas y preventivas <input type="checkbox"/> Revisión por la dirección

Tabla 3. 6 Aspectos principales que se deben realizar con respecto a la norma

Fuente: [www.normas-iso.com](http://www.normas-iso.com)

En la tabla anterior se observó los elementos de la norma de los cuales los aspectos que se encuentran en verde, deben ser desarrollados extensamente y por completo en la Norma ISO 50001 la cual tiene un parentesco similar a la norma que se detalló.

### 3.9 Norma ISO 50001

Es una normativa internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) en el que se determinan los requisitos para la gestión de la energía, esta norma es de aplicación en todo tipo de empresas y organizaciones independientemente de su actividad que realice [20].

El objetivo principal de esta norma es integrar la gestión de la energía en todos sus aspectos, dentro de una organización con el sistema de gestión de la empresa, abarcando desde la compra de energía y materias primas hasta las medidas a adoptar en la empresa para promover el ahorro energético [20].

Por otro lado, la sistematización de los procesos de gestión de la energía, instaurados por el SGEN (Sistema de Gestión de la Energía) de la Norma ISO 50001 nos garantiza eficiencia de las medidas adoptadas, con los paradigmas comunes de las normas ISO [20].

Responsabilidad de la dirección, comunicación y participación de todos las partes de la empresa, planificación de objetivos, puesta en marcha de los planes y finalmente con la revisión y me jora continua del sistema [20].

A continuación, se muestra una figura donde se desglosan los objetivos la norma y como está estructurada.



Fig. 3. 1 Estructura de la norma ISO 50001

Fuente: [www.normas-iso.com](http://www.normas-iso.com)

La ISO 50001 establece una síntesis de la preocupación mundial por esta materia, la cual reunió a más de 60 países, la cual tiene como prioridad el enfoque en la optimización del consumo energético para conseguir ahorros económicos.

Con la implantación de esta norma, cualquier empresa pública o privada, pequeñas o mediana podrá implementar un sistema para ahorrar dinero en la energía actualmente desperdiciada.

Las medidas que tienen como prioridad dentro de esta norma es aplicar soluciones técnicas, tales como: optimización de tensión, variadores de velocidad para motores eléctricos, iluminación de bajo consumo, modernización de sistemas de calefacción y aire acondicionado etc. Sin embargo, la norma tiene como principales aspectos de [20]:

- Fomentar y evaluar los conocimientos en el uso de la energía al personal.
- Incluir los aspectos relevantes de la empresa, identificando las necesidades y los posibles fallos.
- Realizar el uso de la comunicación para sensibilizar al cambio adecuado del uso de la energía.

### **3.10 Norma ISO 50002**

Es una guía de requisitos para la aplicación de la norma ISO 50001, la cual detalla y establece los requisitos mínimos del proceso para llevar a cabo una auditoría energética en relación con la eficiencia energética, cabe recalcar que esta norma todavía no se encuentra completamente delineada sigue modificándose, pero ya ay aspectos de los cuales puedan servir para hacerle aplicable.

### **3.11 Norma ISO 50003**

Trata del aseguramiento de la conformidad requisitos para los organismos de certificación que certifiquen auditorías energéticas, sistemas de gestión energética y competencias de los auditores, aporta requisitos para asegurar la imparcialidad en el proceso de auditoría y certificación.

### **3.12 Norma ISO 50015**

Se basa en la verificación del rendimiento energético, verificar medidas, análisis y el comportamiento energético de una organización establece los principios y directrices generales para el proceso de medición y verificación de la eficiencia energética de una organización o sus componentes.

### **3.13 Norma UNE-EN 16247**

Esta norma establece los requisitos mínimos para garantizar la calidad en la realización de una auditoría energética, la familia de normas ISO 50000 a través de sus distintas guías nos ofrece apoyo para distintos aspectos de las auditorías energéticas.

## CAPITULO IV

### 4. PENALIZACIÓN ELÉCTRICA

#### 4.1 Tarifas eléctricas

Antes de hablar de penalizaciones eléctricas se deberá tener en cuenta las tarifas al que cliente esté relacionado; para ello el ARCONEL (Agencia de Regulación y Control de Electricidad) establece que la tarifa reflejará los costos que origine el consumidor de acuerdo con sus características de consumo y el nivel de tensión suministrado por la empresa de distribución.

<b>Tarifas en Baja Tensión</b>  Voltajes menores a 600V	<b>Categoría residencial</b> Consumidores servidos en baja tensión que se ubican en la categoría residencial.	RD (Residencial) TE (Tercera Edad)
	<b>Categoría general en baja tensión sin demanda</b>  Son consumidores servidos en baja tensión que no disponen de medición de demanda o que ésta sea inferior a 10KW.	AS (Asistencia Social) BP (Beneficio Público) CO (Comercial) CR (Culto Religioso) ES (Escenario Deportivo) IA (Industrial Artesanal) MU (Entidad Municipal) OF (Entidades Oficiales) BJ (Bombeo de Agua)
	<b>Categoría general en baja tensión con demanda</b> Se aplica a los consumidores de la categoría general, servidos en baja tensión, que dispone de registro o medición de demanda.	AB (Asistencia Social en Baja Tensión con Demanda) BB (Beneficio Público en Baja Tensión con Demanda) CB (Comercial Baja Tensión con Demanda) B (Industrial Baja Tensión con Demanda) MB (Entidad Municipal Baja Tensión con Demanda)
	<b>Categoría general en baja tensión con registro de demanda horaria</b> Se aplica a los consumidores de la categoría general, servidos en baja tensión, que dispone de medición de demanda horaria	A3 (Asistencia social BT con Demanda horaria) B3 (Beneficio público BT con Demanda horaria) C3 (Comercial BT con Demanda horaria) E3 (Escenario deportivo BT con Demanda horaria) HH (Industrial artesanal con medición horaria)
	<b>Categoría Alumbrado Público</b> Se aplica al consumo de energía eléctrica para alumbrado público.	AP (Alumbrado Público)

Tabla 4. 1 (a) Tabla de categorías de tarifas para penalizaciones

Fuente: [www.regulacionelectrica.gob.ec](http://www.regulacionelectrica.gob.ec)

<b>Tarifas en Media Tensión</b>  Voltajes entre 600V y 40 kV.	<b>Categoría general con demanda</b>  Consumidores servidos en media tensión, que cuentan con medición de demanda no horaria o por estimación de demanda.	AD (Asistencia Social) BA (Bombos de Agua) BD (Beneficio Público) CD (Comercial) CK (Culto Religioso) ED (Escenario Deportivo) ID (Industrial) MD (Entidad Municipal) OD (Entidades Oficiales) DC (Servicio Eventual Comercial) DI (Servicio Eventual Industrial) WD (Bombeo de Agua con Demanda)
	<b>Categoría general con demanda horaria</b>  Consumidores servidos en media tensión, que cuentan con medición de demanda horaria.	AH (Asistencia Social Demanda Horaria) BH (Beneficio Públicos Demanda Horaria) CH (Comercial Demanda Horaria) EH (Escenario Deportivo Demanda Horaria) IH (Industrial Demanda Horaria) JH (Industriales con medición Horaria con Incentivo MT) MH (Entidad Municipal Demanda Horaria) OH (Entidades Oficiales Demanda Horaria) UH (Culto Religioso Demanda Horaria) WH (Bombeo de Agua con Demanda Horaria)
<b>Tarifas de Alta Tensión</b>  Voltajes superiores a 40 kV	<b>Consumidores servidos en alta tensión</b>  Deben disponer de la medición de demanda horaria	KH (Industriales con Medición Horaria con incentivo AT)

Tabla 4. 2 (b) Tabla de categorías de tarifas para penalizaciones

Fuente: [www.regulacionelectrica.gob.ec](http://www.regulacionelectrica.gob.ec)

Como consecuencia de la aplicación de disposiciones del ARCONEL, la empresa de distribución de la energía en este caso Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., debe incluir en la facturación, varios rubros adicionales que incrementan el valor de la planilla que debería contener únicamente los cargos por venta de energía; rubros que se adicionan tales como:

- Penalización por bajo factor de potencia
- Fondo de electrificación rural y urbano Marginal FERUM (categorías comercial e industrial)
- Recolección de basura y aseo público
- Tasa por alumbrado público
- Contribución a los cuerpos de bomberos
- Contribución para subsidio cruzado.

## 4.2 Penalizaciones eléctricas

Se deducir dos posibles penalizaciones una por exceso de potencia máxima que en caso industrial es muy común y la otra penalización por bajo factor de potencia que la más frecuente; las cuales detallaremos brevemente a continuación: [21]

**La penalización por Potencia Máxima:** Esta es muy común en clientes industriales grandes donde se realiza un contrato en el cual aparece un término denominado potencia contratada, que es la máxima potencia que puede consumir las instalaciones dentro de la empresa solicitante.

En caso de que en algún momento la instalación consuma más potencia de lo que se estableció en el contrato, quedará registrado en un equipo denominado máxímetro y la compañía eléctrica de distribución podrá facturar la penalización correspondiente en función del desvío entre la potencia contratada y la máxima consumida en el periodo facturado.

**La penalización por Reactiva (o cos phi):** En este caso el contador o medidor que se coloque al cliente registrara el consumo de energía activa y reactiva en la instalación. Con estos datos la empresa de distribución de la energía calcula un cos phi medio de los datos registrados, y en caso de que sea menor de 0,92 aplica una penalización en función del valor calculado.

Cuando el factor de potencia tenga un valor inferior a 0.92, el suministrador de energía eléctrica tendrá derecho a cobrar al usuario una penalización o recargo por afectaciones al suministro eléctrico. La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización multiplicada por el siguiente factor, es decir [22]:

$$Bfp = \left( \frac{0,92}{fpr} \right) - 1$$

Donde:

Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia

fpr = Factor de potencia registrado

Por lo tanto, para obtener el factor de penalización correspondiente se deberá multiplicar el factor de penalización por bajo FP, por los valores de demanda, comercialización, consumo total en kWh lo que da:

**Penalización bajo FP = (Demanda + Valor comercialización + Consumo total kWh) \*Bfp**

**Nota:** según el Art. 27.- Cargos por bajo factor de potencia. - Para aquellos consumidores a los cuales el Sistema de Medición fijado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, ARCONEL, considere la medición de energía reactiva, el distribuidor registrará mensualmente el factor de potencia [22].

Aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,90, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0,92 y el factor de potencia registrado [22].

Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0,88, el distribuidor en, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite [22].

# CAPITULO V

## 5. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

### 5.1 Analizador de redes eléctricas FLUKE 434

#### 5.1.1 Principales características de un analizador de redes eléctricas

Un analizador de redes es un instrumento con la capacidad de mostrar datos y formas de ondas de las señales eléctricas de voltajes, corrientes, potencias, armónicos en forma de histogramas, graficas fasoriales, formas de ondas, espectros armónicos como funciones principales y básicas de cualquier modelo de analizador el cual dependerá de las distintas marcas que se encuentren en el mercado las cuales tendrán sus ventajas cada una [23].



Fig. 5. 1 Características principales de un analizador de redes

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

#### 5.1.2 Partes del equipo analizador FLUKE 434

El analizador FLUKE 434 es un analizador de redes eléctricas de tipo trifásico el cual tiene como funcionalidad primaria la medición de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, potencias, consumo (energía), desequilibrio, flickers, armónicos.

Además de ello otra funcionalidad es de capturar eventos como fluctuaciones, transitorios, interrupciones y cambios de tensión.

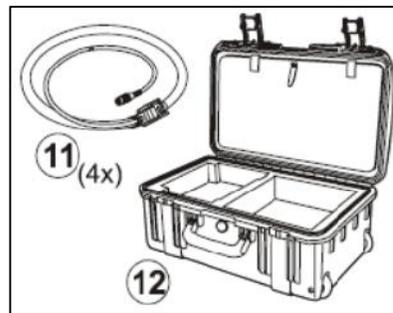
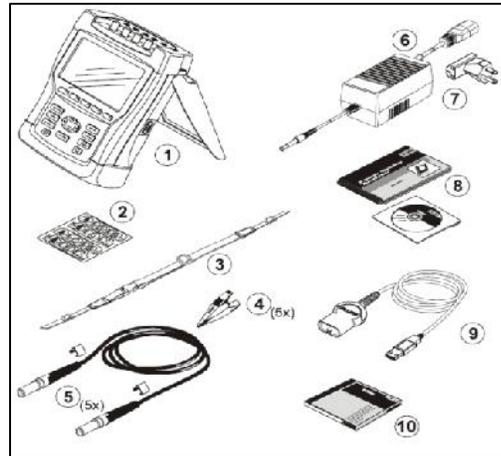


Fig. 5. 2 Partes del equipo analizador FLUKE 434

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

N°	Descripción
1	Analizador de calidad de la energía eléctrica
2	Juego de adhesivos para las tomas de entrada
3	Correa
4	Pinzas de cocodrilo. Juego de 5
5	Cables de prueba, 2,5 m. Juego de 5
6	Cargador de batería / Adaptador de red
7	Adaptador de enchufe de línea (según el país)
8	Manual de iniciación + CD ROM con Manual de uso y Manual de iniciación (varios idiomas)
9	Cable óptico USB
<b>Fluke 435:</b>	
10	CD ROM con el software FlukeView® para Windows® + software de registro de potencia para Windows®
11	Pinzas amperimétricas de CA flexibles 3000 A. Juego de 4 piezas Modelo i430flex-4pk.
12	Maletín con ruedas de alta resistencia C435.

Tabla 5. 1 Descripción de las partes del equipo analizador FLUKE 434

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

El analizador FLUKE 434 además de las funciones que se detalló anteriormente consta de un soporte de sujeción que permite visualizar la pantalla en un ángulo para mayor comodidad del usuario a utilizar el cual será apoyado sobre una superficie plana. De igual manera al desplegar el soporte se podrá visualizar un puerto óptico RS-232 desde el lateral derecho del analizado el cual se utilizará para conectar a un pc, como se observa en la siguiente figura [23].

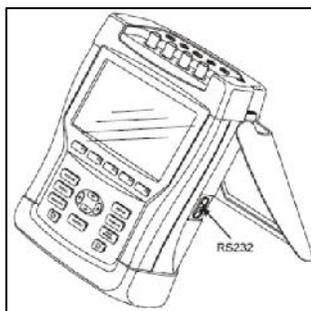


Fig. 5. 3 Ubicación del puerto RS-232 en el equipo analizador FLUKE 434

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

### 5.1.3 Funciones del equipo analizador FLUKE 434

El analizador ofrece una completa serie de potentes funciones para la comprobación de sistemas de distribución eléctrica. Algunas de estas funciones le permiten obtener una visión general del funcionamiento del sistema eléctrico, mientras que otras le sirven para examinar detalles específicos. Este capítulo explica cómo realizar medidas en una secuencia lógica.

El modelo FLUKE 434 incorpora funciones adicionales como inter armónicos, transitorios, utilización de la energía, memoria adicional para almacenar pantallas y datos, el software FlukeView y un cable óptico USB aislado. En caso de no instalarse, aparecerán en gris en los distintos menús [23].

#### Medición general

Para comprobar si las sondas de tensión y las pinzas amperimétricas están conectadas correctamente, utilice las pantallas que muestran las gráficas de las formas de onda y los diagramas fasoriales. Las pinzas se marcan con una flecha para facilitar la polaridad de señal correcta. En el capítulo 5, encontrará información detallada acerca de cómo realizar las conexiones. La tecla MONITOR (Supervisión) le permite obtener una visión general de la calidad del sistema eléctrico [23].

Al pulsar esta tecla se abre una pantalla con un gráfico de barras que muestran aspectos de la calidad de las tensiones de fase. Los gráficos cambian de verde a rojo si los aspectos relacionados no se ajustan a los límites. Es posible seleccionar seis categorías de límites diferentes, pudiendo el usuario programar algunos de ellos. Una de estas categorías contempla los límites recogidos en la normativa EN50160 [23].

Las teclas de función de la F1 a la F5 abren distintos submenús con información detallada de cada uno de los factores de la calidad eléctrica. Las unidades de los datos numéricos se expresan en voltios, amperios y hercios. Para ello, pulse la tecla MENÚ (MENÚ) [23].

A continuación, seleccione Volt./Amp./Hz. y pulse F5 – Aceptar para mostrar una tabla con los valores actuales de la tensión (rms y pico), la corriente (rms y pico), la frecuencia y los factores de cresta por cada fase. Pulse F5 – TENDENCIA para mostrar la variación de estos valores a lo largo del tiempo [23].

### **Medición detallada de medidas**

**Tensiones de fase.** - Deben ser similares al valor nominal. Las formas de onda de tensión deben ser del tipo sinusoidal, es decir, suavizadas y sin distorsiones. Compruébelo con la función de osciloscopio. Utilice el modo Fluctuaciones para registrar cambios repentinos de tensión. Capture anomalías de la tensión con el modo Transitorios [23].

**Corrientes de fase.** - Utilice Volt./Amp./Hz. Y Fluctuaciones para comprobar las relaciones de corriente/tensión. Utilice Corriente de arranque para registrar aumentos repentinos de la corriente como la corriente de arranque de motores [23].

**Factor de cresta.** - Un factor de cresta de 1,8 o superior supone una distorsión notable en la forma de onda, por lo cual se debe comprobar la distorsión en la pantalla de osciloscopio. Utilice el modo Armónicos para identificar armónicos y la distorsión armónica total (THD) [23].

**Armónicos.** - Utilice el modo Armónicos para comprobar armónicos de tensión y corriente, y la THD por fases. Utilice la tendencia para el registro de armónicos a lo largo del tiempo [23].

**Flicker (Parpadeo).** - El modo Parpadeo le permite comprobar los parpadeos de tensión a corto y largo plazo, así como otros datos relacionados por fases. Utilice la tendencia para el registro de estos valores a lo largo del tiempo [23].

**Fluctuaciones.** - Utilice el modo Fluctuaciones para registrar cambios repentinos de tensión como de corto y medio ciclo [23].

**Frecuencia.** - La frecuencia debe ser similar al valor nominal. Por lo general, se trata de un factor bastante estable. Seleccione Volt. /Amp. /Hz. Para mostrar la frecuencia. La variación de la frecuencia durante un período determinado se registra en la pantalla de tendencias [23].

**Desequilibrio.** - La tensión de cada fase no debe diferir más de un 1% de la media obtenida a partir de las tres, y el desequilibrio de corriente no debe ser superior al 10%. Utilice el modo Osciloscopio para examinar los desequilibrios en un diagrama fasorial, o bien el modo Desequilibrio [23].

#### **5.1.4 Programación básica de analizador FLUKE 434**

La programación del analizador depende de los parámetros que se van a adquirir, debido a que el analizador interpreta diferentes mediciones como son el caso de tensiones,

corrientes, armónicos, cosfi, variaciones de picos de tensión y corriente, armónicos, flicker, etc. Lo cual se podrá más en el manual del analizador de cómo funciona cada opción.

### 5.1.5 Diagramas de conexión del analizador de redes FLUKE 434

Para una correcta conexión del equipo siempre que sea posible elimine la tensión de los sistemas eléctricos antes de realizar las conexiones para evitar que las pequeñas corrientes y distracciones que se encuentren en la red eléctrica dañen el equipo de medición.

Además de ellos en todo momento se debe de utilizar el equipo de protección adecuado para evitar cualquier accidente, evite trabajar solo y seguir las debidas recomendaciones del instructivo del equipo, en sistemas trifásicos las conexiones se las realizará tal como se mostrará en la figura a continuación o como lo recomienda el fabricante del mismo.

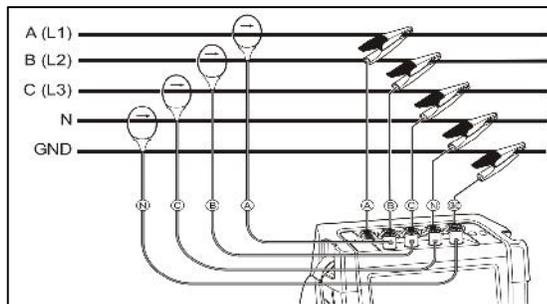


Fig. 5. 4 Conexión del equipo analizador FLUKE 434 en un sistema de distribución trifásico

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

Consta también de una pantalla osciloscopio y diagrama fasorial para comprobar si los cables de tensión y las pinzas amperimétricas están conectadas correctamente, en el diagrama vectorial las corrientes y tensiones de fase L1 (A), L2 (B), L3 (C) deben aparecer sucesivamente emparejadas con sentido de las agujas del reloj como se observará en la siguiente figura.

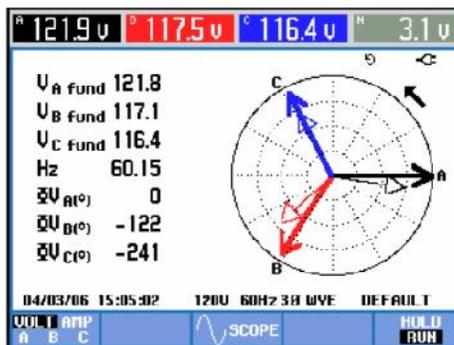


Fig. 5. 5 Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

## 5.2 Pinza amperimétrica FLUKE 381

Una pinza amperimétrica es básicamente una herramienta de medición de corriente con algunas capacidades de tensión. En el pasado, los electricistas utilizaban sondas de prueba en lugar de una pinza para medir la corriente; además, una nueva generación de pinzas amperimétricas usan sondas de corriente flexibles, que Fluke llama Flex.

Estas sondas de bobina Rogowski pueden deslizarse entre cables muy apretados o conductores grandes también pueden ser útiles en varias situaciones aparte desempeñan diversas funciones como: [23]

- Miden la señal de velocidad de un transportador analógico y la corriente del motor respectivo en simultáneo, de modo que puede calibrar el sistema para el flujo de proceso requerido.
- Puede realizar un seguimiento de la salida de la válvula solenoide mientras observa la entrada del PLC, para que se pueda probar el solenoide.
- Mide de manera simultánea las tensiones electrónicas y las corrientes eléctricas en un motor para solucionar las fluctuaciones de velocidad de línea.
- Realizan un seguimiento de la tensión y la corriente del alimentador simultáneamente para solucionar problemas de disparos accidentales.

Las mediciones de tensión y corriente simultáneas son parte de la solución de problemas. Sin embargo, no se pueden hacer mediciones simultáneas con un instrumento a menos que invierta mucho dinero en los equipos utilizados en trabajos eléctricos de calidad.

La solución efectiva de problemas a menudo que se presenta es de utilizar dos multímetros; uno para medir la corriente eléctrica y otro para medir la tensión; sin embargo, con pinza amperimétrica puede deducir un diagnóstico más versátil para el técnico electricista.

A continuación, se detallará uno de los instrumentos de medición que se utilizó para la adquisición de datos de consumo en la planta de producción No.1 de la empresa Tubos Rival S.A. como es la pinza amperimétrica FLUKE 381.



Fig. 5. 6 Pinza amperimétrica FLUKE 381

Fuente: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

Dentro de las características principales de la pinza amperimétrica FLUKE 381 encontramos los siguientes parámetros que se denotaran:

- La tecnología inalámbrica permite desplazar la pantalla hasta 10 m del punto de medida, con lo que se obtiene una mayor flexibilidad sin que ello afecte a la precisión de la medida [23].
- La pantalla magnética extraíble puede situarse cómodamente donde usted pueda verla [23].
- La sonda flexible de corriente iFlex® amplía el rango de medida hasta 2500 A de CA.
- CATIV 600V, CATIII 1000V [23].
- El filtro de paso bajo integrado y el procesamiento de señales avanzado permiten su uso en entornos con gran ruido eléctrico y, al mismo tiempo, proporciona lecturas estables [23].
- Se usa la tecnología de medición de corriente de entrada de propiedad patentada para ignorar el ruido y capturar la corriente de arranque del motor exactamente como la percibe la protección del circuito [23].
- Su diseño ergonómico se adapta a la mano y la puede usar incluso si lleva un equipo de protección personal [23].
- El transmisor de radio establece automáticamente el rango de medida correcto, para que no sea necesario cambiar de posición el selector mientras se realiza la medida [23].

Además de ello está evaluado por homologación de seguridad IEC/EN 61010-1:2001, 1000V CAT III, 600V CAT IV las cuales nos permite tener una garantía y seguridad a la hora de prescindir de este instrumentó de medida.

### **5.3 Cámara de termografía FLIR E75**

A la falta de herramientas adecuadas para identificar rápidamente posibles puntos de fallo en un entorno eléctrico o en una fábrica, adicionalmente porque en muchas ocasiones, resulta imposible llegar a estos componentes. Por tal razón la empresa FLIR de cámaras termo gráficas ofrece una resolución superior con un preciso enfoque automático asistido por láser, además de ello la opción de lentes intercambiables para que pueda apuntar a cualquier componente, acaparando un amplio entorno de visualización para poder ver los posibles fallos en maquinarias y aplicar un plan de corrección anticipado.



Fig. 5. 7 Cámara de termografía FLIR E75

Fuente: [www.flir.es](http://www.flir.es)

La cámara termo gráfica FLIR E75 cuenta con una nueva pantalla táctil grande y brillante con un ángulo de visión de 160 °, para ayudarlo a vigilar la imagen térmica mientras trabaja [24].

Además, consta con la opción de mejora de imagen como MSX® y UltraMax®, los cuales nos ayudaran a obtener una mejor claridad de imagen en todo momento.

La cámara FLIR E75 tiene la sensibilidad y la resolución necesaria para diagnosticar problemas y encontrar deficiencias ocultas, incluso a distancia un poco largas [24].

La resolución nativa real de 320 x 240 ofrece más de 76,000 puntos de medición de temperatura y produce imágenes nítidas y vibrantes, mientras que las lentes intercambiables ofrecen una cobertura completa de objetivos cercanos y distantes [24].

A continuación, veremos tres puntos importantes que la cámara termo gráfica nos ofrece:

1. Medición a distancia con láser. - El medidor de distancia láser permite un enfoque automático rápido y preciso, por lo que puede garantizar mediciones de temperatura precisas en todo momento [24].
2. Elaboración de informes racionalizada. - Las carpetas de trabajo personalizable, el micrófono integrado para la anotación por voz y las características de generación de informes ayudan a la E75 a agilizar su jornada laboral [24].
3. Elegante pero resistente. - Con características tales como vidrio resistente a los arañazos y un chasis sometido a prueba de caída, el diseño del E75 tiene más que un buen aspecto [24].

## CAPITULO VI

### 6. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN No.1 EN LA EMPRESA RIVAL S.A

Un sistema de gestión de calidad de energía es una parte muy importante que una empresa debería planificar y desarrollarlo; fomentado en las actividades de los procesos o servicios que realice dicha empresa.

El sistema de gestión está orientado a mejorar el empleo de la energía con el consumo eficiente, dicho de otra manera, conseguir la minimización del consumo de la energía y los valores que involucran los mismos que en casos son muy altos. Además de ello reducir contaminaciones al medio ambiente y fomentar el uso de energías alternativas o renovables.

Para ello se implementó un proceso para desarrollar las diferentes actividades para el cumplimiento del sistema de gestión, basado en las normas internacionales como la ISO 9001:2015, ISO 50001 y la ISO 14001 que detallan los procesos para desarrollarla.

El sistema de gestión se desarrolló basando en 4 aspectos generales como: planificar, hacer, verificar y actuar; con la generalidad de ser compatible con otras medidas de ahorro y eficiencia energética según las normas antes mencionadas.

**PLANIFICAR:** En este punto se desglosarán las diversas actividades que se aplicaran para el diagnóstico del desempeño eléctrico de la empresa, con indicadores que marquen el desempeño energético, los objetivos, metas y planes de acción que ayuden al mejoramiento y ahorro.

**HACER:** Aquí se describen las diversas actividades de implementación para que el sistema de gestión se aplicado correctamente.

**VERIFICAR:** Consiste en dar seguimiento a la información y mediciones que se han adquirido para realizar el análisis del consumo energético en la empresa basados dentro las políticas y objetivos planteados en el sistema de gestión.

**ACTUAR:** Implica realizar acciones para el mejoramiento continuo del desempeño del sistema de gestión para obtener una calidad de energía y eficiencia energética

A continuación, en la Fig.6.1, se representa el modelo que se implementó en la planta de producción No.1 de la empresa RIVAL S.A. y también se detalla el proceso completo de los aspectos que intervienen en el sistema de gestión.

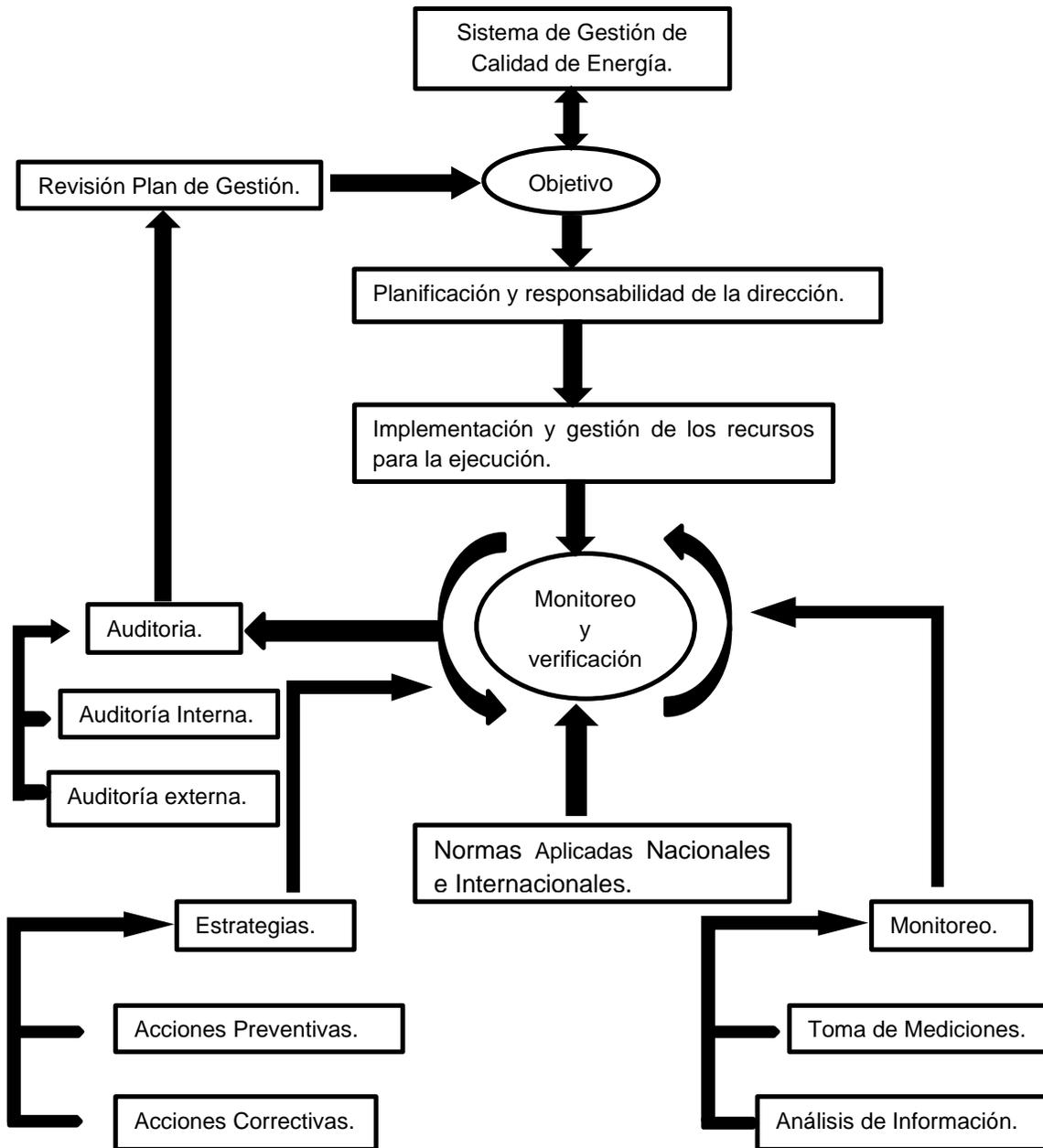


Fig. 6. 1 Modelo de proceso de gestión de la calidad de energía en planta de producción No.1 RIVAL S.A.

Fuente: Autor

## 6.1 Objetivos

En este ítem se detalla todo lo referente a los aspectos que se centra el plan, como el alcance, la delimitación del proceso, y los resultados que se pretenden obtener al final del análisis del sistema de gestión para ser comparados con los analizados.

Objetivos de la Investigación	Teoría o herramienta a utilizar	Propósito	Actividad en donde se aplica	Variables
Realizar un diagnóstico eléctrico actual de la planta de producción No.1 de la empresa Tubos Rival S.A. dentro de parámetros enmarcados en la norma ISO 9001:2015	Matriz energética del Ecuador, Sistemas de gestión de calidad, Auditoría energética y calidad de la energía	Realizar el análisis del consumo interno de la planta No.1 de la empresa Rival S.A. para determinar las posibles amenazas o fallas que puedan presentarse	Actividad de diagnóstico	Productividad Tecnología Sistema Eléctrico Recurso humano
	Herramientas de calidad de energía eléctrica y sistemas de gestión de calidad. Normas EM 50160, IEC 6100024, ISO 9001:2015	Delimitar los problemas actuales por consumo eléctrico en la empresa. Identificar y analizar las posibles soluciones inmediatas que se aplicaran		Procedimientos Infraestructura eléctrica Norma aplicada Recurso humano
Determinar las fallas encontradas de acuerdo al análisis	Análisis de las fallas establecidas basadas en las normas eléctricas	Determinar las fallas existentes que no estén dentro de los rangos establecidos por las normas eléctricas	Análisis de Fallas	Recurso humano Procedimientos Norma aplicada Sistema eléctrico
Establecer estrategias para solucionar las fallas encontradas	Planeación y estrategias de soluciones	Implementar actividades de procesos del sistema de gestión de calidad de energía. Proponer métodos o procesos que garanticen el cumplimiento del sistema y reducir en un 90% las fallas encontradas.	Implementación del sistema de gestión de calidad de energía, que aplique procesos para el mejoramiento de la calidad de energía	Recurso humano Procedimientos Norma aplicada Sistema eléctrico Norma ISO 9001:2015 Normativa vigente
Plantear métodos de control y seguimiento para el sistema de gestión los cuales medirán la eficiencia del mismo	Indicador de gestión de la calidad Cuadro de resultados Norma ISO 9001:2015	Establecer mecanismo de medición para parámetros eléctricos que permitan analizar las mejoras realizadas dentro del sistema de gestión de la calidad de energía	Soluciones propuestas	Consumo eléctrico Recurso humano Proceso Calidad del producto

Tabla 6. 1 Matriz de objetivos del sistema de gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

## 6.2 Planificación y responsabilidad de la dirección

La planificación del sistema de gestión de la calidad de energía se basa en los reglamentos de las normas actualmente regidas, para lograr una implementación precisa y responsable del desarrollo e implementación del ahorro energético.

La elaboración del cronograma de trabajo del sistema de gestión de calidad se desarrolla con una lista de acciones que tienen que llevarla a cabo, tales como: un cuadro de fechas, lugares, logística a seguir y representantes de dichas áreas. Por ello a lo largo de la investigación se detallado los lineamientos que el sistema logre alcanzar, con un enfoque basado en la calidad de energía que estén enrolados en las normas vigentes. A continuación, se detallará la matriz de planificación y el cronograma de trabajo y actividades a realizar.

Área	Responsable	Habilidades o conocimientos	Tiempo de verificación	Actividad
Dirección del sistema de gestión	Jefe de departamento de mantenimiento de la empresa Rival S.A.	Liderazgo / conocimientos en base en sistemas de gestión de calidad	Cada mes	Objetivos y metas
Normalización	Aux.1 del departamento de mantenimiento	Fluidez de comunicación	Cada semana	Realizar documentación a aplicar
Socialización técnica	Jefe de departamento de mantenimiento de la empresa Rival S.A.	Conocimientos sobre gestión y calidad de energía	Cada semana	Trasmitir información sobre sistemas de gestión
Monitoreo / adquisición de información	Técnico eléctrico de mantenimiento	Habilidades y conocimientos sobre el uso de equipos a utilizar	Cada día	Toma de muestras e información de consumo eléctrico
Análisis de resultados	Jefe de departamento de mantenimiento / auditor interno	Conocimientos en base en sistemas de gestión de calidad de energía	Cada mes	Verificación de estado del sistema eléctrico de la planta No.1 de la empresa Rival S.A.
	Auditor externo			
Implementación de soluciones	Jefe de departamento de mantenimiento	Conocimiento en calidad y eficiencia energética, cronogramas de actividades, normativas	Cada mes	Desarrollo de plan de estrategias y soluciones para reducir fallas
	Auditor externo			
	Aux.1 del departamento de mantenimiento			
Control de sistema de gestión de calidad	Auditor interno	Conocimientos en control de procesos de sistemas de gestión de calidad de energía	Cada mes	Verificar cumplimiento del sistema de gestión
	Auditor externo			

Tabla 6. 2 Matriz de planificación y responsabilidad para el sistema gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD DE ENERGIA PARA LA PLANTA DE PRODUCCION No.1 EN LA EMPRESA TUBOS RIVAL S.A.</b>															
<b>Año</b>	<b>2018</b>						<b>2019</b>								
<b>Meses</b>	<b>Oc</b>	<b>No</b>	<b>Di</b>	<b>En</b>	<b>Fe</b>	<b>Ma</b>	<b>Ab</b>	<b>Ma</b>	<b>Jn</b>	<b>Jl</b>	<b>Ag</b>	<b>Se</b>	<b>Oc</b>	<b>No</b>	<b>Di</b>
<b>Descripción de actividad</b>															
Planteamiento del sistema de gestión de calidad de energía	x														
Capacitación al personal de mantenimiento eléctrico sobre el tema aplicar	x	x													
Recolección y verificación de información necesaria para el inicio del sistema	x	x													
Delineamiento de normativas a aplicar		x	x												
Adquisición de datos de consumos eléctricos con analizador de energía		x	x	x	x	x									
Adquisición de datos termográficos de zonas críticas		x	x	x	x	x									
Verificación o desarrollo del diagrama del sistema eléctrico de la planta de producción No.1 de la empresa Rival este actualizado							x	x							
Análisis de la información recolectada dentro del sistema de gestión de calidad de energía								x	x						
Verificación del análisis establecido mediante un auditor externo									x						
Implementación de soluciones a aplicar a las zonas que las fallas son más críticas										x	x	x			
Control del sistema de gestión de calidad de energía aplicado												x	x	x	x
Monitoreo y certificación que se cumplan los parámetros de calidad de energía y eficiencia energética												x	x	x	x

Tabla 6. 3 Cronograma de actividades aplicables dentro del sistema de gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

### 6.3 Implementación y gestión de los recursos para la ejecución

Una vez aprobada y elaborada la planificación para el desarrollo del sistema de gestión y designar las debidas responsabilidades se pondrá en práctica lo denotado anteriormente y empezar a recolectar información más relevante que se necesite a la hora de analizar los resultados finales.

Además de ello de los implementos y dispositivos que son necesarios para el desarrollo del sistema de gestión, recursos que el equipo de trabajo necesite para desarrollar de la manera más fluida el análisis.

## 6.4 Monitoreo y verificación

Este punto es el más importante del desarrollo del sistema de gestión ya que involucra todos los aspectos necesarios de la calidad de la energía en la empresa, donde se empezará con un seguimiento a los equipos de su funcionalidad, tomando en consideración las versiones del personal encargado de cada sector de mantenimiento y revisión pautada que la realizan a diario para luego ser verificado.

### 6.4.1 Monitoreo

#### 6.4.1.1 Toma de mediciones

El monitoreo de los equipos deberá recopilarse en una sola fuente para luego ser verificado antes de realizar el debido análisis de los problemas que se presenten según los datos obtenidos. Para la obtención se utilizarán todos los métodos y equipos necesarios para recolectar la información. A continuación, se describe la matriz a seguir para la recolección de mediciones.

Área crítica a analizar	Responsable de adquisición de mediciones	Datos a obtener	Tiempo de medición	Observaciones
Tablero Molino Granulado Pallman	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Corriente de arranque en tablero y conductor colocado
	Auditor Interno			
Tablero Inyectoras	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, frecuencia y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Equipos electrónicos conectados al tablero
	Auditor Interno			
Tablero Mezcladoras y Extrusoras	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Conductor y protecciones principales colocadas, temperatura en tablero
	Auditor Interno			
Tablero Chiller y Compresores	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Protecciones o circuitos deshabilitados
	Auditor Interno			
Tablero de transformador No.1	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Potencia de transformador, temperatura en conductor y Transformador
	Auditor Interno			
	Jefe Dpto. Mant. De la empresa			
Tablero de transformador No.2	Técnico eléctrico de mantenimiento	Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura tablero	7 días / 24 horas	Potencia de transformador, temperatura en conductor y Transformador
	Auditor Interno			
	Jefe Dpto. Mant. De la empresa			

Tabla 6. 4 Matriz para obtener los parámetros de medición

Fuente: Autor

### 6.4.1.2 Análisis de la información

Aquí se realiza el análisis de la información recolectada durante el monitoreo de los equipos, el análisis se establecerá en diferentes puntos tales como: niveles de tensión, corriente factor de potencia temperaturas en los conductores como se describe en la matriz a continuación.

Parámetros	Responsable	Normas o teoría a aplicar	Tiempo de resolución	Amenazas
Tensión (volt)	Jefe Dpto. Mant. De la empresa, Auditor interno y externo	Norma NTC 13340, Fallas por sobre tensión	5 días	Voltajes por bajo porcentajes que son admisibles por la norma entre el 1% - 5%
Corriente (Amp)		Fallas por sobre corriente	5 días	Fallas de corto circuito
Potencia activa(watts)		Reglamentos establecidos por el ARCONEL	5 días	Fuera de límite establecido por la empresa distribuidora implica penalización
Potencia reactiva (VAR)		Reglamentos establecidos por el ARCONEL	5 días	Fuera de rango establecido el cual provoca disturbios al sistema eléctrico
Factor de Potencia		Penalización por regulación del ARCONEL, CENTROSUR	5 días	Fuera del límite que establece en el rango de la empresa de distribución que esta de 1 - 0,96
Conductores		Dimensionamiento de conductores y fallas aplicadas	5 días	Conductor deteriorado, menor vida útil de aislamiento
Temperatura		Temperaturas establecidas por los productos	5 días	Temperaturas que estén cerca de 75% del establecido por el producto
Frecuencia		Distracciones armónicas, fluctuaciones, Flicker etc.	5 días	Funcionalidad de equipos electrónicos

Tabla 6. 5 Matriz de análisis de los diversos parámetros establecido en el sistema de gestión de calidad

Fuente: Autor

### 6.4.2 Normas Aplicadas Nacionales e Internacionales

Luego del análisis establecido se verifica que toda la información y las resoluciones que se tomen más adelante sean basadas en las normas vigentes, ya que dichas nos dan rangos para las diversas situaciones que se presentan en el análisis de la calidad de energía entre algunas de ellas las hemos revisado en el capítulo 3 del presente documento.

### 6.4.3 Estrategias

Dentro de este ítem enumeraremos dos muy importantes que son las correcciones preventivas y las correctivas las mismas que se aplicaron en el desarrollo del sistema de gestión de calidad de energía.

### 6.4.3.1 Acciones preventivas

Dentro de las acciones preventivas constaran todas las que se fomentaron a la hora del análisis para evitar posibles interrupciones de la energía o en su fin cortes de la misma que equiparan gastos a la empresa y que ayuden al ahorro energético y económico.

Las acciones preventivas que se aplican en este margen son las de revisiones periódicas al sistema eléctrico y equipos al fin de evitar daños y que sean solucionados oportunamente. Tomas de mediciones de los diferentes parámetros que se analizaron anteriormente para verificar su estado y si deben aplicar correcciones o no, a más de ellos de la verificación del estado de protecciones y de los tableros si están funcionando óptimamente

Actividad preventiva	Agentes	Causa posible	Aplicación de sistema de prevención	Recomendaciones
Verificación de sobre dimensionamiento de protecciones	Equipos Eléctricos	Cambias de equipos eléctricos de menor capacidad que el anterior	Realizar un inventario de todas las protecciones de la planta	
Revisión de estado de conductores por envejecimiento	Productos químicos	Por presencia de sustancias químicas en los conductores	Revisiones semanales del estado del conductor	Realizar la debida inspección con los equipos de protección
Mantenimiento de tableros	Polvo, conductores	Tableros llenos de polvo que sulfata los terminales de conexión y conductores	Mantenimiento mensual de los tableros	Utilizar equipos y herramientas en buen estado en especial su aislamiento eléctrico
Mantenimiento de equipos	Fallas eléctricas	Conexiones sulfatadas y mantenimiento no realizado	Mantenimiento y seguimiento del comportamiento de uso del equipo	Realizar un informe del debido mantenimiento
Medición de estado de parámetros eléctricos	Estado del sistema eléctrico	Para monitorear el estado de consumo de la planta de producción No.1	Adquirir datos diarios del consumo eléctrico en horas criticas	Verificar con el jefe del departamento de mantenimiento la zona a estudiar

Tabla 6. 6 Matriz de acciones preventivas del sistema de gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

### 6.4.3.2 Acciones correctivas

En las acciones correctivas se relacionan todas aquellas fallas o problemas que se encontraron en el análisis que deben ser solucionadas de manera inmediata, ya sea en los equipos, tableros o procesos dentro de la parte que se realiza la gestión de calidad de energía.

Actividad correctiva	Agentes	Causa posible	Aplicación de sistema de corrección	Recomendaciones
Nivel de tensión muy bajos	Distancia	Caída de tensión por distancia	Revisar los cálculos y efectos que pueden causar este factor	Almacenar la información obtenida
Dimensionamiento de conductor	Equipos eléctricos	Instalación de equipos eléctricos adicionales	Actualizar el diagrama del sistema eléctrico de distribución interna de la planta	Revisión del diagrama unifilar del sistema eléctrico cada mes que este actualizado
Corrección de factor de potencia	Potencia reactiva	Cargas reactivas fuera de niveles aceptables	Realizar el cálculo correspondiente para determinar un banco de capacitores	Si el FP esta fuera del rango establecer rápidamente las soluciones para evitar penalizaciones
Temperatura en transformadores	Tiempo funcionamiento	Los equipos eléctricos que intervienen en los procesos funcionan constantemente	Verificar y mejorar los diversos procesos dentro de la planta	Coordinar con el supervisor de planta y de procesos
Verificación de la potencia en la planta con respecto a los transformadores	Potencia activa	Potencia activa establecida en la planta es igual a la del transformador	Constatar la potencia total en la planta y si es mayor al transformado será reemplazado	Informar a las autoridades superiores y los posibles daños que puede causar este factor

Tabla 6. 7Matriz de acciones correctivas del sistema de gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

## 6.5 Auditoría

Dentro de este contexto manejaron dos tipos de auditoría una interna y otra externa las cuales se encargarán de dar el visto bueno al análisis realizado y las soluciones que se deben aplicar a largo o corto plazo.

**Auditoría interna.** – Aquella se encargará de realizar el análisis correspondiente con respecto al plan de gestión, de la obtención de la información, verificación y certificar que todo esté dentro de los lineamientos de las normas actuales, y además de plantear sus respectivas soluciones. El designado de este ente tendrá que ser nombrado internamente en la planta de producción y que este al tanto de los procesos y del sistema eléctrico.

**Auditoría externa.** – Esta se encargará de todo el monitoreo de las actividades que se realice dentro del sistema de gestión de calidad, aspectos técnicos, ambientales, este será contratado de forma externa a la empresa y que tengo un amplio conocimiento en sistemas de gestión. Además de ellos se encargará de la verificación de los resultados del análisis efectuado y de las propuestas de solución que están dentro de los objetivos planteados.

## 6.6 Revisión plan de gestión

En este punto se desarrollará un equipo de trabajo para realizar la revisión minuciosa de las soluciones que se plantearon y verificar que estas estén dentro de los márgenes de los objetivos, alcances y metas que se proponen al inicio de la implementación del sistema de gestión de no ser así se deberá volver a verificar la información recolectada y realizar el análisis debido.

Después de a ver revisado toda la documentación necesaria y verificados que están cumpliendo los objetivos; se realizara un informe completo con los aspectos más relevantes de las fallas presentes y las que podrían darse con sus debidas soluciones, luego de realizar todas las correcciones se verificará si se han cumplido todos los parámetros para obtener una eficiencia energética, enmarcados dentro de una excelente calidad de energía.

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD DE ENERGIA PARA LA PLANTA DE PRODUCCION No.1 EN LA EMPRESA RIVALS.A.					
Descripción de proceso	Documental	Menor Importancia	Información	Aplicables largo plazo	Aplicables a corto plazo
<b>1. Determinación de documentación</b>					
Sistema de gestión de calidad de energía	x				
Documentos de consumo	x				
Control de registro de datos		x			
<b>2. Objetivos del sistema de gestión</b>					
Diagnostico eléctrico actual de la planta			x		
Determinación de fallas			x		
Estrategias de solución			x		
Plan de control del sistema de gestión			x		
<b>3. Planificación del sistema de gestión</b>					
Responsabilidad de la dirección del sistema	x				
Socialización del enfoque del sistema de gestión				x	
Control del proceso de monitoreo				x	
Análisis e implementación de resultados					x
Control del Sistema de gestión de calidad				x	
<b>4. Toma de mediciones</b>					
Seguimiento y medición de los consumos eléctricos			x		
Seguimiento de los equipos que utilizan y su consumo			x		
<b>5. Análisis de información</b>					
Análisis de datos obtenidos					x
Auditoría Interna				x	
Normas implementadas en el análisis	x				
<b>6. Acciones preventivas</b>					
Verificación de protección				x	
Mantenimiento eléctrico en la planta de producción No.1				x	
Verificar de parámetros eléctricos				x	
<b>7. Acciones correctivas</b>					
Caída de tensión en tableros analizados					x
Verificación del dimensionamiento de conductores					x
Corrección del factor de potencia					x
Estado de transformadores de planta que estén bajo del 80% de capacidad normal					x
	16,67%	4,17%	25%	29,16%	25%

Tabla 6. 8 Matriz de diagnóstico del sistema de gestión de calidad de energía

Fuente: Autor

## CAPITULO VII

### 7. RECOPIACIÓN DE DATOS

#### 7.1 Recopilación de datos de la planilla de facturación de consumo eléctrico mensual, anual

Se registra la mayor información referente al pago de la planilla del consumo de energía de la planta datos que se obtuvo de la página web de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, debido a que la empresa Rival S.A. no lleva un registro total del mismo.

Los datos que se describe son desde diciembre del 2015 hasta septiembre del 2016, contabilizando un detalle de 10 meses de adquisición de la información. El valor de la planilla desde ese tiempo hasta el actual se lo ha realizado de una etapa de cliente especial debido a que la empresa registra penalización por bajo factor de potencia y por potencia fuera del rango establecido por la empresa de distribución.

Toda la información recatada se la puede verificar en **ANEXO 1** donde se visualiza los valores de pago por la potencia activa consumida mensualmente por la empresa Rival S.A.

#### 7.2 Plano unifilar eléctrico inicial de la planta de producción No.1

La distribución del sistema eléctrico de la planta de producción No.1 de la Empresa Rival inicio con la obtención de su red del alimentador # 0423 a un nivel de tensión de 22 KV (sistema suministrado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur), además de ello consta de un grupo de electrógenos de respaldo, uno de 500KW y el otro de 600KW para poder evitar problemas en futuro por alguna catástrofe por perdida de energía.

