



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELÉCTRICA

TEMA:

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL DE USUARIO EN EL PRIMARIO No 1 DE LA SUBESTACIÓN SALCEDO (69/13.8 KV) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

POSTULANTES:

CULQUI CALVOPIÑA LUIS FERNANDO
BASANTES RODRÍGUEZ MARCO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. TITO RECALDE CHÁVEZ

ASESOR:

ING. WILLIAMS OLALLA

LATACUNGA – ECUADOR

MAYO 2010

AUTORÍA

Nosotros, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y que se ha consultado en dichas bibliografías que se incluye en este documento.

A través de la presente declaración concedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.

Culqui Calvopiña Luis Fernando

Basantes Rodríguez Marco

CERTIFICADO

En cumplimiento a lo estipulado en el art.9 literal f) del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de director de tesis del tema **“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL DE USUARIO EN EL PRIMARIO No 1 DE LA SUBESTACIÓN SALCEDO (69/13.8 KV) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI”**, propuesto por los Egdos. Luis Fernando Culqui Calvopiña y Marco Basantes Rodríguez, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo a los planteamientos formulados por la denuncia y construcción teórica del objeto de estudio.

La claridad y veracidad de su contenido a más del desempeño y dedicación puesto por sus autores en cada etapa de su realización, merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que los autores de la presente tesis se encuentran habilitados para presentarse al acto de defensa de tesis.

Ing. Tito Recalde Chávez
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO

Yo, ingeniero Ricardo Paucár García, en calidad de Director Técnico de la Empresa Eléctrica Cotopaxi S.A. a petición verbal de los interesados:

Certifico de los señores: MARCO GIL BASANTES RODRIGUEZ, portador de la cédula de ciudadanía N°1600183634, y LUIS FERNANDO CULQUI CALVOPIÑA, portador de la cédula de ciudadanía N° 0501392880 realizaron la tesis de grado previa la obtención del título de ingeniero eléctrico con el tema **“Estudio de la Calidad de Energía Eléctrica a Nivel de Usuario en el Primario N° 1 de la Subestación Salcedo (69/13.8 KV)de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A.”** bajo la supervisión de la Dirección Técnica.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los señores Basantes y Culqui hacer uso del presente documento, en la forma que estimen conveniente.

Ing. Eléc. Ricardo Paucár García
DIRECTOR TECNICO

Latacunga, 05 de abril del 2010

Agradecimiento

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por habernos dado la oportunidad de concluir la carrera de Ingeniería Eléctrica, indispensable para el desempeño de nuestras labores diarias

A nuestro Director de Jesús Ingeniero Jito Recalde, por su amistad y aporte importante de conocimientos y tiempo para el desarrollo del presente trabajo.

A la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A. por las facilidades ofrecidas en el desarrollo del presente trabajo.

Marco B.

Fernando C.

Dedicatoria

*Hoy que he alcanzado un anhelo mas en mi vida, obtener el
Titulo de Ingeniero Fléctrico quiero plasmar en este papel mis
sinceros agradecimientos a todos los que de una u otra manera
estuvieron junto a mi.*

*Carmen Amelia, mi madre que es la luz y la más grande
fortuna que el padre todopoderoso me ha dado.*

*Cristy Nikole, Alison Monserath, mis hijas, regalos
favoritos con las cuales compartiré mi vida y a quienes espero
guiarles para que sean personas de bien.*

Fernando.

Dedicatoria

A Dios por haberme dado la oportunidad de existir y tolerarme tanto tiempo.

A Laura, Sonia y Jorge Alejandro y Diego Paúl por haberme dado su apoyo incondicional.

INDICE GENERAL

CONTENIDOS	PÁG.
PORTADA	i
AUTORÍA	ii
INFORME FINAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
RESUMEN	xxix
SUMMARY	xxx
CERTIFICACIÓN DEL SUMMARY	xxxii
INTRODUCCIÓN	xxxiii

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. ELECTRICIDAD Y CALIDAD DE ENERGÍA.....	1
1.1.1. Definición de electricidad.....	1
1.1.2. Potencial y Tensión Eléctrica.....	2
1.1.3. Conductividad y resistividad.....	4
1.1.3.1. Conductores eléctricos.....	5
1.1.3.2. Dieléctricos.....	6
1.1.4. Corriente Eléctrica.....	7
1.1.4.1. Corriente continua.....	8
1.1.4.2. Corriente alterna.....	8
1.1.4.2.1. Corriente trifásica.....	10
1.1.4.2.2. Corriente monofásica.....	12
1.1.5. Generación de Energía Eléctrica.....	12
1.1.5.1. Centrales Termoeléctricas.....	14
1.1.5.2. Centrales Hidroeléctricas.....	15

1.1.6. Suministro Eléctrico.....	16
1.1.7. Transporte de energía eléctrica.....	17
1.1.8. Distribución de Energía Eléctrica.....	18
1.1.9. Calidad de Energía Eléctrica.....	20
<i>1.1.9.1. Tres Perspectivas de la Calidad de la Energía Eléctrica.</i>	22
1.1.10. Terminología para la Descripción de Disturbios.....	23
<i>1.1.10.1. Pico de Voltaje.....</i>	23
<i>1.1.10.2. Depresión de Voltaje (Sags).....</i>	24
<i>1.1.10.3. Dilatación de Voltaje (Swell).....</i>	24
<i>1.1.10.4. Sobrevoltaje.....</i>	25
<i>1.1.10.5. Parpadeo (Flickers).....</i>	25
<i>1.1.10.6. Interrupciones de Energía.....</i>	26
<i>1.1.10.7. Ruido Eléctrico.....</i>	27
<i>1.1.10.8. Armónicos en los Sistemas Eléctricos.....</i>	27
<i>1.1.10.8.1. Distorsión armónica.....</i>	28
1.2. MODELO ELÉCTRICO.....	29
1.2.1. Flujos de Potencia.....	32
1.2.2. Registrador de calidad de potencia, modelo 1744.....	34

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCION DE ELEPCO S.A.	36
2.1.1. Área de concesión.....	36
2.1.2. Fuentes de suministro de energía eléctrica.....	37
2.1.3. Autogeneración.....	38
2.1.4. Nodos de conexión al Sistema Nacional Interconectado.....	38
2.1.5. Sistema de Sub Transmisión.....	39
2.1.6. Subestaciones de Distribución.....	42
2.1.7. Sistema de Distribución Primario.....	43
2.1.8. Sistema de Distribución Secundaria.....	45
2.1.9. Subestación de Distribución Salcedo.....	45

2.1.10. Descripción del Alimentador Norte - Oriente.....	48
2.1.10.1. Sector urbano del Cantón Salcedo.....	49
2.1.10.2. Sector comercial del Cantón Salcedo.....	51
2.1.10.3. Sector rural del Cantón Salcedo.....	52
2.1.10.4. Sector urbano marginal del Cantón Latacunga.....	54
2.1.10.5. Sector rural del Cantón Latacunga.....	56
2.2. ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS TECNICAS DE INVESTIGACION APLICADAS EN ELEPCO S.A.....	58
2.2.1. Encuesta.....	58
2.2.1.1. Población y muestra.....	59
2.2.1.2. Aspectos a investigar.....	61
2.2.1.3. Análisis de las respuestas de las encuestas.....	61
2.2.2. Observación.....	65
2.2.2.1. Ficha de observación.....	65
2.2.2.2. Resultado.....	65
2.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	65

CAPITULO III

PROPUESTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGIA ELÉCTRICA A NIVEL DE USUARIO EN EL PRIMARIO No 1 DE LA SUBESTACION SALCEDO (69/13.8 KV) DE LA EMPRESA ELÉTRICA COTOPAXI

3.1. PRESENTACIÓN.....	67
3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	69
3.3. OBJETIVOS.....	70
3.3.1. Objetivo general.....	70
3.3.2. Objetivos específicos.....	70
3.4. ALCANCE.....	71
3.5. FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	71
3.5.1. Fundamentación Legal.....	72