En los inicios del funcionamiento de la planta se empleó el uso de dos transformadores para la distribución interna en baja tensión; sistema de compensación para bajo factor de potencia como se detalla a continuación:

- TR-1 de 500KVA con nivel de tensión de 22KV / 220V.
- Banco de capacitor de 100 KVAR – 220V.
- TR-2 de 1000 KVA con nivel de tensión de 22KV / 440V.
- Banco de capacitor de 1600 KVAR – 440V.

Además de ello se realizó un detallado de las cargas instaladas en los primeros inicios de la funcionalidad de la planta los cuales se podrá observar a continuación el **ANEXO 2**, al igual que el diagrama unifilar de la distribución interna en baja tensión.

#### 7.3 Plano unifilar eléctrico actual de la planta de producción No.1

Actualmente la planta no consta de un diagrama unifilar de la respectiva distribución interna en baja tensión, debido a los cambios eléctricos que sé realizado dentro de las misma por aumento de la producción debido la demanda del consumo de productos; para

lo cual se vio en la obligación de realizar el debido levantamiento en forma generalizada de la distribución en la planta.

Resultados que se observaran a continuación en el **ANEXO 3**, donde consta un diagrama unifilar completo de la planta; además de ello simplificado por bloque en forma detallada.

#### **7.4 Trabajo de campo de la investigación**

Dentro del campo de la investigación se tendrán en cuenta aspectos importantes como; los instrumentos adecuados para adquirir los datos para el análisis, que datos básicos que se deberán adquirir, potencias, corrientes; factor de potencia y temperaturas de los conductores principales que conectan los diversos tableros que se seleccionaron para el estudio.

Además de ello visualizar y describir brevemente las gráficas y tablas de los datos obtenidos en los diversos parámetros que se lo visto indispensable para el análisis de calidad y eficiencia energética.

##### **7.4.1 Obtención de datos con pinza amperimétrica**

Dentro de este parámetro se realizó la adquisición de datos en todos los tableros que se seleccionó para el análisis, dando un resultado similar al que se obtendrá con el analizador de redes FLUKE 434.

Motivo por el cual se desertó la idea de obtener datos de medida con este instrumento de medición; el margen de error que se obtuvo entre la diferencia del analizar con la pinza amperimétrica fue de un 0,01%. Comprobado en cada uno de los tableros que se utilizó el analizador.



Fig. 7. 1 Adquisición de datos por medio de analizador y amperímetro

Fuente: Autor.

## 7.4.2 Obtención de datos con analizador de redes eléctricas

Los datos que se adquirieron se lo realizaron en diversos tableros de distribución secundarios, para lo cual se verifica y se consideró analizar los tableros más principales de la planta de producción.

Para la cual se utilizó el analizador de redes eléctricas FLUKE 434; el cual consta de un software Power Log de análisis de registro, pinzas amperimétricas, pinzas flexibles, cables de prueba y puntas de cocodrilo. Debido a las necesidades de la empresa se lo conecto en diversos tableros para efectuar el debido análisis estratégicamente.

Continuación se detalla los parámetros que se consideraron para la adquisición de la información de los tableros y una fotografía de la ubicación de los equipos en la planta de producción:

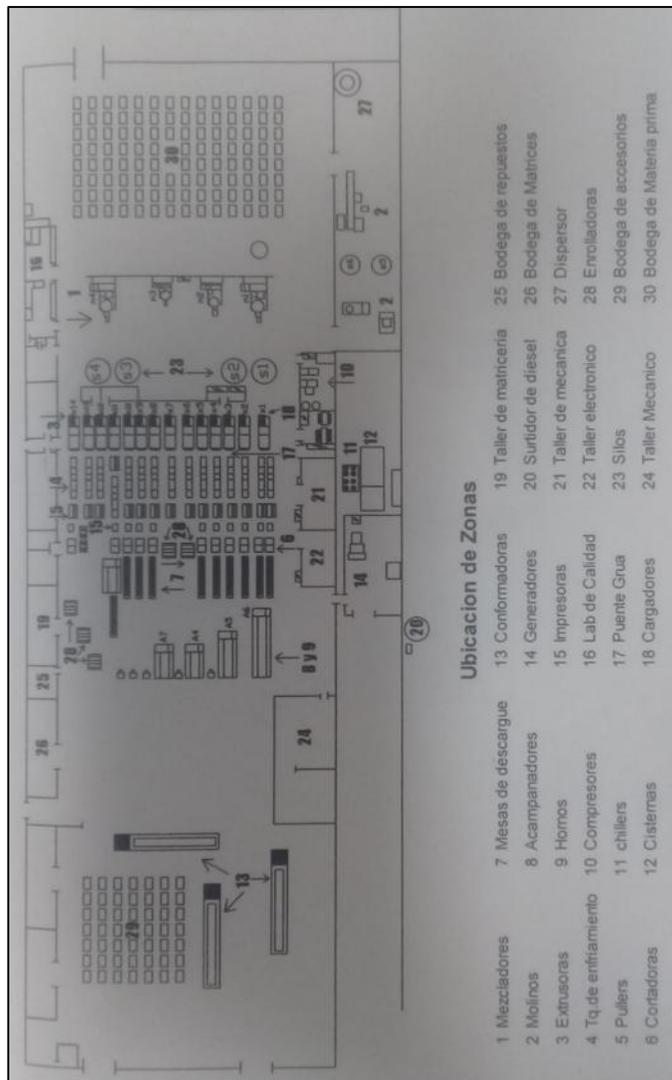


Fig. 7. 2 Ubicación de Zonas de maquinarias en la Planta de Producción N°1

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

## 1. Tablero Molino Granulado Pallman

El tablero de molino granulado pallman se encuentra ubicado en la zona N°2 como se observa en la figura a continuación, la funcionalidad del molino es triturar el producto defectuoso o que sufrió algún daño en el proceso para reutilizarlo como materia prima.

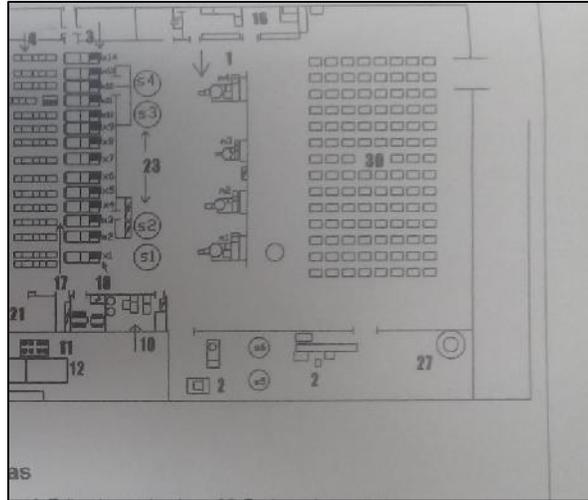


Fig. 7. 3 Ubicación de Zonas de molino granulado pallman – Zona N°2

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	11	20	2018	12H30	166	0	0
<b>Fin</b>	11	27	2018	10H30			
Total, días aprox.					7		

Tabla 7. 1 Resumen de los días analizados de tablero molino granulado pallman

Fuente: Autor.

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente, potencias y el rango de factor de potencia de las tres fases del tablero. Además de ello el factor DPF, debido a que existe una distorsión armónica, esto quiere decir que las corrientes armónicas, junto con la tensión a la que está sometido el conductor da como resultado una potencia, cuyo valor corresponde a las variaciones producidas [25].

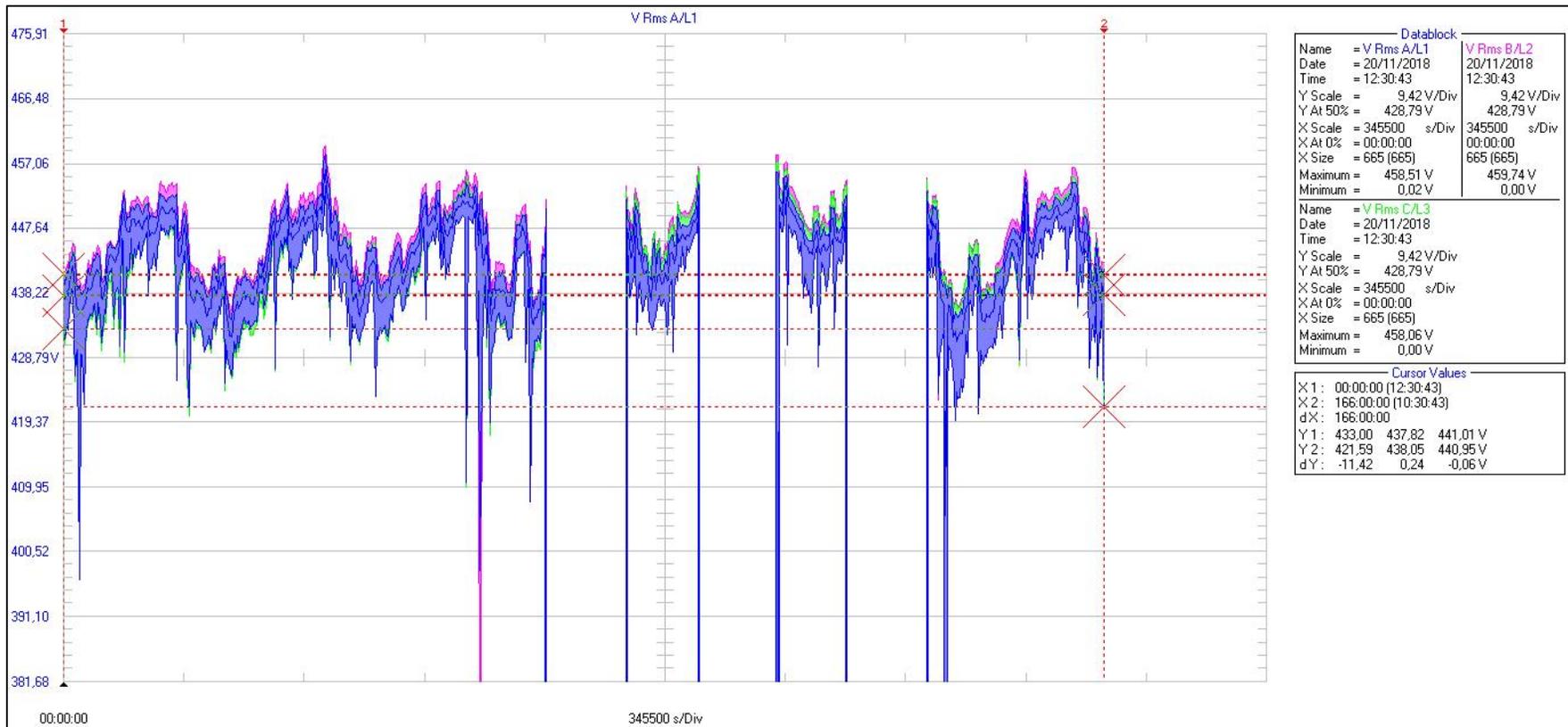


Fig. 7. 4 Valores de tensión registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

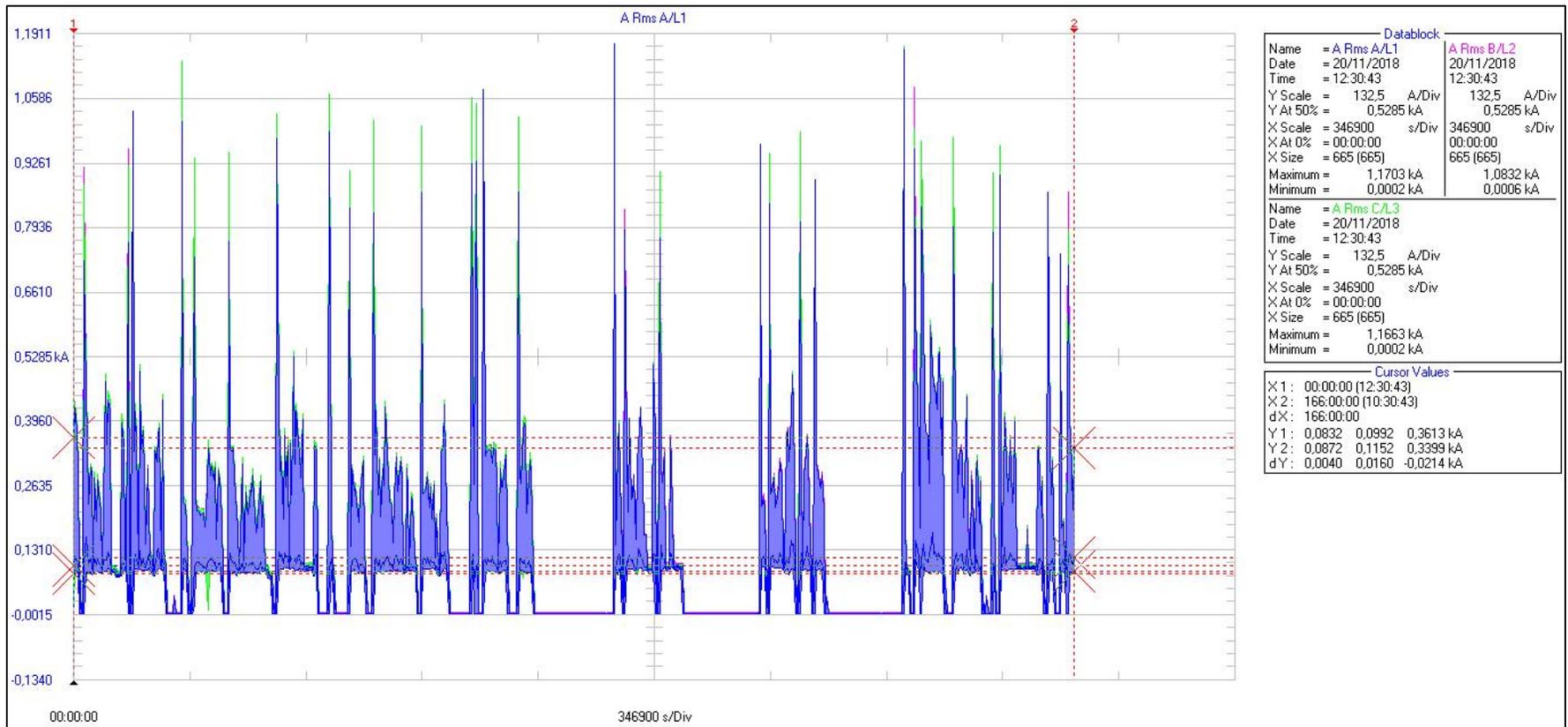


Fig. 7. 5 Valores de corriente registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

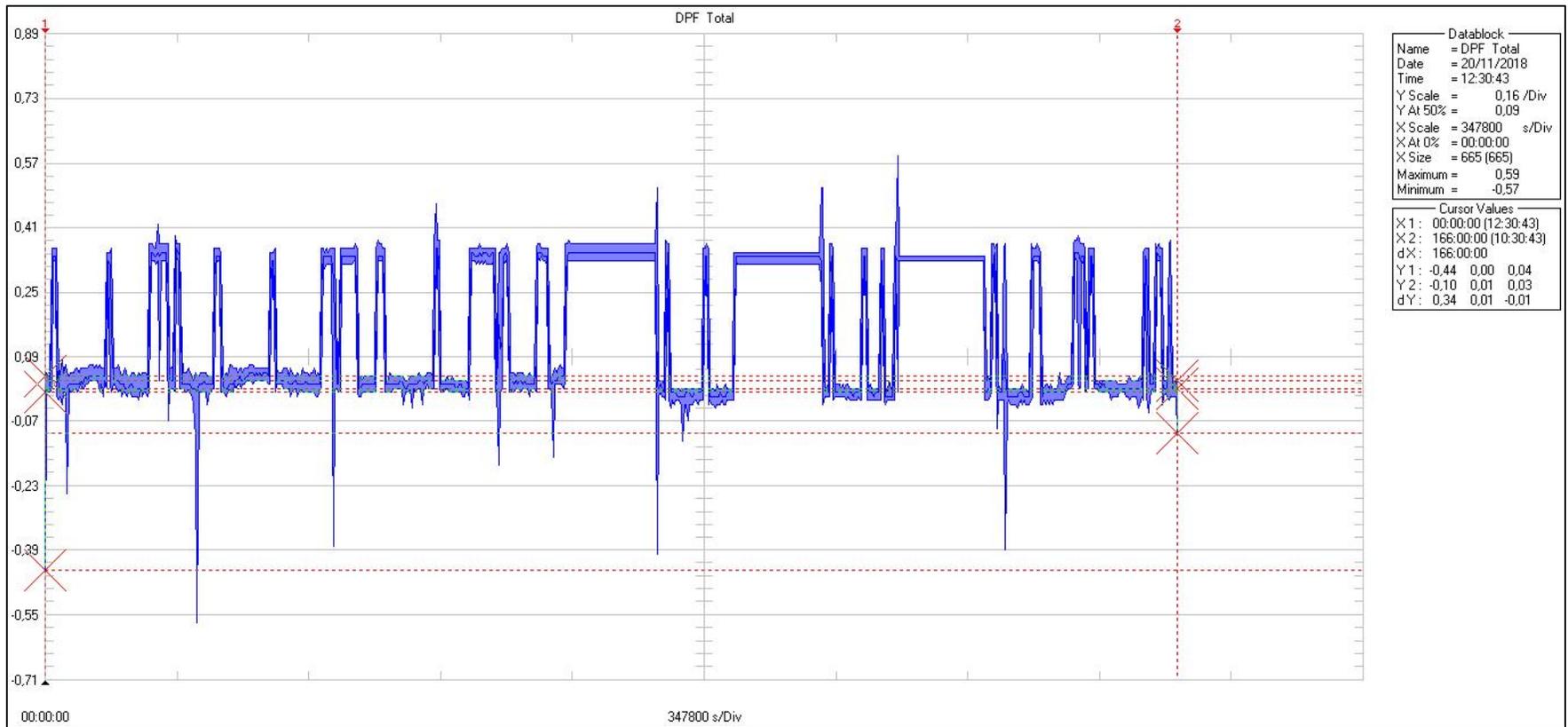


Fig. 7. 6 Valores de DPF registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

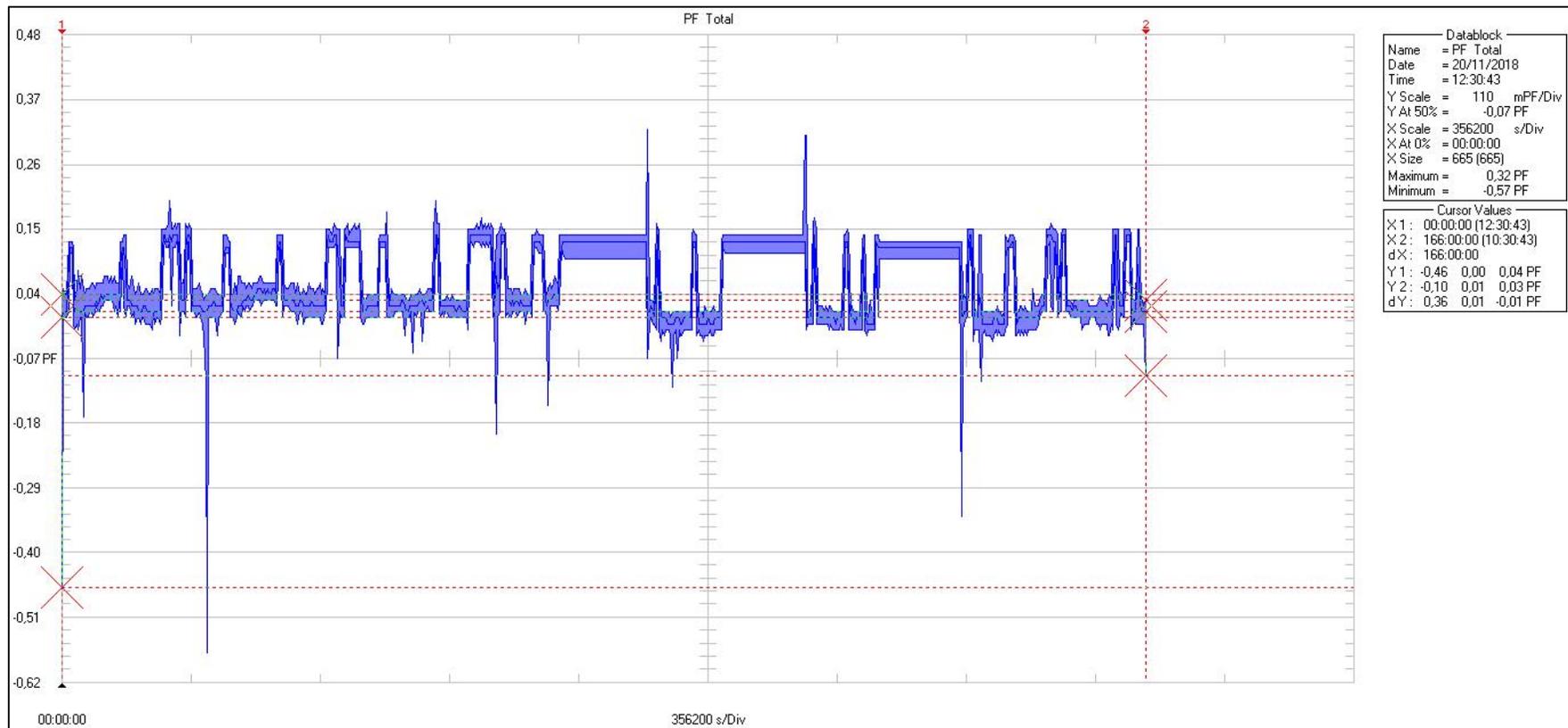


Fig. 7. 7 Valores de factor de potencia registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

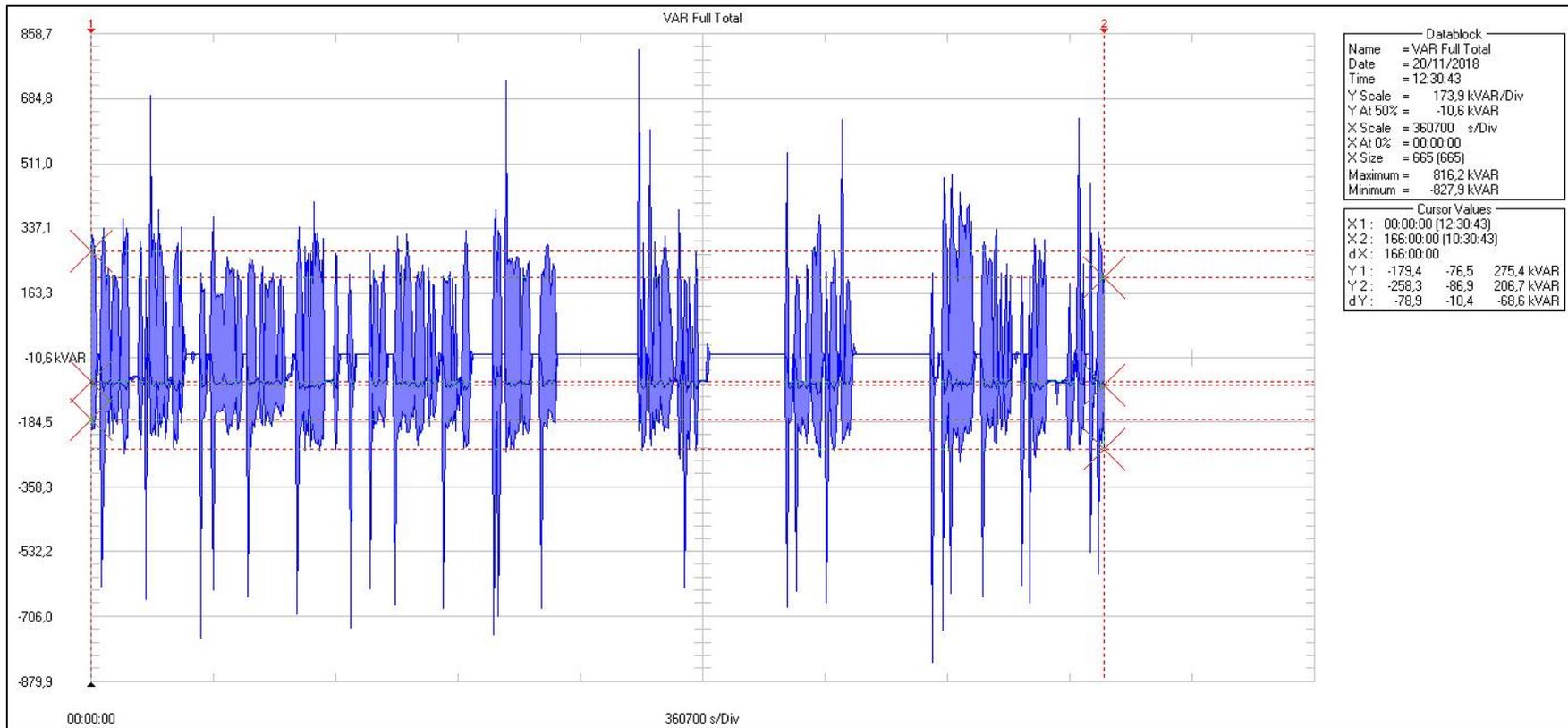


Fig. 7. 8 Valores de potencia reactiva registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

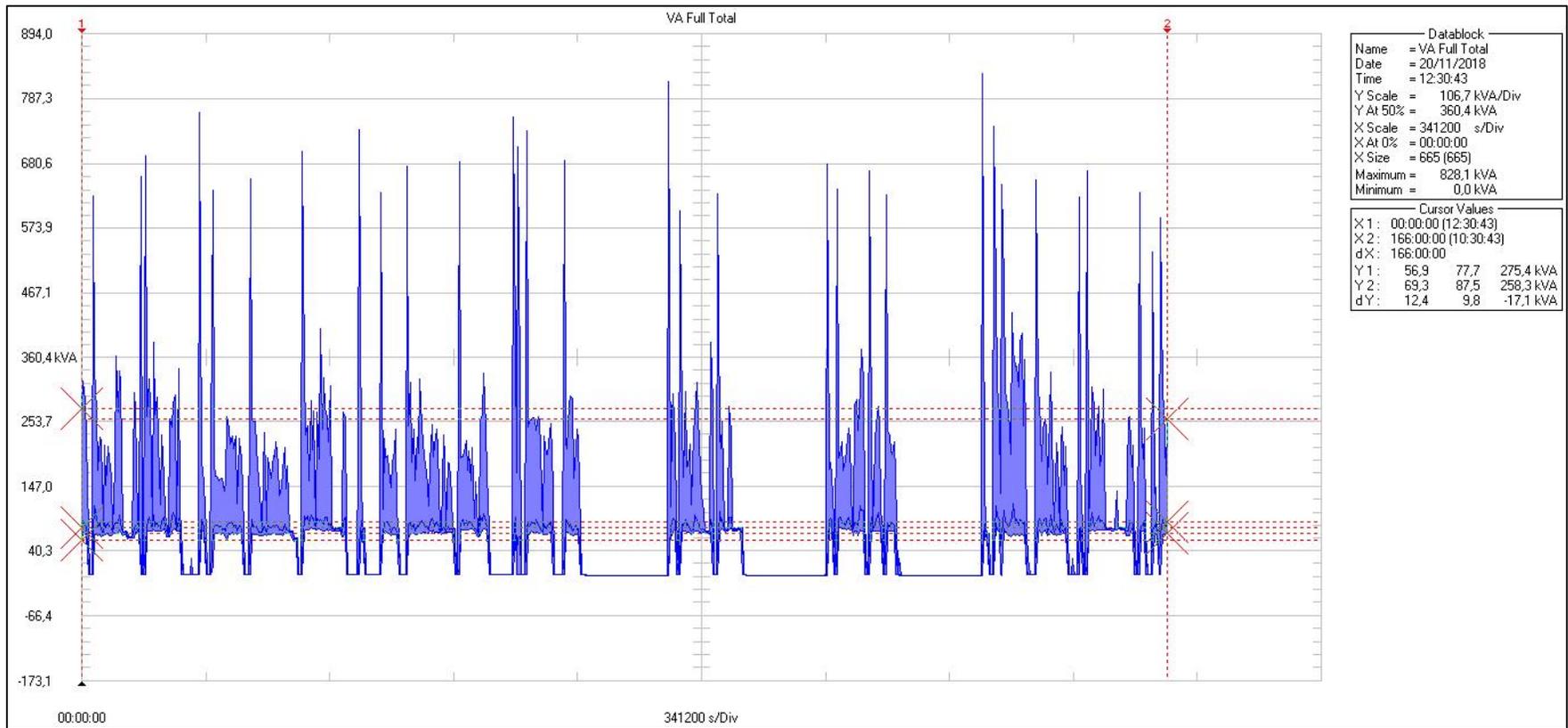


Fig. 7. 9 Valores de potencia aparente registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

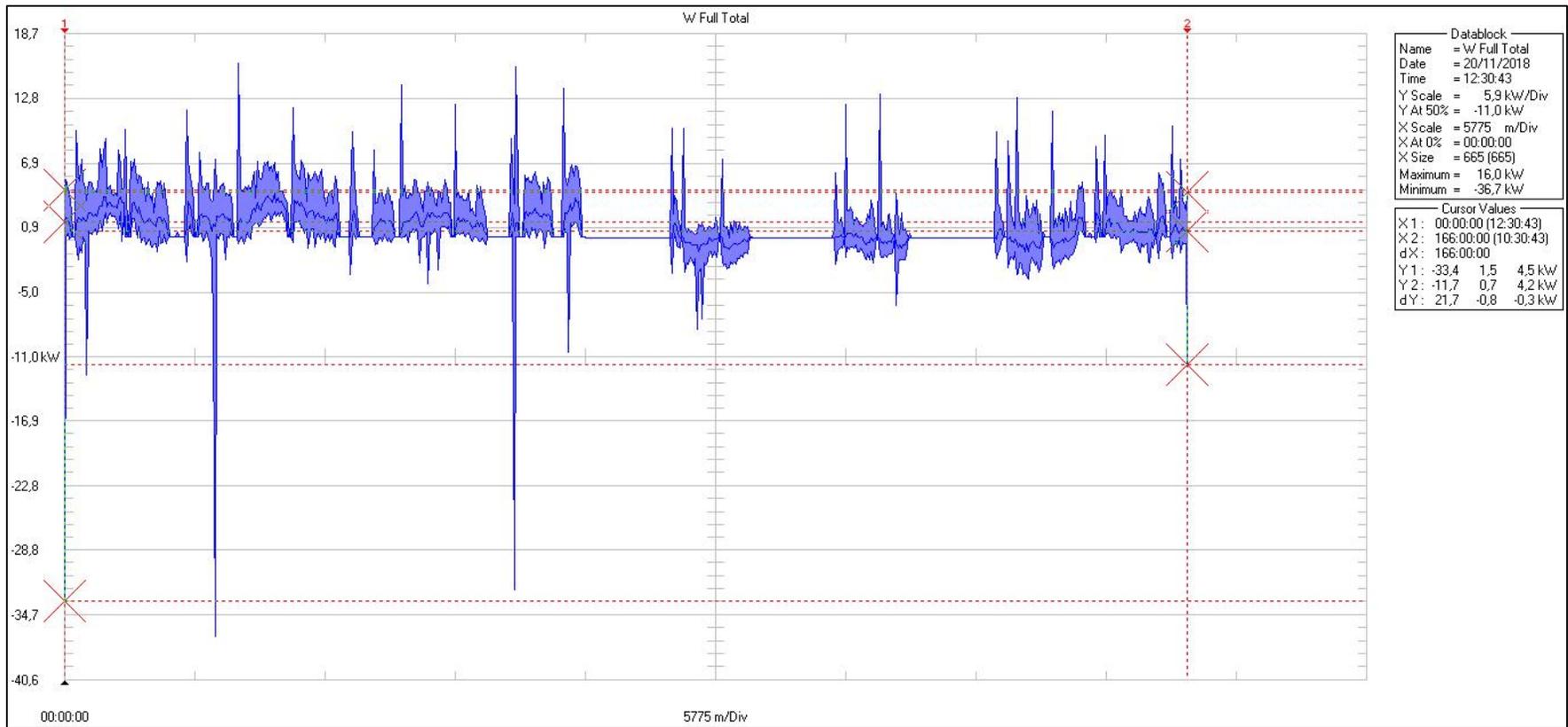


Fig. 7. 10 Valores de potencia activa registrado periodo del 20 al 27 de noviembre del 2018

Fuente: Autor

## 2. Tablero Inyectoras

El tablero de inyectoras o también llamado silos se encuentra ubicado en la zona N°23 como se podrá observar en la figura a continuación, se encuentra en un lugar seco y semi asilado de los residuos de polvo que se producen en la planta.

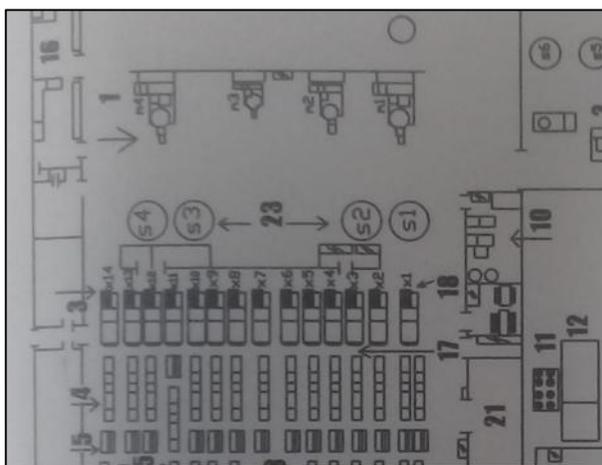


Fig. 7. 11 Ubicación de Zonas de Inyectoras – Zona N°23

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	12	4	2018	11H46	4	29	15
<b>Fin</b>	12	11	2018	16H15			
Total, días aprox.					1		

Tabla 7. 2 Resumen de los días analizados de tablero inyectoras

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente y el rango de variación de la frecuencia del tablero.

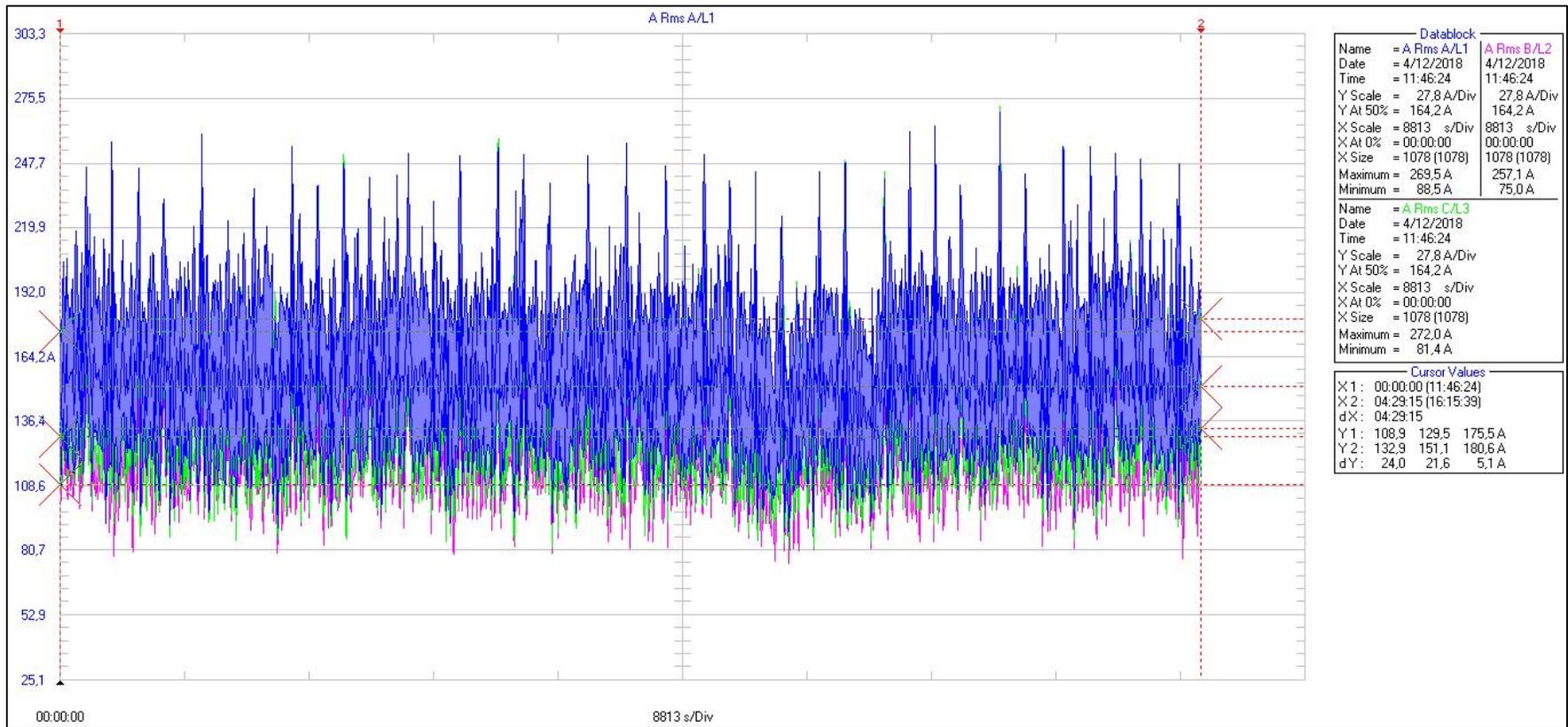


Fig. 7. 12 Valores de corriente del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018

Fuente: Autor

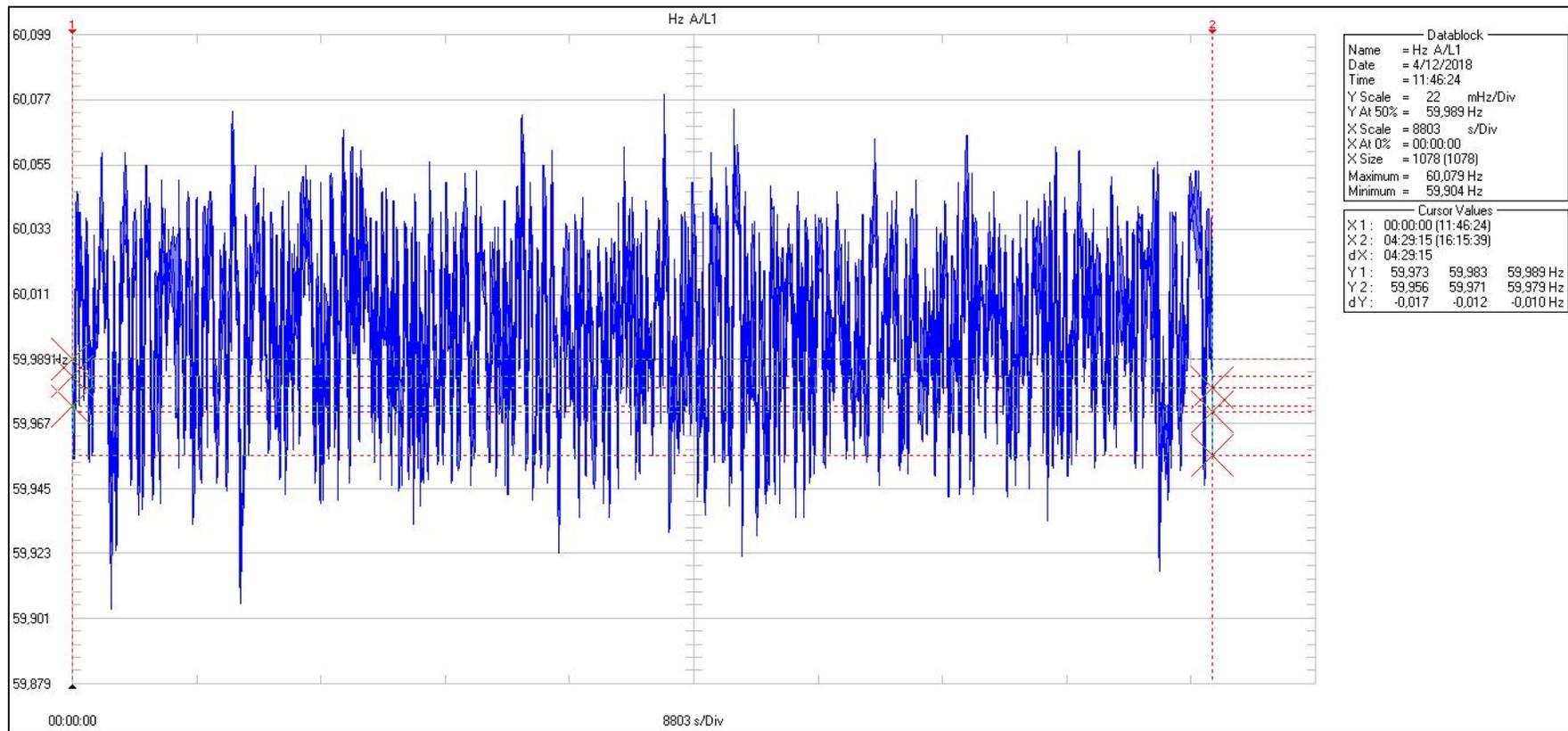


Fig. 7. 13 Valores de variación de frecuencia del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018

Fuente: Autor

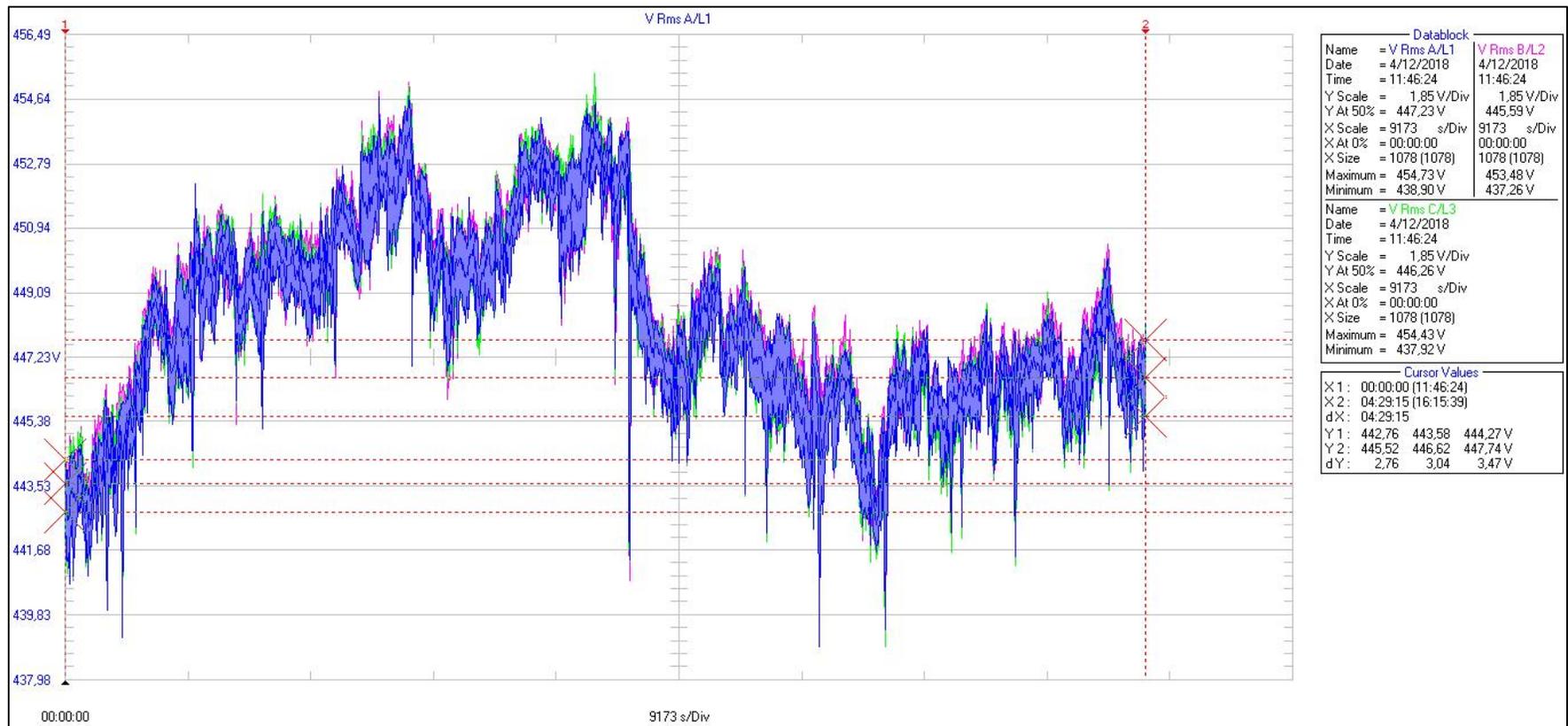


Fig. 7. 14 Valores de tensión del periodo del 04 al 11 de diciembre del 2018

Fuente: Autor

### 3. Tablero Mezcladoras y Extrusoras

El tablero de mezcladoras y extrusoras se encuentra ubicado en la zona N°3 como se podrá observar en la figura a continuación, la que controla motores de corriente D.C. y de A.C. y cargas diferentes como iluminación y tomacorrientes.

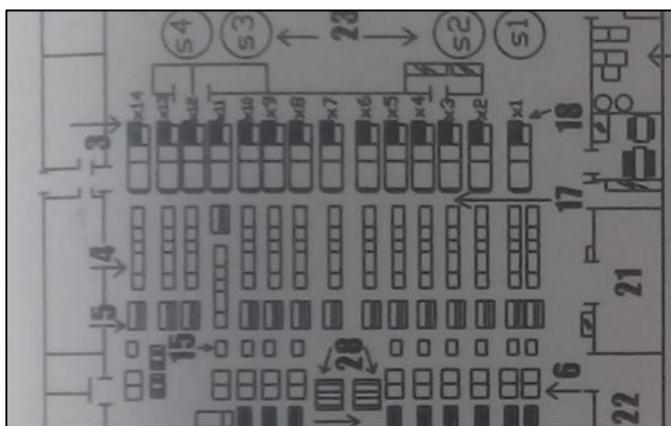


Fig. 7. 15 Ubicación de Zonas de mezcladoras y extrusoras – Zona N°3

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	1	4	2019	18H38	164	0	0
<b>Fin</b>	1	11	2019	14H38			
Total, días aprox.					7		

Tabla 7. 3 Resumen de los días analizados de tablero mezcladora y extrusora

Fuente: Autor.

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente, potencias y el rango de factor de potencia de las tres fases del tablero. Además de ello el factor DPF, debido a que existe una distorsión armónica, esto quiere decir que las corrientes armónicas, junto con la tensión a la que está sometido el conductor da como resultado una potencia, cuyo valor corresponde a las variaciones producidas.

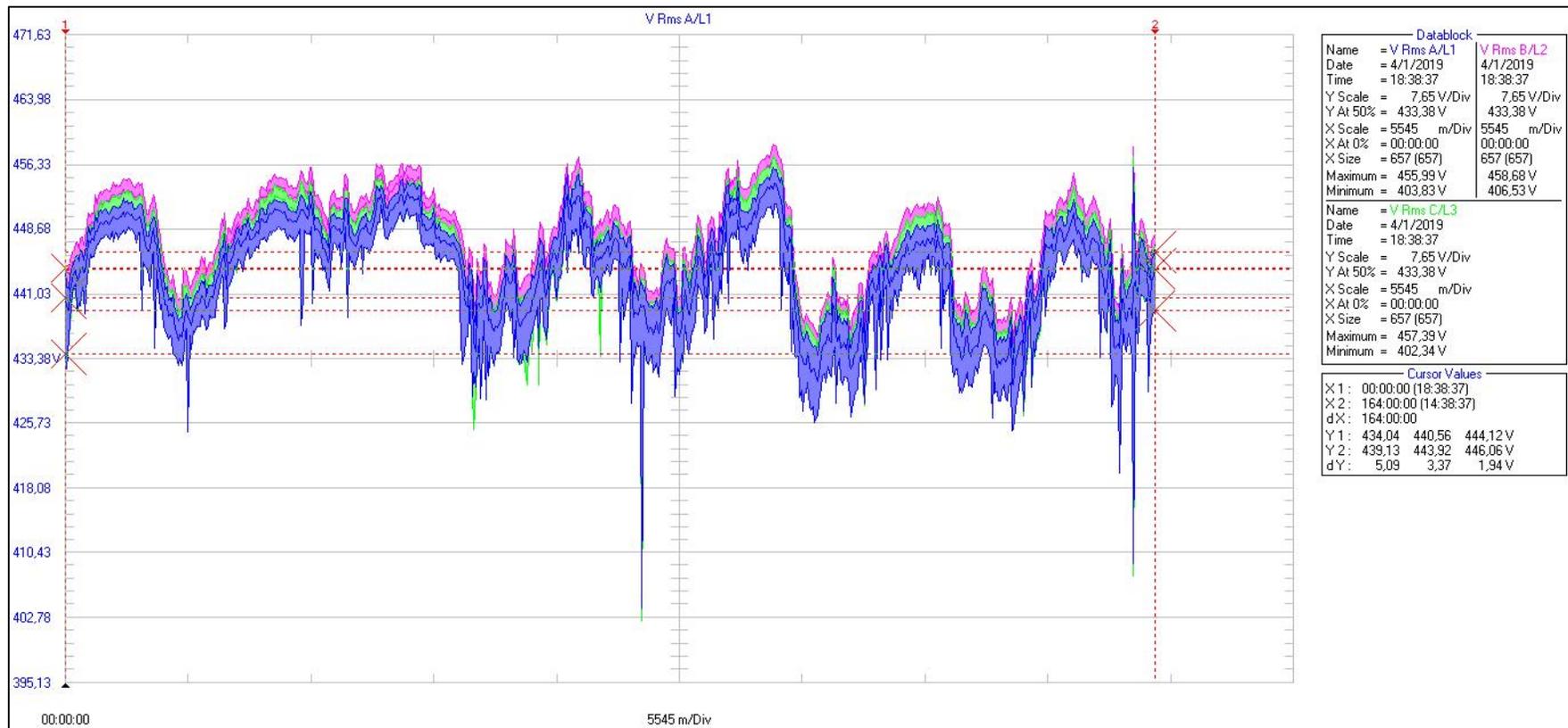


Fig. 7. 16 Valores de tensión registrado periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

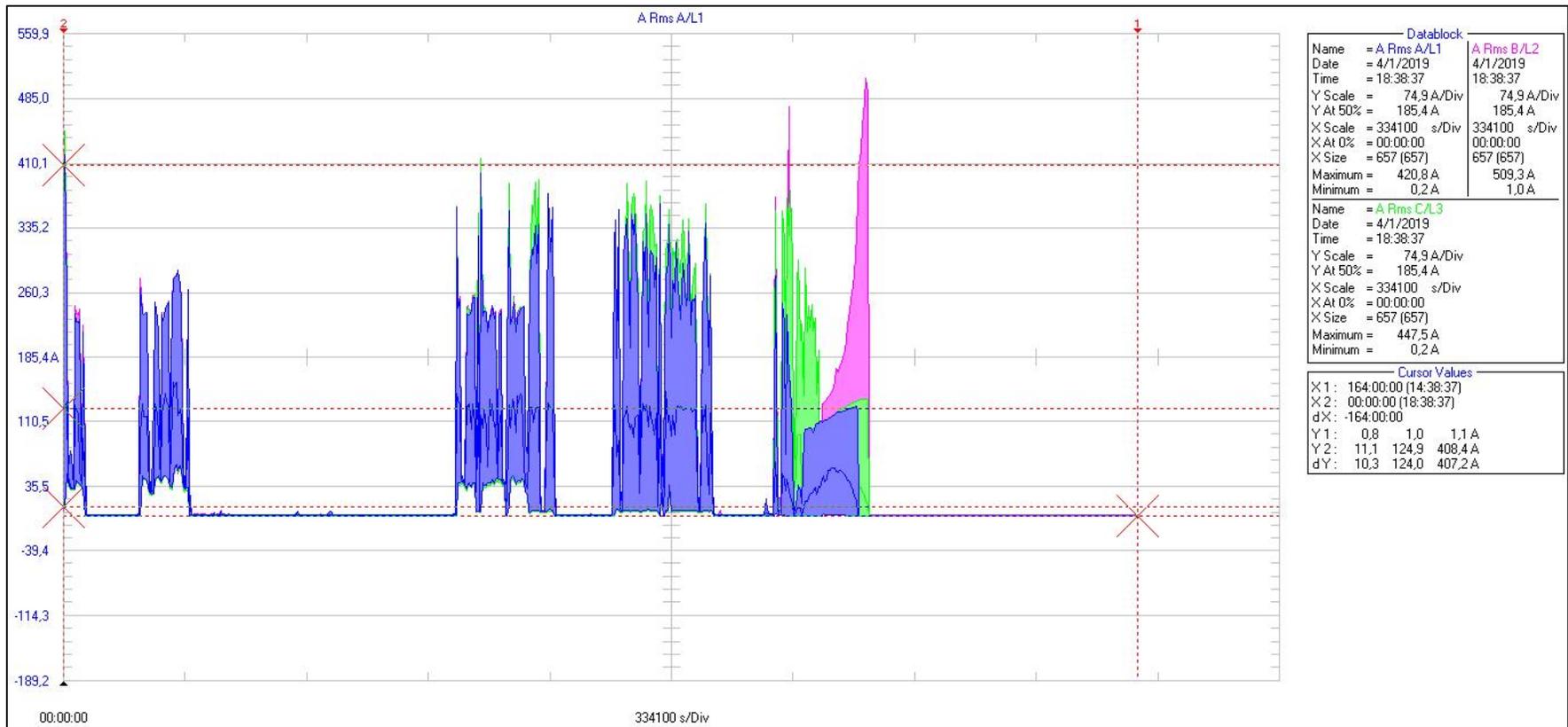


Fig. 7. 17 Valores de corriente periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

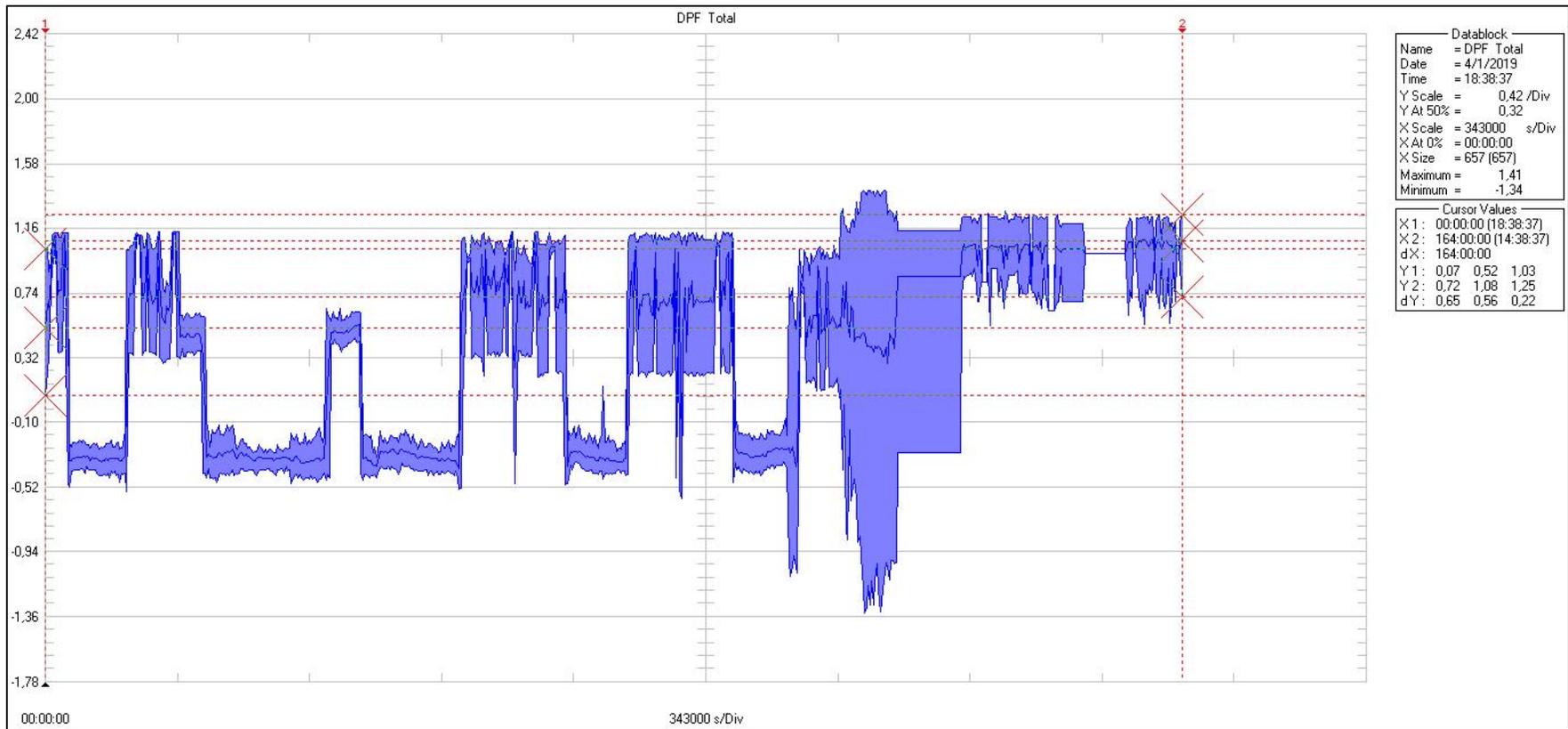


Fig. 7. 18 Valores de DPF periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

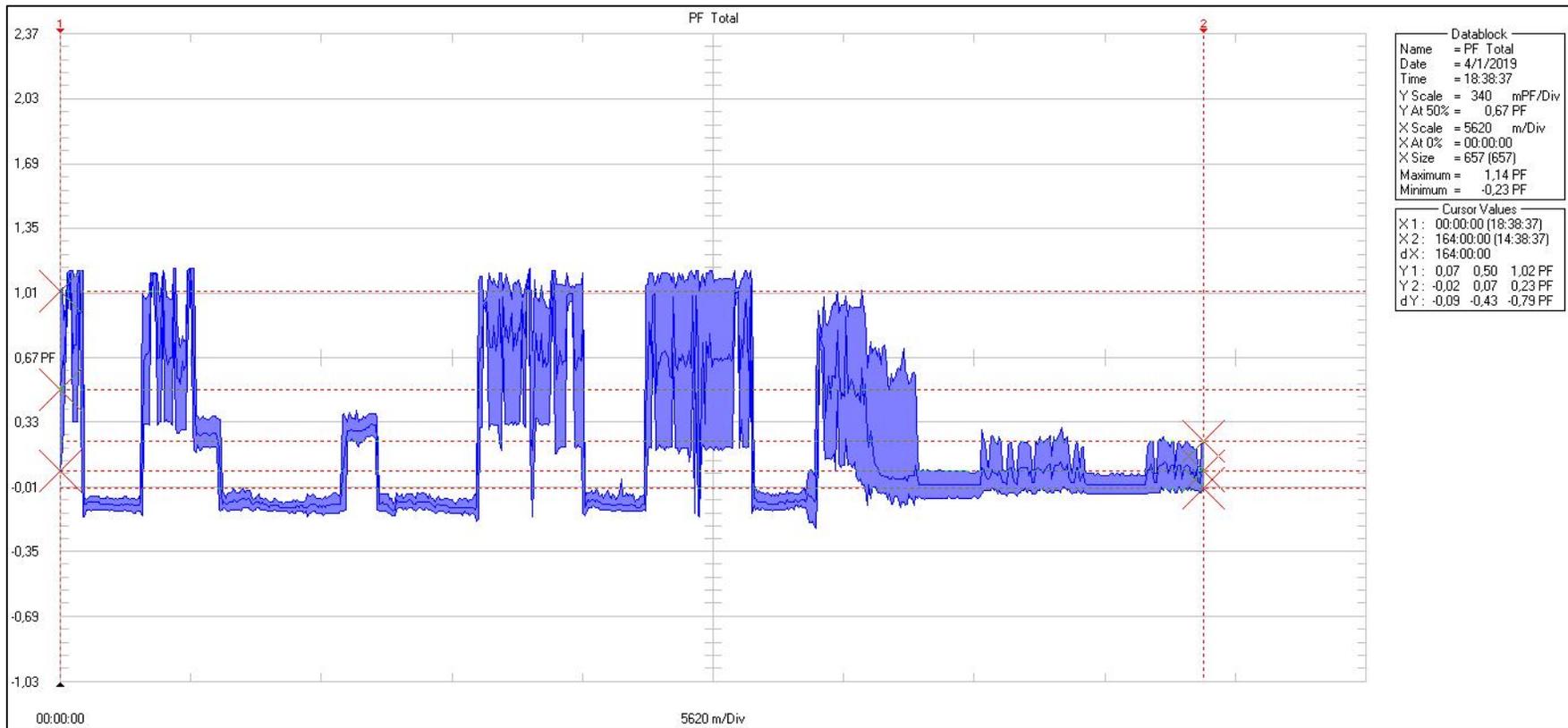


Fig. 7. 19 Valores de factor de potencia periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

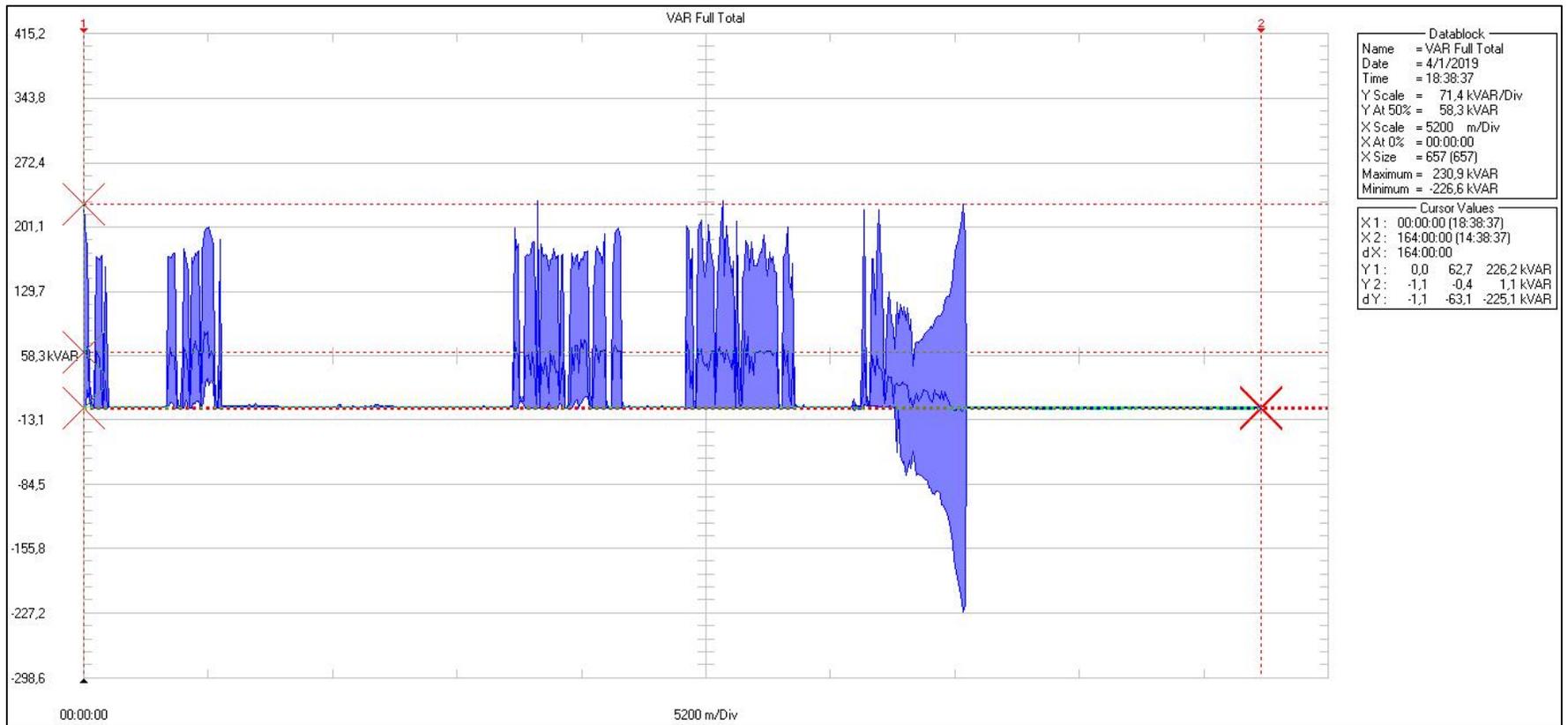


Fig. 7. 20 Valores de potencia reactiva periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

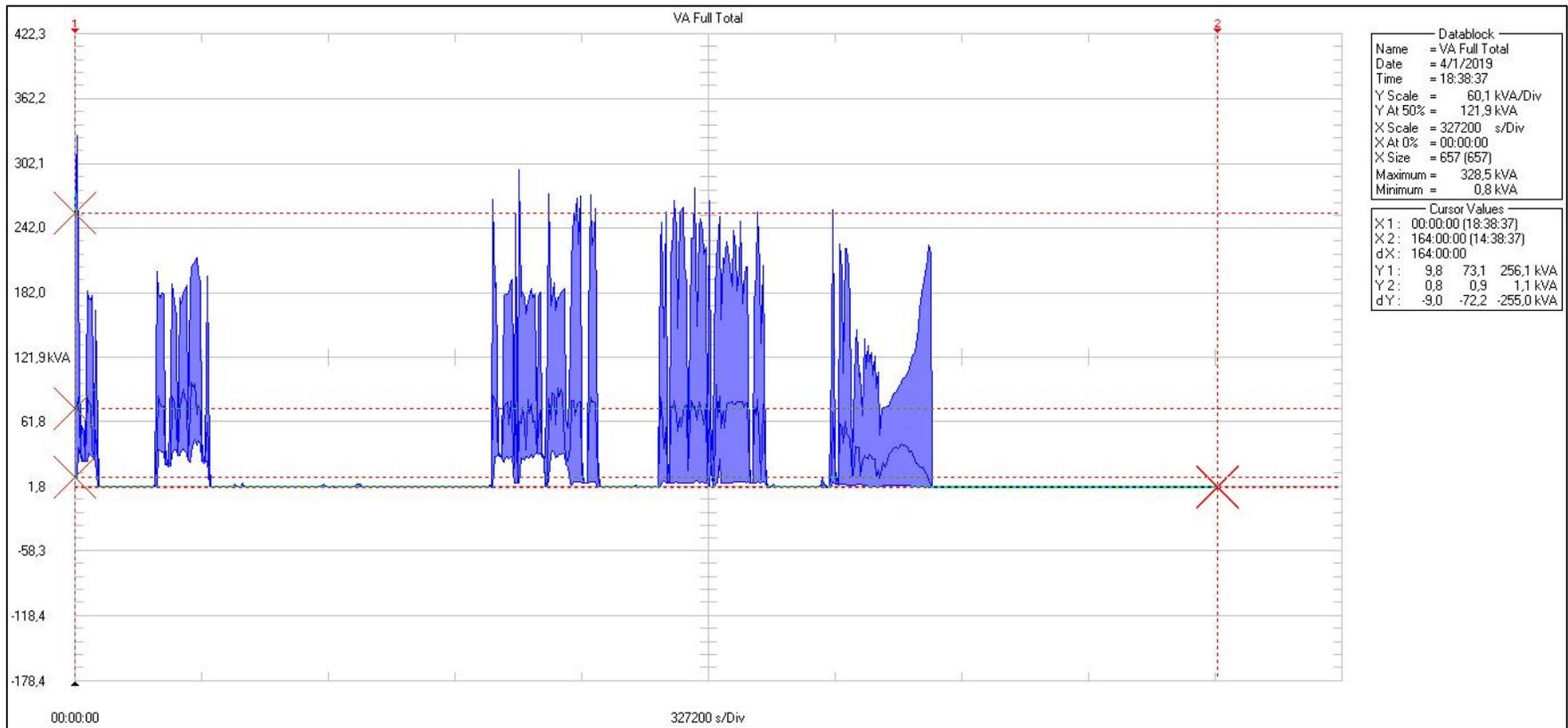


Fig. 7. 21 Valores de potencia aparente periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

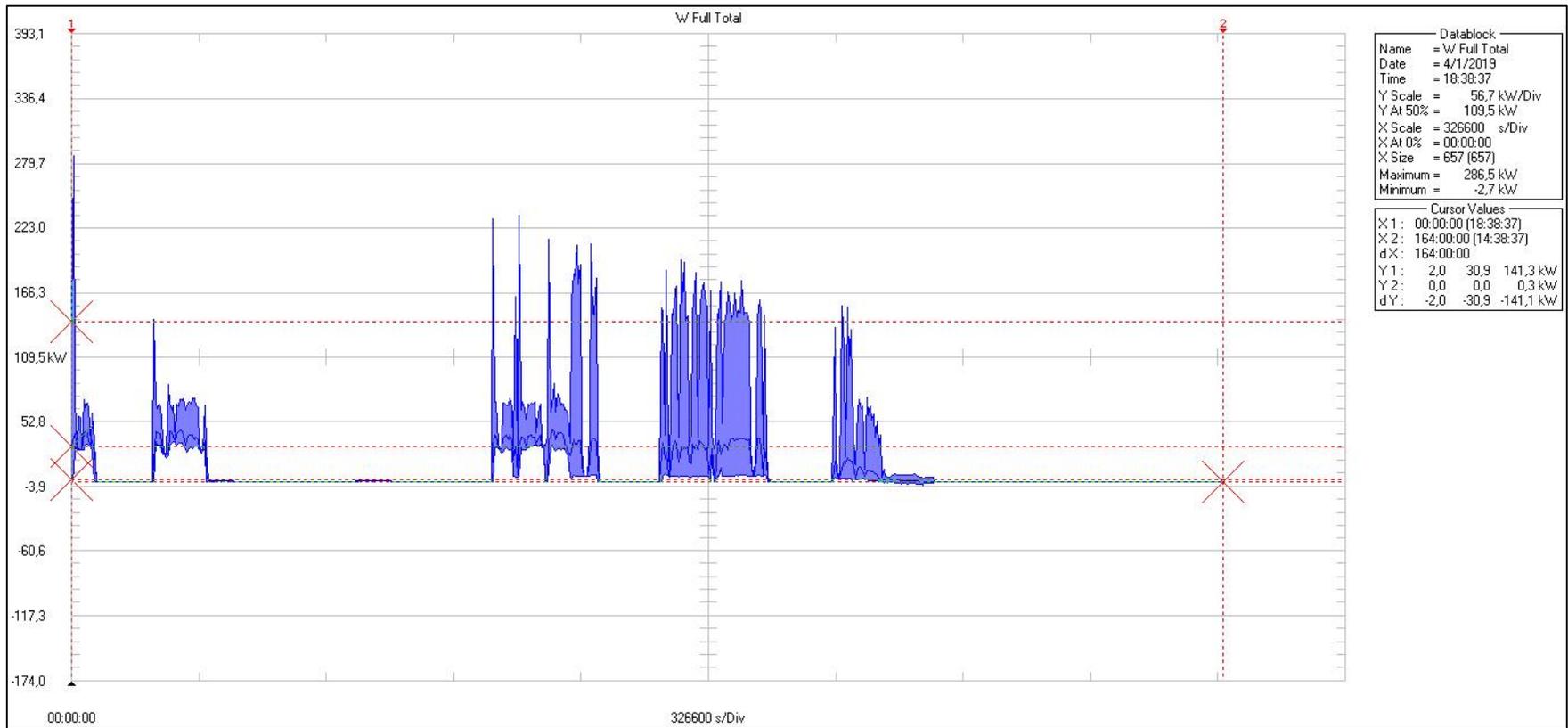


Fig. 7. 22 Valores de potencia activa periodo del 04 al 11 de enero del 2019

Fuente: Autor

#### 4. Tablero Chiller y Compresores

El tablero de mezcladoras y extrusoras se encuentra ubicado en la zona N°10 y 11 como se podrá observar en la figura a continuación, su funcionalidad principal es la del enfriamiento en los diversos procesos necesarios dentro de la planta

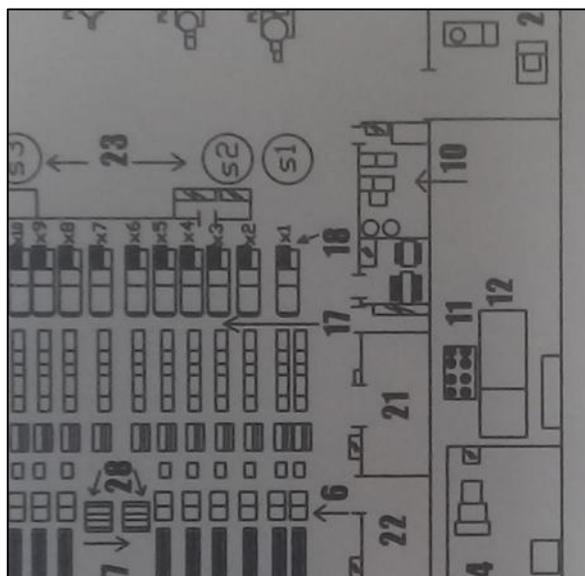


Fig. 7. 23 Ubicación de Zonas de chiller y compresores – Zona N°10 y 11

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	2	22	2019	06H13	134	55	0
<b>Fin</b>	2	29	2019	21H08			
Total, días aprox.					6		

Tabla 7. 4 Resumen de los días analizados de tablero chiller y compresores

Fuente: Autor.

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente, potencias y el rango de factor de potencia de las tres fases del tablero. Además de ello el factor DPF, debido a que existe una distorsión armónica, esto quiere decir que las corrientes armónicas, junto con la tensión a la que está sometido el conductor da como resultado una potencia, cuyo valor corresponde a las variaciones producidas.

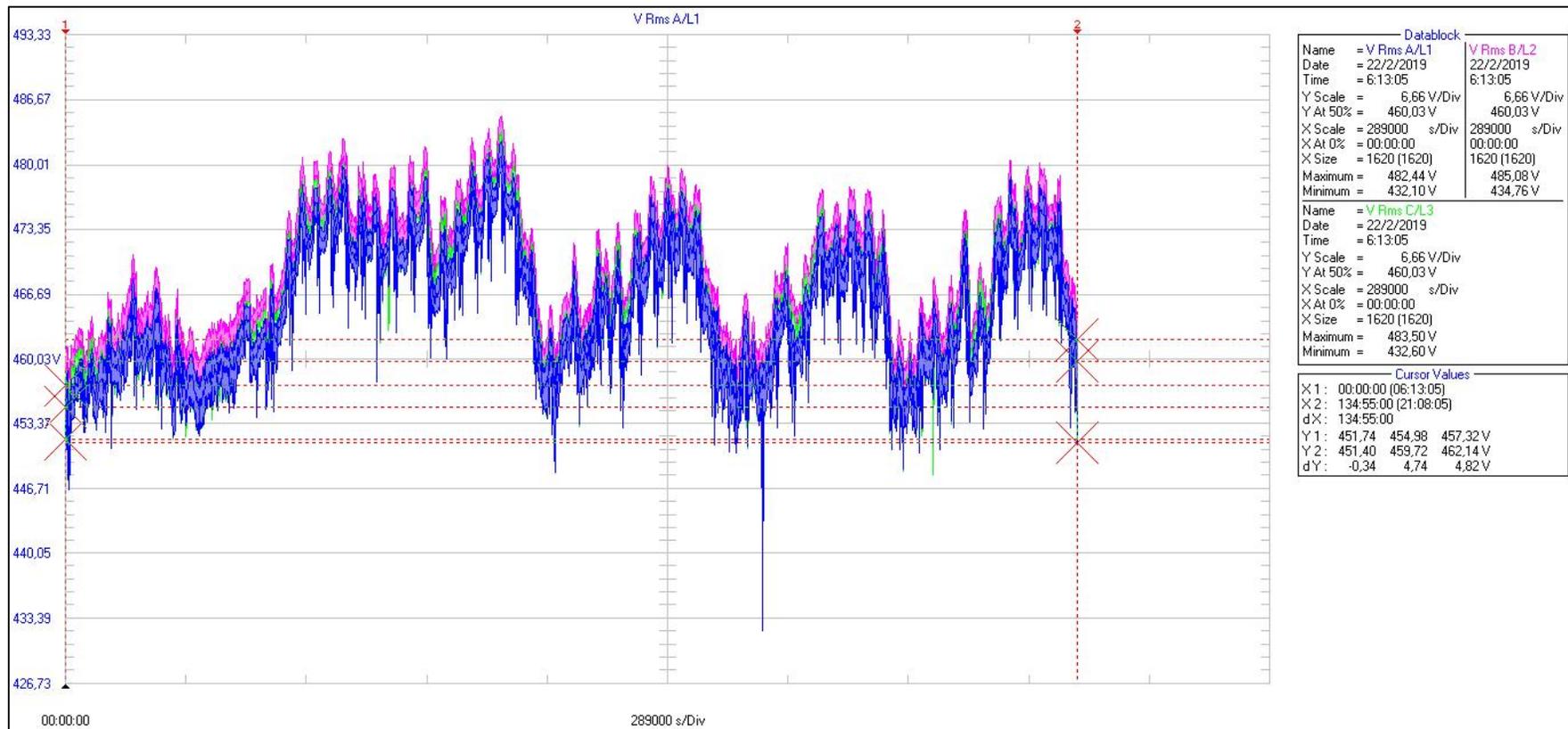


Fig. 7. 24 Valores de tensión periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

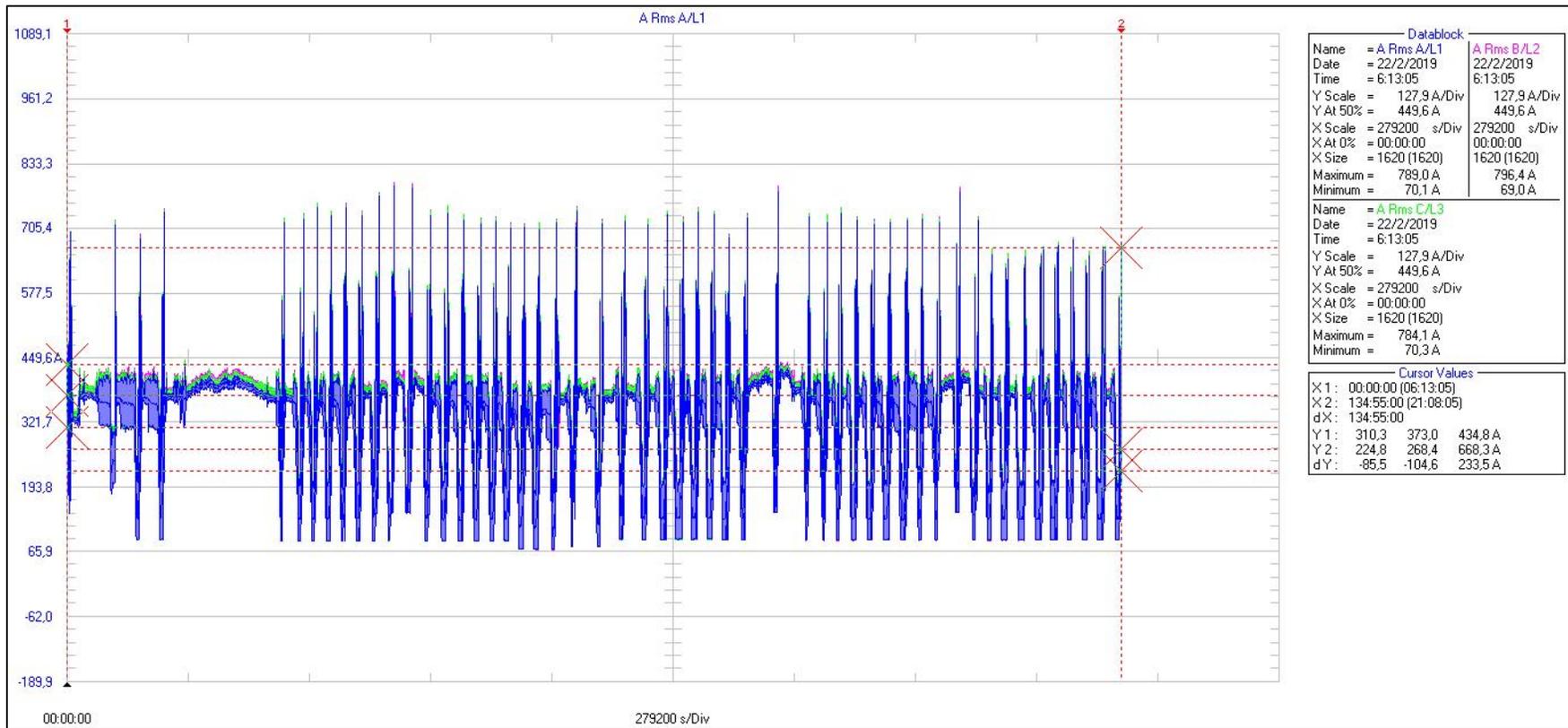


Fig. 7. 25 Valores de corriente periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

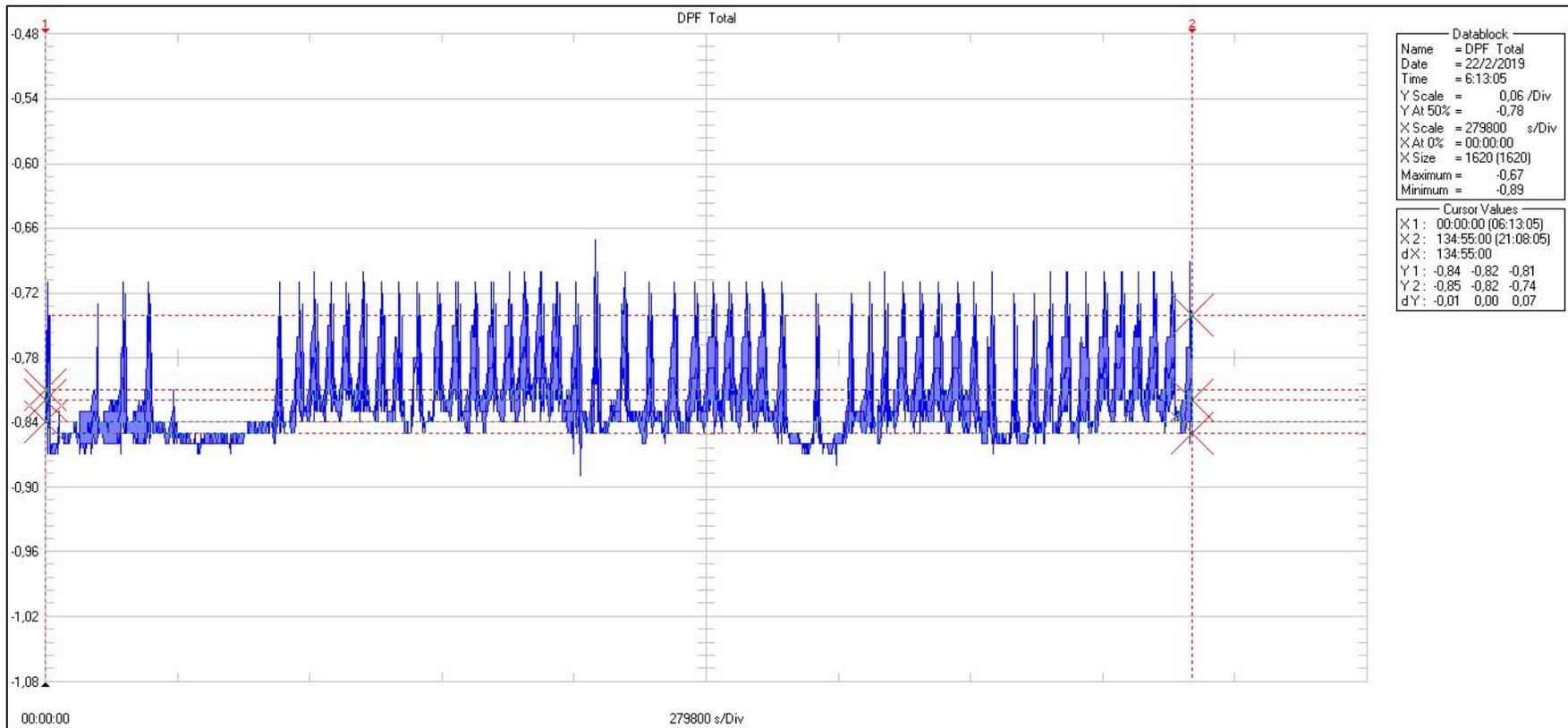


Fig. 7. 26 Valores de DPF periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

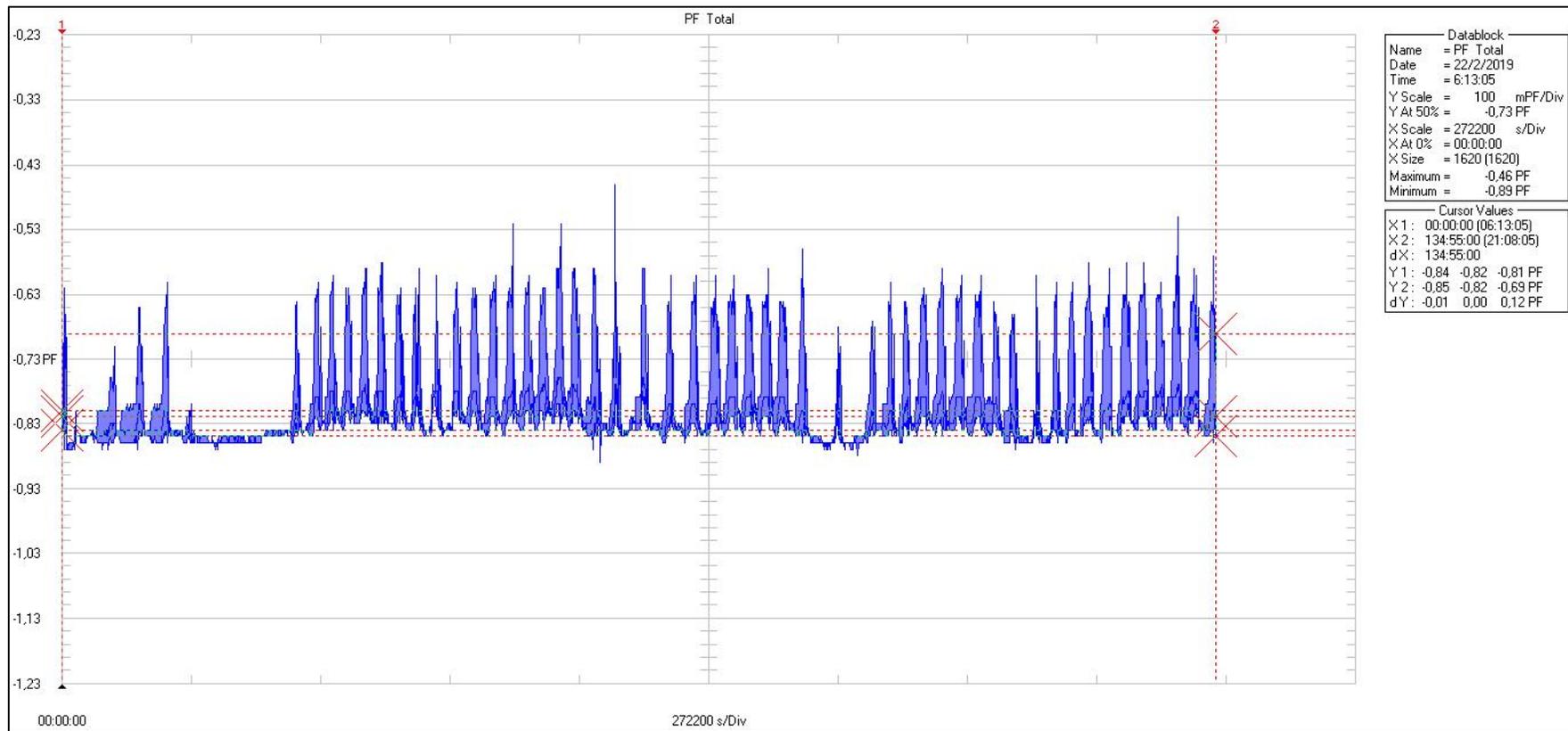


Fig. 7. 27 Valores de factor de potencia periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

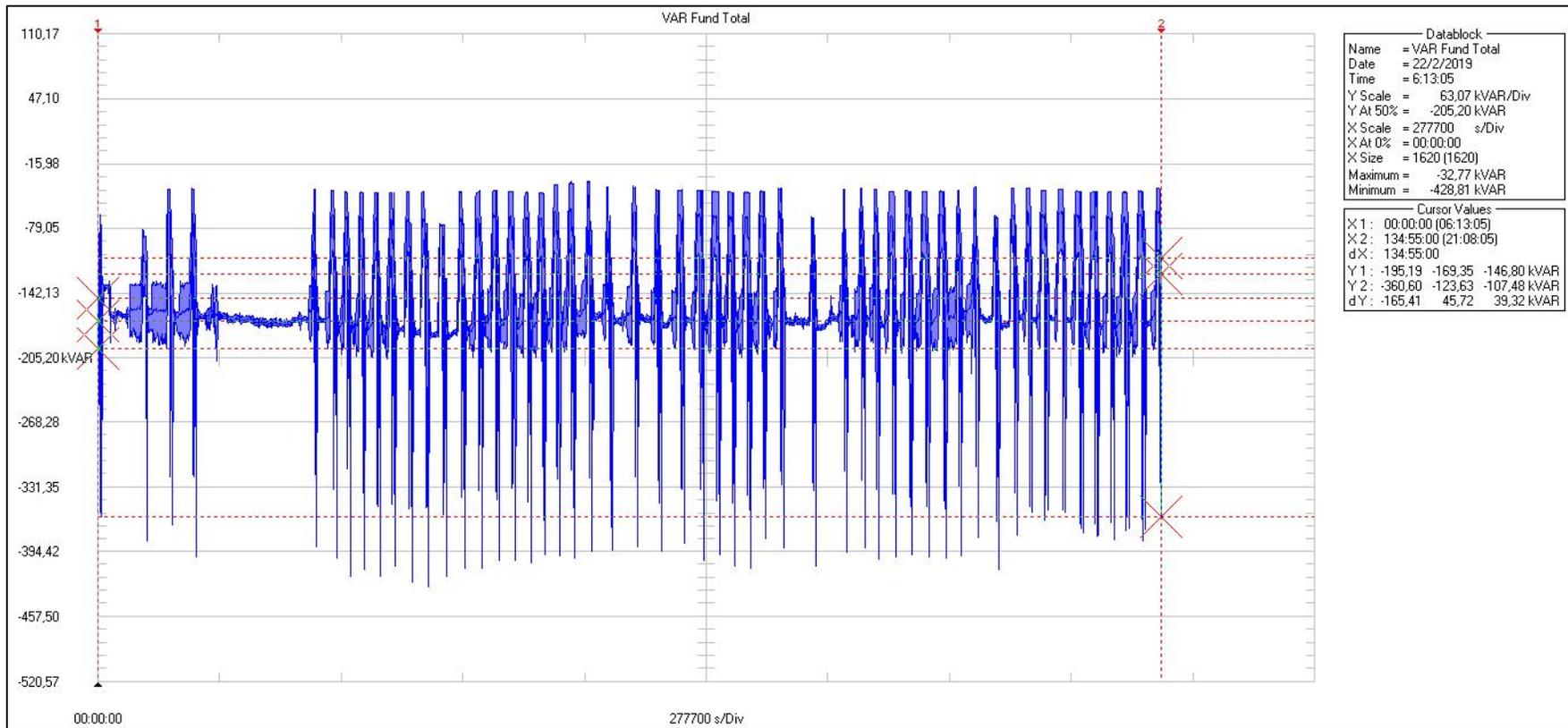


Fig. 7. 28 Valores de potencia reactiva periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

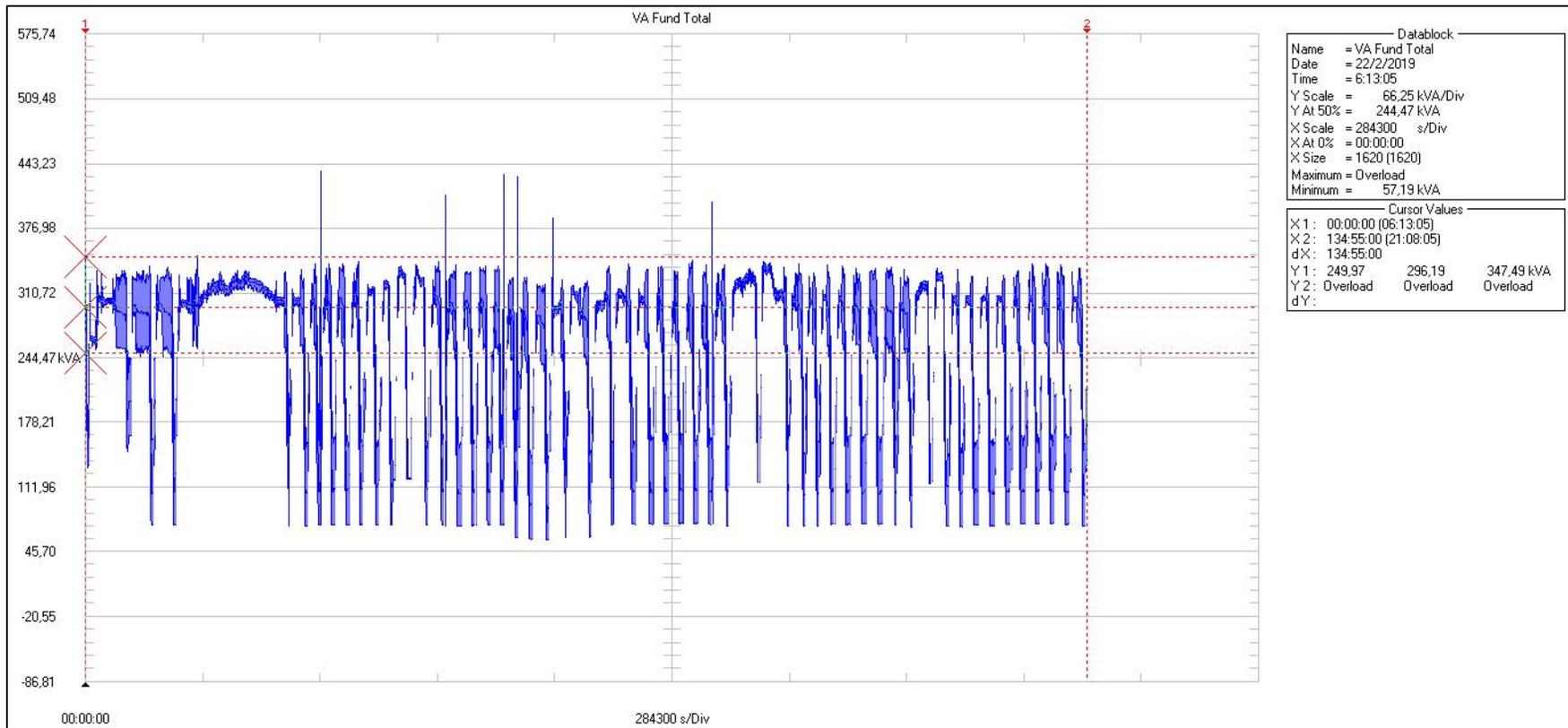


Fig. 7. 29 Valores de potencia aparente periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

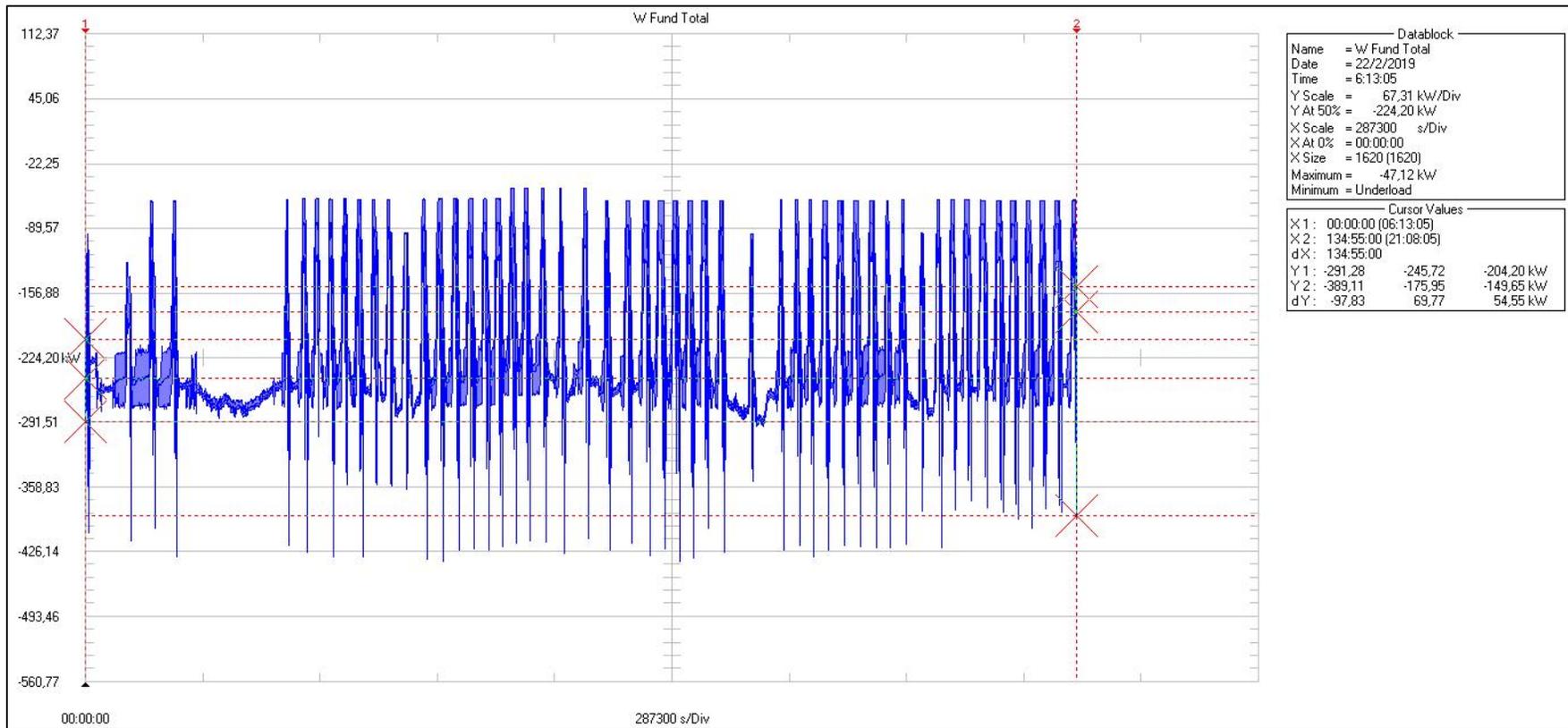


Fig. 7. 30 Valores de potencia activa periodo del 22 al 29 de febrero del 2019

Fuente: Autor

## 5. Tablero de Transformador No.1

El Transformador No.1 se encuentra ubicado a un costado de la zona N°14 como se podrá observar en la figura a continuación, su funcionalidad principal es la de convertir y alimentar a la fábrica la energía necesaria para la planta de la red eléctrica.

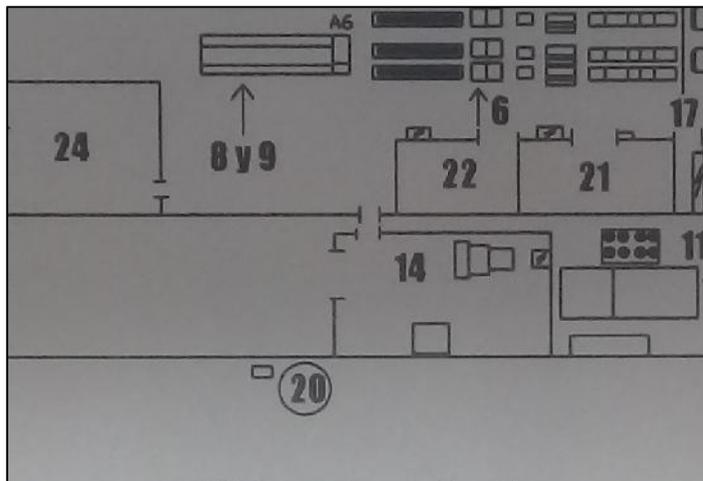


Fig. 7. 31 Ubicación de Zonas del transformado N°1 – a un lado de Zona N°14

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	3	12	2019	05H36	167	45	0
<b>Fin</b>	3	19	2019	05H21			
Total, días aprox.					7		

Tabla 7. 5 Resumen de los días analizados de tablero de transformador N°1

Fuente: Autor.

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente, potencias y el rango de factor de potencia de las tres fases del tablero. Además de ello el factor DPF, debido a que existe una distorsión armónica, esto quiere decir que las corrientes armónicas, junto con la tensión a la que está sometido el conductor da como resultado una potencia, cuyo valor corresponde a las variaciones producidas.