3.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	74
3.6.1. Análisis y Diagnostico de la Red de Medio Voltaje.....	74
3.6.2. Información.....	74
3.6.2.1. Recopilación.....	75
3.6.2.2. Organización.....	76
3.6.2.3. Manejo y Validación.....	76
3.6.3. Diagnóstico del alimentador.....	77
3.6.3.1. Instalación de banco de capacitores.....	83
3.6.3.2. Instalación combinada de capacitores y reguladores.....	87
3.6.3.3. Seccionamiento de carga.....	89
3.7. ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS.....	92
3.7.1. Salida de la S/E Salcedo.- Arranque del alimentador.....	92
3.7.1.1. Análisis de la variación de voltaje.....	92
3.7.1.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje.....	99
3.7.1.3. Análisis del efecto flicker.....	108
3.7.1.4. Análisis del factor de potencia.....	117
3.7.2. Sector urbano del Cantón Salcedo.....	122
3.7.2.1. Análisis de la variación de voltaje.....	122
3.7.2.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje.....	128
3.7.2.3. Análisis de PST en transformadores del sector urbano del Cantón Salcedo.....	134
3.7.3. Sector Rural del Cantón Salcedo.....	140
3.7.3.1. Análisis de la variación de voltaje.....	140
3.7.3.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje.....	147
3.7.2.3. Análisis de PST en transformadores del sector rural del Cantón Salcedo.....	153
3.7.4. Sector Comercial del Cantón Salcedo.....	159
3.7.4.1. Análisis de la variación de voltaje.....	159
3.7.4.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje.....	168
3.7.4.3. Análisis de PST en transformadores del sector comercial del Cantón Salcedo.....	177
3.7.5. Sector Latacunga Marginal - Urbanización Patria.....	186

3.7.5.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	186
3.7.5.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	192
3.7.5.3. <i>Análisis de PST en transformadores del sector</i> <i>Latacunga Marginal</i>	198
3.7.6. Sector Latacunga Rural.....	204
3.7.6.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	204
3.7.6.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	210
3.7.6.3. <i>Análisis de PST en transformadores del sector</i> <i>Latacunga rural</i>	216
3.7.7. Usuarios Sector Urbano del Cantón Salcedo.....	222
3.7.7.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	222
3.7.7.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	228
3.7.7.3. <i>Análisis de PST en usuarios del sector Salcedo Urbano</i> ...	234
3.7.8. Usuarios Sector Rural del Cantón Salcedo.....	240
3.7.8.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	240
3.7.8.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	246
3.7.8.3. <i>Análisis de PST en usuarios del sector Salcedo Rural</i>	252
3.7.9. Usuarios Sector Comercial del Cantón Salcedo.....	258
3.7.9.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	258
3.7.9.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	264
3.7.9.3. <i>Análisis de PST en usuarios del sector Salcedo</i> <i>Comercial</i>	270
3.7.10. Usuarios Sector Marginal del Cantón Latacunga.....	276
3.7.10.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	276
3.7.10.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	282
3.7.10.3. <i>Análisis de PST en usuarios del sector Latacunga</i> <i>marginal</i>	288
3.7.11. Usuarios Sector Rural del Cantón Latacunga.....	294
3.7.11.1. <i>Análisis de la variación de voltaje</i>	294
3.7.11.2. <i>Análisis de la distorsión armónica de voltaje</i>	300
3.7.11.3. <i>Análisis de PST en usuarios del sector Latacunga</i> <i>Rural</i>	306

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

CONTENIDOS	PÁG.
TABLA N° 2.1: RESUMEN Y CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION DE ELEPCO S.A.....	40
TABLA N° 2.2: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES DE ELEPCO S.A.....	42
TABLA N° 2.3: ALIMENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ELEPCO S.A.....	44
TABLA N° 2.4: DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA S/E DE DISTRIBUCIÓN SALCEDO.....	47
TABLA N° 2.5: TRANSFORMADORES SECTOR URBANO CANTÓN SALCEDO.....	50
TABLA N° 2.6: USUARIOS SECTOR URBANO CANTÓN SALCEDO.....	51
TABLA N° 2.7: TRANSFORMADORES SECTOR COMERCIAL CANTÓN SALCEDO.....	52
TABLA N° 2.8: USUARIOS SECTOR COMERCIAL CANTÓN SALCEDO...	52
TABLA N° 2.9: TRANSFORMADORES SECTOR RURAL CANTÓN SALCEDO.....	53
TABLA N° 2.10: USUARIOS SECTOR RURAL CANTÓN SALCEDO.....	54
TABLA N° 2.11: TRANSFORMADORES SECTOR URBANO MARGINAL CANTÓN LATACUNGA.....	55
TABLA N° 2.12: USUARIOS SECTOR URBANO MARGINAL CANTÓN LATACUNGA.....	56
TABLA N° 2.13: TRANSFORMADORES SECTOR RURAL CANTÓN LATACUNGA.....	57
TABLA N° 2.14: USUARIOS SECTOR RURAL CANTÓN LATACUNGA.....	58
CUADRO N° 2.15: CALIFICACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO.....	62
CUADRO N° 2.16: VARIACIUNES CONTINUAS DEL NIVEL DE TENSIÓN.....	63
CUADRO N° 2.17: HA EXPERIMENTADO VARIACIONES RÁPIDAS DE	