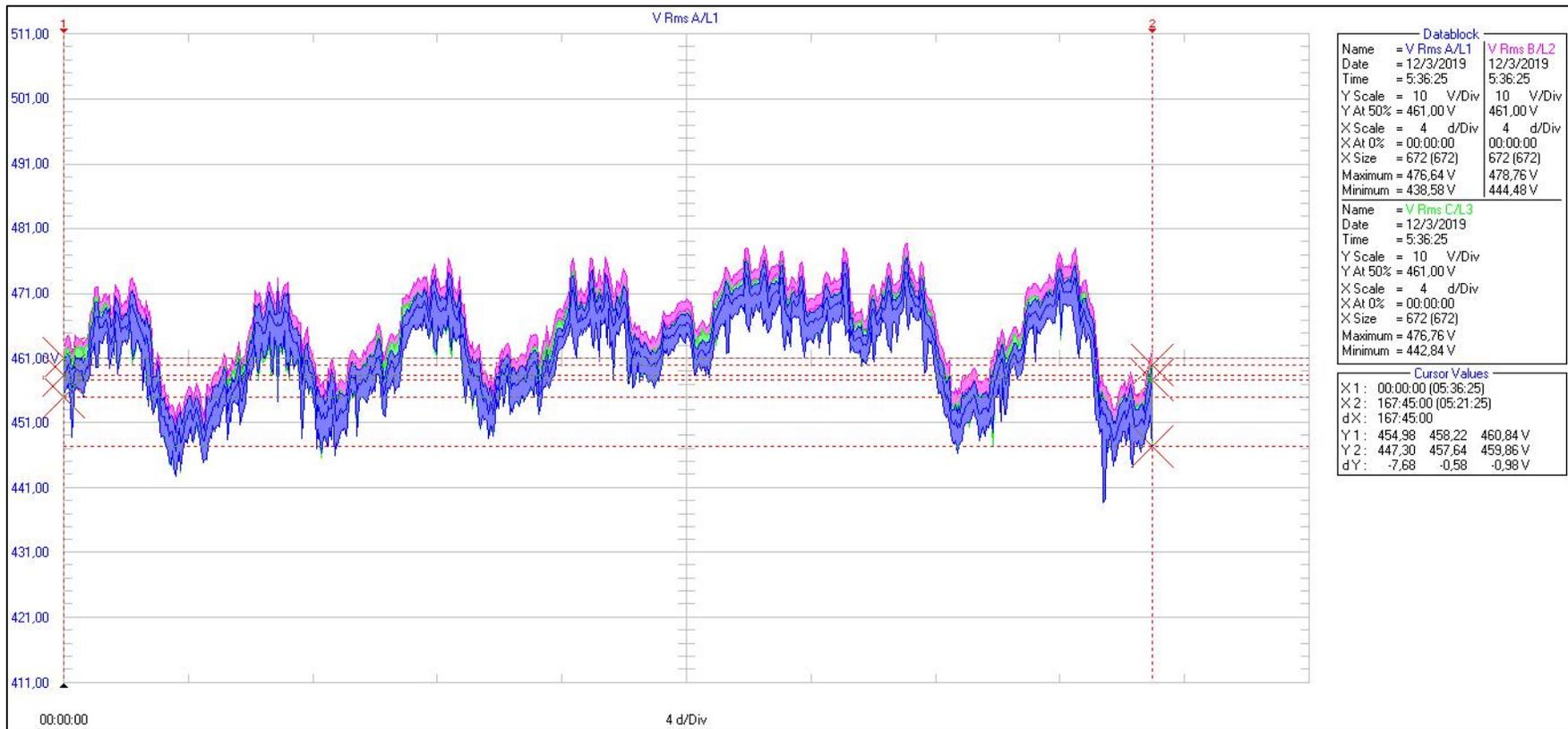


Fig. 7. 32 Valores de tensión periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

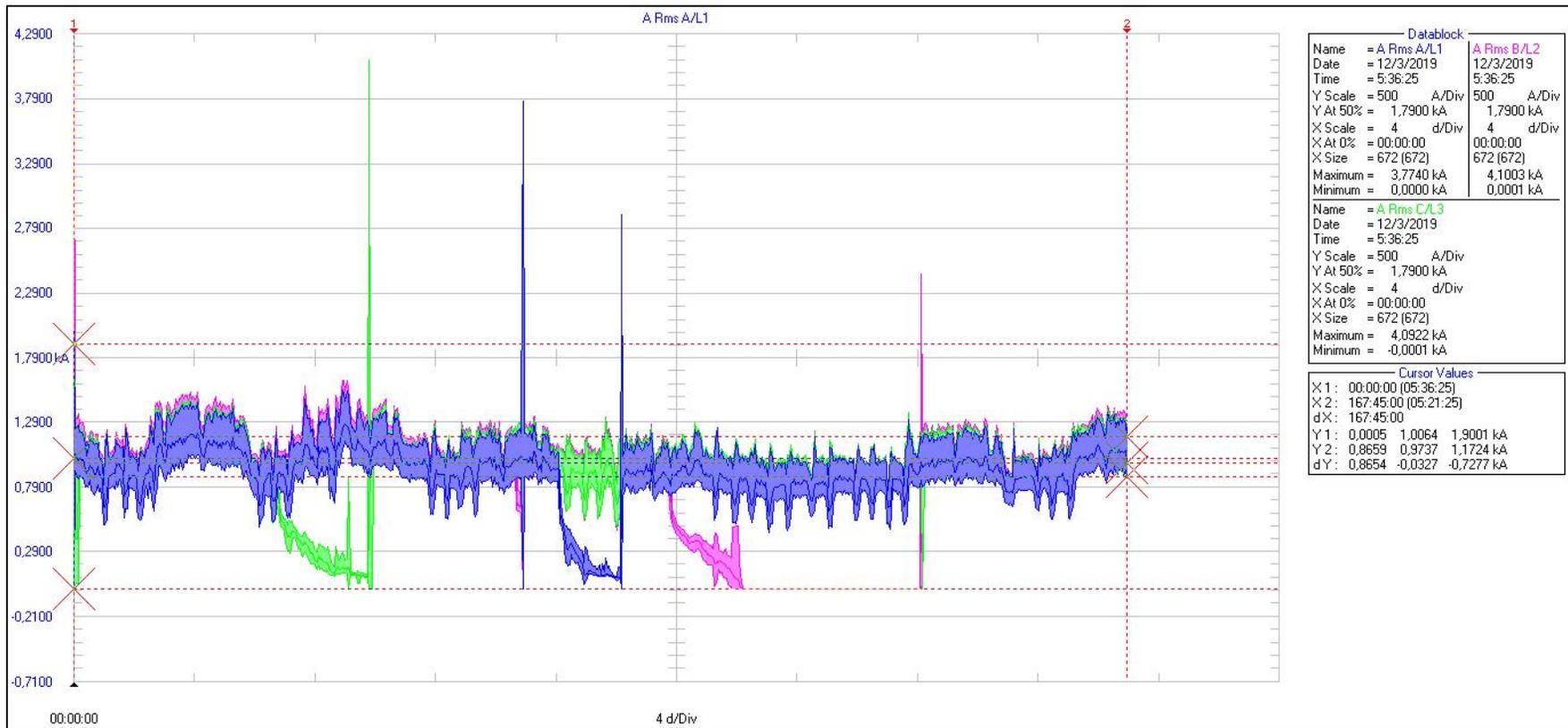


Fig. 7. 33 Valores de corriente periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

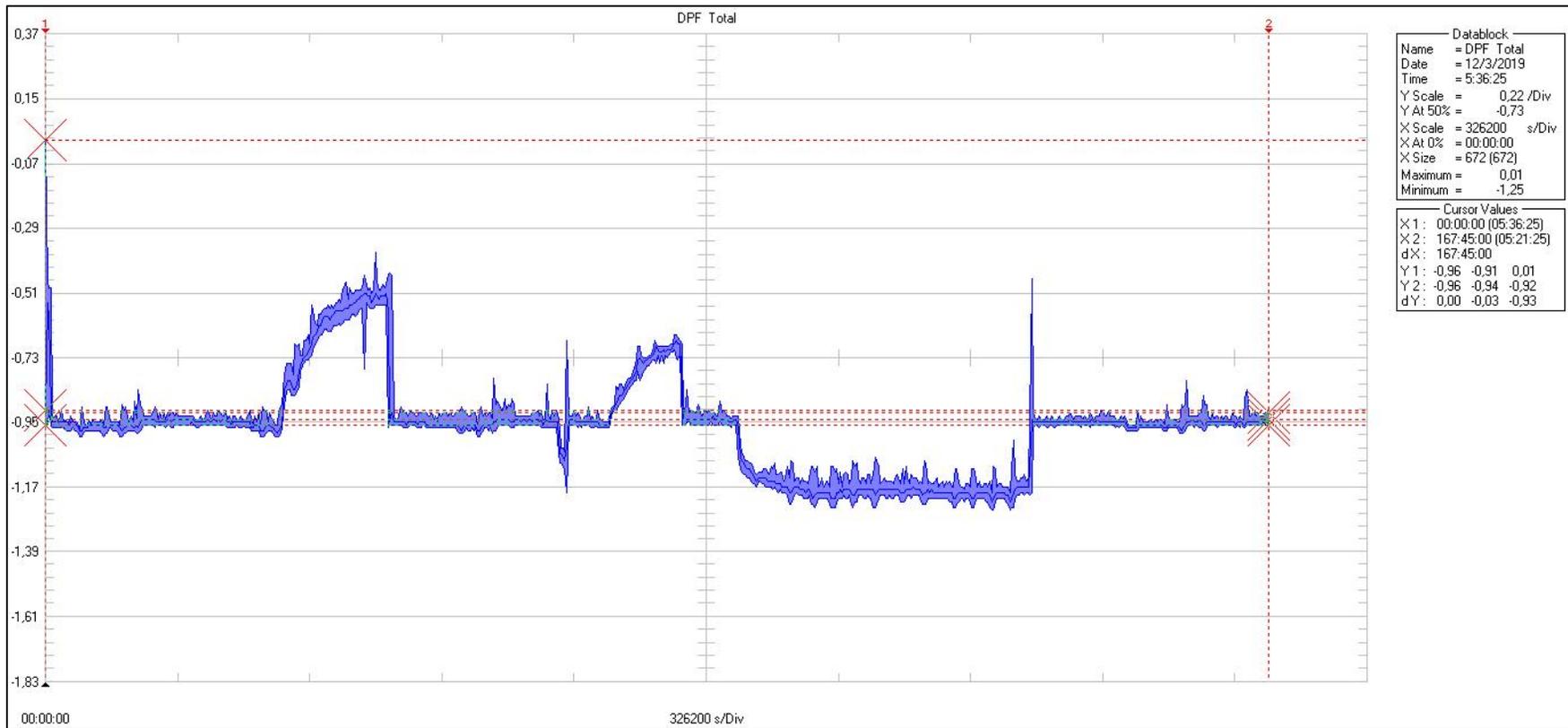


Fig. 7. 34 Valores de DPF periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

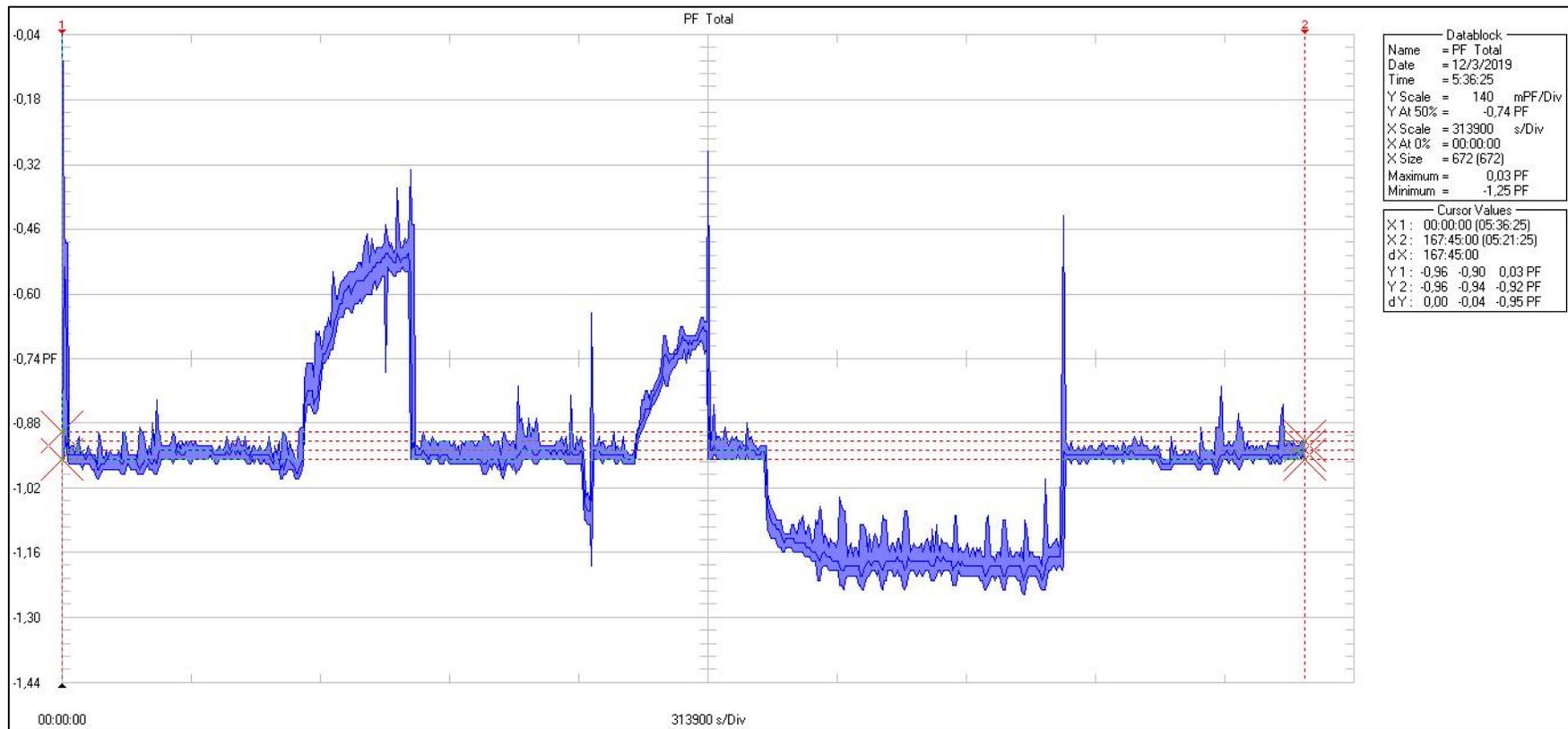


Fig. 7. 35 Valores de factor de potencia periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

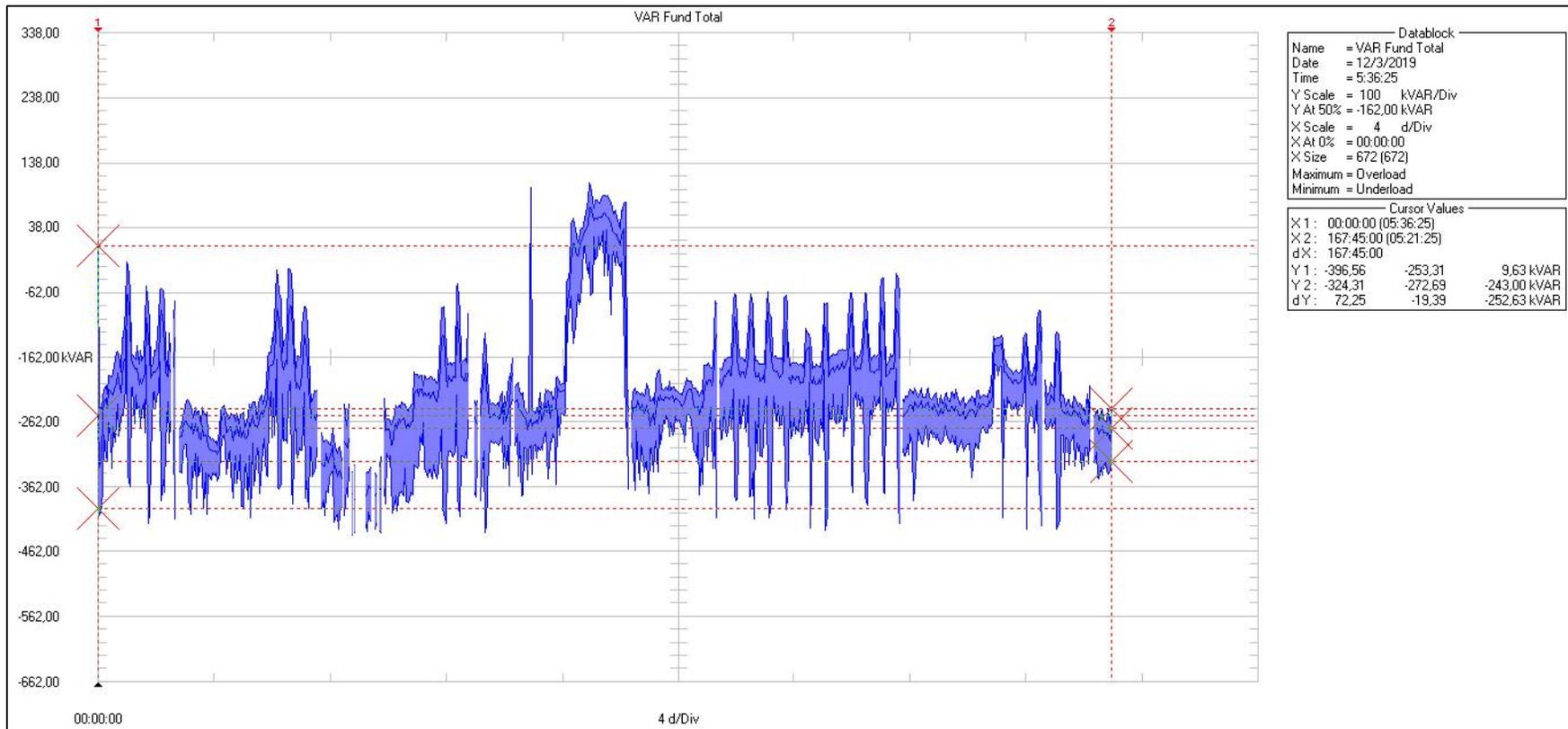


Fig. 7. 36 Valores de potencia reactiva periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

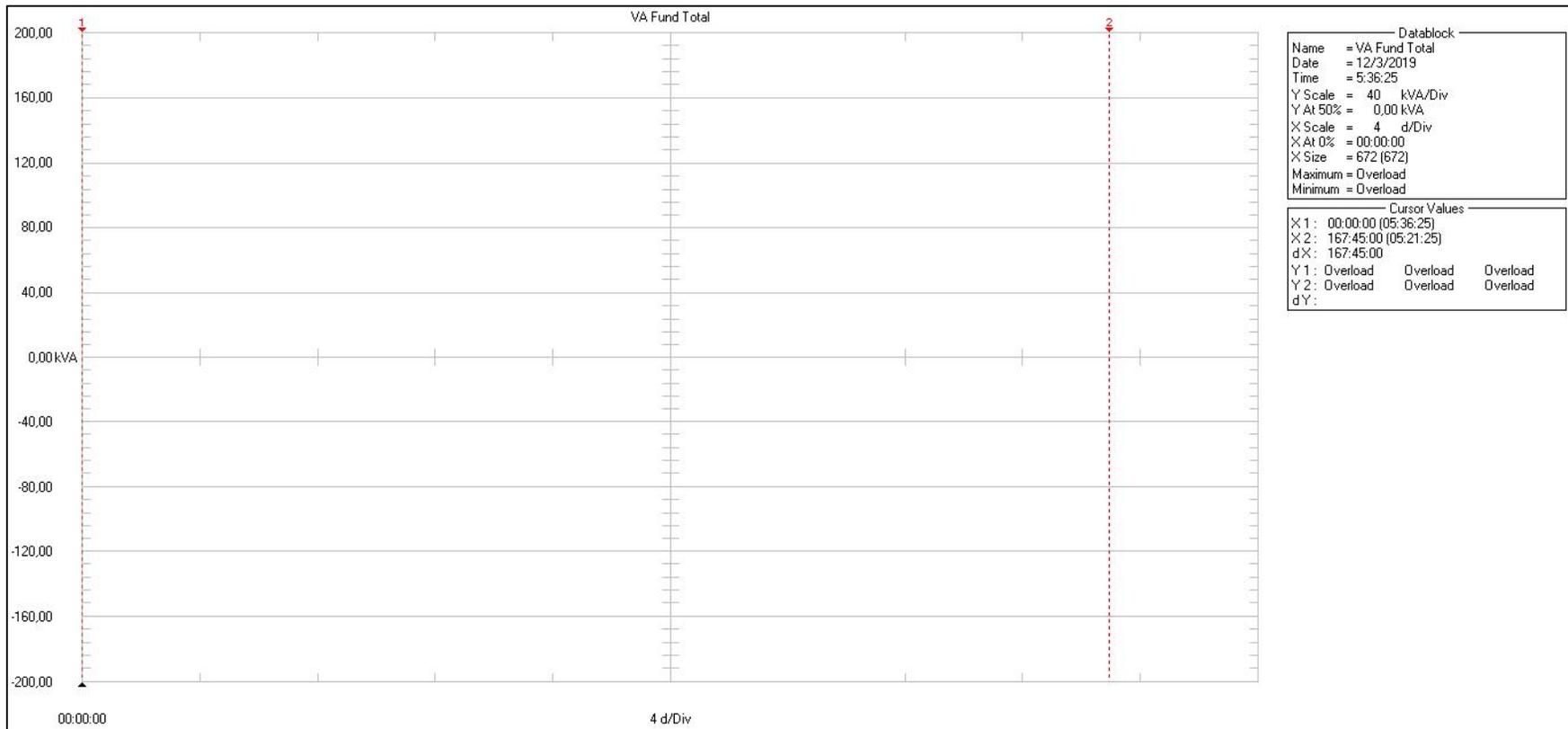


Fig. 7. 37 Valores de potencia aparente periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

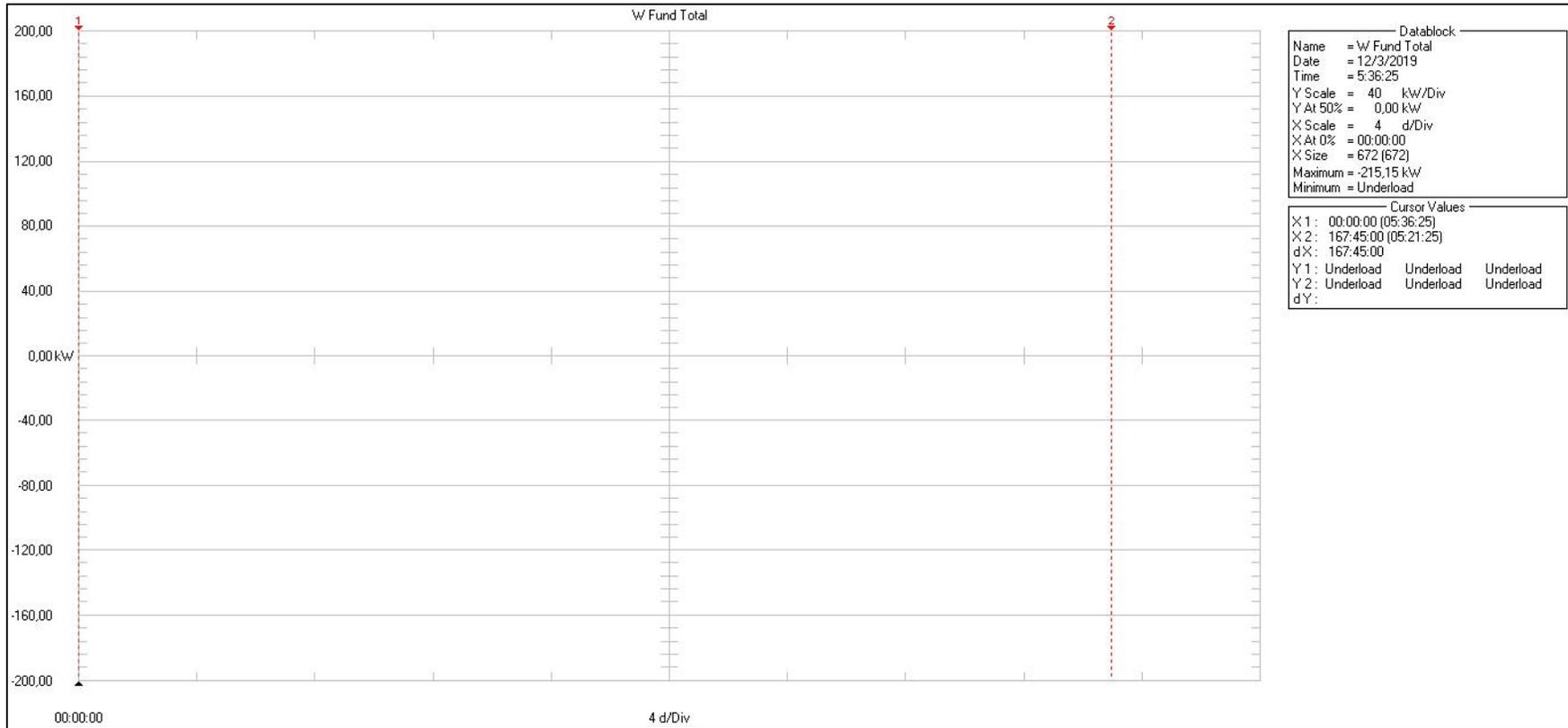


Fig. 7. 38 Valores de potencia activa periodo del 12 al 19 de marzo del 2019

Fuente: Autor

## 6. Tablero de Transformador No.2

El Transformador No.2 se encuentra ubicado a un costado de la zona N°14 como se podrá observar en la figura a continuación, su funcionalidad principal es la de convertir y alimentar a la fábrica la energía necesaria para la planta de la red eléctrica.

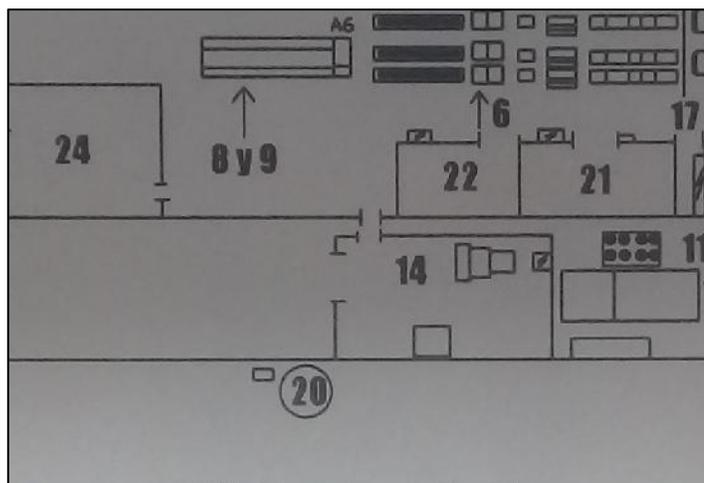


Fig. 7. 39 Ubicación de Zonas del transformado No.2 – a un lado de Zona N°14

Fuente: Archivos Empresa Rival S.A.

A continuación, se describe cuadros de resumen que indican un breve extracto de los datos obtenidos, el cuadro contiene la información más esencial y relevante durante un periodo de 7 días laborables que servirá para el análisis más adelante.

Datos de adquisición							
Ítem	Mes	Día	Año	Hora	Horas	Minutos	Seg.
<b>Inicio</b>	3	19	2019	21H15	142	45	0
<b>Fin</b>	3	26	2019	20H00			
Total, días aprox.					6		

Tabla 7. 6 Resumen de los días analizados de tablero de transformador N°2

Fuente: Autor.

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de tensión, corriente, potencias y el rango de factor de potencia de las tres fases del tablero. Además de ello el factor DPF, debido a que existe una distorsión armónica, esto quiere decir que las corrientes armónicas, junto con la tensión a la que está sometido el conductor da como resultado una potencia, cuyo valor corresponde a las variaciones producidas.



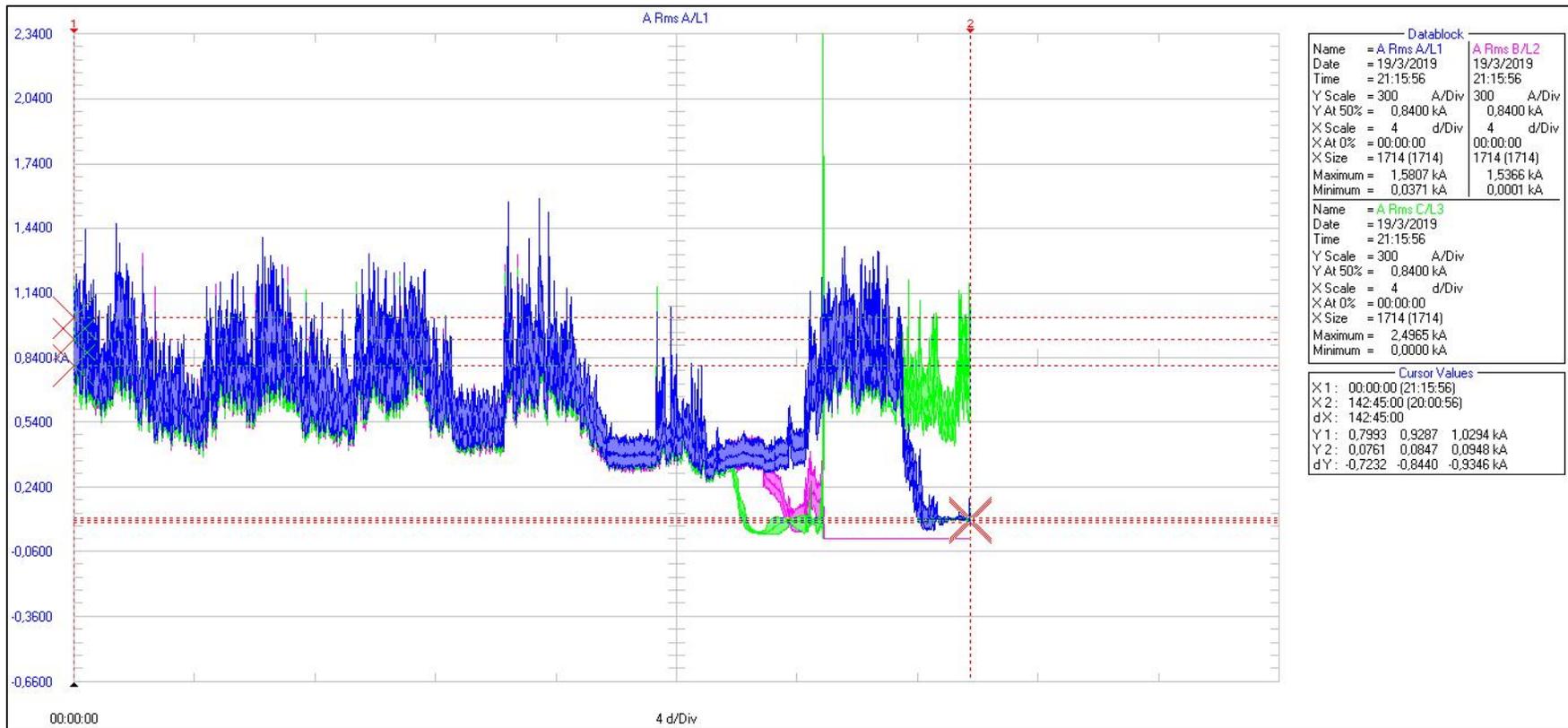


Fig. 7. 41 Valores de corriente periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

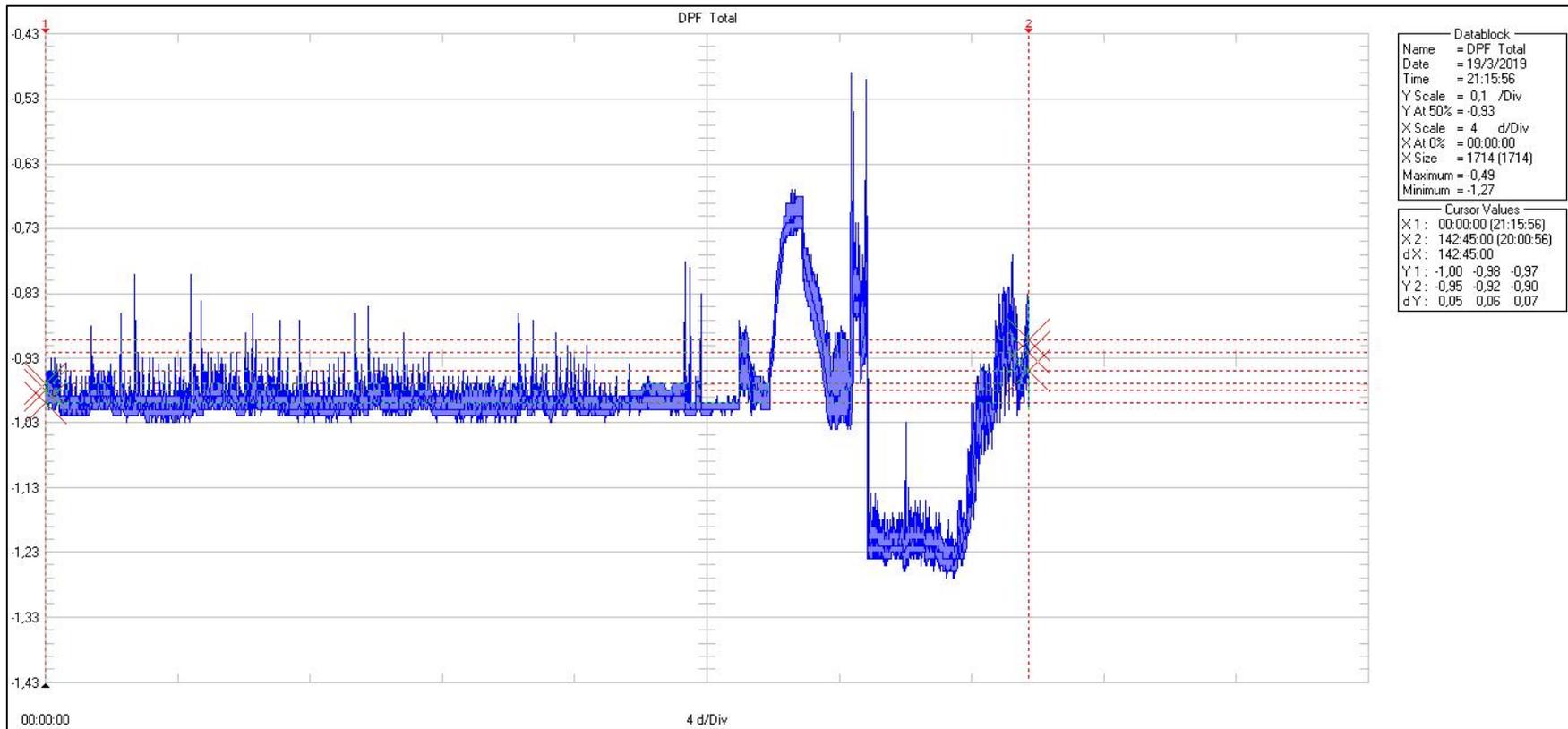


Fig. 7. 42 Valores de DPF periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

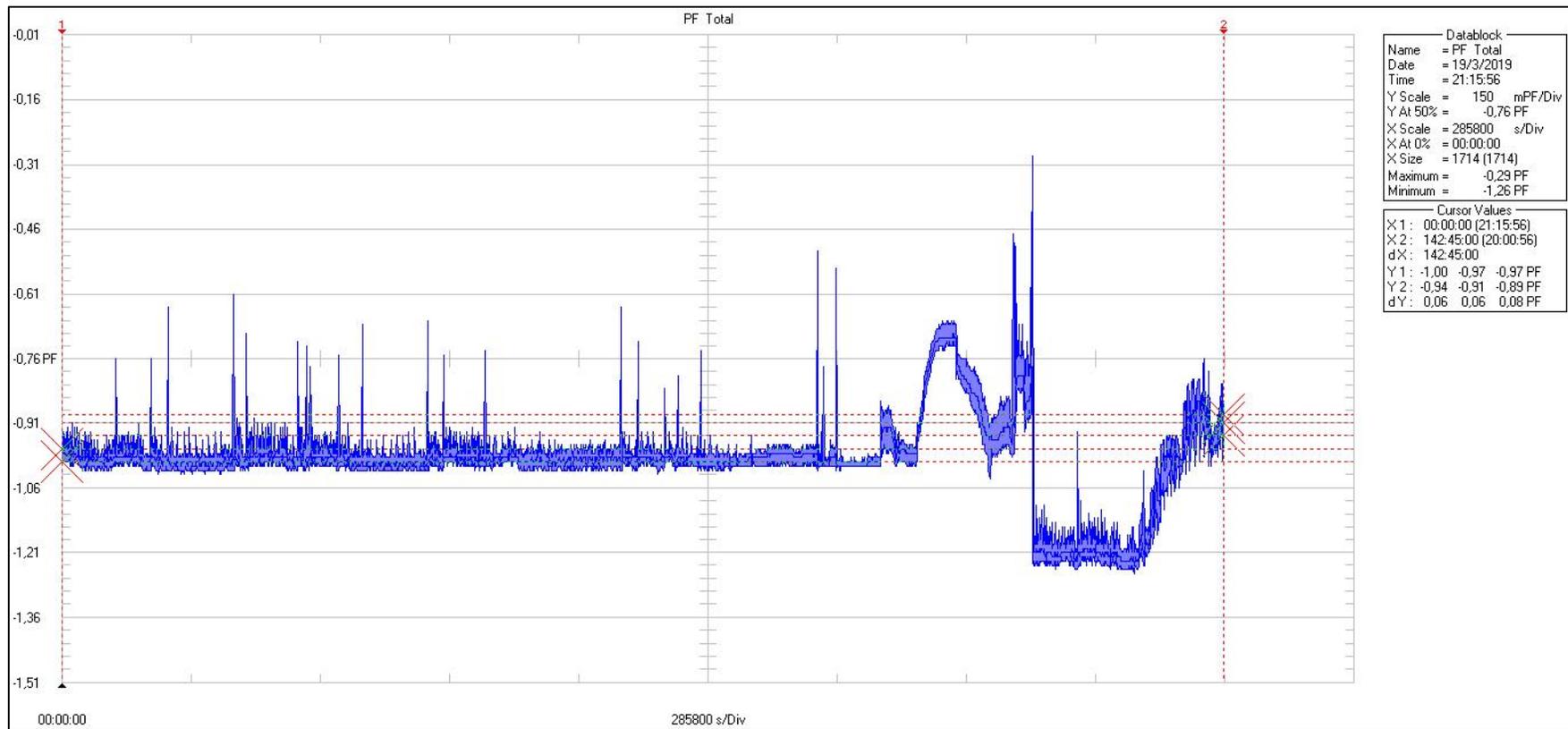


Fig. 7. 43 Valores de factor de potencia periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

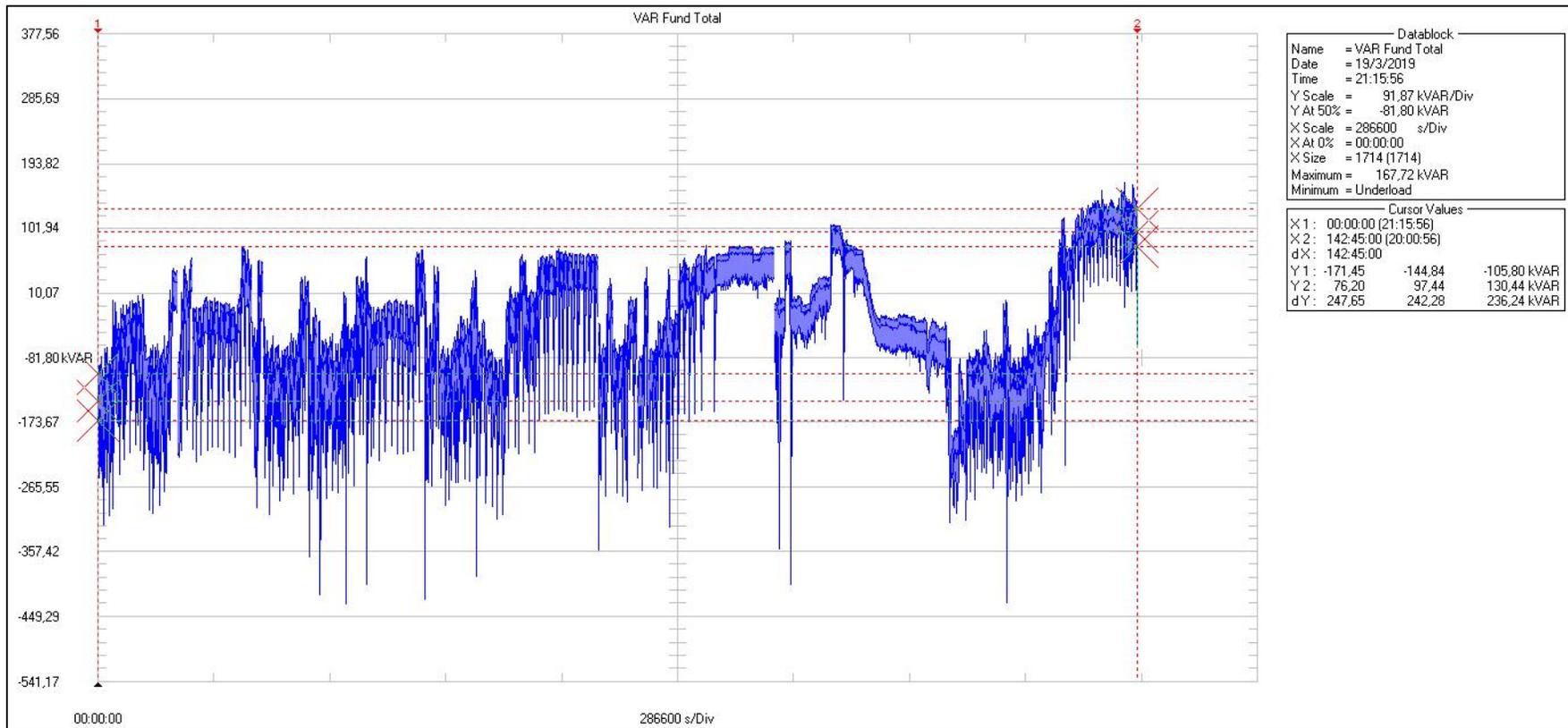


Fig. 7. 44 Valores de potencia reactiva periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

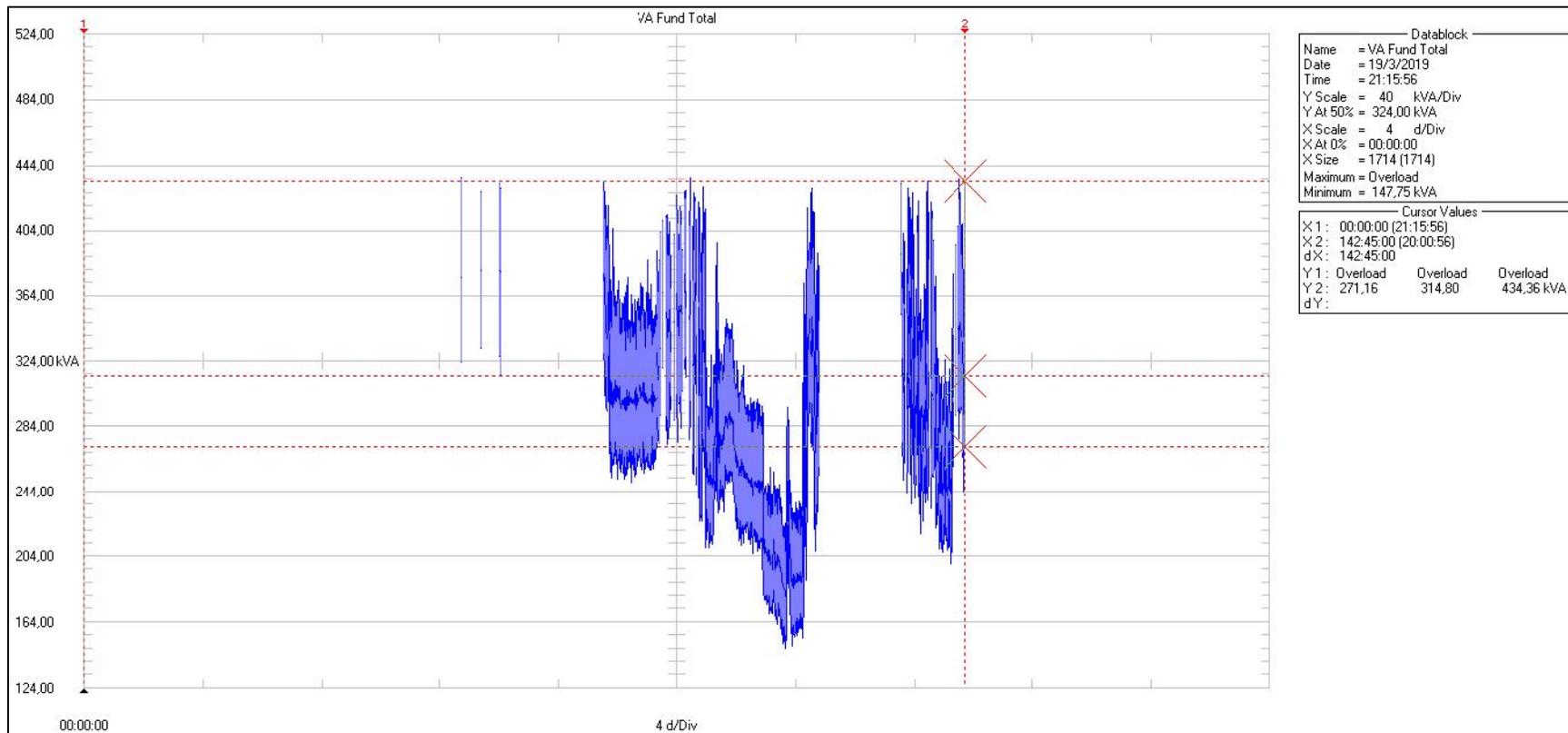


Fig. 7. 45 Valores de potencia aparente periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

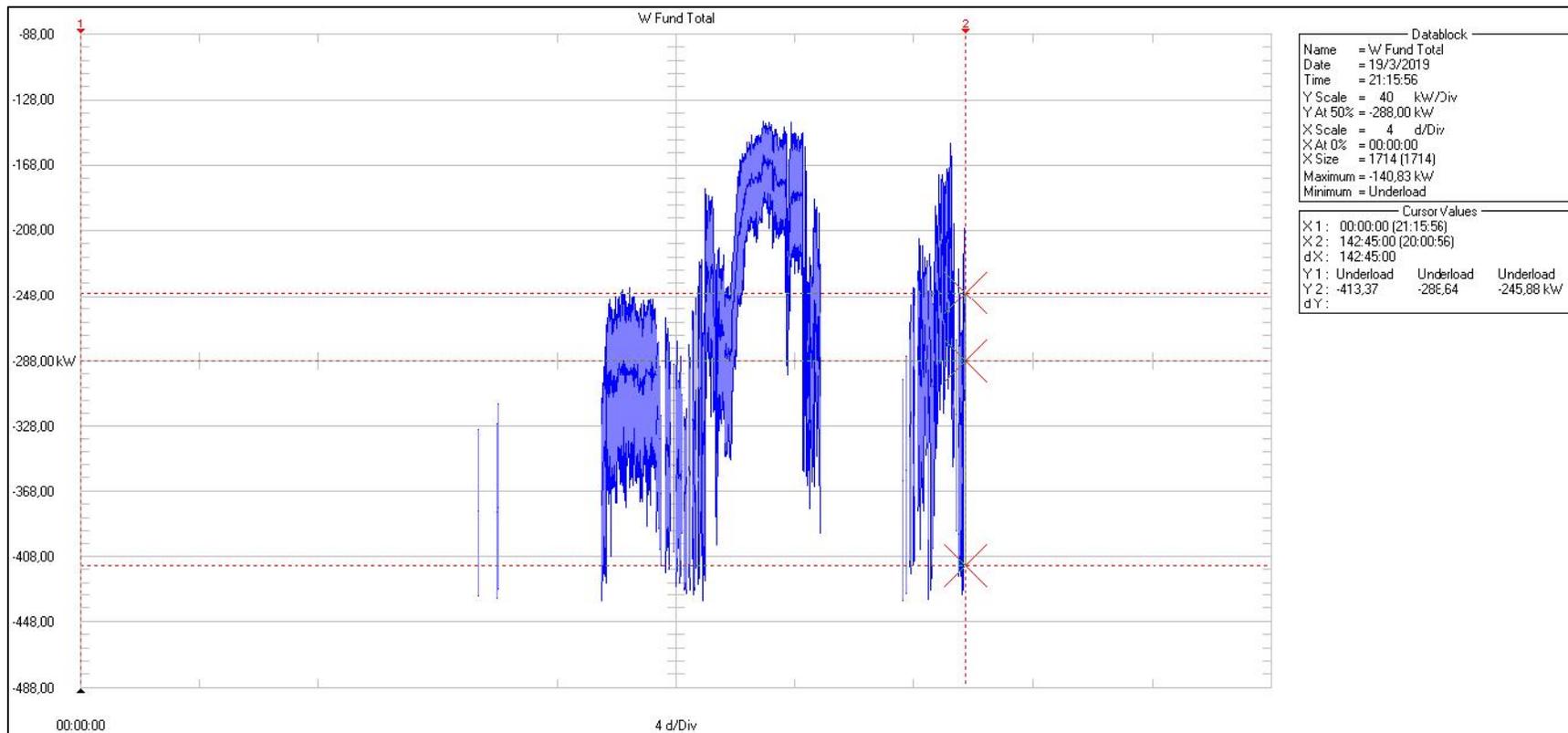


Fig. 7. 46 Valores de potencia activa periodo del 19 al 26 de marzo del 2019

Fuente: Autor

### 7.4.3 Medida de temperatura con termómetro infrarrojo

Para obtener los datos referentes a la temperatura en las entradas principales de los tableros que se seleccionaron para el análisis, se lo realizó el muestreo con una cámara de termografía FLIR. Los datos obtenidos se los detallara a continuación por cada sector seleccionado.

#### 1. Tablero Molino Granulado Pallman

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor, con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.

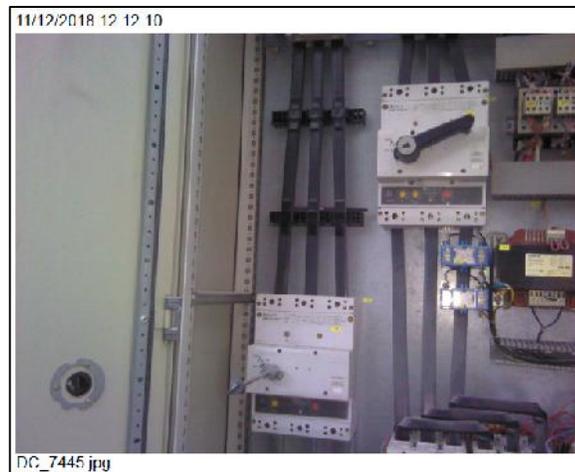


Fig. 7. 47 Protección principal de tablero molino granulado pallman donde se adquirió el valor de temperatura

Fuente: Autor

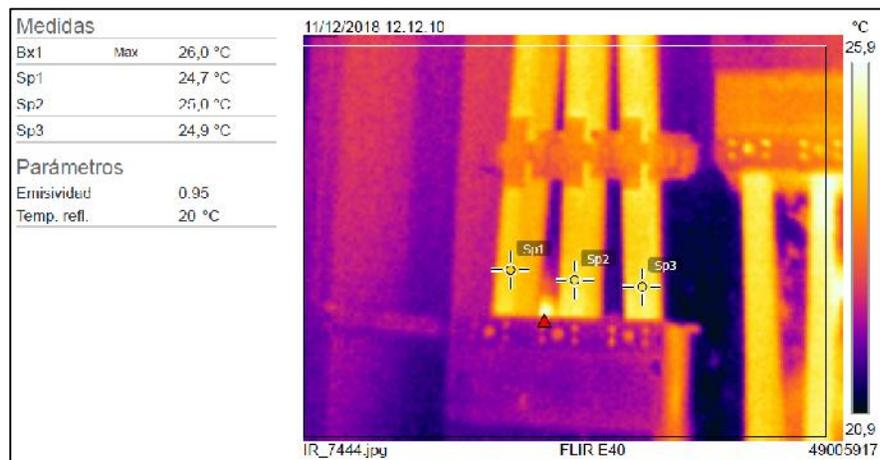


Fig. 7. 48 Foto de termografía en las tres fases del tablero molino granulado pallman.

Fuente: Autor

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO MOLINO PALLMAN							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 kA	sp1 °C	L2 kA	sp2 °C	L3 kA	sp3 °C
1	Mínimo	0,0002	0,0	0,0006	0,0	0,0002	0,0
2	Arranque	0,3613	11,7	0,3666	9,6	0,3717	10,0
3	Medición	0,7645	24,7	0,9554	25,0	0,9218	24,9
4	Máximo	1,1703	37,8	1,0832	28,3	1,1663	31,5

Tabla 7. 7 Tabla de temperaturas de tablero de molino granulado pallman

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero. Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se visualiza un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se observa los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero de molino granulado palman con la cama de termografía FLIR.