TENSIÓN.....	64
TABLA N° 3.1: ALIMENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ELEPCO S.A.....	75
TABLA N° 3.2: RESULTADOS CONSOLIDADO DEL FLUJO BALANCEADO.....	78
TABLA N° 3.3: SECCIONES DE LÍNEA CON MAYOR CARGA.....	79
TABLA N° 3.4: RESULTADOS CONSOLIDADOS DEL FLUJO POR FASES.....	80
TABLA N° 3.5: INSTALACIÓN 300KVAR EN EL NODO #102490.....	84
TABLA N° 3.6: INSTALACIÓN DE 300KVAR, EN EL NODO #8211 Y 300KVAR EN EL NODO #102490.....	86
TABLA N° 3.7: INSTALACIÓN DE 300KVAR, EN EL NODO #8211 Y 300KVA EN EL NODO #102490.....	88
TABLA N° 3.8: RESULTADOS DEL SECCIONAMIENTO DE CARGA.....	89
TABLA N° 3.9: DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L1 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	93
TABLA N° 3.10: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE LA LÍNEA L1.....	94
TABLA N° 3.11: DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L2 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	95
TABLA N° 3.12: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE LA LÍNEA L2.....	96
TABLA N° 3.13: DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L3 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	97
TABLA N° 3.14: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE LA LÍNEA L3.....	98
TABLA N° 3.15: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.....	100
TABLA N° 3.16: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	101
TABLA N° 3.17: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN	

ACUMULADA THDV DE L2 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.....	103
TABLA N° 3.18: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	104
TABLA N° 3.19: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L3 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.....	106
TABLA N° 3.20: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	107
TABLA N° 3.21: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.....	109
TABLA N° 3.22: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	110
TABLA N° 3.23: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.....	112
TABLA N° 3.24: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	113
TABLA N° 3.25: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L3 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.....	115
TABLA N° 3.26: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	116
TABLA N° 3.27: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P. DE LA LÍNEA 1 DE LA SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.....	118
TABLA N° 3.28: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P. DE LA LÍNEA 2 DE LA SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.....	119
TABLA N° 3.29: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P. DE LA LÍNEA 3 DE LA SALIDA	

Nº1 DE S/E SALCEDO.....	121
TABLA Nº 3.30: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS TRANSFORMADORES SECTOR URBANO DE SALCEDO.....	123
TABLA Nº 3.31: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	124
TABLA Nº 3.32: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS TRANSFORMADORES SECTOR URBANO DE SALCEDO.....	126
TABLA Nº 3.33: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	127
TABLA Nº 3.34: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	129
TABLA Nº 3.35: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	130
TABLA Nº 3.36: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	132
TABLA Nº 3.37: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	133
TABLA Nº 3.38: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	135
TABLA Nº 3.39: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	136
TABLA Nº 3.40: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN	

ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	138
TABLA N° 3.41: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	139
TABLA N° 3.42: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE ZONA SALCEDO RURAL.....	141
TABLA N° 3.43: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LA ZONA SALCEDO RURAL.....	143
TABLA N° 3.44: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE ZONA SALCEDO RURAL.....	145
TABLA N° 3.45: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA ZONA SALCEDO RURAL.....	146
TABLA N° 3.46: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	148
TABLA N° 3.47: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	149
TABLA N° 3.48: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	151
TABLA N° 3.49: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	152
TABLA N° 3.50: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	154

TABLA N° 3.51: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	155
TABLA N° 3.52: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	157
TABLA N° 3.53: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	158
TABLA N° 3.54: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE ZONA SALCEDO COMERCIAL.....	160
TABLA N° 3.55: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	161
TABLA N° 3.56: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	163
TABLA N° 3.57: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	164
TABLA N° 3.58: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L3 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	166
TABLA N° 3.59: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L3 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	167
TABLA N° 3.60: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	169
TABLA N° 3.61: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	170
TABLA N° 3.62: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 TRANSFORMADORES DE	

SALCEDO COMERCIAL.....	172
TABLA N° 3.63: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	173
TABLA N° 3.64: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L3 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	175
TABLA N° 3.65: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L3 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	176
TABLA N° 3.66: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	178
TABLA N° 3.67: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	179
TABLA N° 3.68: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	181
TABLA N° 3.69: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	182
TABLA N° 3.70: DATOS DEL HISTOGRAMA Y ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L3 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	184
TABLA N° 3.71: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L3 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	185
TABLA N° 3.72: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.....	187
TABLA N° 3.73: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1	

TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL...	188
TABLA N° 3.74: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.....	190
TABLA N° 3.75: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL....	191
TABLA N° 3.76: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.....	193
TABLA N° 3.77: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.....	194
TABLA N° 3.78: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.....	196
TABLA N° 3.79: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.....	197
TABLA N° 3.80: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATAACUNGA MARGINAL.....	199
TABLA N° 3.81: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATAACUNGA MARGINAL.....	200
TABLA N° 3.82: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATAACUNGA MARGINAL.....	202
TABLA N° 3.83: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATAACUNGA MARGINAL.....	203
TABLA N° 3.84: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE LOS TRANSFORMADORES	

LATACUNGA RURAL.....	205
TABLA N° 3.85: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	206
TABLA N° 3.86: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	208
TABLA N° 3.87: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	209
TABLA N° 3.88: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	211
TABLA N° 3.89: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	212
TABLA N° 3.90: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	214
TABLA N° 3.91: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	215
TABLA N° 3.91: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	217
TABLA N° 3.92: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.....	217
TABLA N° 3.93: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.....	218
TABLA N° 3.94: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.....	220

TABLA N° 3.95: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.....	221
TABLA N° 3.96: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS SALCEDO URBANO.....	223
TABLA N° 3.97: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS SALCEDO URBANO.....	224
TABLA N° 3.98: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	226
TABLA N° 3.99: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	227
TABLA N° 3.100: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	229
TABLA N° 3.101: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	230
TABLA N° 3.102: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	232
TABLA N° 3.103: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS SALCEDO URBANO.....	233
TABLA N° 3.104: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	235
TABLA N° 3.105: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	236
TABLA N° 3.106: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN	

ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	238
TABLA N° 3.107: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.	239
TABLA N° 3.108: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS SALCEDO RURAL.....	241
TABLA N° 3.109: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS SALCEDO RURAL.....	242
TABLA N° 3.110: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	244
TABLA N° 3.111: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	245
TABLA N° 3.112: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL	247
TABLA N° 3.113: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	248
TABLA N° 3.114: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	250
TABLA N° 3.115: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS SALCEDO RURAL.	251
TABLA N° 3.116: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	253
TABLA N° 3.117: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL....	254
TABLA N° 3.118: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN	

ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	256
TABLA N° 3.119: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL....	257
TABLA N° 3.120: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	259
TABLA N° 3.121: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	260
TABLA N° 3.122: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	262
TABLA N° 3.123: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	263
TABLA N° 3.124: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	265
TABLA N° 3.125: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	266
TABLA N° 3.126: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	268
TABLA N° 3.127: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	269
TABLA N° 3.128: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	271
TABLA N° 3.129: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	272

TABLA N° 3.130: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	274
TABLA N° 3.131: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	275
TABLA N° 3.132: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	277
TABLA N° 3.133: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	278
TABLA N° 3.134: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	280
TABLA N° 3.135: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	281
TABLA N° 3.136: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	283
TABLA N° 3.137: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	284
TABLA N° 3.138: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	286
TABLA N° 3.139: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	287
TABLA N° 3.140: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	289
TABLA N° 3.141: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE	

LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	290
TABLA N° 3.142: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	292
TABLA N° 3.143: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	293
TABLA N° 3.144: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	295
TABLA N° 3.145: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	296
TABLA N° 3.146: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	298
TABLA N° 3.147: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	299
TABLA N° 3.148: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	301
TABLA N° 3.149: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	302
TABLA N° 3.150: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	304
TABLA N° 3.151: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	305
TABLA N° 3.152: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS	

USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	307
TABLA N° 3.153: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	308
TABLA N° 3.154: DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	310
TABLA N° 3.155: DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	311