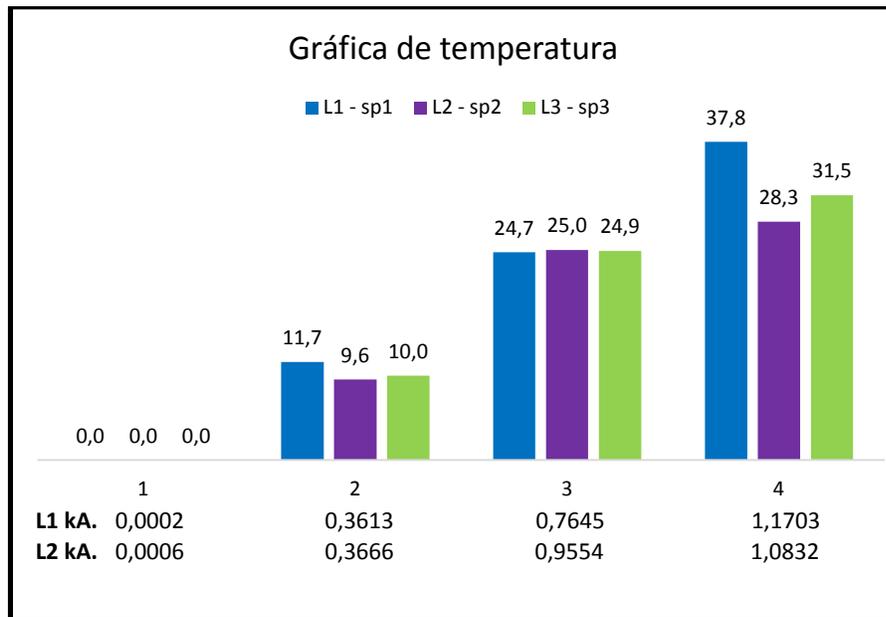


Fig. 7. 49 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de molino granulado pallman

Fuente: Autor

## 2. Tablero Inyectoras.

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor.

Con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.



Fig. 7. 50 Protección principal de tablero de inyectoras donde se adquirió el valor de temperatura

Fuente: Autor

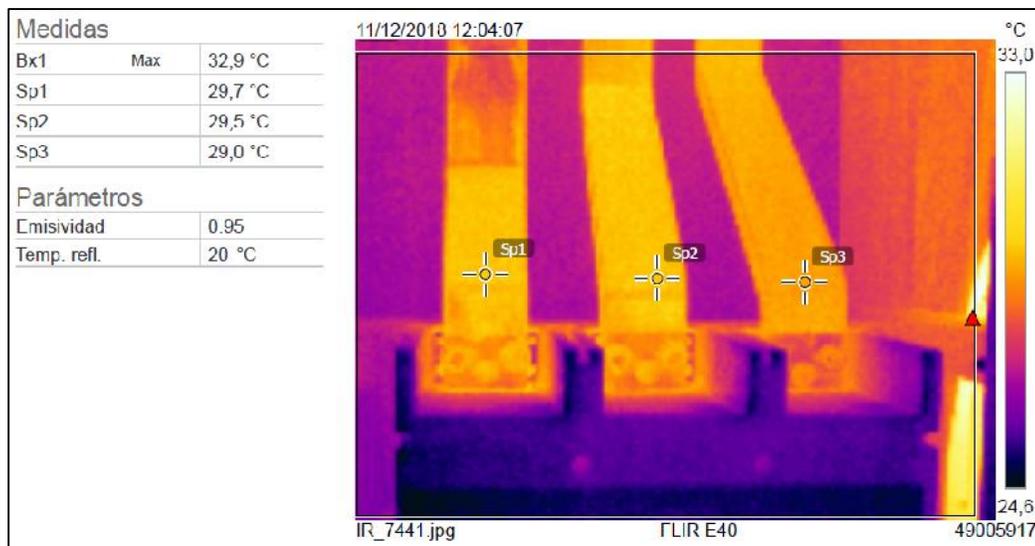


Fig. 7. 51 Foto de termografía en las tres fases del tablero de inyectoras

Fuente: Autor

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO INYECTORAS							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 Amp	sp1 °C	L2 Amp	sp2 °C	L3 Amp	sp3 °C
1	Mínimo	88,5	13,4	75	12,7	81,4	12,6
2	Arranque	175,5	26,6	161,4	27,3	177,4	27,4
3	Medición	196,3	29,7	174,7	29,5	187,9	29,0
4	Máximo	269,5	40,8	257,1	43,4	272	42,0

Tabla 7. 8 Tabla de temperaturas de tablero de inyectoras

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero.

Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se observa un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se podrá observar los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero de inyectoras con la cama de termografía FLIR.

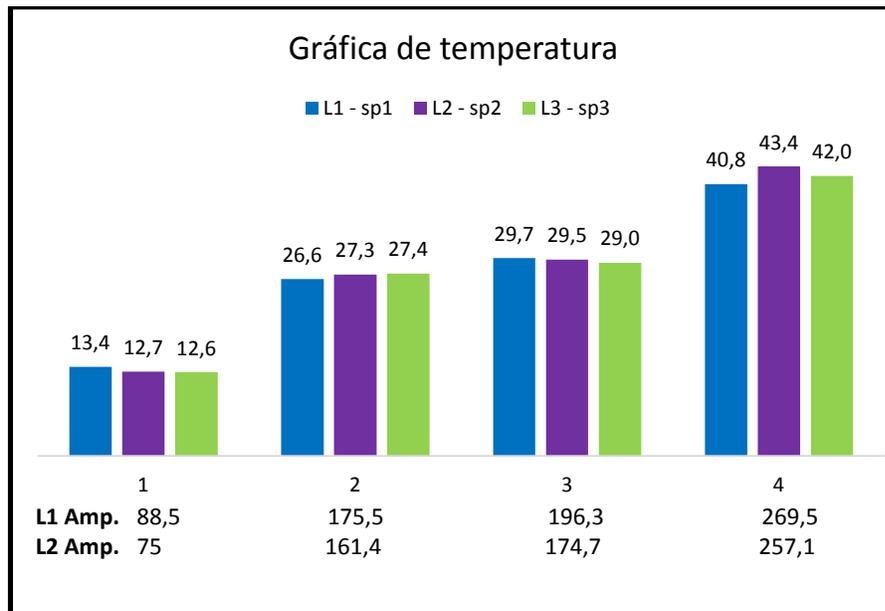


Fig. 7. 52 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de inyectoras

Fuente: Autor

### 3. Tablero Mezcladoras y Extrusoras

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor. Con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO MEZCLADORAS Y EXTRUSORAS							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 Amp	sp1 °C	L2 Amp	sp2 °C	L3 Amp	sp3 °C
1	Mínimo	0,2	0,0	1	0,1	0,2	0,0
2	Arranque	408,4	72,3	423,6	45,9	226	38,1
3	Medición	122,6	21,7	194	21,0	126,5	21,3
4	Máximo	420,8	74,5	509,3	55,1	447,5	75,3

Tabla 7. 9 Tabla de temperaturas de tablero de mezcladoras y extrusoras

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero. Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se observa un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se podrá observar los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero mezcladoras y extrusoras con la cama de termografía FLIR.

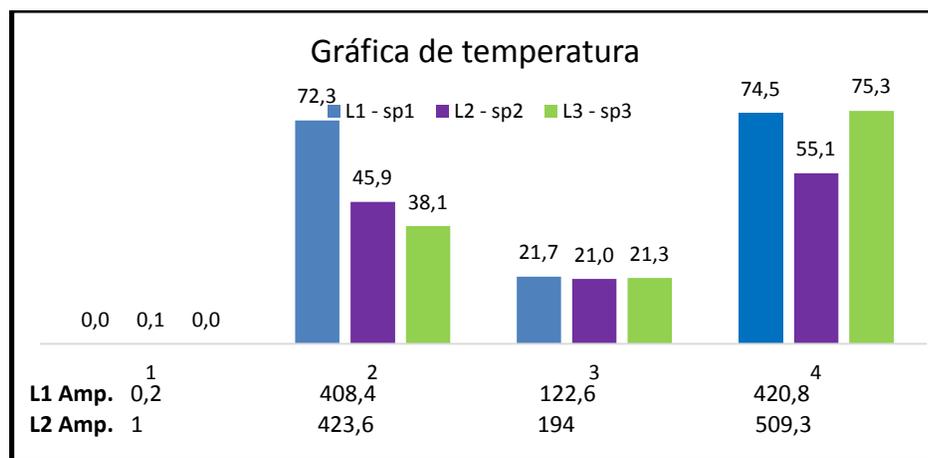


Fig. 7. 53 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de mezcladoras y extrusoras

Fuente: Autor

#### 4. Tablero Chiller y Compresores

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor.

Con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.

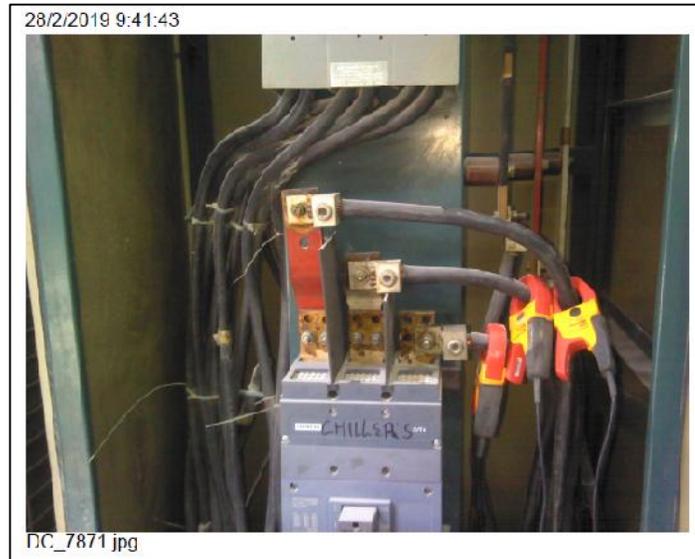


Fig. 7. 54 Protección principal de tablero de chiller y compresores donde se adquirió el valor de temperatura

Fuente: Autor



Fig. 7. 55 Foto de termografía en las tres fases del tablero de chiller y compresores

Fuente: Autor

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO CHILLER Y COMPRESORES							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 Amp	sp1 °C	L2 Amp	sp2 °C	L3 Amp	sp3 °C
1	Mínimo	70,1	4,0	69	4,0	70,3	4,0
2	Arranque	438,8	24,8	448,9	26,0	445,9	25,1
3	Medición	629,5	35,6	634,2	36,8	637	35,8
4	Máximo	789	44,6	796,4	46,2	748,1	42,0

Tabla 7. 10 Tabla de temperaturas de tablero de chiller y compresores

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero.

Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se observa un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se podrá observar los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero de chiller y compresores con la cama de termografía FLIR.

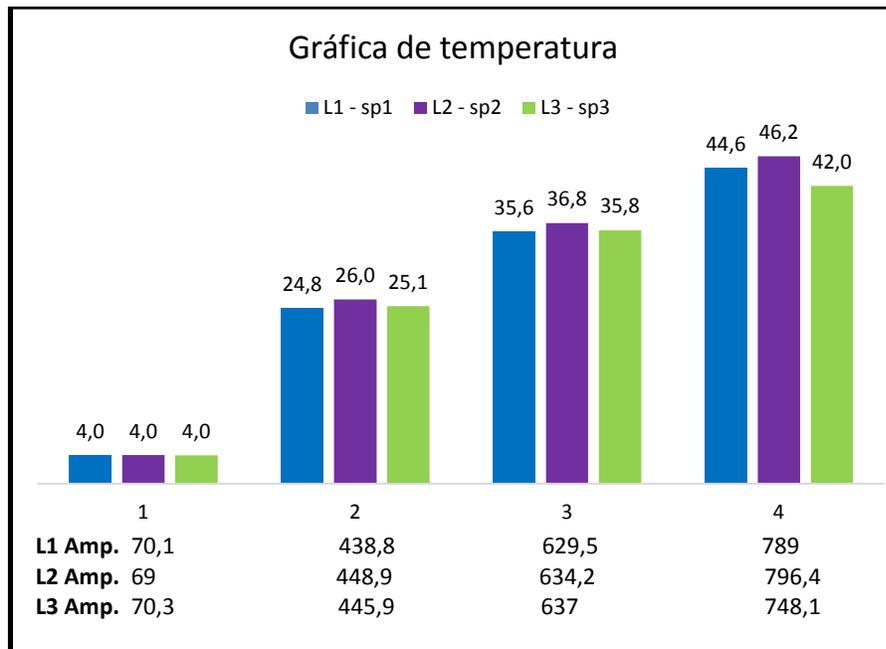


Fig. 7. 56 Valores de temperatura de las tres fases de tablero chiller y compresores

Fuente: Autor

## 5. Tablero de Transformador No.1

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor.

Con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.



Fig. 7. 57 Protección principal de tablero de transformador. No.1 donde se adquirió el valor de temperatura

Fuente: Autor



Fig. 7. 58 Foto de termografía en las tres fases del tablero de Transformador No.1

Fuente: Autor

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO TRANSFORMADOR N°1							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 kA	sp1 °C	L2 kA	sp2 °C	L3 kA	sp3 °C
1	Mínimo	0	0,0	0,0001	0,0	0,0001	0,0
2	Arranque	1,9001	40,7	3,1003	54,7	1,9962	41,8
3	Medición	1,1724	25,1	2,442	43,1	1,2086	25,3
4	Máximo	3,774	80,8	4,1003	72,4	4,0922	85,7

Tabla 7. 11 Tabla de temperaturas de tablero de transformador No.1

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero. Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se observa un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se podrá observar los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero del transformador con la cama de termografía FLIR.

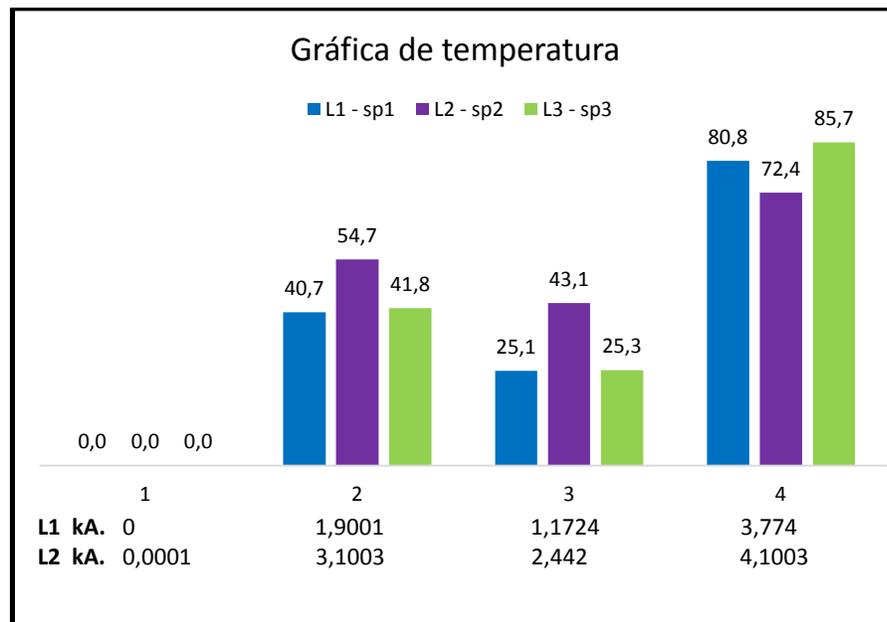


Fig. 7. 59 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de transformador. No.1

Fuente: Autor

## 6. Tablero de Transformador No.2

Se realizó un cuadro de resumen con datos obtenidos durante un periodo de 7 días laborables, donde el mismo consta de la información adquirida en cuatro rangos definidos como son: un mínimo, un arranque, uno de medición y uno de máximo valor.

Con los cuales se ha determinado la temperatura dentro de esos niveles teniendo en consideración el nivel de medición el cual fue el referencial al momento de realizar la toma de la foto de termografía.



Fig. 7. 60 Protección principal de tablero de transformador No.2 donde se adquirió el valor de temperatura

Fuente: Autor

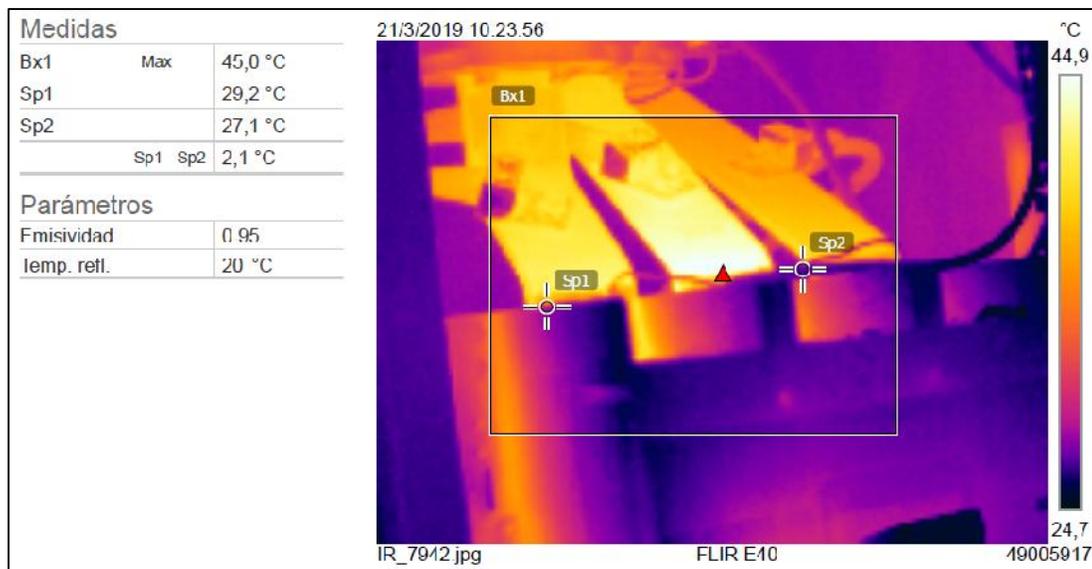


Fig. 7. 61 Foto de termografía en las tres fases del tablero de Transformador No.2

Fuente: Autor

Todos los datos obtenidos se los realizo tomando como puntos fotográficos las entradas principales de los tableros como sus salidas respectivas, las mismas que se utilizó para el análisis de las temperaturas como se muestra a continuación en la tabla.

TEMPERATURA DE TABLERO TRANSFORMADOR N°2							
ÍTEM	Datos evaluados	L1 kA	sp1 °C	L2 kA	sp2 °C	L3 kA	sp3 °C
1	Mínimo	0,0371	1,0	0,0001	0,0	0	0,0
2	Arranque	1,0294	27,4	1,0161	25,9	0,9773	23,7
3	Medición	1,0973	29,2	1,0636	27,1	1,1575	28,1
4	Máximo	1,5807	42,1	1,5366	39,2	2,4965	60,6

Tabla 7. 12 Tabla de temperaturas de tablero de transformador No.2

Fuente: Autor

A continuación, en la figura se observa los parámetros generales de la obtención de los valores de temperatura con referencia a la corriente de funcionamiento de las tres fases del tablero.

Adicionalmente también en la parte inferior de la figura se observa un cuadro de las corrientes de cada una de los valores correspondientes a la temperatura.

Además de ello en el **ANEXO 4** se podrá observar los datos generales de ambas muestras de termografía registradas de la parte superior como inferior de la entrada principal del tablero del transformador con la cama de termografía FLIR.

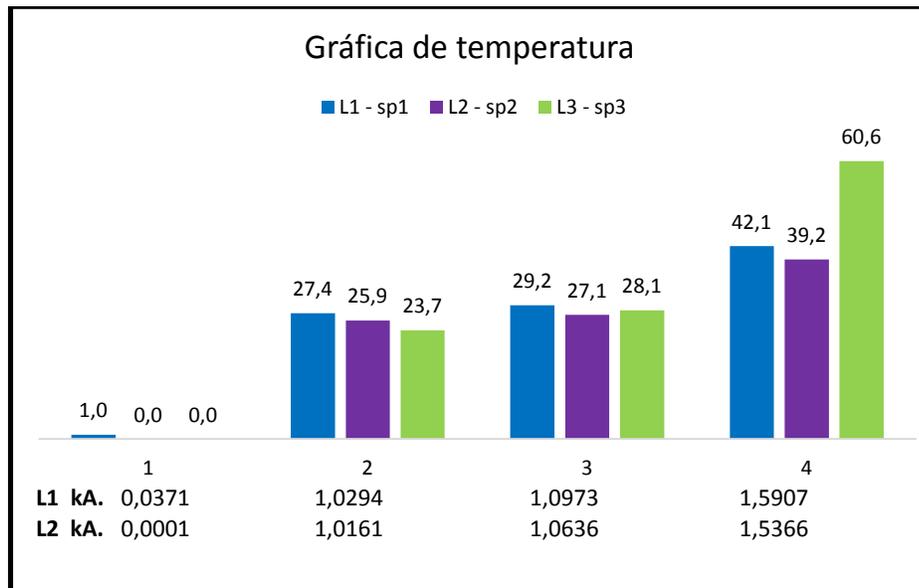


Fig. 7. 62 Valores de temperatura de las tres fases de tablero de transformador No.2

Fuente: Autor

#### 7.4.4 Hoja de datos de potencia y tensión de equipos instalados en los tableros que se analiza

A continuación, se denota un cuadro del valor de las cargas totales instaladas por cada tablero que se realizó la investigación, el cual nos brindara una ayuda adicional para verificar el estado de funcionamiento de dichos tableros.

La tabla describe la potencia aparente en KVA, potencia activa en KW y el valor de tensión de cada alimentación al tablero con el cual verificaremos el porcentaje de la carga en funcionamiento si está funcionando al 100% o a que valor lo realiza.

<b>MOLINO GRANULADO PALLMAN (TD2-A).</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	Tablero
93 KVA	83,7 KW	460 V	TD2-A / TR-2
<b>INYECTORAS (TD9).</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	Tablero
160 KVA	144 KW	460 V	TD-9 / TR-2
<b>MEZCLADORAS Y EXTRUSORAS (TD4)</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	Tablero
1203.6 KVA	1083.25 KW	460 V	TD-4 / TR-2
<b>CHILLER Y COMPRESORES (TD1)</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	Tablero
218 KVA	172 KW	460 V	TD-1 / TR-1
<b>TRANSFORMADOR No. 1</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	
1200 KVA	1080 KW	22 KV / 460 V	
<b>TRANSFORMADOR No. 2</b>			
Potencia Aparente	Potencia Activa	Nivel de Tensión	
1200 KVA	1080 KW	22 KV / 460 V	

Tabla 7. 13 Tabla de valores de potencia y tensión de tableros analizados

Fuente: Autor

## CAPITULO VIII

### 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se muestra tablas de los valores mínimos, máximos y promedios de los tableros seleccionados de distribución eléctrica interna de la empresa que se ha escogido para los análisis, resultados que se han obtenido durante la medición periódica de 7 días laborables con un equipo de medición de energía eléctrica colocados en cada tablero.

Se registra mediciones de los diversos parámetros eléctricos durante un periodo de 7 días establecido en intervalos de una hora cada día laborable, una vez obtenidos las diferentes magnitudes medidas se realizará un análisis de los valores y se toma los valores principales como se designó anteriormente.

A continuación, se describe el resultado del análisis de los diferentes parámetros.

#### **8.1 Análisis de crecimiento de curva de consumo de energía eléctrica por facturación**

De los datos obtenidos del sistema de planillas de la empresa de distribución eléctrica se realizó la siguiente tabla de valores de la potencia activa consumida versus los valores económicos.

Además de ello el factor de potencia mensual que se registró antes del mes de septiembre del 2016, de ahí en adelante los valores de facturación se vieron modificados por la penalización por bajo FP, exceso de potencia a la red y altos porcentajes de potencia reactiva.

Por precedente afecto a la planilla de consumo de la empresa en un 7% del valor normal que se pagó en la última planilla en el mes de septiembre del 2016; motivo por el cual la empresa se vio afecta en la parte económica y comenzaron a tratar de realizar diversas correcciones que de cierta manera se han de ayuda momentánea hasta poder realizar un análisis completo.

Datos que fueron corroborados por la oficina de finanzas de la empresa cuyos valores fueron reservados por políticas internas de la misma; por tal motivo no se pudo realizar la tabla completa hasta la actual planilla de facturación.

A continuación, se denota la siguiente tabla de valores.

**CONSUMO ELÉCTRICO DE EMPRESA RIVAL S.A.**

**Código Cliente:** 1395367  
**Dirección:** El Tablón  
**Grupo de Emisión:** 01-03 Cuenca: IND. Y COM. CON DEMAND  
**Tarifa:** JH IND. HOR. INCENT. MT

ÍTEM	MES DE CONSUMO	CONSUMO			FP	\$ Energía	% Incremento
		Energía facturada	Energía reactiva	Demanda pico			
1	Diciembre 2015	693750 KW / H	225950 KVARH	1440 KW	0,95	60714,00	0,0
2	Enero 2016	486750 KW / H	132890 KVARH	1150 KW	0,96	41027,99	-32,4
3	Febrero 2016	523050 KW / H	145970 KVARH	1240 KW	0,96	53698,14	30,9
4	Marzo 2016	547100 KW / H	163290 KVARH	1280 KW	0,95	55789,72	3,9
5	Abril 2016	621710 KW / H	186430 KVARH	1400 KW	0,95	63104,75	13,1
6	Mayo 2016	519600 KW / H	149810 KVARH	1420 KW	0,96	54282,97	-14,0
7	Junio 2016	572360 KW / H	168250 KVARH	1280 KW	0,96	57835,04	6,5
8	Julio 2016	705670 KW / H	222010 KVARH	1370 KW	0,95	70010,67	21,1
9	Agosto 2016	832070 KW / H	272830 KVARH	1480 KW	0,95	81098,55	15,8
10	Septiembre 2016	860480 KW / H	291170 KVARH	1580 KW	0,94	85162,79	5,0
11	Valor actual penalizado con un 7% de la última planilla por bajo FP y Carga excesiva (valor aproximado).					91124,1853	

Tabla 8. 1 Tabla de valores económicos por facturación de consumos

Fuente: Autor

Del siguiente cuadro se obtuvo una relación entre los meses de consumo y valor económico, la potencia y el porcentaje de incremento de la variación mensual. En las figuras que se muestra a continuación se describe todo lo antes mencionado, con lo cual se observa que la curva va en crecimiento debido a la utilización o conexión de más equipos para la fabricación de los productos.

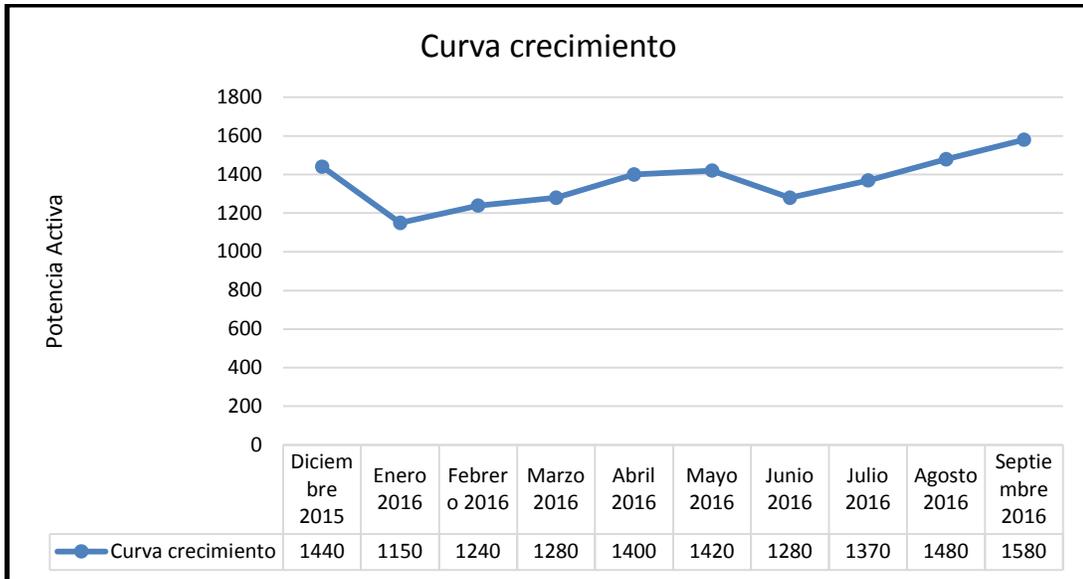


Fig. 8. 1 Curva de crecimiento de potencia activa

Fuente: Autor

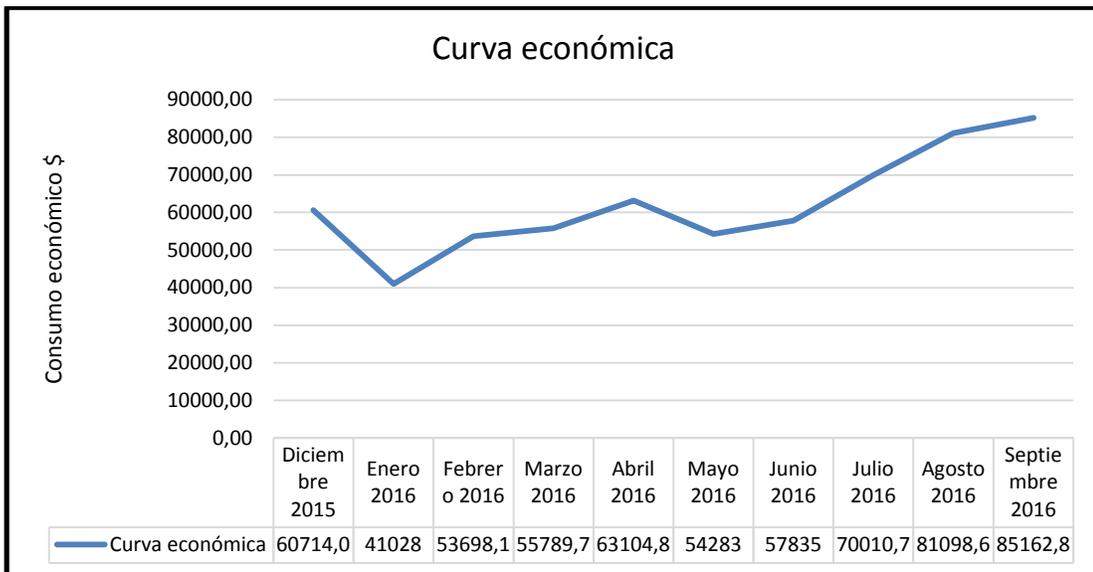


Fig. 8. 2 Curva de crecimiento económico

Fuente: Autor

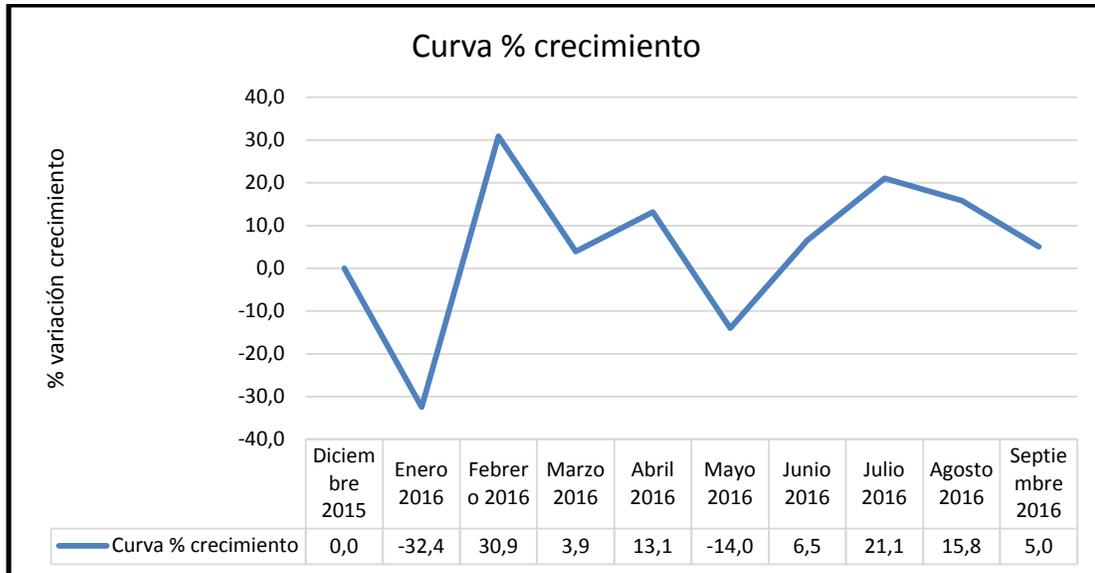


Fig. 8. 3 Curva % de crecimiento mensual

Fuente: Autor

## 8.2 Análisis de consumo de potencia activa, aparente y reactiva instaladas en la planta de producción No.1

Se realizó mediciones de potencia reactiva, activa y aparente en cada uno de los tableros seleccionados en diferentes intervalos durante las 24 horas los 7 días laborables obteniendo los resultados como se pueden observar a continuación.

La adquisición de los parámetros se realizó con el analizador FLUKE 434 del cual se generó una tabla de valores simplificado de toda la cantidad de horas de muestreo, las mismas que consisten de un valor mínimo, un valor máximo y valor de promedio resultante.

<b>TABLERO DE MOLINO GRANULADO PALMAN</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>-36,7</b>	<b>0</b>	<b>-75,9</b>	<b>0</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>16</b>	<b>828,1</b>	<b>816,2</b>	<b>0,31</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,5</b>	<b>165,1</b>	<b>108,0</b>	<b>0,1</b>

Tabla 8. 2 Tabla de potencias de tablero molino granulado pallman

Fuente: Autor

En el caso de este tablero podremos observar en la tabla que su valor de potencia es muy elevado con respecto a lo que obtiene según los registros de diseño que se puede

verificar en el **ANEXO 4**. Por otro lugar podemos observar un valor de potencia negativa la cual nos permite describir que la corriente se encuentra en estado de retraso con referencia a la tensión.

En defecto es muy importante a considerar para aplicar una debida corrección para que se encuentre dentro de los parámetros requeridos por las normas de calidad de energía. Además de ello se constató que el tiempo de trabajo es continuo con un intervalo de descanso de 4 horas sin consumo de energía según la información del analizador.

<b>TABLERO DE MEZCLADORAS Y EXTRUSORAS</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>-0,1</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>231,4</b>	<b>279,7</b>	<b>230,9</b>	<b>1,14</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>28,7</b>	<b>55,4</b>	<b>46,7</b>	<b>0,4</b>

Tabla 8. 3 Tabla de potencias de tablero mezcladoras y extrusoras.

Fuente: Autor

En el caso de este tablero se observa en la tabla que su valor de potencia reactiva y activa es casi similar lo que implica que la potencia reactiva este al par con las demás, que implica considerar que está dentro de los rangos admisibles. Por otro lugar podemos observar un valor de potencia positiva la cual nos permite describir que la corriente se encuentra totalmente secuencia a la tensión y no existe de fase.

Otro aspecto al considerar será que en ciertos parámetros de tiempos el analizador recabo la información de baja potencia situación que afecta al sistema eléctrico. Recomendar llevar un detalle de estos sobre saltos y verificar por qué se desarrollan y solucionarlos.

<b>TABLERO DE CHILLER Y COMPRESORES</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>-285,68</b>	<b>140,48</b>	<b>-179,48</b>	<b>-0,86</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>250,85</b>	<b>347,49</b>	<b>-33,49</b>	<b>0,85</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>-181,9</b>	<b>273,3</b>	<b>-123,6</b>	<b>-0,8</b>

Tabla 8. 4 Tabla de potencias de tablero chiller y compresores

Fuente: Autor

En el caso de este tablero se observa en la tabla que su valor de potencia reactiva es sumamente el más bajo de todos los tableros de distribución secundaria, pero que consume

mayor potencia activa. En este caso no cabe realizar ningún mejoramiento para tener una calidad de energía apropiada.

Otro aspecto al considerar será que en ciertos parámetros de tiempos el analizador recabo la información de baja potencia situación que afecta al sistema eléctrico. Recomendar llevar un detalle de estos sobre saltos y verificar por qué se desarrollan y solucionarlos.

Además de ello que la corriente se encuentra retazada con respecto al voltaje según lo analizado y verificado según la información que se extrajo del analizado.

<b>TABLERO DE TRANSFORMADOR No. 1</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>Underload</b>	<b>Overload</b>	<b>Underload</b>	<b>-1,18</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>0</b>	<b>Overload</b>	<b>Overload</b>	<b>1,16</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>Underload</b>	<b>Overload</b>	<b>-174,6</b>	<b>-0,9</b>

Tabla 8. 5 Tabla de potencias del Transformador No.1

Fuente: Autor

En este tablero se observa en los datos claramente que el transformador se encuentra totalmente saturado con una funcionalidad en el 90% del consumo excesivo de la potencia, por lo que se debería optar por el cambio de uno de más potencia antes de que se sufra daños materiales y económicos a la empresa.

Además de ello cabe recalcar que esta situación también podría provocar daños a los conductores por calentamiento, el que conllevaría a dañar el aislante del mismo y producir daño de cortocircuito. La potencia reactiva es baja debido al aplicativo de banco de capacitores el cual ha reducido en la mayoría de sus casos la potencia por reactivos.

<b>TABLERO DE TRANSFORMADOR No.2</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>Underload</b>	<b>216,65</b>	<b>Underload</b>	<b>-1,2</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>-141,56</b>	<b>Overload</b>	<b>161,07</b>	<b>-0,51</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>-216,5</b>	<b>326,1</b>	<b>-4,2</b>	<b>-1,0</b>

Tabla 8. 6 Tabla de potencias del Transformador No.2

Fuente: Autor

En el transformador N°2 se observa el mismo problema que en el transformador N°1 los casos son similares con excepción que este tiene un porcentaje del 83% de su funcionalidad a plena carga. De igual manera se ve en la obligación la empresa tomar las debidas correcciones para evitar los daños y perjuicios que puedan ocasionar a la empresa.

Por último, se analiza un cuadro de valores de la frecuencia, para verificar el estado de variación, que pueden ser producidos por armónicos, picos de falla, cargas no lineales, etc. Y que se encuentren dentro de los parámetros exigidos por las normas correspondientes a la aplicación de calidad y eficiencia energética.

<b>TABLERO DE INYECTORAS</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Minutos Intervalos</b>	<b>L1 AMP.</b>	<b>L2 AMP.</b>	<b>L3 AMP.</b>	<b>Hz</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>169</b>	<b>149,3</b>	<b>157</b>	<b>58,8</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>249,7</b>	<b>241,3</b>	<b>243,3</b>	<b>60,05</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>190,7</b>	<b>173,6</b>	<b>182,3</b>	<b>59,9</b>

Tabla 8. 7 Tabla de frecuencia del tablero de inyectoras

Fuente: Autor

Como se observa en la tabla de valores la corriente en tres fases son equilibradas y no se observa desfasamiento, a más de ello podemos observar que los valores de frecuencia están dentro de los márgenes de calidad de energía, teniendo por consiguiente que el tablero es eficiente.

El margen de error de la oscilación de la frecuencia con el valor nominal está entre un 0.5% - 5%, el cual es admitido por la empresa de distribución [7].

### **8.3 Análisis de consumo de corriente vs conductor en la planta de producción No.1**

Este punto es muy importante ya que una mala selección en el calibre del conductor puede producir daños o funcionamientos irregulares en los equipos eléctricos a más de provocar pérdidas de energía y deteriora miento del aislante del conductor.

A la hora de dimensionar el calibre de conductores se debe considerar aspectos importantes como los que a continuación describiremos:

- Que la sección del conductor sea la apropiada para la transportación de la energía requerida.
- Que la temperatura de funcionamiento no supere la normal del fabricante y así poder evitar daños en el aislamiento.
- Que la caída de tensión este dentro de los parámetros de funcionamiento.

De tal manera con estas pequeñas recomendaciones se verificará a continuación si los conductores de los tableros analizados cumplen los requerimientos o deben aplicar correctivos para mejorar su funcionamiento y así poder evitar daños a los equipos, pérdidas de potencia aspectos de los cuales no brindan un ahorro y eficiencia de energía utilizada.

<b>CORRIENTE DE TABLERO MOLINO GRANULADO PALLMAN</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 kA</b>	<b>L2 kA</b>	<b>L3 kA</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,0002	0,0006	0,0002	3 (3 x 3/0 AWG)
2	Arranque	0,3613	0,3666	0,3717	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	0,7645	0,9554	0,9218	
4	Máximo	1,1703	1,0832	1,1663	<b>675 AMP</b>

Tabla 8. 8 Tabla de valores de corriente en tablero molino granulado pallman

Fuente: Autor

En la tabla 8.8 se observa que la corriente que circula por la combinación de 3 conductor por fase de 3/0 AWG que alimenta al tablero equivale a 675 AMP, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero de molino fueron superiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor.

En esta situación cabe recalcar que este tablero alimenta a un motor el cual es utilizado en la trituración de materiales defectuosos o sobrantes para que puedan convertirse de nuevo en materia prima, por lo que en ciertos instantes de tiempo de funcionalidad la corriente se dispara en aumento con valores muy altos como se puede observar en la tabla de análisis. Por tal motivo es que el conductor se encuentra mal dimensionado, como observación quedara para más adelante poder ver la solución más viable y que se encuentre dentro de la eficiencia y ahorro que nos pueda brindar acerca de este inconveniente.

<b>CORRIENTE DE TABLERO INYECTORAS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 Amp</b>	<b>L2 Amp</b>	<b>L3 Amp</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	88,5	75	81,4	3 x 4/0 AWG
2	Arranque	175,5	161,4	177,4	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	196,3	174,7	187,9	
4	Máximo	269,5	257,1	272	<b>260 AMP</b>

Tabla 8. 9 Tabla de valores de corriente en tablero inyectoras

Fuente: Autor

En la tabla 8.9 se observa que la corriente que circula por el conductor 4/0 por fase que alimenta el tablero equivale a 260 AMP, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero inyectoras fueron superiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor.

Con el respectivo análisis se puede corrobora que la corriente es superior en un ámbito del 3,6% a la normal establecía por el fabricante del conductor, por tal motivo se deberá aplicar las respectivas correcciones que sean adecuadas para el funcionamiento del equipo y así evitar daños.

<b>CORRIENTE DE TABLERO MEZCLADORAS Y EXTRUSORAS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 Amp</b>	<b>L2 Amp</b>	<b>L3 Amp</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,2	1	0,2	3 (3 x 350 MCM)
2	Arranque	408,4	423,6	226	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	122,6	194	126,5	
4	Máximo	420,8	509,3	447,5	<b>1050 AMP</b>

Tabla 8. 10 Tabla de valores de corriente en tablero mezcladoras y extrusoras

Fuente: Autor

En la tabla 8.10 se observa que la corriente que circula por la combinación de 3 conductor por fase de 350 MCM al tablero equivale a 1050 AMP, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero mezcladoras y extrusoras fueron inferiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor.

Con el respectivo análisis se puede corrobora que la corriente es inferior en un ámbito del 50% debajo a la normal establecía por el fabricante del conductor, por tal motivo no se deberá aplicar ninguna respectiva adecuación por el momento.

Cabe recalcar que esto sobredimensionamiento del conductor se ve debido a cambios de equipos de que ha realizado la empresa de esta zona a otra, lo cual provoco la disminución de la carga instalada en este tablero.

<b>CORRIENTE DE TABLERO CHILLER Y COMPRESORES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 Amp</b>	<b>L2 Amp</b>	<b>L3 Amp</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	70,1	69	70,3	3 (3 x 4/0)
2	Arranque	438,8	448,9	445,9	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	629,5	634,2	637	
4	Máximo	789	796,4	748,1	

Tabla 8. 11 Tabla de valores de corriente en tablero chiller y compresores

Fuente: Autor

En la tabla 8.11 se observa que la corriente que circula por la combinación de 3 conductor por fase de 4/0 AWG que alimenta al tablero equivale a 780 AMP, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero chiller y compresores fueron superiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor. Con el respectivo análisis se puede corrobora que la corriente es superior en un ámbito del 2.1% a la normal establecía por el fabricante del conductor, por tal motivo se deberá aplicar las respectivas correcciones que sean adecuadas para el funcionamiento del equipo y así evitar daños y perjuicios económicos.

<b>CORRIENTE DE TABLERO TRANSFORMADOR No.1</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 kA</b>	<b>L2 kA</b>	<b>L3 kA</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0	0,0001	0,0001	5 x 700 MCM
2	Arranque	1,9001	3,1003	1,9962	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	1,1724	2,442	1,2086	
4	Máximo	3,774	4,1003	4,0922	

Tabla 8. 12 Tabla de valores de corriente en tablero del transformador No.1

Fuente: Autor

En la tabla 8.12 se observa que la corriente que circula por la combinación de 5 conductor por fase de 700 MCM que alimenta al tablero equivale a 2.6 kA, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero de molino fueron superiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor.

Con el respectivo análisis se corrobora que la corriente es superior en un ámbito del 45,1% a la normal establecía por el fabricante del conductor, por tal motivo se deberá aplicar

las respectivas correcciones que sean adecuadas para el funcionamiento del equipo y así evitar daños a futuro.

Las correcciones deberán ser en el tiempo menos posible ya que el conductor está saturado y podría causar daños perjudiciales, aparte se realizó ya la inspección y corroboró la información de este análisis. Además de ello se encontró en el campo el estado del conductor normal el aislamiento, pero con temperatura muy alta.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO TRANSFORMADOR No.2</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>L1 kA</b>	<b>L2 kA</b>	<b>L3 kA</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,0371	0,0001	0	3 (3 x 700 MCM)
2	Arranque	1,0294	1,0161	0,9773	<b>Corriente [Amp.]</b>
3	Medición	1,0973	1,0636	1,1575	
4	Máximo	1,5807	1,5366	2,4965	

Tabla 8. 13 Tabla de valores de corriente en tablero del transformador No.2

Fuente: Autor

En la tabla 8.13 se observa que la corriente que circula por la combinación de 3 conductor por fase de 700 MCM que alimenta al tablero equivale a 1.56 kA, sin embargo, los corrientes obtenidos por el analizado de energía en el tablero de molino fueron superiores a la que nos describe por los detalles de fabricación del conductor.

Con el respectivo análisis se corrobora que la corriente es superior en un ámbito del 49.3% a la normal establecida por el fabricante del conductor, por tal motivo se deberá aplicar las respectivas correcciones que sean adecuadas para el funcionamiento del equipo y así evitar daños a futuro.

Las correcciones deberán ser en el tiempo menos posible ya que el conductor está saturado y podría causar efectos perjudiciales. Además de ello se encontró en el campo el estado del conductor normal el aislamiento, pero con temperatura muy alta datos que fueron corroborados por el departamento de mantenimiento de la empresa.

#### **8.4 Análisis de registro de FP. En sectores estratégicos de la planta de producción No.1**

Para este análisis se centra en los tableros principales, debido que anteriormente pudimos observar que los tableros secundarios de distribución estas con un margen muy grande de error de factor de potencia, además de ello se ha diseñado un banco de capacitores para que actúe ante este percance en los tableros principales.

Para ello se analiza tres valores de factor de potencia los cuales consta de un valor máximo, valor mínimo y un valor promedio que es similar al que aplica la empresa de distribución a la hora de emitir la facturación.

Los tableros que se analizaron son los del transformador No.1 y el tablero del transformador No.2, para lo cual se tomara como base de análisis el valor establecido por la empresa de distribución eléctrica que es valor del 0.96 – 1 de no cumplir con este requerimiento veremos cómo afecta económicamente a la empresa por la penalización de bajo factor de potencia [22].

<b>TABLERO DE TRANSFORMADOR No.1</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	Underload	Overload	Underload	<b>-1,18</b>
<b>MÁXIMO</b>	0	Overload	Overload	<b>1,16</b>
<b>PROMEDIO</b>	Underload	Overload	-174,6	<b>-0,9</b>

Tabla 8. 14 Tabla de valores de factor de potencia del transformador No.1

Fuente: Autor

Como se observa el valor máximo estar por encima del valor base que describimos anteriormente esto puede equivaler que, en vez de introducir potencias inductivas, generamos cargas capacitivas al momento de compensar el factor de potencia; caso que también provoca distorsiones o sobre tensiones a la red eléctrica.

A más de ello sé evidenciar que el promedio del factor de potencia está en 0,90, para lo cual se calculara a continuación el valor de penalización que debería cancelar la empresa por daños a la red.

$$Bfp = \left( \frac{0.96}{fpr} \right) - 1$$

$$Bfp = \left( \frac{0.96}{0.9} \right) - 1$$

$$Bfp = 0.0666$$

$$\text{Penalización bajo FP} = (\text{demanda} + \text{valor comercializacion} + \text{consumo kWh}) * Bfp$$

$$\text{Penalización bajo FP} = (4632.25 + 1.42 + 423958.33) * 0.0666$$

$$\text{Penalización bajo FP} = \$ 28287,07$$

Este es valor a cancelar por penalización de bajo factor de potencia en el transformador N°1, a este valor ay que sumarle unos adicionales más referente a interés por venta, por

demanda, alumbrado público y servicios de recolección de basura para la totalidad de la planilla con el valor total a pagar.

<b>TABLERO DE TRANSFORMADOR No.2</b>				
<b>Potencias de Tablero</b>				
<b>Horas Intervalos</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAR</b>	<b>PF</b>
<b>MÍNIMO</b>	<b>Underload</b>	<b>216,65</b>	<b>Underload</b>	<b>-1,2</b>
<b>MÁXIMO</b>	<b>-141,56</b>	<b>Overload</b>	<b>161,07</b>	<b>-0,51</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>-216,5</b>	<b>326,1</b>	<b>-4,2</b>	<b>0,89</b>

Tabla 8. 15 Tabla de valores de factor de potencia del transformador No.2

Fuente: Autor

Como se observa en la tabla de valores del transformador No.2 el valor máximo estar por encima del valor base que describimos anteriormente esto puede equivaler que, en vez de introducir potencias inductivas, generamos cargas capacitivas al momento de compensar el factor de potencia; caso que también provoca distorsiones o sobre tensiones a la red eléctrica.

A más de ello se puede evidenciar que el promedio del factor de potencia está en 0,89, para lo cual vamos a calcular a continuación el valor de penalización que debería cancelar la empresa por daños a la red.

$$Bfp = \left( \frac{0.96}{fpr} \right) - 1$$

$$Bfp = \left( \frac{0.96}{0.89} \right) - 1$$

$$Bfp = 0.786$$

$$\text{Penalización bajo FP} = (\text{demanda} + \text{valor comercialización} + \text{consumo kWh}) * Bfp$$

$$\text{Penalización bajo FP} = (1191.59 + 1.42 + 53856.77) * 0.786$$

$$\text{Penalización bajo FP} = \$ 43269.12$$

Este es valor a cancelar por penalización de bajo factor de potencia en el transformador No.2, a este valor ay que sumarle unos adicionales más referente a interés por venta, por demanda, alumbrado público y servicios de recolección de basura para la totalidad de la planilla con el valor total a pagar.

En su totalidad por bajo factor de potencia la empresa Rival tendría que indemnizar por daños a la empresa de distribución el valor total de la penalización por el TR-1 más la del TR-2 que equivale a **\$71556.19**

## 8.5 Análisis de sobrecalentamiento térmico, envolvente, aislamiento de conductores

Los niveles de calentamiento térmico del aislamiento se dan en la mayoría de los casos por la conducción de corriente en los mismos dicho fenómeno es conocido como: “termo conducción”.

El cual en su mayoría de casos no se da de forma lineal como se plantean en las ecuaciones clásicas, en situaciones reales en el campo de trabajo el calentamiento se debe a distorsiones en la forma de la onda, variaciones medio ambientales, mal dimensionamiento de conductor, afecciones del conductor por dobleces, golpes, etc. Todos estos efectos se embarcan dentro del efecto de joule el cual enrola a 4 factores principales que producen dicho fenómeno que son:

- Debida a la carga excesiva en los conductores que supera la capacidad que manejar el conductor.
- Debido a la longitud del conductor mientras más extensa sea el recorrido del conductor mayor será la caída de tensión y por lo tanto aumenta la perdida de potencia por disipación.
- Cortocircuitos el cual produce elevaciones de corriente que provoca una deterioración del conductor si una protección no actúa.
- Aglomeración de conductores en conductos el cual provoca calentamiento por no tener buena disipación de calor en los conductos.