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

CONTENIDOS	PÁG.
FIGURA 1.1. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA RESISTENCIA.....	4
FIGURA 1.2. CONDUCTOR ELÉCTRICO DE COBRE.....	5
FIGURA 1.3. RECTIFICADOR DE CORRIENTE ALTERNA EN CONTINUA.....	8
FIGURA 1.4. ONDA SENOIDAL.....	10
FIGURA 1.5. VOLTAJE DE LAS FASES DE UN SISTEMA TRIFÁSICO.....	11
FIGURA 1.6. ESQUEMA DE CONEXIÓN DE UN SISTEMA TRIFÁSICO...	11
FIGURA 1.7. CONEXIÓN EN TRIÁNGULO Y EN ESTRELLA.....	12
FIGURA 1.8. CENTRAL TERMOELÉCTRICA.....	14
FIGURA 1.9. ETAPAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LLEGAR AL CONSUMIDOR FINAL.....	16
FIGURA 1.10. TORRE PARA EL TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	18
FIGURA 1.11. PICO DE VOLTAJE.....	23
FIGURA 1.12. DEPRESIÓN DE VOLTAJE.....	24
FIGURA 1.13. DILATACIÓN DE VOLTAJE.....	24
FIGURA 1.14. SOBREVOLTAJE.....	25
FIGURA 1.15. PARPADEO.....	26
FIGURA 1.16. INTERRUPCIÓN DE ENERGÍA.....	26
FIGURA 1.17. RUIDO ELÉCTRICO.....	27
FIGURA 1.18. DISTORCIÓN ARMÓNICA.....	29
FIGURA 1.19. LIBRERÍA PARA ESTRUCTURAS, PROGRAMA SPARD....	30
FIGURA 1.20. LIBRERÍA PARA CONDUCTORES, PROGRAMA SPARD...	30
FIGURA 1.21. LIBRERÍA PARA TRANSFORMADORES, PROGRAMA SPARD.....	31
FIGURA 1.22. VENTANA GRÁFICA, PROGRAMA SPARD.....	33
FIGURA 1.23. ASIGNACIÓN DE CARGA.....	33
FIGURA 1.24. REGISTRADOR DE CALIDAD DE POTENCIA FLUKE.....	35

FIGURA 2.1. AREA DE CONCESIÓN DE ELEPCO S.A.....	37
FIGURA 2.2. NODOS DE CONEXIÓN AL SNI Y DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE SUB TRANSMISIÓN DE ELEPCO S.A....	41
FIGURA 2.3. SUBESTACION SALCEDO.....	46
FIGURA 2.4. ALIMENTADOR NORTE – ORIENTE.....	48
FIGURA 2.5. SECTOR URBANO CANTON SALCEDO.....	50
FIGURA 2.6. SECTOR COMERCIAL CANTON SALCEDO.....	51
FIGURA 2.7. SECTOR RURAL CANTON SALCEDO.....	53
FIGURA 2.8. SECTOR URBANO MARGINAL CANTON LATACUNGA....	55
FIGURA 2.9. SECTOR RURAL CANTON LATACUNGA.....	57
FIGURA 2.10. CALIFICACIÓN DEL SERVICIO ELÈCTRICO.....	62
FIGURA 2.11. VARIACIONES CONTINUAS DEL NIVEL DE TENSIÓN....	63
FIGURA 2.12. HA EXPERIMENTADO VARIACIONES RÁPIDAS DE TENSIÓN.....	64
FIGURA 3.1. PERFIL DE VOLTAJE, NODO 7939.....	81
FIGURA 3.2. PERFIL DE VOLTAJE, NODO 62029.....	82
FIGURA 3.3. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN ORIENTE.....	84
FIGURA 3.4. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN NORTE.....	85
FIGURA 3.5. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN NORTE.....	86
FIGURA 3.6. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN ORIENTE.....	87
FIGURA 3.7. PERFIL DE VOLTAJE CON CAPACITORES Y REGULADORES.....	88
FIGURA 3.8. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIONAMIENTO DE CARGA NORTE.....	90
FIGURA 3.9. PERFIL DE VOLTAJE, SECCIONAMIENTO DE CARGA ORIENTE	91
FIGURA 3.10. HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L1 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	92
FIGURA 3.11. CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	93
FIGURA 3.12. HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN VOLTAJE DE L2 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	95

FIGURA 3.13. CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	96
FIGURA 3.14. HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN VOLTAJE DE L3 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	97
FIGURA 3.15. CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	98
FIGURA 3.16. HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 1 DE SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	99
FIGURA 3.17. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	100
FIGURA 3.18. HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 2 DE SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	102
FIGURA 3.19. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	103
FIGURA 3.20. HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 3 DE SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	105
FIGURA 3.21. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	106
FIGURA 3.22. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA 1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	108
FIGURA 3.23. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA 1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	109
FIGURA 3.24. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA 2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	111
FIGURA 3.25. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA 2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	112
FIGURA 3.26. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA 3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	114
FIGURA 3.27. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA 3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	115
FIGURA 3.28. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA 1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.....	117

FIGURA 3.29. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA 2 SALIDA Nº1 S/E SALCEDO.....	118
FIGURA 3.30. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA 3 SALIDA Nº1 S/E SALCEDO.....	120
FIGURA 3.31. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	122
FIGURA 3.32. CAMPANA GAUSS DV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	123
FIGURA 3.33. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	125
FIGURA 3.34. CAMPANA GAUSS DV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	126
FIGURA 3.35. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	128
FIGURA 3.36. CAMPANA DE GAUSS DE THD V LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	129
FIGURA 3.37. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	131
FIGURA 3.38. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.....	132
FIGURA 3.39. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	134
FIGURA 3.40. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	135
FIGURA 3.41. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	137
FIGURA 3.42. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.....	138
FIGURA 3.43. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	140

FIGURA 3.44. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LA ZONA SALCEDO RURAL..	142
FIGURA 3.45. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	144
FIGURA 3.46. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA ZONA SALCEDO RURAL..	145
FIGURA 3.47. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	147
FIGURA 3.48. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	148
FIGURA 3.49. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	150
FIGURA 3.50. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	151
FIGURA 3.51. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL	153
FIGURA 3.52. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	154
FIGURA 3.53. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.	156
FIGURA 3.54. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.....	157
FIGURA 3.55. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	159
FIGURA 3.56. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	160
FIGURA 3.57. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	162
FIGURA 3.58. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	163

FIGURA 3.59. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L3 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	165
FIGURA 3.60. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L3 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	166
FIGURA 3.61. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL	168
FIGURA 3.62. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	169
FIGURA 3.63. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.....	171
FIGURA 3.64. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	172
FIGURA 3.65. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L3 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL	174
FIGURA 3.66. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L3 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	175
FIGURA 3.67. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	177
FIGURA 3.68. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	177
FIGURA 3.69. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L2 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	180
FIGURA 3.70. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	181
FIGURA 3.71. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L3 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.....	183
FIGURA 3.72. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L3 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.....	184

FIGURA 3.73. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	186
FIGURA 3.74. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LA LATACUNGA MARGINAL	187
FIGURA 3.75. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	189
FIGURA 3.76. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA LATACUNGA MARGINAL	190
FIGURA 3.77. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.....	192
FIGURA 3.78. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	193
FIGURA 3.79. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.....	195
FIGURA 3.80. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	196
FIGURA 3.81. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.....	198
FIGURA 3.82. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	199
FIGURA 3.83. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L2 TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.....	201
FIGURA 3.84. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.....	202
FIGURA 3.85. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA	204

RURAL...	
FIGURA 3.86. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	205
FIGURA 3.87. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL..	207
FIGURA 3.88. CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA LATACUNGA RURAL.....	208
FIGURA 3.89. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL...	210
FIGURA 3.90. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	211
FIGURA 3.91. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL...	213
FIGURA 3.92. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	214
FIGURA 3.93. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L1 TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.....	216
FIGURA 3.94. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	217
FIGURA 3.94. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	219
FIGURA 3.96. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.....	220
FIGURA 3.97. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS SALCEDO URBANO.....	222
FIGURA 3.98. CAMPANA GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	223
FIGURA 3.99. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS SALCEDO URBANO.....	225
FIGURA 3.100. CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	226

FIGURA 3.101. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	228
FIGURA 3.102. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	229
FIGURA 3.103. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 USUARIOS SALCEDO URBANO.....	231
FIGURA 3.104. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO URBANO.....	232
FIGURA 3.105. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS SALCEDO URBANO.....	234
FIGURA 3.106. DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	235
FIGURA 3.107. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE USUARIOS SALCEDO URBANO.....	237
FIGURA 3.108. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.....	238
FIGURA 3.109. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS SALCEDO RURAL.....	240
FIGURA 3.110. CAMPANA GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	241
FIGURA 3.111. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS SALCEDO RURAL.....	243
FIGURA 3.112. CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	244
FIGURA 3.113. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	246
FIGURA 3.114. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	247
FIGURA 3.115. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 USUARIOS SALCEDO RURAL.....	249
FIGURA 3.116. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO RURAL.....	250