Las cuales causan daños en las instalaciones o perdida de energía que no se pueden considerar durante el diseño del sistema eléctrico para evitar daños en los conductores. Además de ello cabe recalcar las condiciones operación y posibilidades de disipación del calor.

A continuación, se describe el valor de la temperatura que se obtuvo durante la investigación para verificar el estado envolvente del aislante del conductor si está en condiciones aceptables o no. Además de verificar la temperatura de operación mayor a la que llegan y si se encuentran dentro de los rangos admitidos por el fabricante de los conductores.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO MOLINO GRANULADO PALLMAN</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,0	0,0	0,0	Barra de cobre
2	Arranque	11,7	9,6	10,0	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	24,7	25,0	24,9	
4	Máximo	37,8	28,3	31,5	90° - 600 V

Tabla 8. 16 Valores de temperatura – conductor tablero molino granulado pallman

Fuente: Autor

En la tabla 8.16 podemos observar que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 37, 8° que equivale a un 42% del valor máximo expresado por el fabricante.

Esto quiere decir que la barra por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento normal y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones.

Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero por residuos de químicos que se encuentran en los mismo los cuales pueden deteriorar o provocar un daño.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO INYECTORAS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	13,4	12,7	12,6	Barra cobre
2	Arranque	26,6	27,3	27,4	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	29,7	29,5	29,0	
4	Máximo	40,8	43,4	42,0	90° - 600 V

Tabla 8. 17 Valores de temperatura – conductor tablero inyectoras

Fuente: Autor

En la tabla 8.17 se describe que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 43, 4° que equivale a un 48, 2% del valor máximo expresado por el fabricante.

Esto quiere decir que la barra por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento normal y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones.

Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero por residuos de químicos que se encuentran en los mismo los cuales pueden deteriorar o provocar un daño.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO MEZCLADORAS Y EXTRUSORAS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,0	0,1	0,0	3 x 350 MCM
2	Arranque	72,3	45,9	38,1	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	21,7	21,0	21,3	
4	Máximo	74,5	55,1	75,3	90° - 600 V

Tabla 8. 18 Valores de temperatura – conductor tablero mezcladoras y extrusoras

Fuente: Autor

En la tabla 8.18 se observa que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 75, 3° que equivale a un 83, 6% del valor máximo expresado por el fabricante del conductor.

Esto quiere decir que el conductor por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento no adecuado ya que está más del 75% de la temperatura normal lo cual conlleva a realizar la debida corrección y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones. Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero y conductores por el calentamiento que se encuentra por encima del 50% del valor estimado.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO CHILLER Y COMPRESORES</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	4,0	4,0	4,0	3 x 4/0
2	Arranque	24,8	26,0	25,1	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	35,6	36,8	35,8	
4	Máximo	44,6	46,2	42,0	

Tabla 8. 19 Valores de temperatura – conductor tablero chiller y compresores

Fuente: Autor

En la tabla 8.19 se observa que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 46, 2° que equivale a un 51, 3% del valor máximo expresado por el fabricante del conductor.

Esto quiere decir que el conductor por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento normal ya que está dentro de los parámetros normales de temperatura y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones.

Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero y conductores; adicional realizar un informe de la temperatura del mismo.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO TRANSFORMADOR No.1</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	0,0	0,0	0,0	Barra de cobre
2	Arranque	40,7	54,7	41,8	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	25,1	43,1	25,3	
4	Máximo	80,8	72,4	85,7	

Tabla 8. 20 Valores de temperatura – conductor del transformador No.1

Fuente: Autor

En la tabla 8.20 se denota que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 85, 7° que equivale a un 95, 2% del valor máximo expresado por el fabricante.

Esto quiere decir que la barra por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento no adecuado ya que está más del 80% de la temperatura normal lo cual conlleva a realizar la debida corrección y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones.

Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero por residuos de químicos que se encuentran en los mismo los cuales pueden deteriorar o provocar un daño y la carga instalada ya que afecta a la barra de conexión.

<b>TEMPERATURA DE TABLERO TRANSFORMADOR No.2</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>Datos evaluados</b>	<b>sp1 °C</b>	<b>sp2 °C</b>	<b>sp3 °C</b>	<b>Conductor</b>
1	Mínimo	1,0	0,0	0,0	Barra de cobre
2	Arranque	27,4	25,9	23,7	<b>Temperatura máxima</b>
3	Medición	29,2	27,1	28,1	
4	Máximo	42,1	39,2	60,6	90° - 600 V

Tabla 8. 21 Valores de temperatura – conductor del transformador No.2

Fuente: Autor

En la tabla 8.21 se describe que el rango de la temperatura en su máxima capacidad llega a los 60, 6° que equivale a un 68% del valor máximo expresado por el fabricante.

Esto quiere decir que la barra por temperatura se encuentra en estado de funcionamiento no adecuado ya que está por encima de 50% de la temperatura normal lo cual conlleva a realizar la debida corrección y por envejecimiento según lo recabado por la información e inspección realizada en el sitio se encuentra en óptimas condiciones.

Además, cabe recalcar que se lo debería realizar un mantenimiento preventivo en el tablero por residuos de químicos que se encuentran en los mismo los cuales pueden deteriorar o provocar un daño en el tablero y la carga instalada ya que afecta a la barra de conexión.

## **8.6 Acondicionamientos de espacios en la planta de producción No.1**

Este punto es un muy importante ya que se debe tener un ambiente propicio y adecuado para realizar las diferentes actividades dentro de la planta de producción, el cual consta con espacio detallados o señalados para la debida circulación del personal, reciclaje de

materiales, almacenamiento e iluminación en los debidos sectores teniendo en referencia la mayor posibilidad de obtener un ahorro energético en iluminación.



Fig. 8. 4 Iluminación natural en planta de producción.

Fuente: Autor.

En sector de espacios en la planta de producción, sé detallado los espacios de maquinarias y personas adecuadamente basándose en normas de seguridad más comunes de nuestro país, además de ello percatándose del espacio necesario para que el personal pueda realizar sus actividades.

Cabe recalcar en la parte de iluminación en los espacios de trabajo o de circulación del personal están debidamente proporcionada la iluminación con utilizaciones de luminarias eficientes como son las luminarias led de alta luminosidad o luminarias conocidas normalmente como de tipo industriales en un 85% y el 15% restante utilizan luminarias de sodio, mercurio y en caso dañadas las mismas que ya son reemplazadas o reparadas por luminarias eficientes.

A parte de a ello de la iluminación se ha proporcionado un punto a favor en el ahorro de energía por iluminación debido a la colocación en el techo de planchas transparentes para que los rayos del sol entren y ayuden a iluminar la planta de forma natural sin utilizar energía eléctrica durante el día.

De esta manera se ayuda a la planta ahorrar en un 40% el consumo de iluminación que se utilizaba anteriormente a inicios de apertura de dicha planta, este ahorro sé ve reflejado en las planillas de consumo en un valor aproximado de entre los \$35 – 75\$ que se pagaba por iluminación.

### **8.7 Identificación de propuestas de ahorro para la planta de producción No.1**

Dentro de este ítem se plantea las soluciones que necesita la planta de producción, las correcciones, así como recomendaciones que ayudaran a manejar de maneras más

adecuada al sistema eléctrico; basándose en la importancia de la eficiencia energética, calidad de la energía y ahorro energético.

A continuación, se referencian 9 puntos muy importantes que se deben efectuar para mejorar el sistema eléctrico y no caer en las dificultades que actualmente la empresa a esta pasando:

1. Realizar un análisis más profundo de las variaciones, perturbaciones, desfasamientos de tensión, los mismos que estén basados en la norma NTC1340, para evitar distorsiones en la curva de tensión.
2. Realizar un registro de las perturbaciones como Flickr, armónicos, sobretensiones, swell, transitorios, etc. enmarcados dentro de la norma IEEE 519.
3. Realizar un inventario de todas las luminarias que falten de ser reemplazadas por iluminación led de alta eficiencia.
4. Actualizar continuamente cada vez que se modifiquen o se instalen nuevas cargas a los tableros de distribución en el diagrama unifilar.
5. Llevar un constante monitoreo del consumo de la planta, así como un detalle del mantenimiento que se realice dentro de los tableros.
6. Realizar un inventario de las protecciones que se encuentren en buen estado o que estén colocadas protecciones según la carga instalada.
7. Llevar un inventario del dimensionamiento y corriente de los conductores instalados, equipos y temperatura de los mismo, con la finalidad de hacer un seguimiento al deterioro del aislante del conductor.
8. Realizar una inspección de mantenimiento de los bancos de capacitores y realizar pruebas continuas de aquellos para que estén funcionando normalmente, debido a circunstancias que se encontraron en el desarrollo de investigación; con inconvenientes en casos que no funcionaban o estaban desprogramados el controlador del banco de capacitor.
9. Realizar los debidos estudios de cálculo para verificar si los bancos de capacitores son los adecuado para la carga instalada, con la finalidad que actúen desde una carga mínima hasta su carga máxima.

A continuación, se muestra una tabla de valores que influirán en el desarrollo de lo descrito anteriormente para realizar las debidas correcciones en todos los tableros de la planta.

<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD u/semanas</b>	<b>V. UNIT \$</b>	<b>V. TOTAL \$</b>
Alquiler de analizador fluke 435	2 S	55	110
Análisis de tablero eléctrico	9	150	1350
Elaboración de informes del análisis	9	450	4050
Elaboración de informes de mantenimiento	9	85	765
Cálculo de diseño de banco capacitores	6	90	540
Credenciales	2	25	50
Chalecos reflectivos	2	6	12
Cambio de protecciones	8	20	160
Informes del estado de conductores	9	60	540
Herramientas básicas	1	70	70
Papelería	1	160	160
Movilización	1	200	200
Alimentación	2 S	60	120
<b>TOTAL:</b>			8127

Tabla 8. 22 Valores para desarrollo de corrección de fallas en la planta

Fuente: Autor

## CAPITULO IX

### 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1 Conclusiones

- El desarrollo del sistema de gestión de calidad de energía para la planta de producción No.1 en la empresa RIVAL S.A. se desarrollaron de manera muy fluida, permitiendo obtener el diagnostico eléctrico sobre el consumo actual.
- Todo el análisis de los parámetros que se obtuvieron se los realizo dentro de los márgenes de las normas e implementos que se denotan en planteamiento del sistema de gestión de calidad de energía.
- Identificar los factores que producían las diversas fallas en el sistema eléctrico y se estableció las diferentes soluciones para ejecutarse ya sea las críticas a corto plazo y el menor riesgo a mediano o largo plazo.
- Se estableció actividades estratégicas para solucionar las fallas tales como: mantenimiento en equipos y tableros en forma paulatina, verificar porcentajes de caída de tensión, levantamiento de información del estado de los conductores, establecer banco de capacitores de mayor capacidad que los actuales y verificación de temperatura en los conductores y tableros.
- Verificación de los indicadores del sistema de gestión de la calidad de energía, que cumplan las actividades emitidas en el sistema para el desarrollo y control de soluciones aplicada en la planta de producción No.1.

## 9.2 Recomendaciones

- Realizar un control del consumo eléctrico de la planta en forma anual, donde se analice factores tales como: Tensión, corriente, FP, Potencias (activa, aparente y reactiva) y temperatura en conductores y tablero. Basadas en el sistema de gestión de calidad de energía propuesto.
- Implementar un sistema de monitoreo que ayude identificar las posibles fallas que pueden generarse a futuro, el informe debe ser entregado mensualmente para ser revisadas por el jefe de mantenimiento eléctrico de la planta.
- Establecer equipos de medición y protección en los tableros de los transformadores que permitan emitir alarmas ante posibles fallas ya sean por exceso de potencia en la planta o calentamiento del equipo.
- Implementar un cronograma de actividades diarias que ayuden monitorear y visualizar posibles fallas que requieran soluciones a mediano plazo, así evitar daños que perjudiquen a la parte económica de la empresa RIVAL S.A.
- Designar un equipo de trabajo que implemente un sistema de gestión basado en el análisis de aspectos más detallados sobre las distorsiones armónicas, flicker, transitorios, sobretensiones, SAGS, SWELL, etc. Y verificar que los valores estén dentro de los rangos permitidos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Poveda, «Eficiencia Energética,» *Articulos tecnicos OLADE*, 2007.
- [2] A. Mazer, *Electric Power Planning for Regulated and Deregulated Markets*, New Jersey, USA.: IEEE, 2007.
- [3] IECOR, «Calidad de Energía Eléctrica,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.iecor.com/calidad-de-energia-electrica/>.
- [4] T. Wildi, *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*, Mexico: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [5] «ConceptosDefiniciones,» 19 07 2019. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/eficiencia/>.
- [6] ARCONEL, «Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental,» *Plan Maestro de Electrificación*, 2013.
- [7] Targarona, *Impacto de la calidad de la energia electrica en la eficiencia industrial*, Argentina, 2012.
- [8] M. Castro, «Hacia una matrizenergética diversificadaen Ecuador,» *Centro Ecuatoriano de Desarrollo AmbientalCEDA*, 2011.
- [9] M. F. -. Gomez, *Eficiencia Energetica de los Edificios*, España: Paraninfo, 2006.
- [10] ARCONEL, «Regulación No.005/18,» Julio 2018. [En línea]. Available: [https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Regulaci%C3%B3n-No.-CONELEC-008\\_14-Prestaci%C3%B3n-APG\\_.pdf](https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Regulaci%C3%B3n-No.-CONELEC-008_14-Prestaci%C3%B3n-APG_.pdf).
- [11] P. M. -. Conner, *Energy Efficiency*, Oklahoma, USA.: Stephen Hill, 2009.
- [12] G. L. J. F. Roberto Girini, *Diversidad y Objetivos de Auditoria Energetica*, Mendoza, 2012.
- [13] D. Chapman, *Armónicos Causa y Efectos*, España: CEDIC, 2001.
- [14] IEEE, *Recommended Practices Requirements for Harmonic Power Systems*, Estados Unidos: IEEE, 1993.
- [15] R. E. Téllez, «Distorsión Armonica,» Puebla, 2003.
- [16] IEEE, *REcommended Practices and Requierements for Armonic in Electrical Power Systems*, New York: IEEE, 1992.

- [17] T. Wildi, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, Mexico: Pearson Educación, 2007.
- [18] IEEE, «Standards Association,» 2003. [En línea]. Available: <https://standards.ieee.org>.
- [19] IEC, «Amendment 1 - Electrical accessories - Portable residual current devices without integral overcurrent protection for household and similar use (PRCDs),» 1988. [En línea]. Available: [www.iecee.org/](http://www.iecee.org/).
- [20] N. ISO, «Normas ISO,» 19 08 2019. [En línea]. Available: <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>.
- [21] S. Electri, «Corrección del Factor de Potencia,» *Schneider Electric, "Corrección del Factor de Potencia"*, 2000.
- [22] ARCONEL, «Resolución Nro. ARCONEL-043/18,» 22 10 2012. [En línea]. Available: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/043-18.pdf>.
- [23] FLUKE, «Artículos y notas técnicas,» 22 09 2019. [En línea]. Available: [www.fluke.com](http://www.fluke.com).
- [24] F. Products, «Camaras termograficas,» 28 08 2019. [En línea]. Available: <https://www.flir.es/products/e75/>.
- [25] M. Q. Armónico, «Diferencia entre cosfi y factor de potencia,» 26 11 2019. [En línea]. Available: <https://quintoarmonico.es/2008/07/17/diferencias-entre-cos%cf%86-y-factor-de-potencia/#content>.

## **11. ANEXOS**

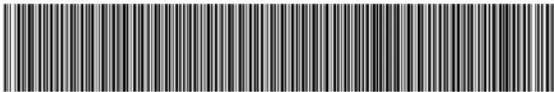
**ANEXO 10-1** Planillas de consumo eléctrico de empresa RIVAL S.A.

**ANEXO 10-2** Diagrama unifilar inicial de planta de producción No.1

**ANEXO 10-3** Diagrama unifilar actual de planta de producción No.1

**ANEXO 10-4** Muestras termo gráficas de tableros analizados

**Anexo 1** :Planillas de consumo eléctrico de empresa RIVAL S.A.

		R.U.C.: 0190003809001 <b>FACTURA</b> No. 001 - 003 - 00270500 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN 1012201505533401900038090012046170194 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2015-12-10T05:53:34-05:00 AMBIENTE: EMISIÓN: <b>NORMAL</b>			
		CLAVE DE ACCESO  1012201501019000380900120010030002705001139536711			
EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO Contribuyente Especial Nro: SI OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI					
Razón Social / Nombres y Apellidos: PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA Fecha Emisión: 10/12/15		RUC / CI : 0190050033001 Guía Remisión :			
Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7907.330	0.000	7907.330
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	50843.200	0.000	50843.200
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	10.240	0.000	10.240
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	52.860	0.000	52.860
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	328.260	0.000	328.260
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1570.690	0.000	1570.690

<b>Información Adicional:</b>		<b>Código Eléctrico Nacional:</b> 0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Dic-2015
Dirección:	EL TABLON		
Mes de Consumo:	Noviembre-2015	Num. Medidor:	05435200
Grupo Emisión:	01-03	CUENCA: IND. Y COM. CON DEMAND	
Tarifa:	J4	IND. HOR. INCENT. MT	
kWh Consumidos:	693750		
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.950840

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida	0443999	0424220	00197790	kWh
	0701552	0697130	00044220	kWh
	0497122	0489609	00075130	kWh
	0689906	0652245	00376610	kWh
	-----	-----	0000000	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua.	-----	-----	0000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0693750	kWh
Reactiva	0652827	0630232	00225950	kVARh
Demanda Facturada				kW
Demanda No Pico	0000144		00001440	kW
Demanda Pico	0000144		0001440	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	60714.00
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	60714.00
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>60714.00</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A	21,24

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0,00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

Mes	Consumo (kWh)
NOV	882600
DIC	843420
ENE	783420
FEB	831630
MAR	841370
ABR	748780
MAY	746410
JUN	720190
JUL	651880
AGO	653890
SEP	666260
OCT	698770
NOV	693750

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	60714.00
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.24
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>60735.24</b>



R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00293957

**NÚMERO DE AUTORIZACIÓN**

1001201608415701900038090013121696615

**FECHA Y HORA DE AUTORIZACION**

2016-01-10T08:41:57-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: NORMAL

**CLAVE DE ACCESO**



1001201601019000380900120010030002939571139536719

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**

Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Contribuyente Especial Nro: SI

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**Razón Social / Nombres y Apellidos:**

RUC / CI : 0190050033001

PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA

Fecha Emisión: 10/01/16

Guía Remisión :

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	4032.160	0.000	4032.160
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	35936.200	0.000	35936.200
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1058.220	0.000	1058.220

**Información Adicional:**

**Código Eléctrico Nacional:** 0501395367

Código Cliente: 1395367      Fecha Máxima de Pago: 21-Ene-2016  
 Dirección: EL TABLON  
 Mes de Consumo: Diciembre-2015      Num. Medidor: 05435200  
 Grupo Emisión: 01-03      CUENCA: IND. Y COM. CON DEMAND  
 Tarifa: JH      IND. HOR. INCENT. HT  
 kWh Consumidos: 486750  
 Fact. de Penalización: 1.000000      Fact. de Multiplicación: 10.000  
 Fact. de Corredón: 0.760000      Fact. de Potencia: 0.964693

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida	0459987	0413999	00159880	kWh
	0703790	0701552	00022380	kWh
	0502560	0497122	00054380	kWh
	0714917	0689906	00250110	kWh
	—	—	0000000	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua.	—	—	0000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada Resiciva	0666116	0652827	0486750	kWh
Demanda Facturada	0000115	0000115	00132890	kVARh
Demanda No Pico	0000095	0000095	00001150	kW
Demanda Pico	0000095	0000095	00000950	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	41027.99
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	41027.99
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>41027.99</b>

### RECAUDACIÓN DE TERCEROS

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA



### SUBSIDIOS DEL GOBIERNO

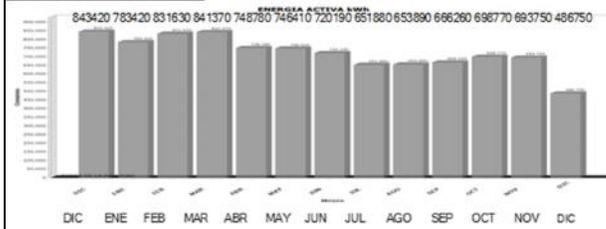
Cocción Eléctrica:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0,00
<b>Total:</b>	<b>0,00</b>

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A	21,24

### SUBSIDIOS

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR
-------------------------------------	-------

### HISTORICO DE CONSUMOS



### TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	41027.99
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.24
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>41049.23</b>



R.U.C.: 0190003809001  
**FACTURA**  
 No. 001 - 003 - 00313115  
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN  
 1002201606213401900038090014133654912  
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION  
 2016-02-10T06:21:34-05:00  
 AMBIENTE:  
 EMISIÓN: NORMAL

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
 CENTRO SUR C.A.**  
 Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
 Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
 Contribuyente Especial Nro: SI  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**CLAVE DE ACCESO**  
  
 1002201601019000380900120010030003131151139536715

**Razón Social / Nombres y Apellidos:** PLASTICOS RIVAL C COMPAÑIA LIMITADA **RUC / CI:** 0190050033001  
**Fecha Emisión:** 10/02/16 **Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDM	1.00	CARGO POR DEMANDA	6918.910	0.000	6918.910
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	44732.470	0.000	44732.470
CRNINE	1.00	CREDITO AJUSTE FACTURA ENE	459.960	0.000	459.960
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	8.900	0.000	8.900
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	33.920	0.000	33.920
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	302.270	0.000	302.270
RECSE	1.00	GESTION DE COBRO	9.000	0.000	9.000
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1231.290	0.000	1231.290

<b>Información Adicional:</b>		<b>Código Eléctrico Nacional:</b> 0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Feb-2016
Dirección:	EL TABLON		
Mes de Consumo:	Enero-2016	Num. Medidor:	05435200
Grupo Emisión:	01-03	CUENCA: IND. Y COM. CON DEMAND	
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT	
kWh Consumidos:	523050		
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.963195

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida				
	0477021	0459987	00170340	kWh
	0706550	0703790	00027600	kWh
	0508625	0502560	00060650	kWh
	0741363	0714917	00264460	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua.	-----	-----	0000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0523050	kWh
Reactiva	0680713	0666116	00145970	kVArh
Demanda Facturada				kW
Demanda No Pico	0000124		00001340	kW
Demanda Pico	0000126		0001260	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	53698.14
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	53698.14
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPIÑA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>53698.14</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUTION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0,00
<b>Total:</b>	<b>0,00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	53698.14
Valores Pendientes (2)	41049.23
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>94769.33</b>



**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**

Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Contribuyente Especial Nro: SI

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00336605

**NÚMERO DE AUTORIZACIÓN**

1003201605502101900038090015117409552

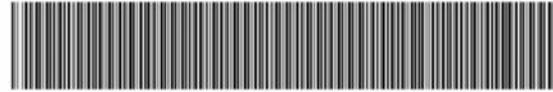
**FECHA Y HORA DE AUTORIZACION**

2016-03-10T05:50:21-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: NORMAL

**CLAVE DE ACCESO**



1003201601019000380900120010030003366051139536714

**Razón Social / Nombres y Apellidos:**

PLASTICOS RIVAL C COMPAÑIA LIMITADA

RUC / CI : 0190050033001

Fecha Emisión: 10/03/16

Guía Remisión :

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7028.740	0.000	7028.740
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	47088.060	0.000	47088.060
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	8.790	0.000	8.790
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	49.380	0.000	49.380
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	319.270	0.000	319.270
INTMCR	1.00	INTERES MORA CREDITO	3.340	0.000	3.340
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1290.720	0.000	1290.720

<b>Información Adicional:</b>		<b>Código Eléctrico Nacional:</b> 0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Mar-2016
Dirección:	EL TABLON		
Mes de Consumo:	Febrero-2016	Num. Medidor:	05435200
Grupo Emisión:	01-03	CUEENCA: IND. Y COM. CON DEMAND	
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT	
kWh Consumidos:	547100		
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.958230

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida				
	0495577	047702.1	00185560	kWh
	0708852	070655.0	00023020	kWh
	0515816	050862.5	00071910	kWh
	0768024	074136.3	00266610	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua:	---	---	0000000	kWh
Energía Facturada			0547100	kWh
Reactiva	0697042	0680713	00163290	kVArh
Demanda Facturada			00001380	kW
Demanda No Pico	0000128		00001280	kW
Demanda Pico	0000124		0001240	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	55789.72
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	55789.72
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPIÑA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>55789.72</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUTION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

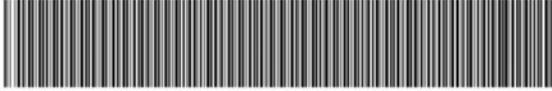
SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0.00
Calentamiento de Agua:	0.00
Tarifa Dignidad:	0.00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0.00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	55789.72
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>55811.68</b>

	R.U.C.: 0190003809001 <b>FACTURA</b> No. 001 - 003 - 00361208 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN 1004201618084701900038090016036873999 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION 2016-04-10T18:08:47-05:00 AMBIENTE: EMISIÓN: NORMAL																																																																
	<b>EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.</b> Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO Contribuyente Especial Nro: SI OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI																																																																
<b>CLAVE DE ACCESO</b>  1004201601019000380900120010030003612081139536713																																																																	
<b>Razón Social / Nombres y Apellidos:</b> PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA <b>RUC/CI:</b> 0190050033001 <b>Fecha Emisión:</b> 10/04/16 <b>Guía Remisión:</b>																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cod. Principal</th> <th>Cantidad</th> <th>Descripción</th> <th>Precio Unitario</th> <th>Descuento</th> <th>Precio Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARCOM</td> <td>1.00</td> <td>CARGO POR COMERCIALIZACION</td> <td>1.410</td> <td>0.000</td> <td>1.410</td> </tr> <tr> <td>CARDEM</td> <td>1.00</td> <td>CARGO POR DEMANDA</td> <td>7687.680</td> <td>0.000</td> <td>7687.680</td> </tr> <tr> <td>CARENE</td> <td>1.00</td> <td>CARGO POR ENERGIA</td> <td>53541.410</td> <td>0.000</td> <td>53541.410</td> </tr> <tr> <td>INSAPG</td> <td>1.00</td> <td>INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL</td> <td>9.710</td> <td>0.000</td> <td>9.710</td> </tr> <tr> <td>INTCOM</td> <td>1.00</td> <td>INTERES COMERCIALIZACION</td> <td>0.010</td> <td>0.000</td> <td>0.010</td> </tr> <tr> <td>INTDEM</td> <td>1.00</td> <td>INTERES CARGO POR DEMANDA</td> <td>52.890</td> <td>0.000</td> <td>52.890</td> </tr> <tr> <td>INTENE</td> <td>1.00</td> <td>INTERES VENTA DE ENERGIA</td> <td>354.340</td> <td>0.000</td> <td>354.340</td> </tr> <tr> <td>INTMCR</td> <td>1.00</td> <td>INTERES MORA CREDITO</td> <td>0.030</td> <td>0.000</td> <td>0.030</td> </tr> <tr> <td>SAPGEN</td> <td>1.00</td> <td>SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL</td> <td>1457.270</td> <td>0.000</td> <td>1457.270</td> </tr> </tbody> </table>						Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total	CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410	CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7687.680	0.000	7687.680	CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	53541.410	0.000	53541.410	INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	9.710	0.000	9.710	INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010	INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	52.890	0.000	52.890	INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	354.340	0.000	354.340	INTMCR	1.00	INTERES MORA CREDITO	0.030	0.000	0.030	SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1457.270	0.000	1457.270
Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total																																																												
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410																																																												
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7687.680	0.000	7687.680																																																												
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	53541.410	0.000	53541.410																																																												
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	9.710	0.000	9.710																																																												
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010																																																												
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	52.890	0.000	52.890																																																												
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	354.340	0.000	354.340																																																												
INTMCR	1.00	INTERES MORA CREDITO	0.030	0.000	0.030																																																												
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1457.270	0.000	1457.270																																																												

<b>Información Adicional:</b>		<b>Código Eléctrico Nacional:</b> 0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Abr-2016
Dirección:	EL TABLON		
Mes de Consumo:	Marzo-2016	Num. Medidor:	05435200
Grupo Emisión:	01-03	CUENCA: IND. Y COM. CON DEMAND	
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT	
kWh Consumidos:	621710		
Rect. de Penalización:	1.000000	Rect. de Multiplicación:	10.000
Rect. de Corrección:	1.200000	Rect. de Potencia:	0.957861

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida	0517084	0495577	00215070	kWh
	0711387	0708852	00025350	kWh
	0523896	0515816	00080800	kWh
	0798073	0768024	00300490	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua.	---	---	00000000	kWh

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0621710	kWh
Readiva	0715685	0697042	00186430	kVArh
Demanda Facturada			kW	
Demanda No Pico	0000140		00001400	kW
Demanda Pico	0000135		0001350	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	63104.75
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	63104.75
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPIÑA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>63104.75</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0,00
<b>Total:</b>	<b>0,00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	63104.75
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>63126.71</b>



R.U.C.: 0190003809001  
**FACTURA**  
 No. 001 - 003 - 00385230  
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN  
 1005201606030001900038090016892935300  
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACION  
 2016-05-10T06:03:00-05:00  
 AMBIENTE:  
 EMISIÓN: **NORMAL**

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
 CENTRO SUR C.A.**  
 Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
 Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
 Contribuyente Especial Nro: SI  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**CLAVE DE ACCESO**  
  
 1005201601019000380900120010030003852301139536717

**Razón Social / Nombres y Apellidos:** PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA **RUC / CI:** 0190050033001  
**Fecha Emisión:** 10/05/16 **Guía Emisión:**

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	8072.060	0.000	8072.060
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	44538.380	0.000	44538.380
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	9.360	0.000	9.360
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	49.360	0.000	49.360
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	343.760	0.000	343.760
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1268.630	0.000	1268.630

Información Adicional:		Código Eléctrico Nacional		0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-May-2016		
Dirección:	EL TABLON				
Mes de Consumo:	Abril-2016	Num. Medidor:	05435200		
Grupo Emisión:	01-03	CUEENCA: IND. Y COM. CON DEMAND			
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT			
kWh Consumidos:	519600				
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000		
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.960860		

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida	0533780	0517084	00166960	kWh
	0713790	0711387	00024030	kWh
	0530554	0523896	00066580	kWh
	0824276	0798073	00262030	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua.	—	—	00000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0519600	kWh
Reactiva	0730666	0715685	00149810	kVArh
Demanda Facturada				kW
Demanda No Pico	0000142		00001420	kW
Demanda Pico	0000147		0001470	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	54282.97
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	54282.97
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>54282.97</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUTION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0.00
Calentamiento de Agua:	0.00
Tarifa Dignidad:	0.00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0.00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

Mes	Consumo (kWh)
ABR	748780
MAY	746410
JUN	720190
JUL	651880
AGO	653380
SEP	666280
OCT	669770
NOV	683750
DIC	486750
ENE	523050
FEB	547100
MAR	621710
ABR	519600

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	54282.97
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>54304.93</b>



R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00408780

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1006201605564301900038090017786337246

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION

2016-06-10T05:56:43-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: **NORMAL**

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**

Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Contribuyente Especial Nro: SI

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**CLAVE DE ACCESO**



1006201601019000380900120010030004087801139536717

**Razón Social / Nombres y Apellidos:**

PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA

**Fecha Emisión:** 10/06/16

**RUC / CI:** 0190050033001

**Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7028.740	0.000	7028.740
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	49183.480	0.000	49183.480
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	6.710	0.000	6.710
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	42.720	0.000	42.720
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	235.710	0.000	235.710
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1336.260	0.000	1336.260

Información Adicional:		Código Eléctrico Nacional		0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Jun-2016		
Dirección:	EL TABLON				
Mes de Consumo:	Mayo-2016	Num. Medidor:	05435200		
Grupo Emisión:	01-03	CLASIFICACIÓN: IND. Y COM. CON DEMANDA			
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT			
kWh Consumidos:	572360				
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000		
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.963838		

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida	0553263	0533780	00194830	kWh
	0716267	0713790	00024770	kWh
	0537753	0530554	00071990	kWh
	0852353	0824276	00280770	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua:	—	—	00000000	kWh
Energía Facturada	0746491	0730666	0572360	kWh
Reactiva			00158250	kVArh
Demanda Facturada			00001280	kW
Demanda No Pico	0000128		00001280	kW
Demanda Pico	0000127		0001270	kW

SUBTOTAL 12%	0.00
SUBTOTAL 0%	57835.04
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	57835.04
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 12%	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>57835.04</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUTION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0.00
Calentamiento de Agua:	0.00
Tarifa Dignidad:	0.00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0.00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	57835.04
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>57857.00</b>



R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00433991

**NÚMERO DE AUTORIZACIÓN**

1107201608225701900038090018688517191

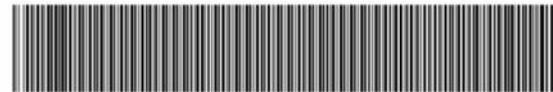
**FECHA Y HORA DE AUTORIZACION**

2016-07-11 T08:22:57-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: **NORMAL**

**CLAVE DE ACCESO**



1107201601019000380900120010030004339911139536716

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**

Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Contribuyente Especial Nro: SI

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**Razón Social / Nombres y Apellidos:**

RUC / CI : 0190050033001

PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA

Fecha Emisión: 11/07/16

Guía Remisión :

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	7522.940	0.000	7522.940
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	60589.330	0.000	60589.330
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	6.760	0.000	6.760
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	35.550	0.000	35.550
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	248.750	0.000	248.750
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1605.920	0.000	1605.920

Información Adicional:		Código Eléctrico Nacional		0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Jul-2016		
Dirección:	EL TABLON				
Mes de Consumo:	Junio-2016	Num. Medidor:	05435200		
Grupo Emisión:	01-03	CUENCA: IND. Y COM. CON DEMAND			
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT			
kWh Consumidos:	705670				
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000		
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.953905		

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida				
	0576829	0553263	00235660	kWh
	0718977	0716267	00027100	kWh
	0546923	0537753	00091700	kWh
	0887474	0852353	00351210	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua:	---	---	00000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada				
Reactiva	0768692	0746491	0705670	kWh
Demanda Facturada			00222010	kVArh
Demanda No Pico	0000137		00001370	kW
Demanda Pico	0000137		0001370	kW

SUBTOTAL 14%	0.00
SUBTOTAL 0%	70010.67
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	70010.67
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 14%	0.00
PROPIINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>70010.67</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0,00
<b>Total:</b>	<b>0,00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	70010.67
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>70032.63</b>



R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00460787

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1008201608340101900038090019556234693

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION

2016-08-10T08:34:01-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: **NORMAL**

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**

Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO

Contribuyente Especial Nro: SI

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**CLAVE DE ACCESO**



1008201601019000380900120010030004607871139536716

**Razón Social / Nombres y Apellidos:**

**RUC/CI:** 0190050033001

PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA

**Fecha Emisión:** 10/08/16

**Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	8126.980	0.000	8126.980
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	70805.950	0.000	70805.950
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	7.320	0.000	7.320
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	34.310	0.000	34.310
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	276.350	0.000	276.350
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1846.220	0.000	1846.220

Información Adicional:		Código Eléctrico Nacional		0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Ago-2016		
Dirección:	EL TABLON				
Mes de Consumo:	Julio-2016	Num. Medidor:	05435200		
Grupo Emisión:	01-03	CLASICA: IND. Y COM. CON DEMAND			
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT			
kWh Consumidos:	832070				
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Multiplicación:	10.000		
Fact. de Corrección:	1.200000	Fact. de Potencia:	0.950222		

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida				
	0601741	0576829	00249120	kWh
	0723468	0718977	00044910	kWh
	0556636	0546923	00097130	kWh
	0931565	0887474	00440910	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua:			0000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0832070	kWh
Reactiva	0795975	0768692	00272830	kVArh
Demanda Facturada				kW
Demanda No Pico	0000148		00001480	kW
Demanda Pico	0000147		0001470	kW

SUBTOTAL 14%	0.00
SUBTOTAL 0%	81098.55
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	81098.55
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 14%	0.00
PROPINA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>81098.55</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0.00
Calentamiento de Agua:	0.00
Tarifa Dignidad:	0.00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0.00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	81098.55
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>81120.51</b>



R.U.C.: 0190003809001

**FACTURA**

No. 001 - 003 - 00485637

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1009201619204301900038090010445082198

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION

2016-09-10T19:20:43-05:00

AMBIENTE:

EMISIÓN: **NORMAL**

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL  
CENTRO SUR C.A.**  
Dir Matriz: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
Dir Sucursal: AV MAX ULHE S/N Y PUMAPUNGO  
Contribuyente Especial Nro: SI  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

**CLAVE DE ACCESO**



1009201601019000380900120010030004856371139536711

**Razón Social / Nombres y Apellidos:** PLASTICOS RIVAL COMPAÑIA LIMITADA **RUC/CI:** 0190050033001  
**Fecha Emisión:** 10/09/16 **Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
CARCOM	1.00	CARGO POR COMERCIALIZACION	1.410	0.000	1.410
CARDEM	1.00	CARGO POR DEMANDA	8895.740	0.000	8895.740
CARENE	1.00	CARGO POR ENERGIA	73883.680	0.000	73883.680
INSAPG	1.00	INTERES SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	9.910	0.000	9.910
INTCOM	1.00	INTERES COMERCIALIZACION	0.010	0.000	0.010
INTDEM	1.00	INTERES CARGO POR DEMANDA	43.610	0.000	43.610
INTENE	1.00	INTERES VENTA DE ENERGIA	379.910	0.000	379.910
SAPGEN	1.00	SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL	1948.520	0.000	1948.520

Información Adicional:		Código Eléctrico Nacional:		0501395367	
Código Cliente:	1395367	Fecha Máxima de Pago:	21-Sep-2016		
Dirección:	EL TABLON				
Mes de Consumo:	Agosto-2016	Num. Medidor:	05435200		
Grupo Emisión:	01-03	CLASIFICACIÓN:	IND. Y COM. CON DEMAND		
Tarifa:	JH	IND. HOR. INCENT. MT			
kWh Consumidos:	860480	Fact. de Multiplicación:	10.000		
Fact. de Penalización:	1.000000	Fact. de Potencia:	0.947239		
Fact. de Corrección:	1.200000				

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Medida				
	0620494	0601741	00287530	kWh
	0727139	0723468	00036710	kWh
	0562609	0556636	00109730	kWh
	0974216	0931565	00426510	kWh
Energía Cocción Eléctrica y Calentamiento de Agua:	—	—	0000000	kWh
Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unidad
Energía Facturada			0860480	kWh
Reactiva	0825092	0795975	00291170	kVArh
Demanda Facturada				kW
Demanda No Pico	0000158		00001580	kW
Demanda Pico	0000162		0001620	kW

SUBTOTAL 14%	0.00
SUBTOTAL 0%	85162.79
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	85162.79
DESCUENTO	0.00
ICE	0.00
IVA 14%	0.00
PROPIÑA	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>85162.79</b>

**RECAUDACIÓN DE TERCEROS**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

DESCRIPCION RUBROS TERCEROS	VALOR
BOMBER CONTRIBUTION BOMBEROS 3109-A	21,96

**SUBSIDIOS**

DESCRIPCION DEL RUBRO POR SUBSIDIOS	VALOR

SUBSIDIOS DEL GOBIERNO	
Cocción Eléctrica:	0.00
Calentamiento de Agua:	0.00
Tarifa Dignidad:	0.00
Subsidio Tarifa Eléctrica:	0.00
<b>Total:</b>	<b>0.00</b>

**HISTORICO DE CONSUMOS**

Mes	Consumo (kWh)
AGO	653890
SEP	666260
OCT	698770
NOV	693750
DIC	486750
ENE	523550
FEB	547100
MAR	621710
ABR	519600
MAY	572360
JUN	705670
JUL	832070
AGO	860480

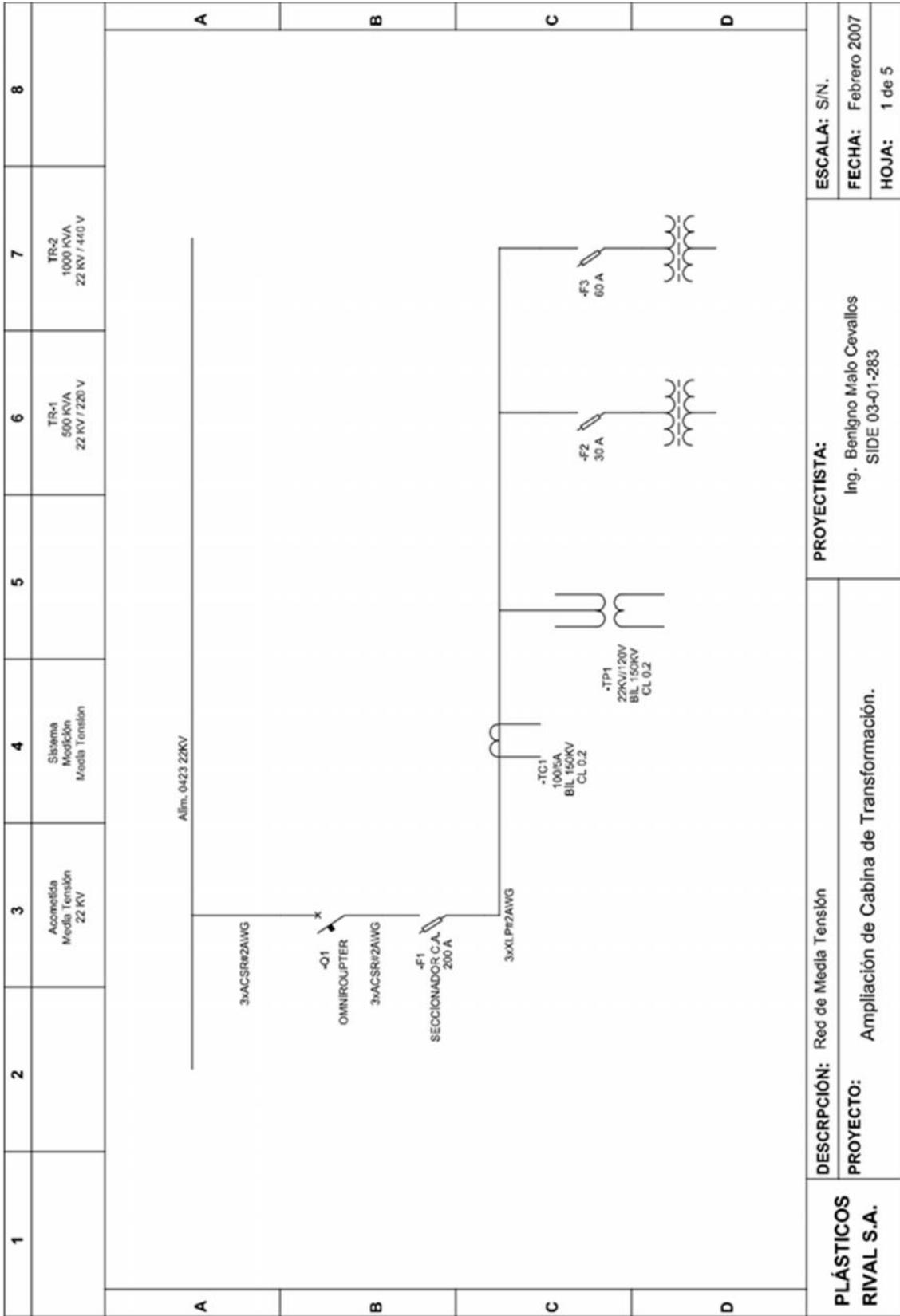
  

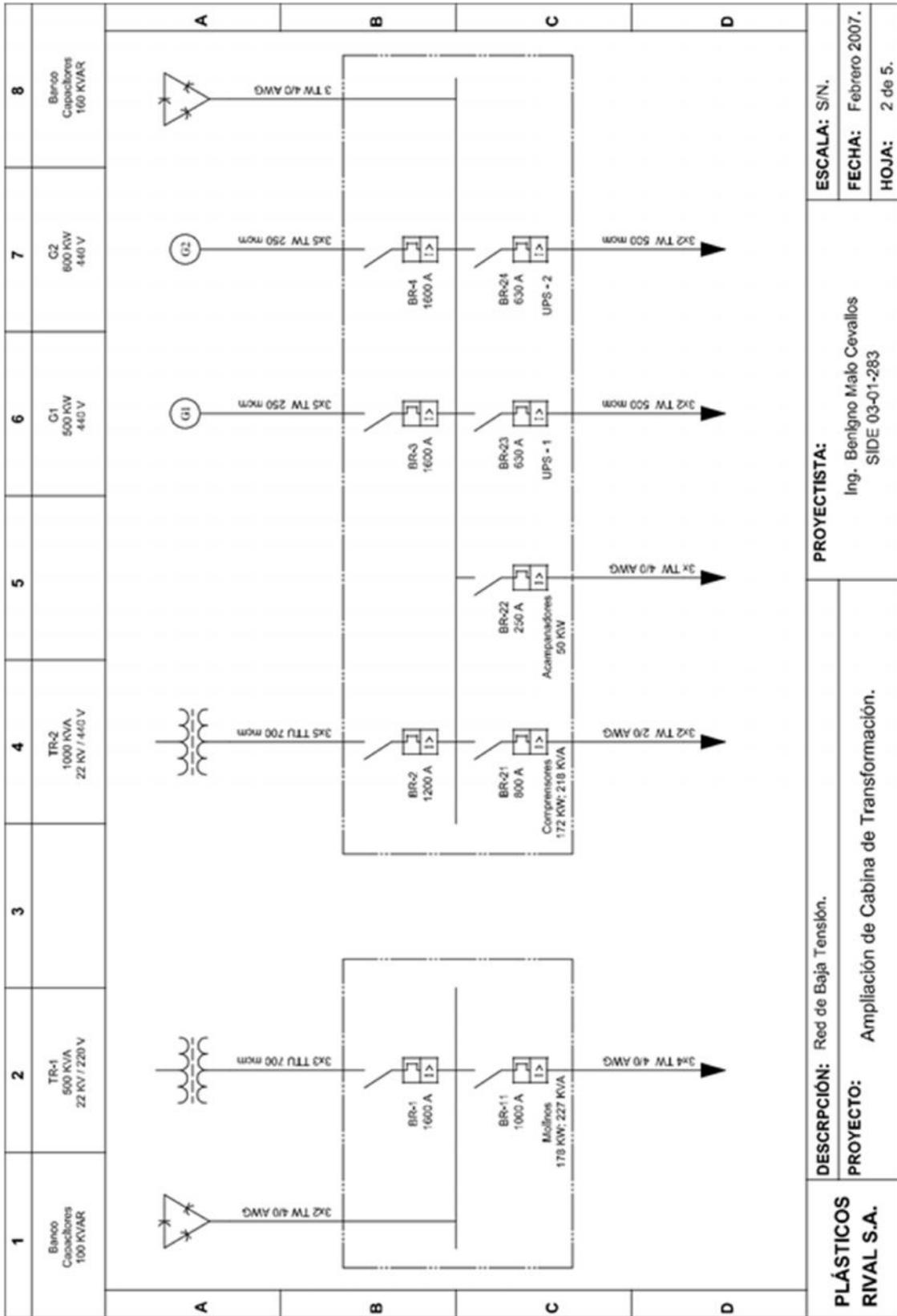
TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	85162.79
Valores Pendientes (2)	0.00
Recaudación de Terceros (3)	21.96
<b>TOTAL A PAGAR (1+2+3)</b>	<b>85184.75</b>

**Anexo 2 :Diagrama unifilar inicial de planta de producción No.1**

TRANSFORMADOR TR-1; 500 KVA, 220V											
TABLERO	FASES	DEMANDA MAXIMA PROYECTADA				CONDUCTOR [AWG]	PROTECCIÓN [A]				
		VOLTAJE	[KW]	[KVA]	FACTOR POTENCIA						
(TD1) Compresores	3	220	172,00	217,67	0,79	3x3x2/0	800				
(TD3) Mezcladores	3	220	135,47	159,25	0,84	3x3x350 MCM	1600				
(TD6) Acampanadores	3	220	30,00	34,09	0,88	3x4/0	250				
DEMANDA MAXIMA TOTAL:						269,00	274,49	0,89	721,20	3x3x700 MCM	1600

TRANSFORMADOR TR-2; 1200 KVA, 460V											
TABLERO	FASES	DEMANDA MAXIMA PROYECTADA				CONDUCTOR [AWG]	PROTECCIÓN [A]				
		VOLTAJE	[KW]	[KVA]	FACTOR POTENCIA						
(TD2) Molinos	3	460	177,34	226,36	0,79	3x4x4/0	1000				
(TD4) Extrusoras	3	460	474,49	528,50	0,90	3x5x350 MCM	1600				
(TD5) Pullers	3	460	73,97	98,49	0,75	3x2x3/0	500				
Reserva (20%)	3	460	200,00	222,22	0,75						
Desclasificación carga no lineal (20%)	3	460	200,00	222,22	1,75						
DEMANDA MAXIMA TOTAL:						1125,80	1223,70	0,92	1537,69	3x3x700 MCM	2000



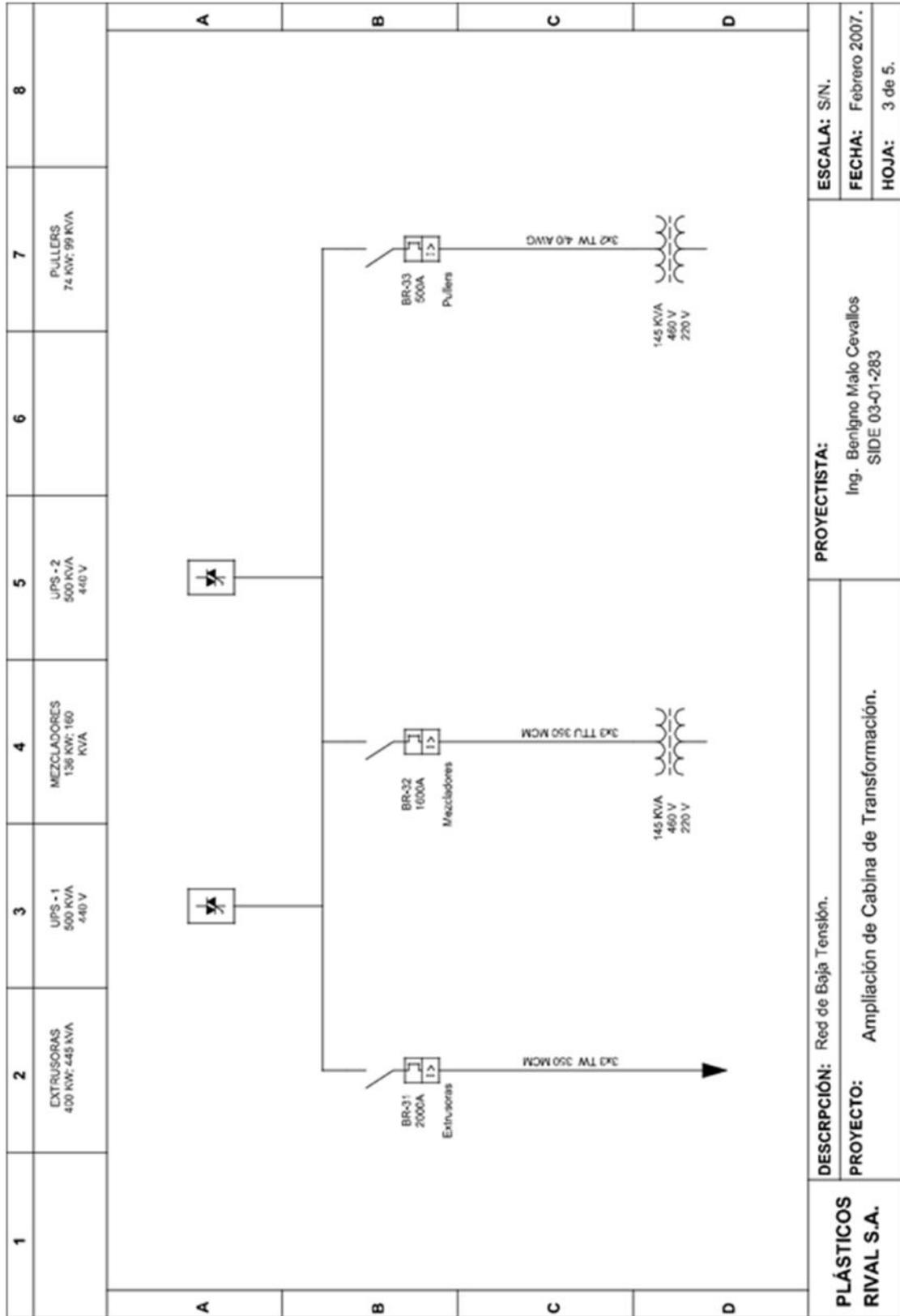


**DESCRIPCIÓN:** Red de Baja Tensión.  
**PROYECTO:** Ampliación de Cabina de Transformación.

**PROYECTISTA:**  
 Ing. Benigno Malo Cevallos  
 SIDE 03-01-283

**ESCALA:** S/N.  
**FECHA:** Febrero 2007.  
**HOJA:** 2 de 5.

**PLÁSTICOS  
 RIVAL S.A.**



**PLÁSTICOS RIVAL S.A.**

**DESCRIPCIÓN:** Red de Baja Tensión.

**PROYECTO:** Ampliación de Cabina de Transformación.

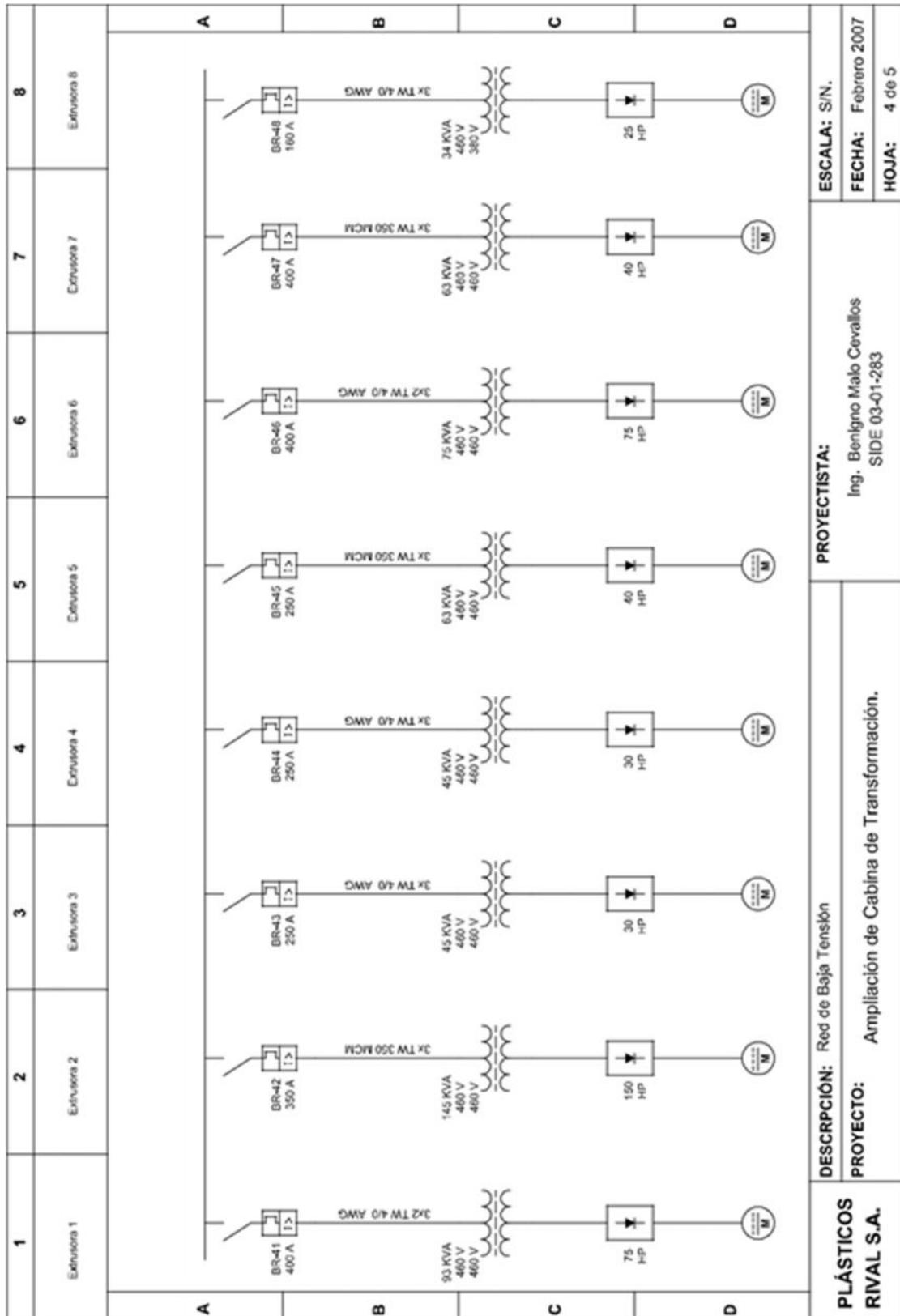
**PROYECTISTA:**

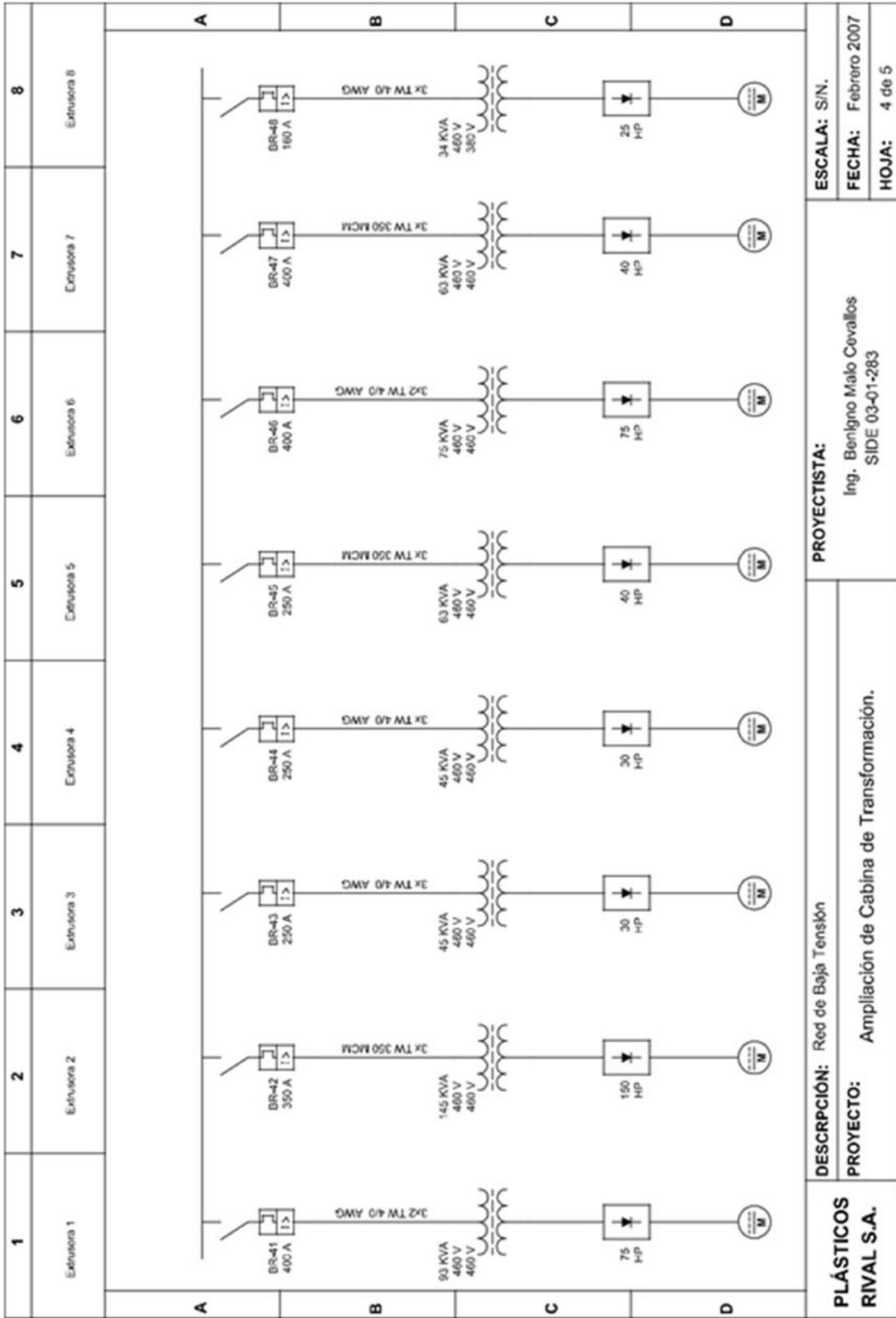
Ing. Benigno Malo Cevallos  
SIDE 03-01-283

**ESCALA:** S/N.

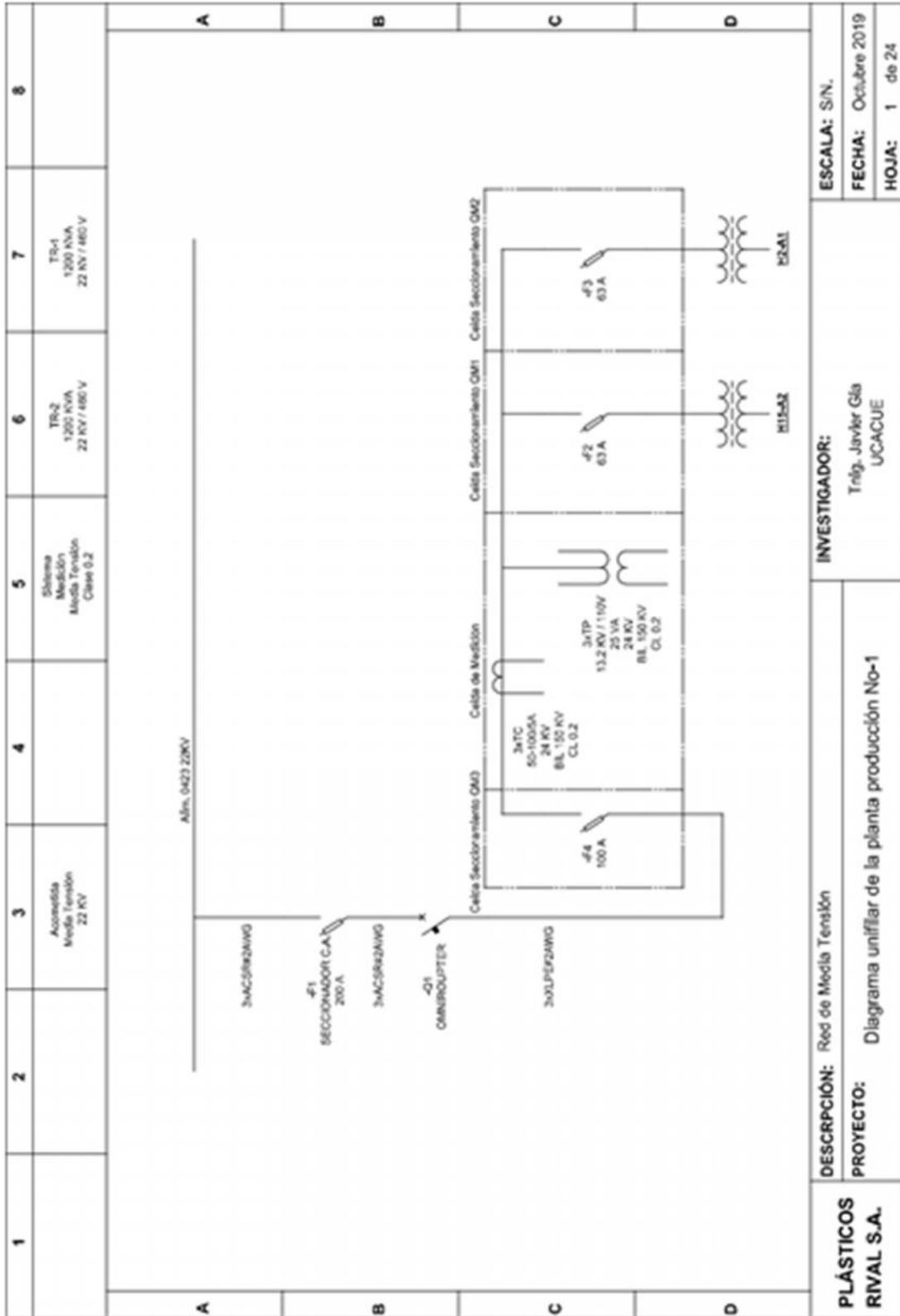
**FECHA:** Febrero 2007.

**HOJA:** 3 de 5.





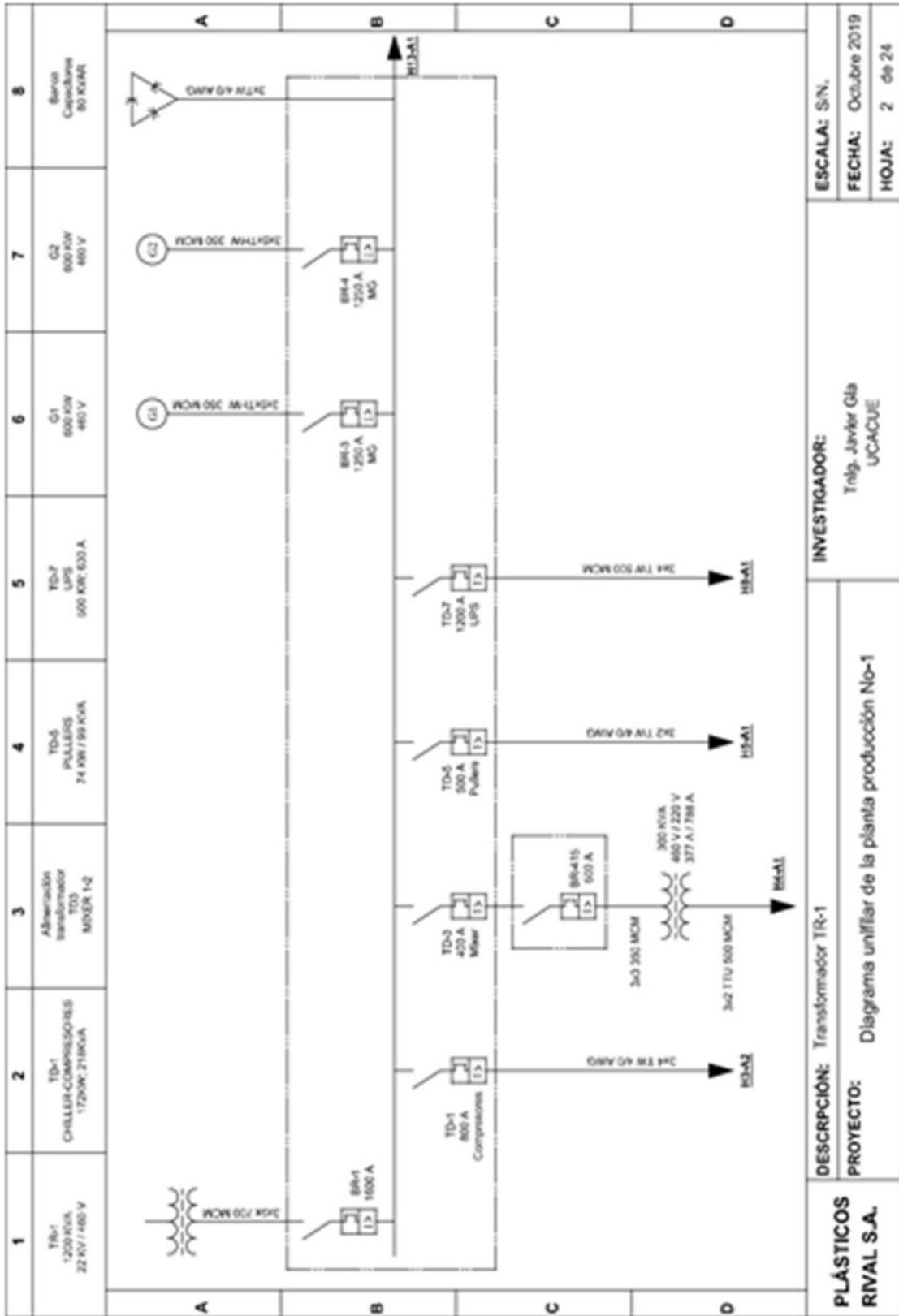
### Anexo 3: Diagrama unifilar actual de planta de producción No.1



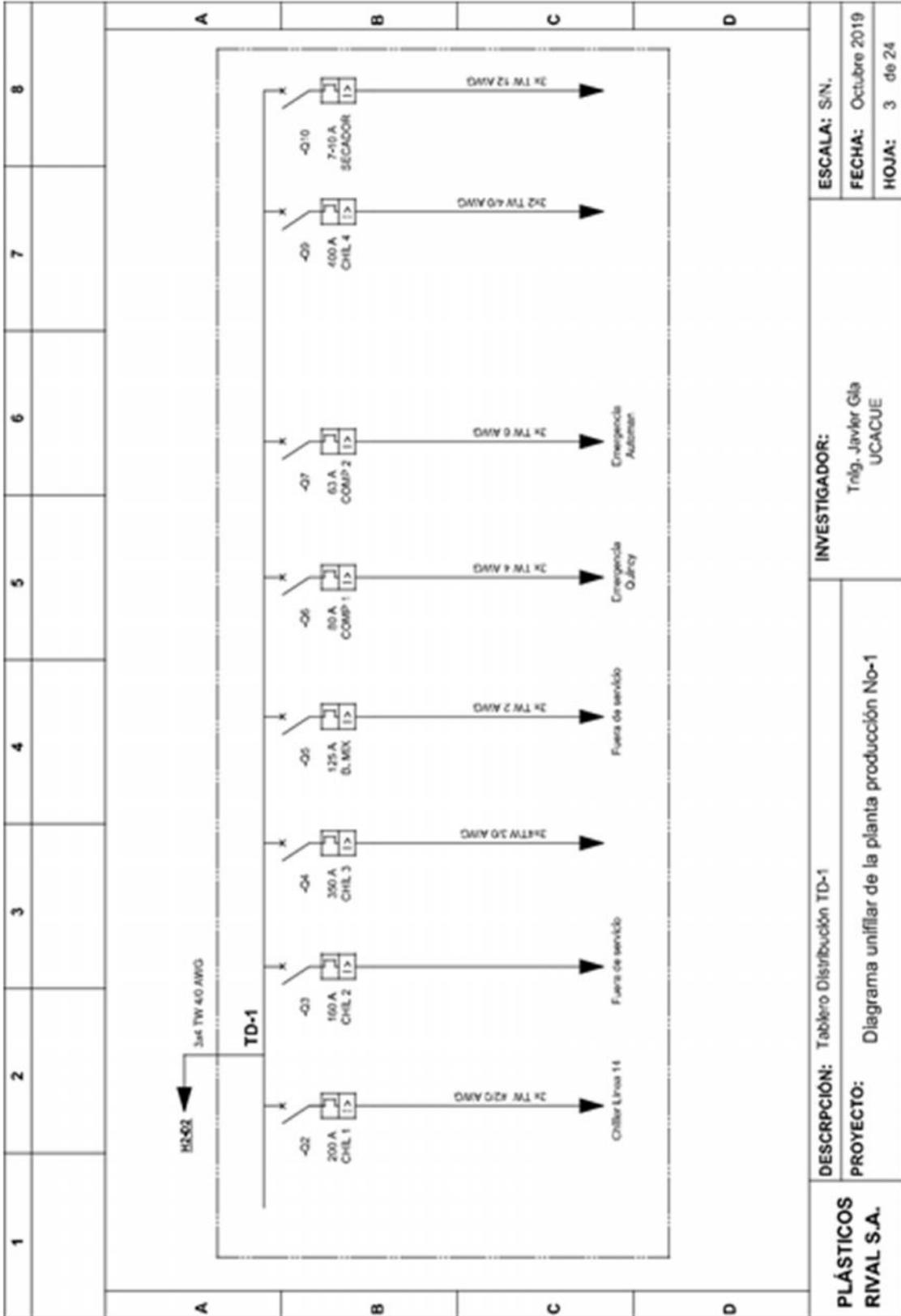
DESCRIPCION: Red de Media Tensión  
 PROYECTO: Diagrama unifilar de la planta producción No-1

INVESTIGADOR:  
 Tráng. Javier Gila  
 UCACUE

ESCALA: S/N.  
 FECHA: Octubre 2019  
 HOJA: 1 de 24

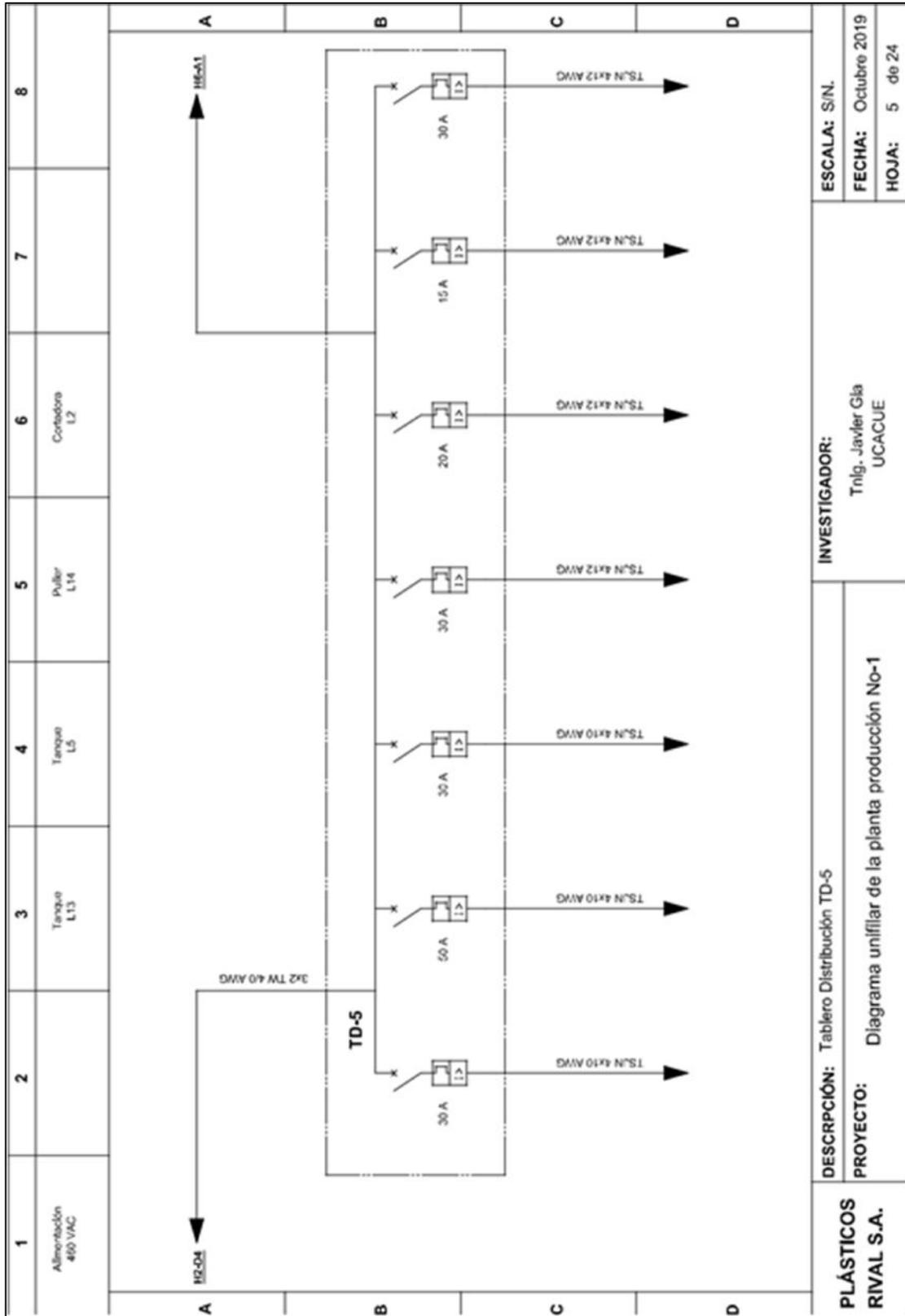


<b>DESCRIPCIÓN:</b> Transformador TR-1	<b>INVESTIGADOR:</b> Tring. Javier Ola UCACUE	<b>ESCALA:</b> S/N.
<b>PROYECTO:</b> Diagrama unifilar de la planta producción No-1		
<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>		<b>FECHA:</b> Octubre 2019 <b>HOJA:</b> 2 de 24



<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	DESCRIPCIÓN: Tablero Distribución TD-1	INVESTIGADOR:	
		Trng. Javier Gila UCACUE	
PROYECTO: Diagrama unifilar de la planta producción No-1		ESCALA: S/N.	FECHA: Octubre 2019
		HOJA: 3	de 24





**PLÁSTICOS RIVAL S.A.**

**DESCRIPCIÓN:** Tablero Distribución TD-5

**PROYECTO:** Diagrama unifilar de la planta producción No-1

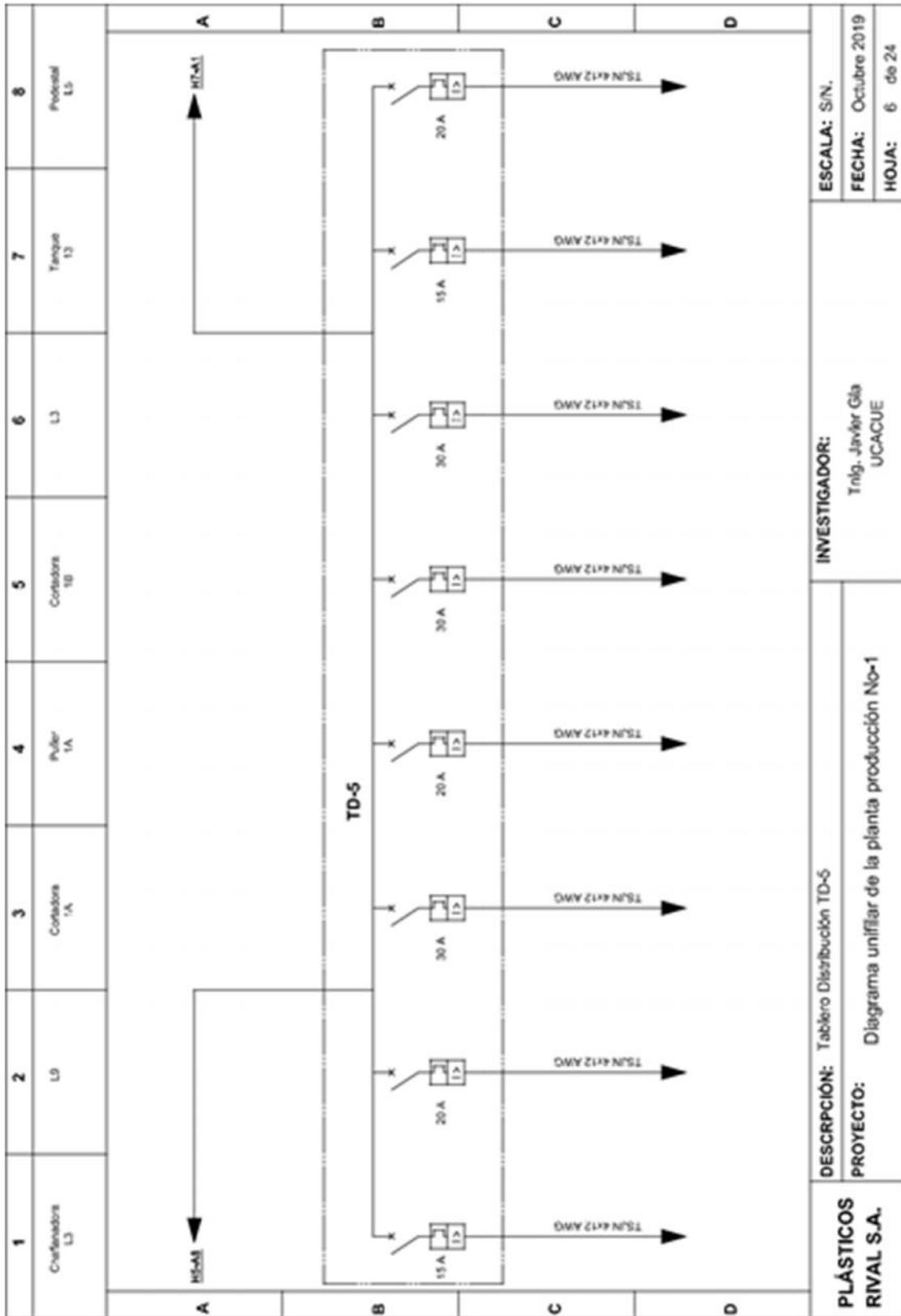
**INVESTIGADOR:**

Trng. Javier Gila  
UCACUE

**ESCALA:** S/N.

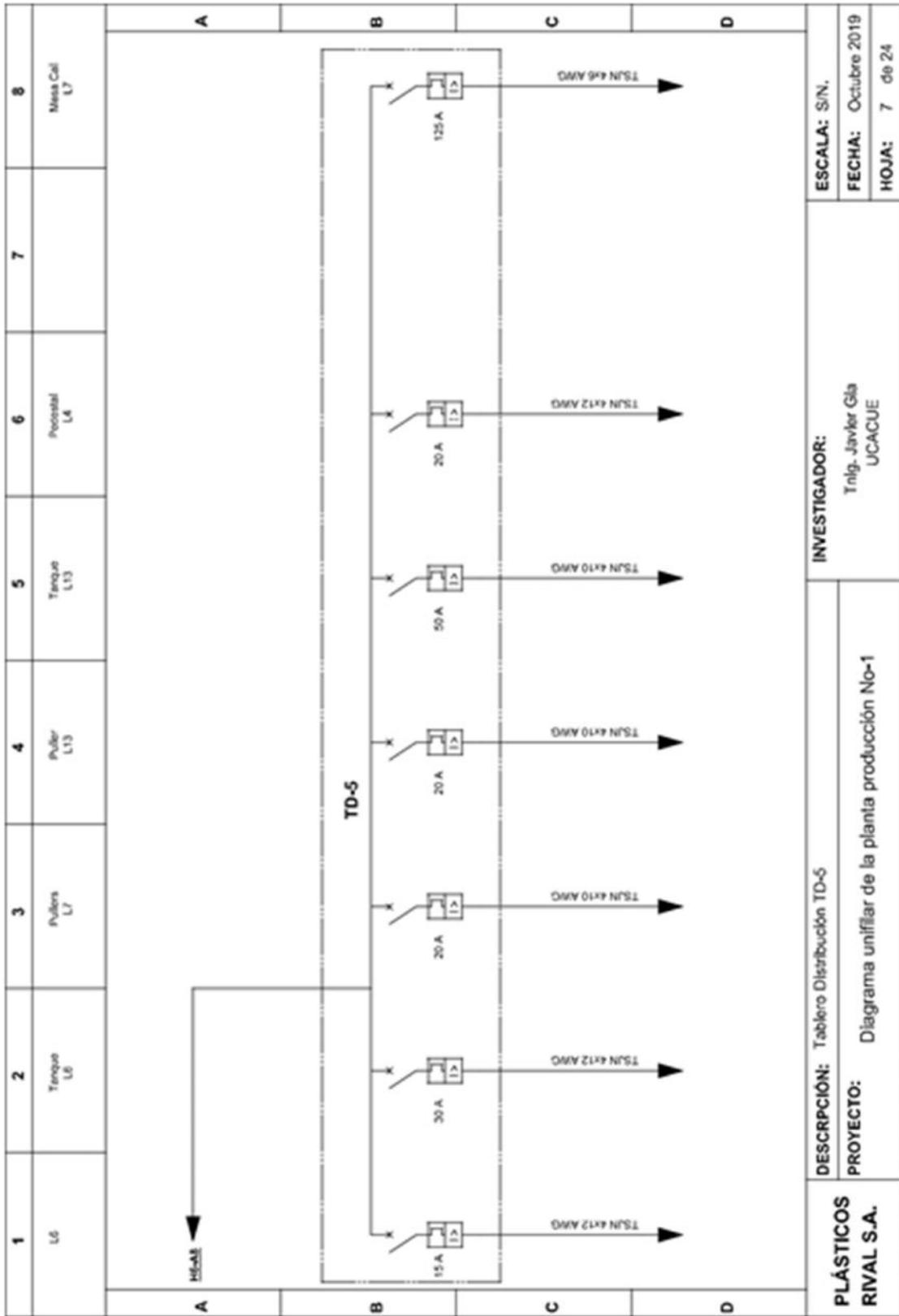
**FECHA:** Octubre 2019

**HOJA:** 5 de 24



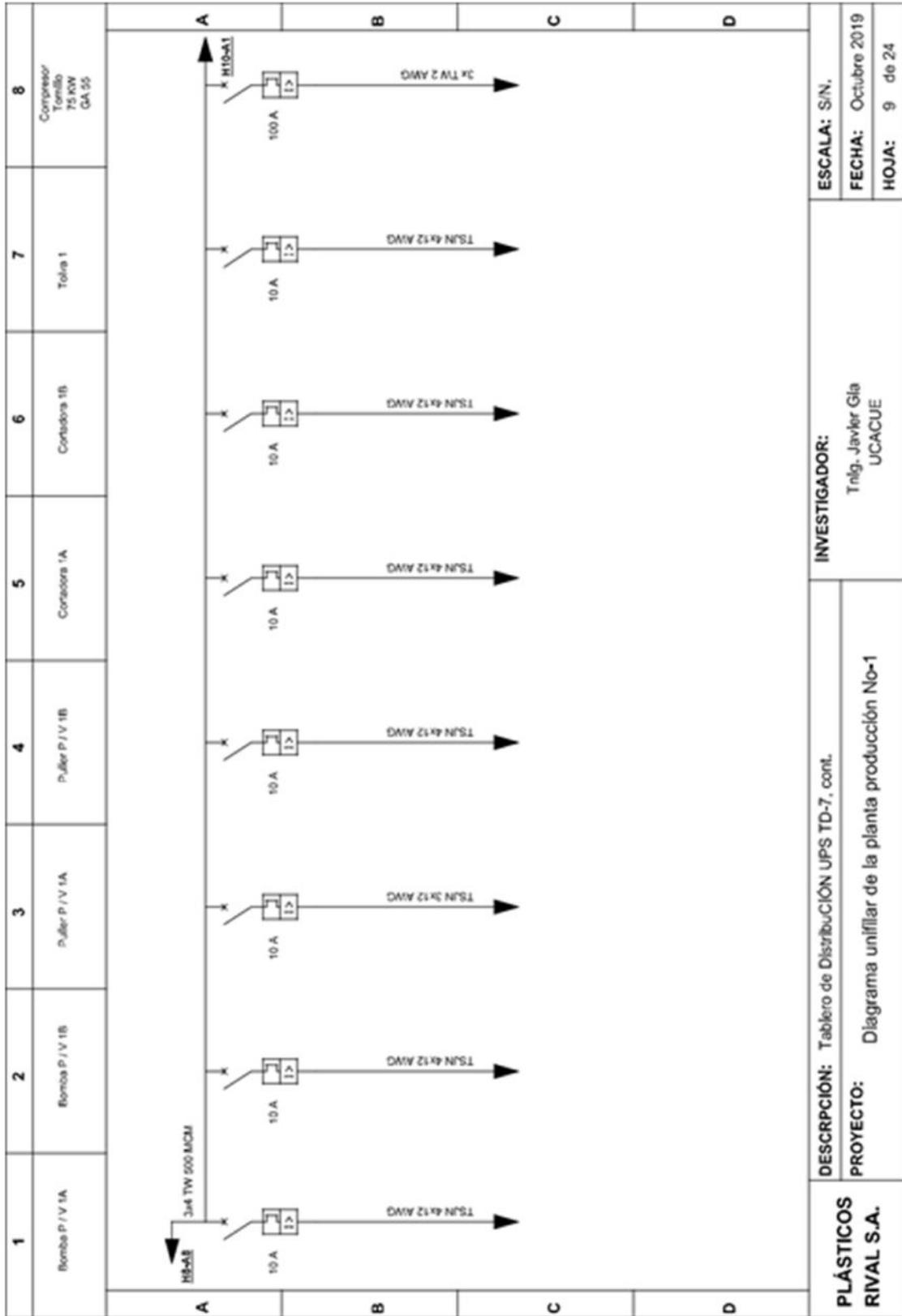
<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	DESCRIPCIÓN: Tablero Distribución TD-5	INVESTIGADOR:
	PROYECTO: Diagrama unifilar de la planta producción No-1	Trng. Javier Gila UCACUE
		ESCALA: S/N.

FECHA: Octubre 2019  
HOJA: 6 de 24

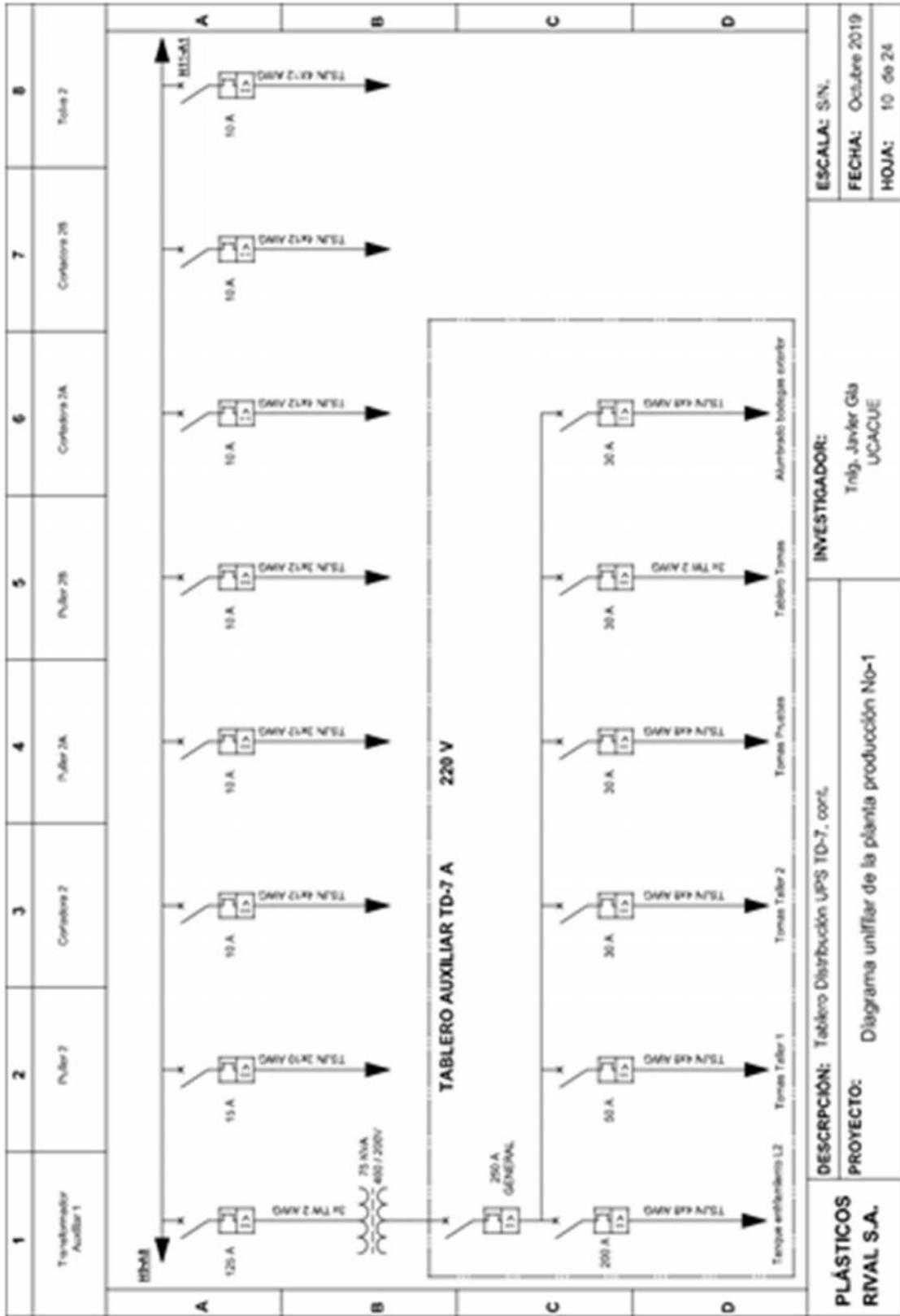


<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	DESCRIPCIÓN: Tablero Distribución TD-5	INVESTIGADOR:
	PROYECTO: Diagrama unifilar de la planta producción No-1	Tring. Javier Gila UCACUE
	ESCALA: S/N.	FECHA: Octubre 2019
		HOJA: 7 de 24





<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tablero de Distribución UPS TD-7, cont.	<b>INVESTIGADOR:</b> Trng. Javier Gila UCACUE	<b>ESCALA:</b> S/N.
			<b>FECHA:</b> Octubre 2019
<b>PROYECTO:</b> Diagrama unifilar de la planta producción No-1		<b>HOJA:</b> 9 de 24	



ESCALA: S/N.

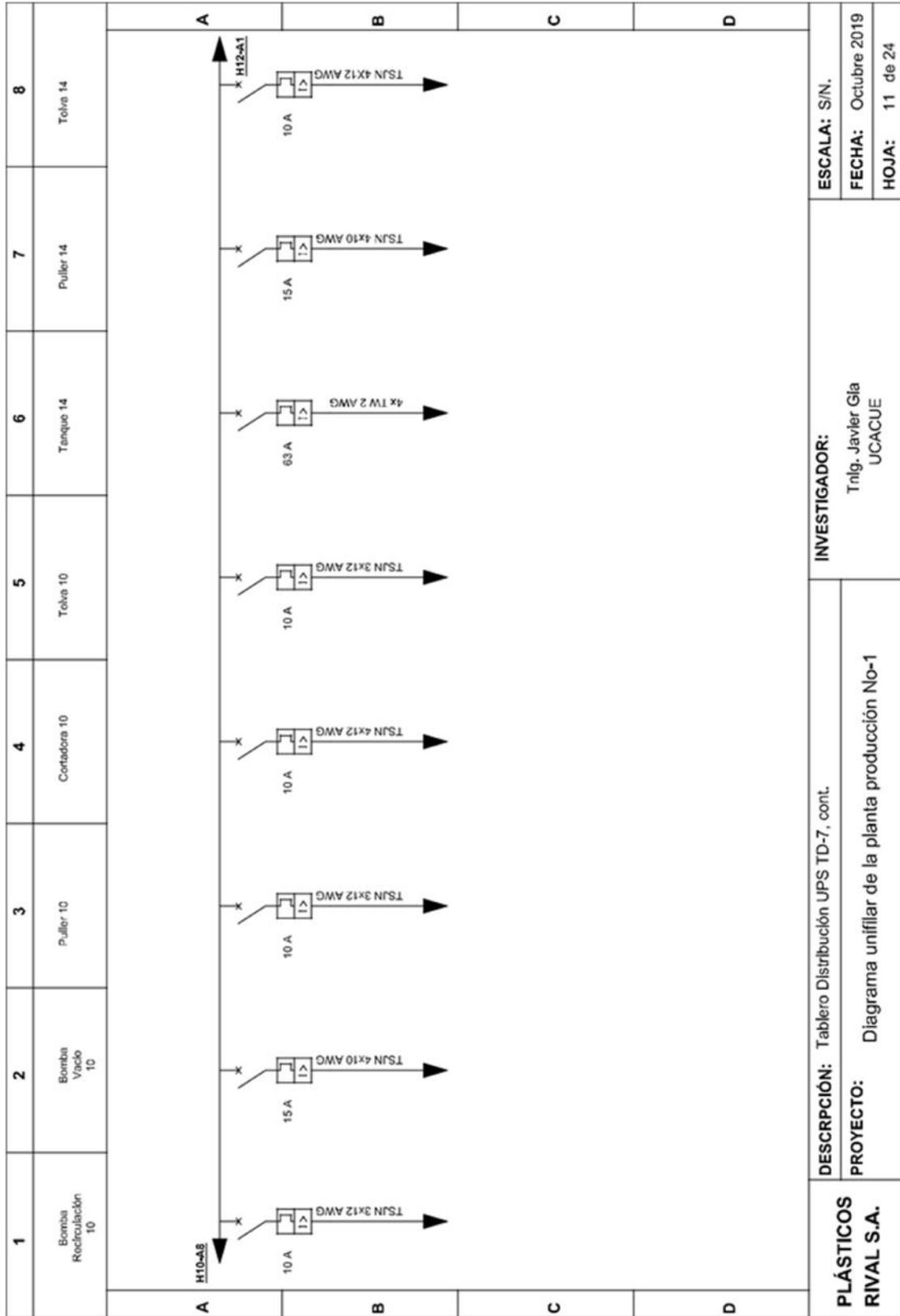
FECHA: Octubre 2019

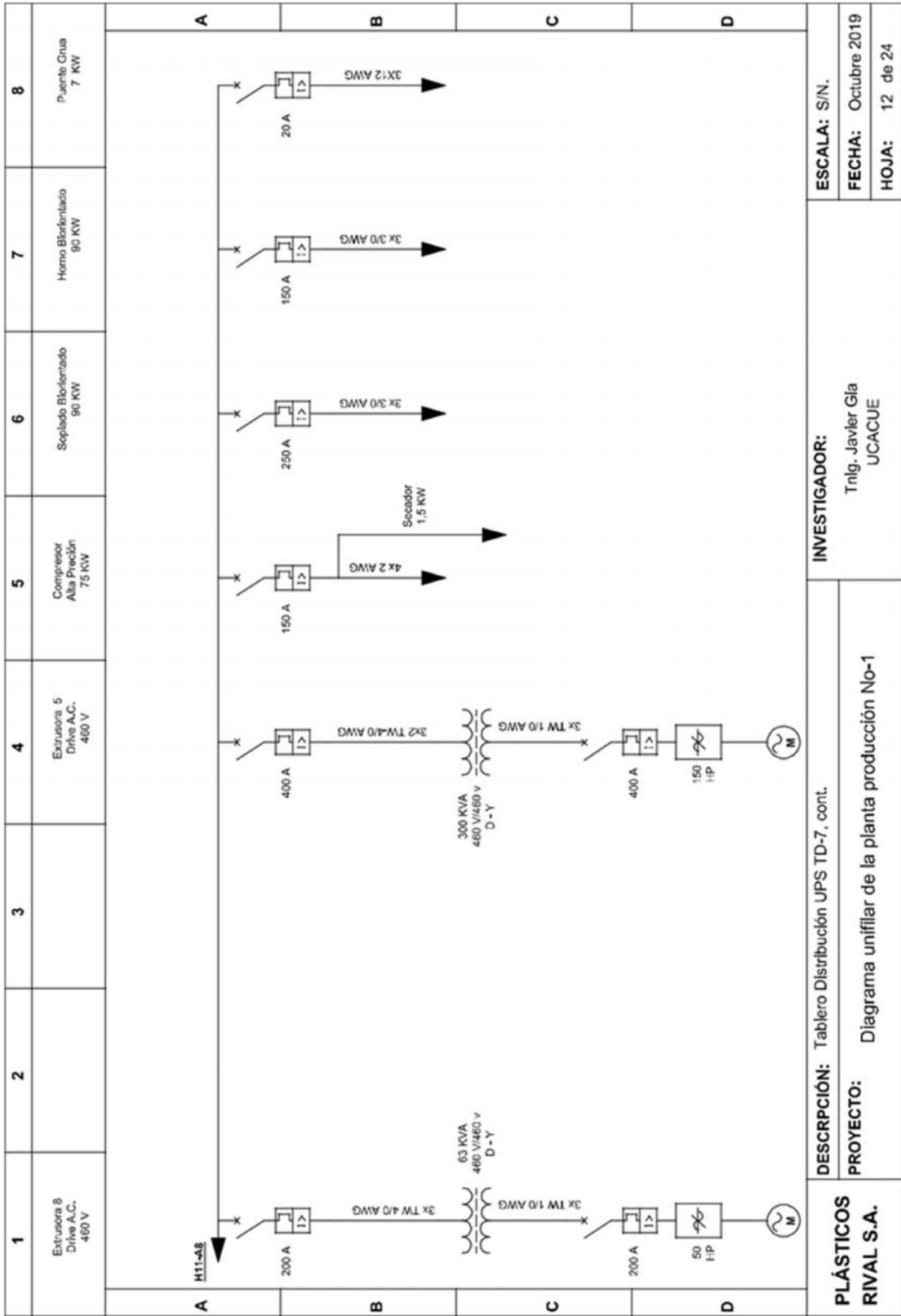
HOJA: 10 de 24

INVESTIGADOR:

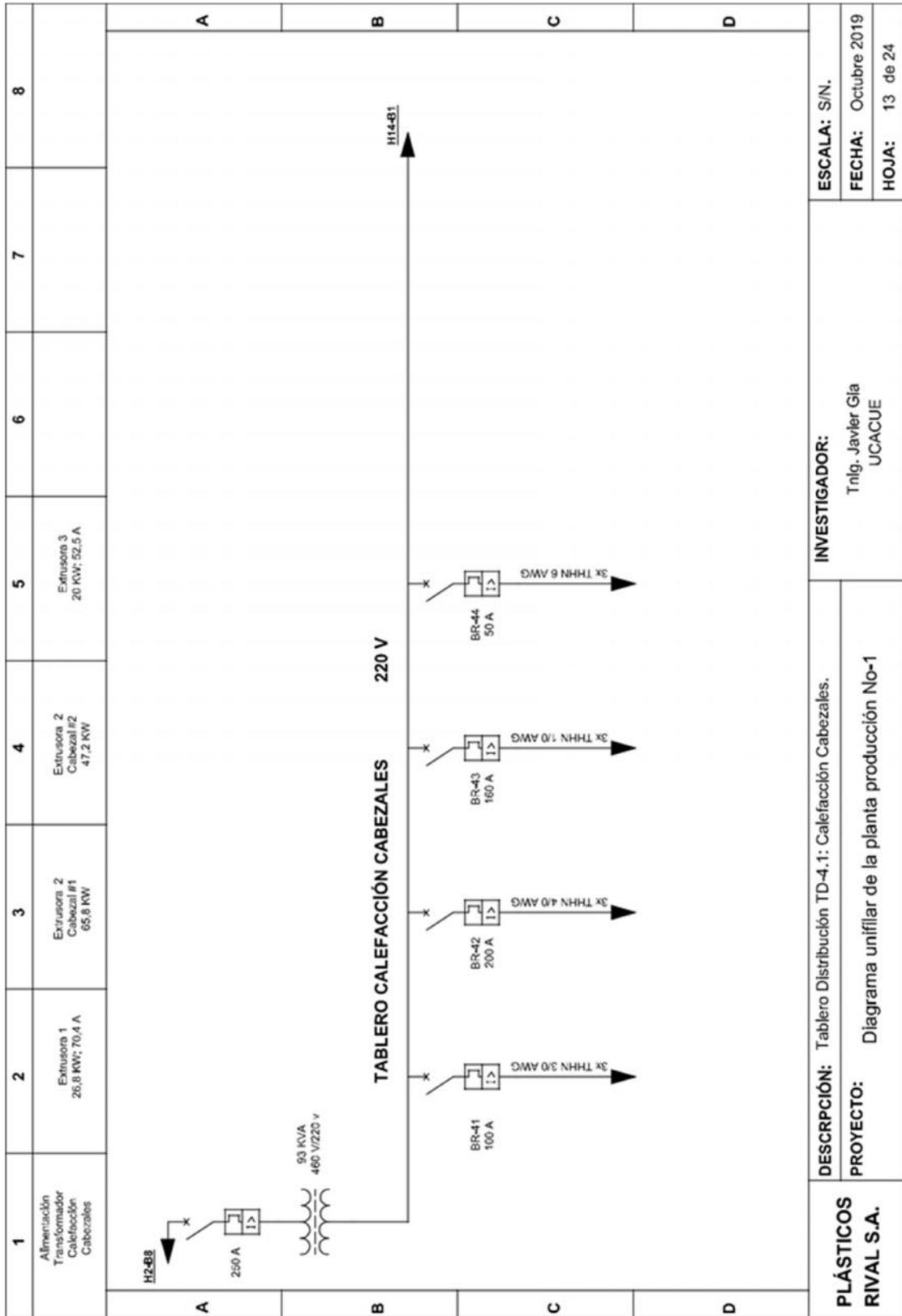
Tring. Javier Gila  
 UCACUE

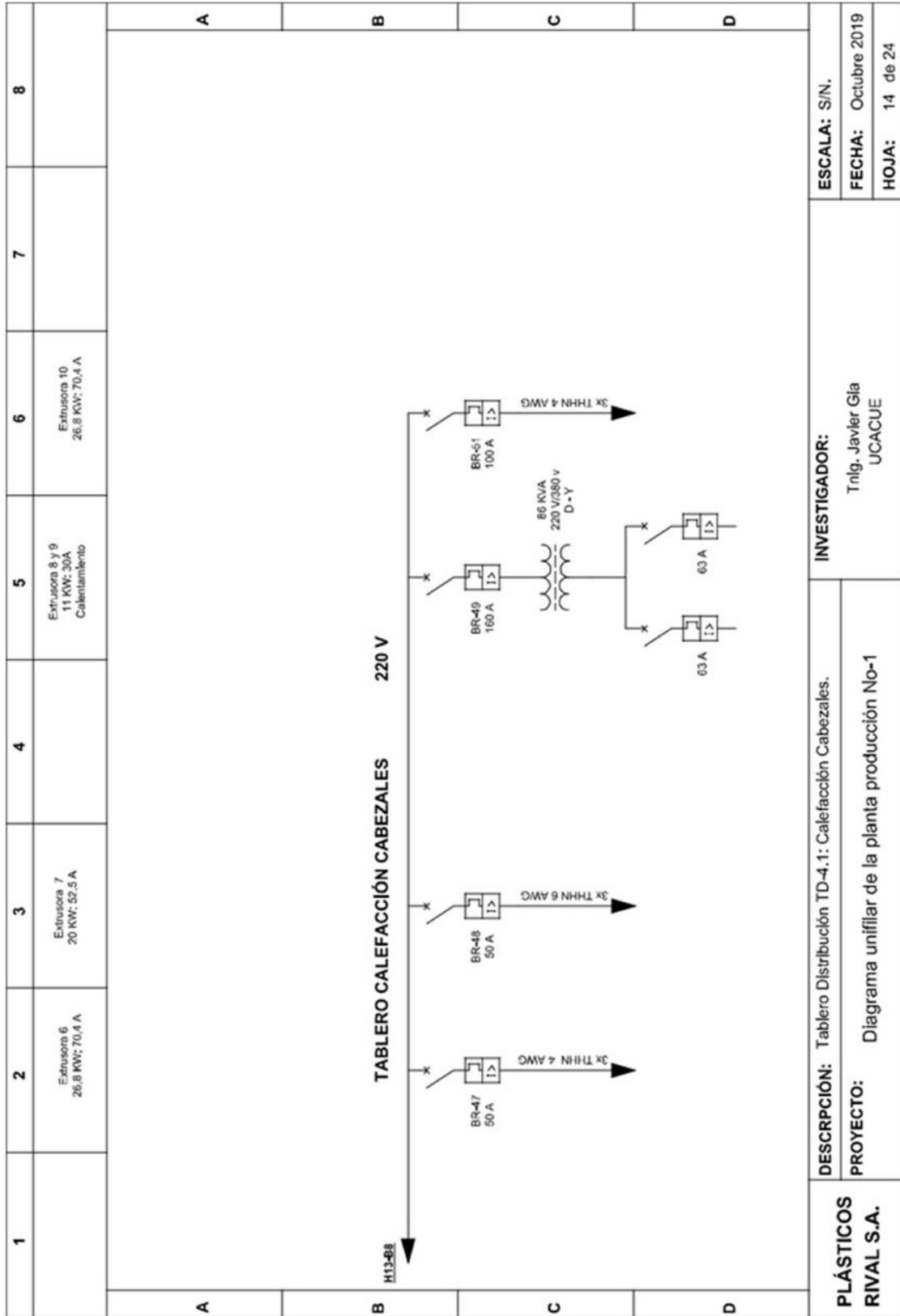
**PLÁSTICOS RIVAL S.A.**

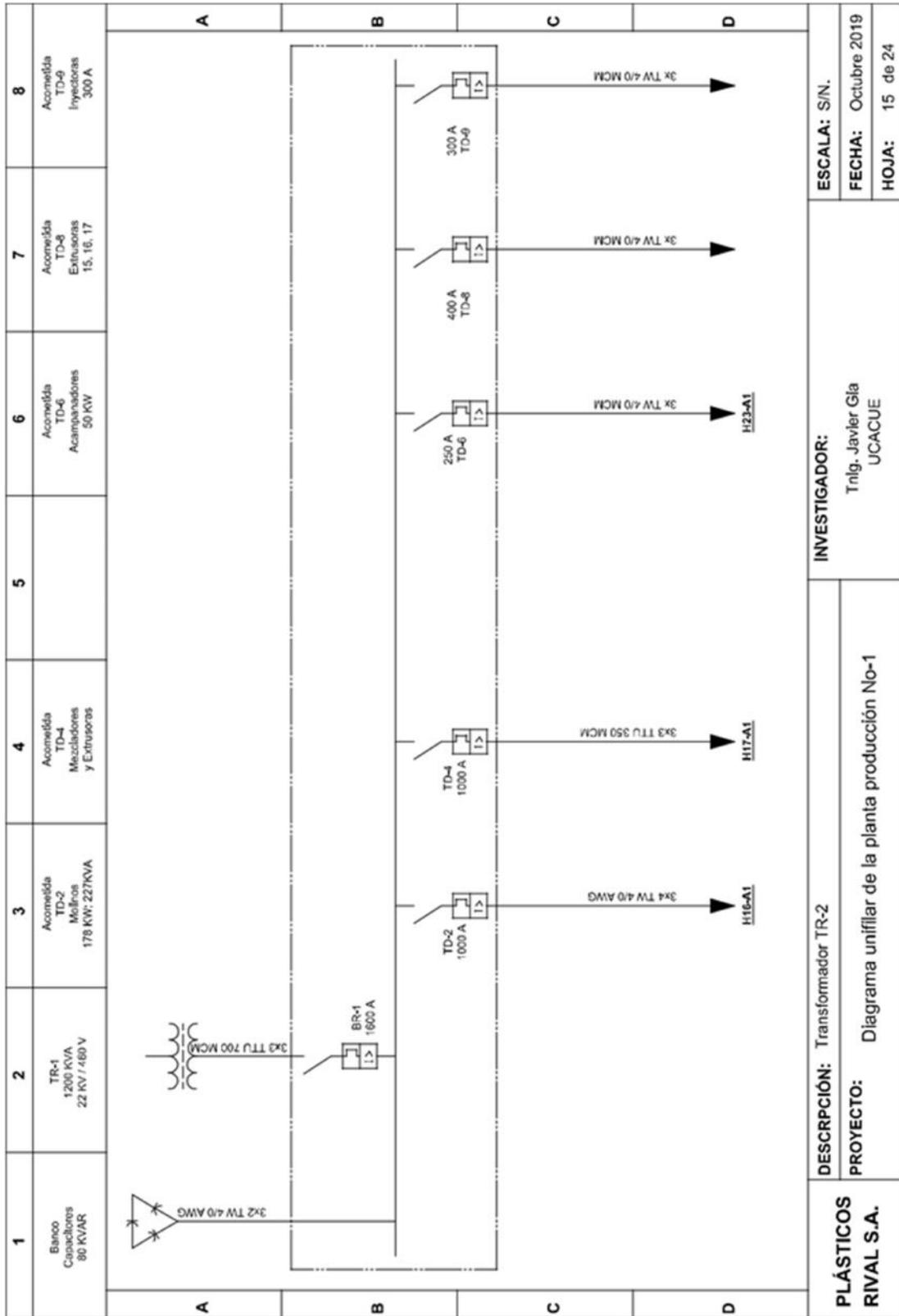


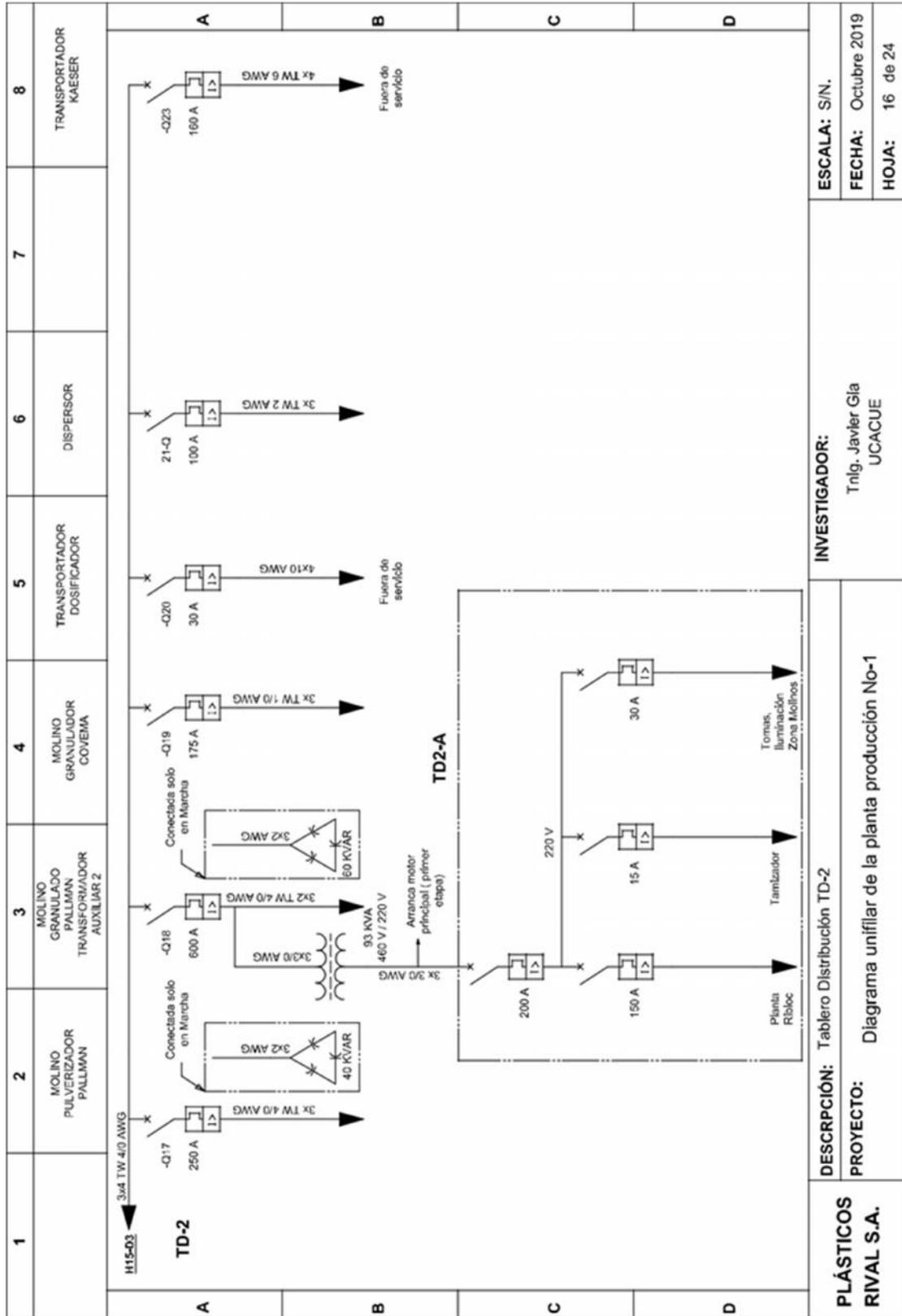


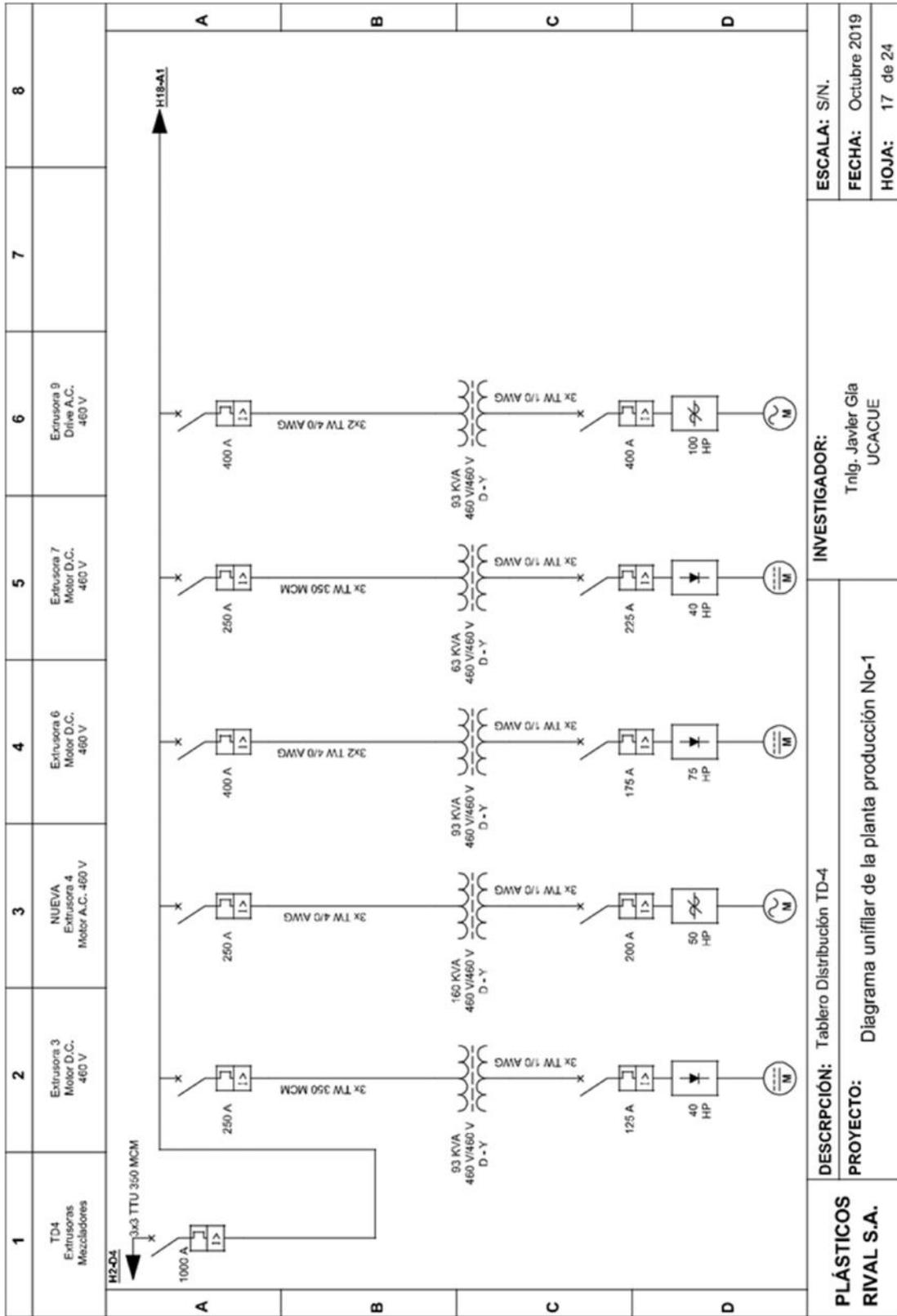
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tablero Distribución UPS TD-7, cont.	<b>INVESTIGADOR:</b>
<b>PROYECTO:</b> Diagrama unifilar de la planta producción No-1	Tnlg. Javier Gila UCACUE
<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	<b>ESCALA:</b> S/N.
	<b>FECHA:</b> Octubre 2019
	<b>HOJA:</b> 12 de 24

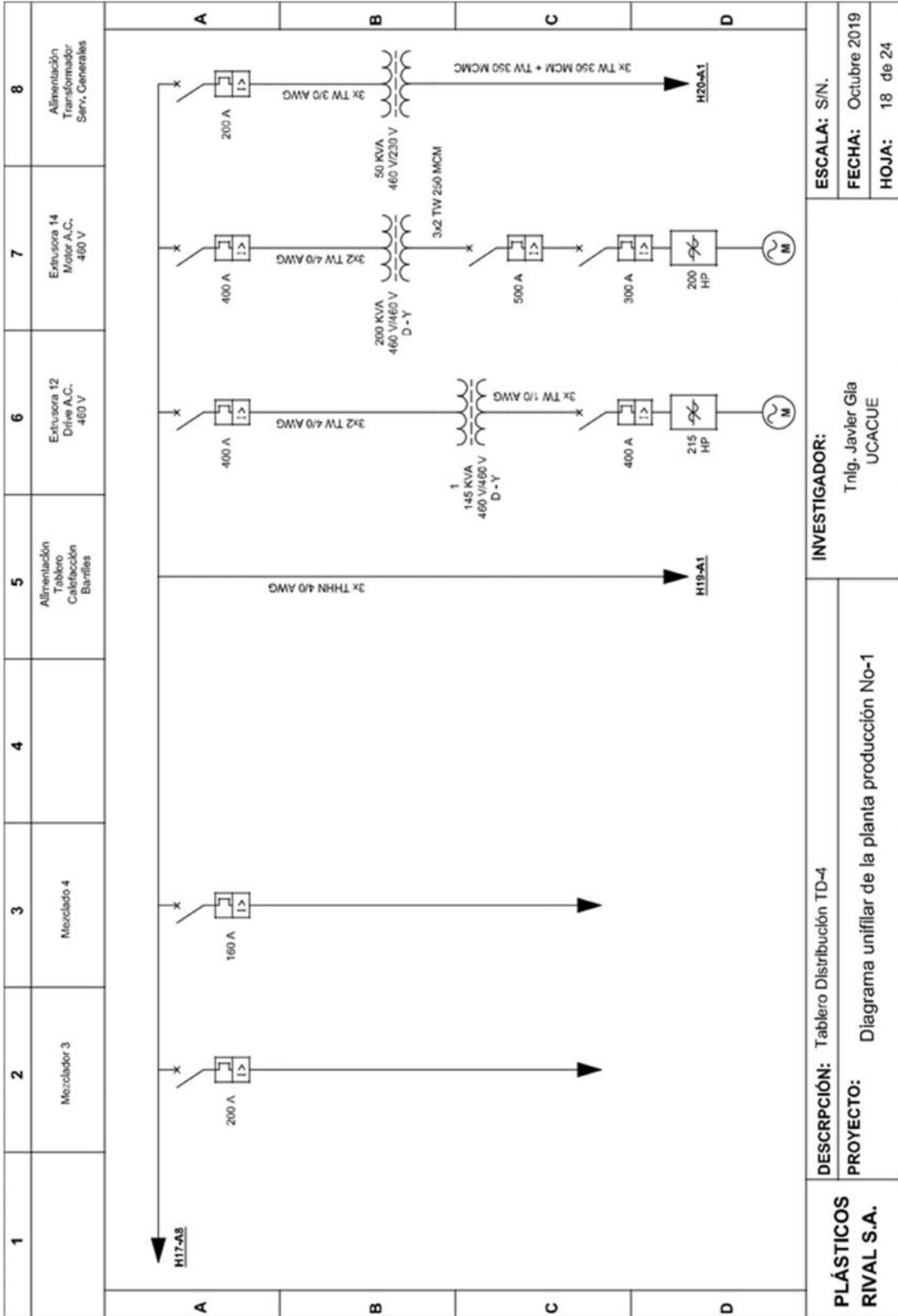


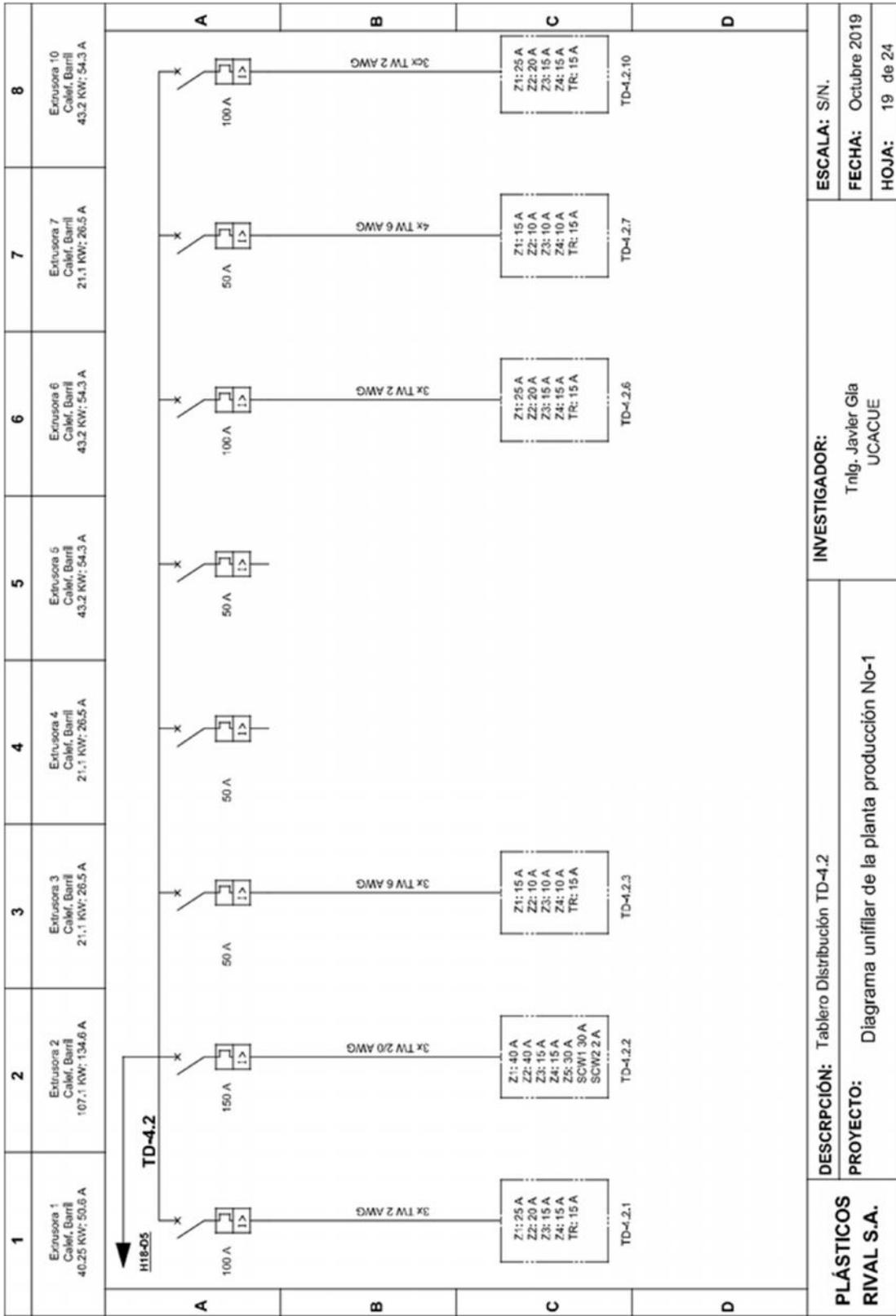


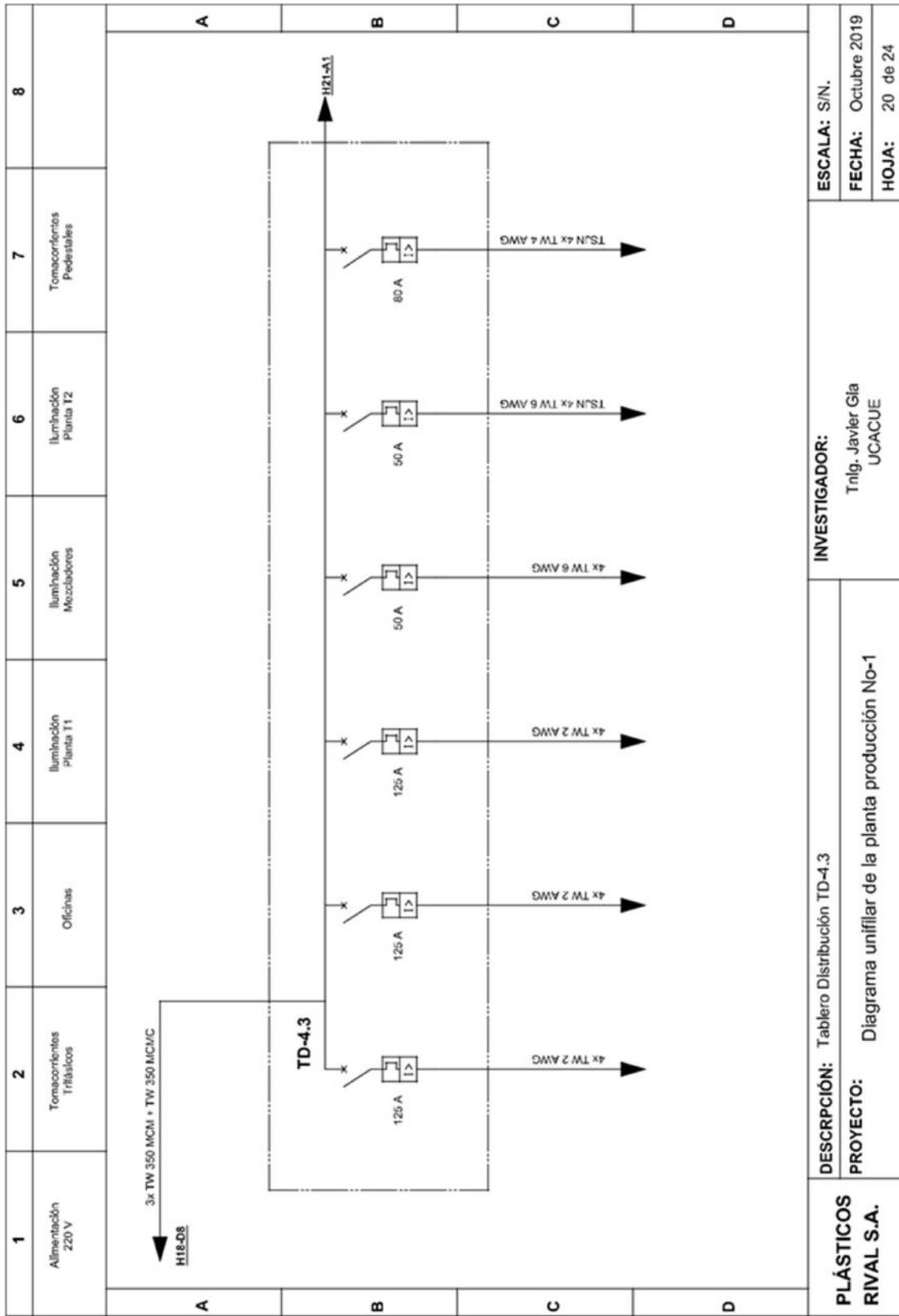




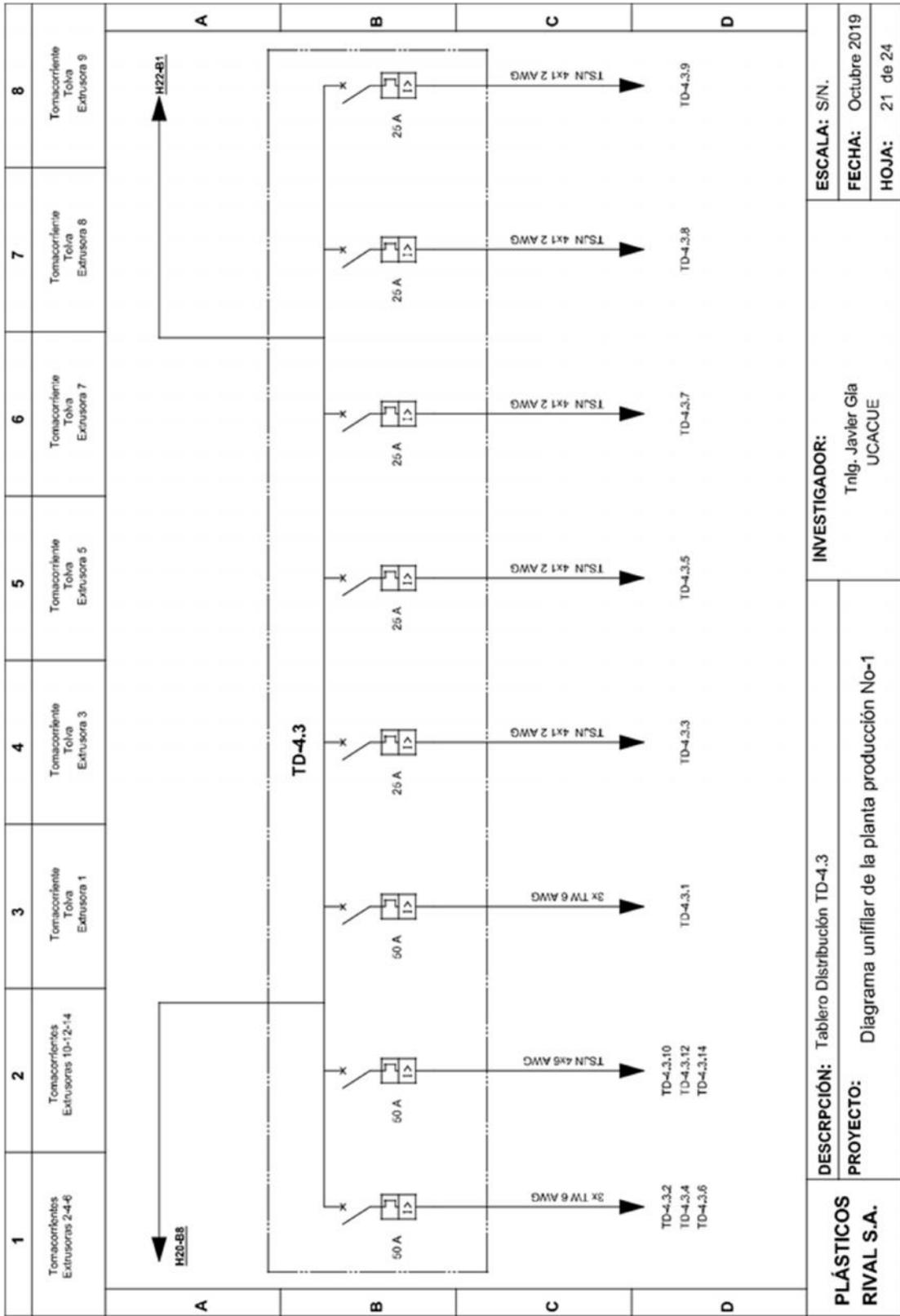


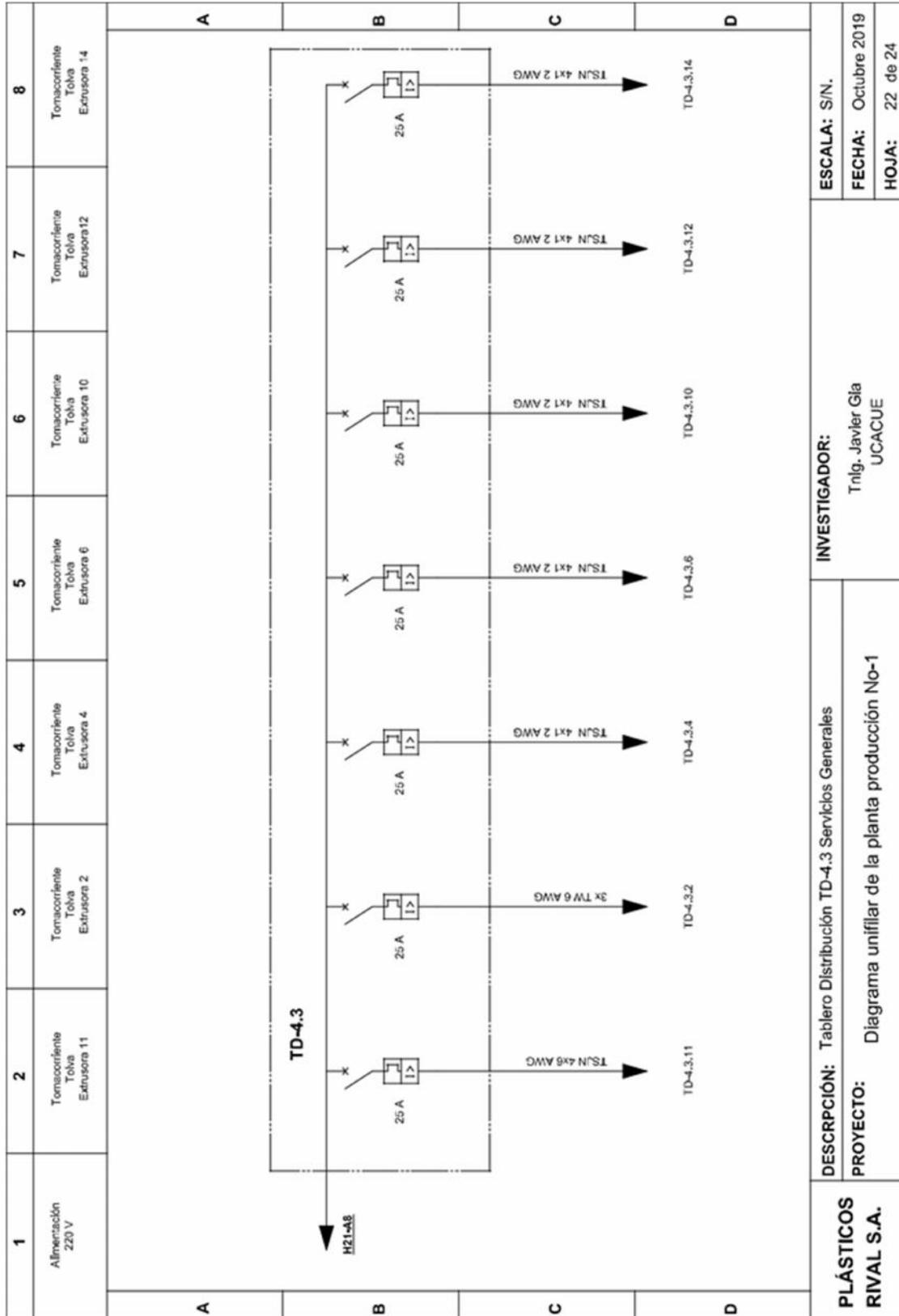


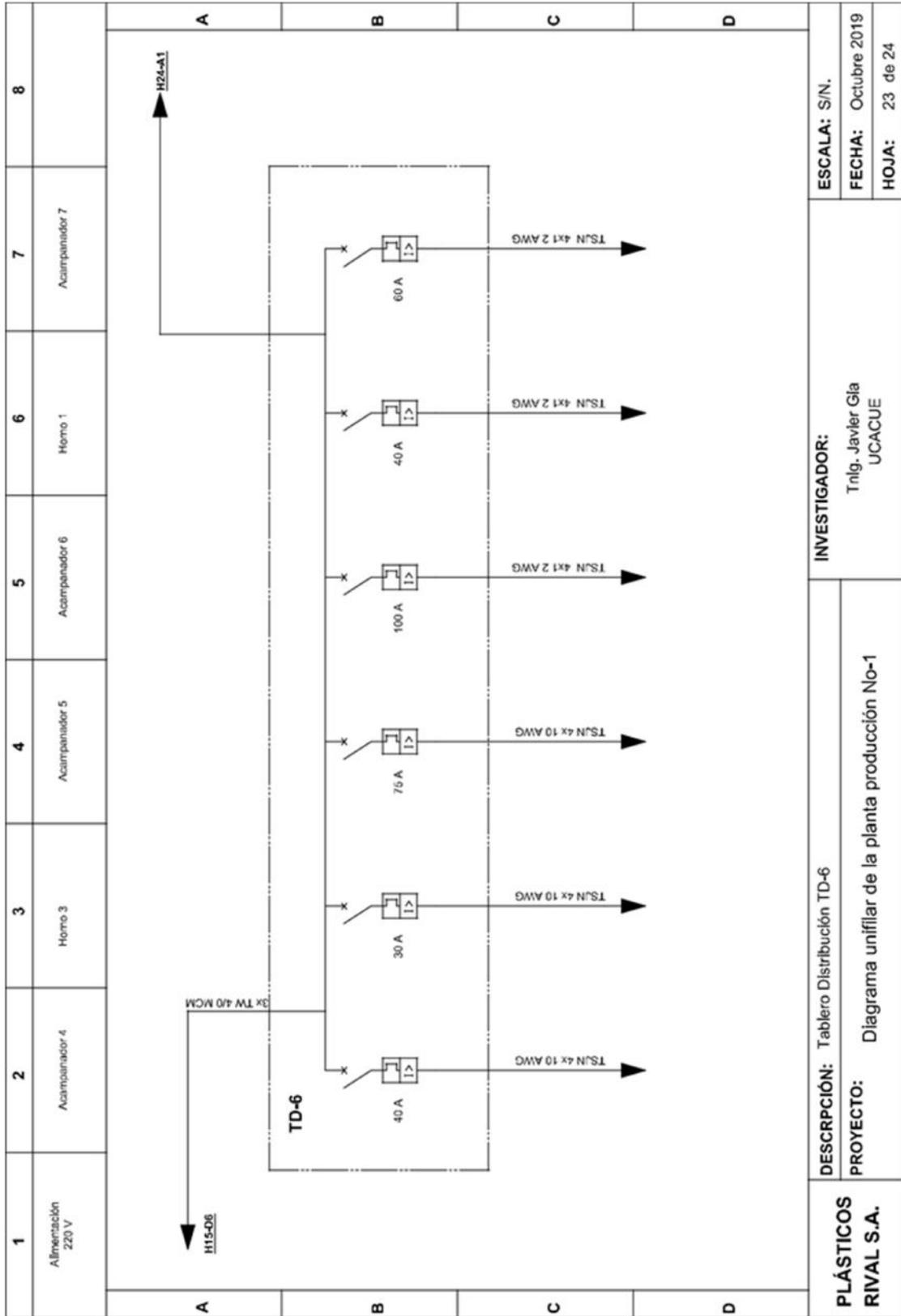




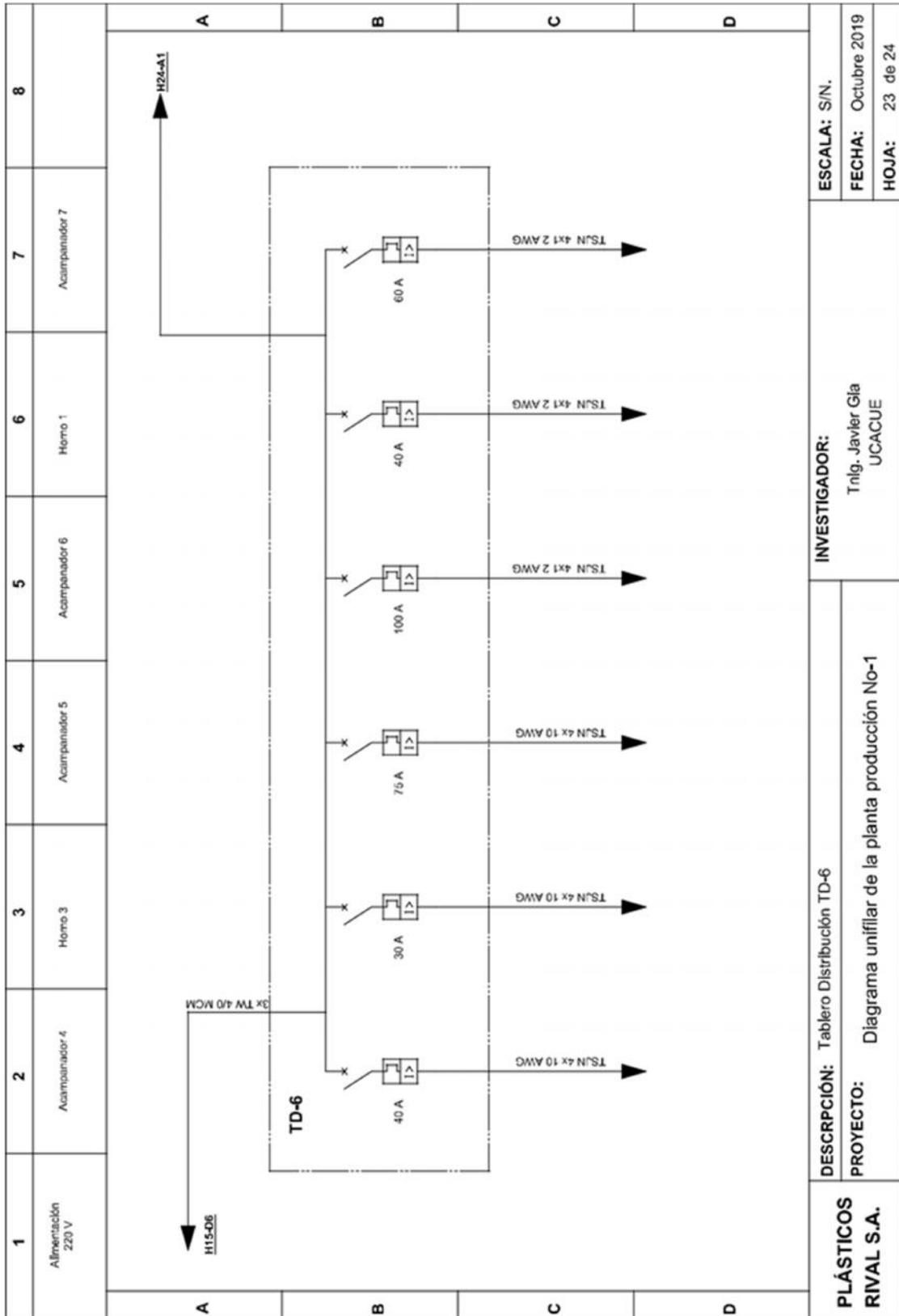
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Tablero Distribución TD-4.3	<b>INVESTIGADOR:</b>
<b>PROYECTO:</b> Diagrama unifilar de la planta producción No-1	Trng. Javier Gía UCACUE
<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	<b>ESCALA:</b> S/N.
	<b>FECHA:</b> Octubre 2019
	<b>HOJA:</b> 20 de 24







<b>DESCRIPCION:</b> Tablero Distribución TD-6	<b>INVESTIGADOR:</b>
<b>PROYECTO:</b> Diagrama unifilar de la planta producción No-1	Trng. Javier Gila UCACUE
<b>PLÁSTICOS RIVAL S.A.</b>	<b>ESCALA:</b> S/N.
	<b>FECHA:</b> Octubre 2019
	<b>HOJA:</b> 23 de 24



ESCALA: S/N.

FECHA: Octubre 2019

HOJA: 23 de 24

INVESTIGADOR:

Tnlg. Javier Gla  
UCACUE

DESCRIPCION: Tablero Distribución TD-6

PROYECTO: Diagrama unifilar de la planta producción No-1

PLÁSTICOS  
RIVAL S.A.

## Anexo 4: Muestras termo gráficas de tableros analizados

### - Molino Granulado Pallman



#### Medidas

Bx1	Max	26,0 °C
Sp1		24,7 °C
Sp2		25,0 °C
Sp3		24,9 °C

#### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

11/12/2018 12:12:10



IR\_7444.jpg

FLIR E40

49005917

11/12/2018 12:12:10



DC\_7445.jpg



Medidas

Bx1	Max	27,9 °C
Sp1		23,0 °C
Sp2		23,3 °C
Sp3		23,4 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

11/12/2018 12:12:27



IR\_7447.jpg

FLIR E40

49005917

11/12/2018 12:12:27



DC\_7448.jpg

- Inyectoras



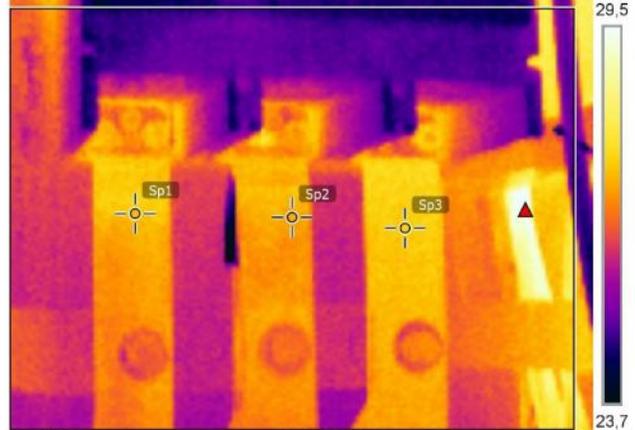
Medidas

Bx1	Max	29,7 °C
Sp1		27,3 °C
Sp2		27,1 °C
Sp3		27,6 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

11/12/2018 12:03:47



IR\_7438.jpg

FLIR E40

49005917

11/12/2018 12:03:47



DC\_7439.jpg



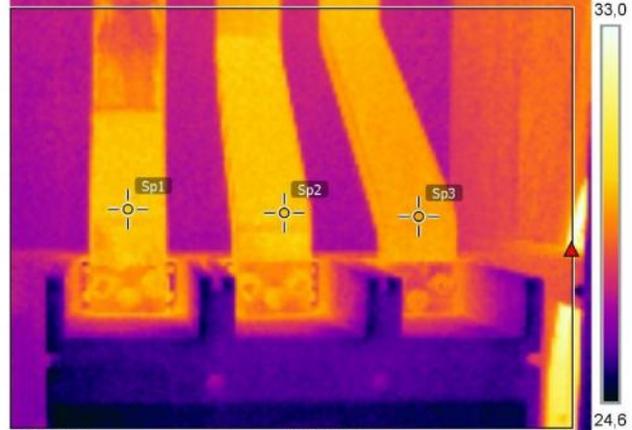
Medidas

Bx1	Max	32,9 °C
Sp1		29,7 °C
Sp2		29,5 °C
Sp3		29,0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

11/12/2018 12:04:07



IR\_7441.jpg

FLIR E40

49005917

11/12/2018 12:04:07



DC\_7442.jpg

- Chiller y Compresores



Medidas

Bx1	Max	40,4 °C
Sp2		36,8 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

28/2/2019 9:41:43



IR\_7870.jpg

FLIR E40

49005917

28/2/2019 9:41:43



DC\_7871.jpg



Medidas

Bx1	Max	39,9 °C
Sp2		27,8 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

28/2/2019 9:42:10



IR\_7873.jpg

FLIR E40

49005917

28/2/2019 9:42:10



DC\_7874.jpg

- Transformador No.1



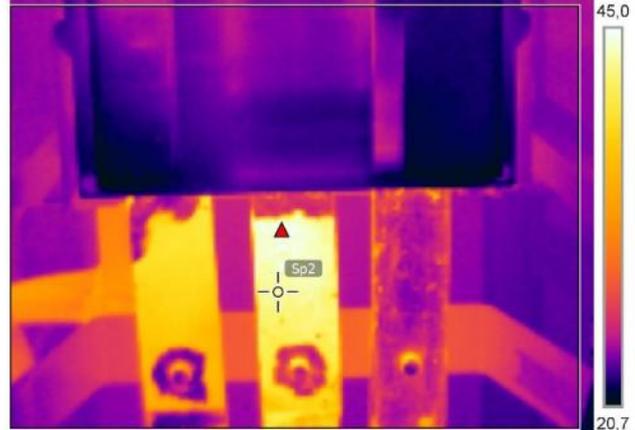
Medidas

Bx1	Max	45,6 °C
Sp2		43,1 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

20/3/2019 7:56:48



IR\_7909.jpg

FLIR E40

49005917

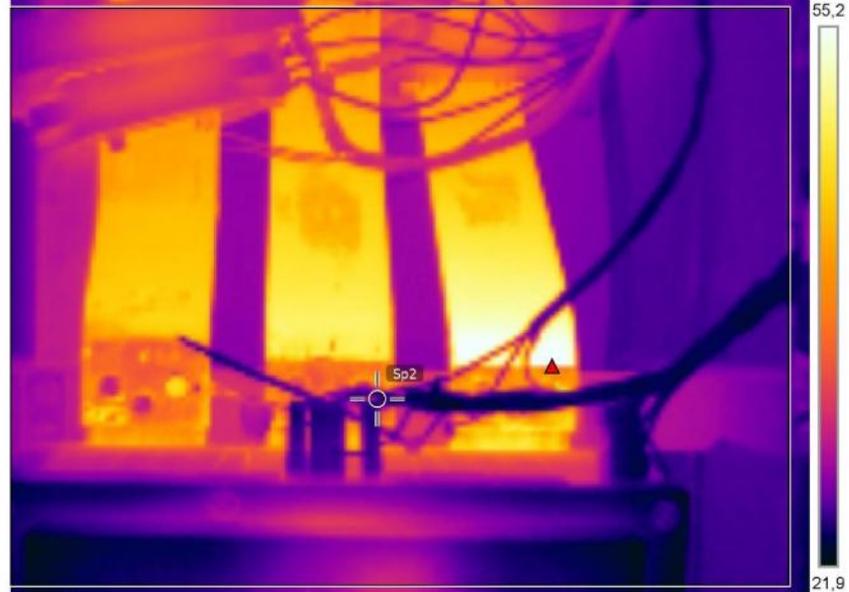
20/3/2019 7:56:48



DC\_7910.jpg



20/3/2019 7:58:50



#### Medidas

Bx1	Max	55,5 °C
Sp2		25,7 °C

#### Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

- Transformador No.2



Medidas

Bx1	Max	45,0 °C
Sp1		29,2 °C
Sp2		27,1 °C
Sp1 - Sp2		2,1 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	20 °C

21/3/2019 10:23:56



IR\_7942.jpg

FLIR E40

49005917

21/3/2019 10:23:56



DC\_7943.jpg

Anotaciones de texto

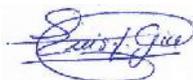
Note	Breaker trafo 2
------	-----------------

---

## PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Gia Belduma Luis Javier** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0705177988. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "**Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad de Energía para la Planta de Producción No.1 en la Empresa Tubos RIVAL S.A.**" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 24 de enero del 2020



F: .....

Gia Belduma Luis Javier  
0705177988