FIGURA 3.117. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS SALCEDO RURAL.....	252
FIGURA 3.118. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	253
FIGURA 3.119. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE USUARIOS SALCEDO RURAL.....	255
FIGURA 3.120. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.....	256
FIGURA 3.121. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	258
FIGURA 3.122. CAMPANA GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	259
FIGURA 3.123. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	261
FIGURA 3.124. CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	262
FIGURA 3.125. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL...	264
FIGURA 3.126. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	265
FIGURA 3.127. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.....	267
FIGURA 3.128. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO RURAL.....	268
FIGURA 3.129. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS SALCEDO COMERCIAL...	270
FIGURA 3.130. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	271
FIGURA 3.131. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE USUARIOS SALCEDO COMERCIAL...	273
FIGURA 3.132. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.....	274

FIGURA 3.133. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	276
FIGURA 3.134. CAMPANA GAUSS DV L1 USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	277
FIGURA 3.135. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	279
FIGURA 3.136. CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	280
FIGURA 3.137. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	282
FIGURA 3.138. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	283
FIGURA 3.139. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	285
FIGURA 3.140. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	286
FIGURA 3.141. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	288
FIGURA 3.142. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	289
FIGURA 3.143. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.....	291
FIGURA 3.144. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.....	292
FIGURA 3.145. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	294
FIGURA 3.146. CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	295
FIGURA 3.147. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV	

L2 USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	297
FIGURA 3.148. CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	298
FIGURA 3.149. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	300
FIGURA 3.150. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	301
FIGURA 3.151. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2 USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	303
FIGURA 3.152. CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	304
FIGURA 3.153. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	306
FIGURA 3.154. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	307
FIGURA 3.155. HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.....	309
FIGURA 3.156. CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.....	310

RESUMEN

El presente trabajo investigativo describe las causas, efectos y soluciones de las variaciones de voltaje, distorsión armónica de voltaje, distorsión armónica de corriente, flicker, y factor de potencia de una muestra de usuarios finales servidos por el alimentador “1” de la subestación San Rafael de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi.

Además se realizó el análisis y diagnóstico de la red de medio voltaje (con los datos obtenidos de la corrida de flujos de potencia) para determinar si operativamente presenta partes críticas, identificar los elementos en conflicto o con problemas y establecer las alternativas de solución, todo esto, bajo la intención de mejorar el producto energético que el usuario final ha de recibir refiriéndose principalmente a los niveles de voltaje de la red dentro de los estándares permitidos por el organismo de control y regulación eléctrica del CONELEC.

Para los análisis estadísticos de los parámetros en estudio, se establecieron sectores representativos a lo largo del alimentador, escogidos en base al tipo de consumidor predominante en cada uno de ellos. Los datos necesarios se obtuvieron mediante la instalación de equipos analizadores de carga en: transformadores de distribución, usuarios finales (escogidos aleatoriamente), así como también en barras del alimentador a nivel de Subestación.

Las mediciones realizadas y el análisis de las mismas, se sujetan a la metodología establecida por la regulación CONELEC 004/01, en lo que respecta a la calidad del producto.

SUMMARY

The present investigative work describes the causes, goods and solutions of the voltage variations, harmonic distortion of voltage, harmonic distortion of current, flicker, and power factor of a sample of end users served by the feeder “1” of the substation San Rafael of the Provincial Electric Company Cotopaxi.

He was also carried out the analysis and diagnosis of the net of half voltage (with the obtained data of the race of flows of power) to determine if operatively it presents critical parts, to identify the elements in conflict or with problems and to establish the solution alternatives, all this, under the intension of improving the energy product that the end user must receive referring mainly at the levels of voltage of the net inside the standards allowed by the regulatory agency and electric regulation of the CONELEC.

For the statistical analyses of the parameters in study, representative sectors settled down along the feeder, chosen based on predominant consumer's type in each one of them. The necessary data were obtained by means of the installation of analyzing teams of load in: distribution transformers, end users (chosen aleatorily), as well as in bars of the feeder at level of Substation.

The realized mensurations and the analysis of the same ones, they are held to the methodology settled down by the regulation CONELEC 004/01, in what concerns to the quality of the product.

CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar, que la traducción del idioma inglés del resumen de la tesis “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ENERGIA ELÉCTRICA A NIVEL DE USUARIO EN EL PRIMARIO No 1 DE LA SUBESTACION SALCEDO (69/13.8 KV) DE LA EMPRESA ELÉTRICA COTOPAXI”. De los señores egresados: Basantes Rodríguez Marco y Culqui Calvopiña Luis Fernando, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido de acuerdo a la estructura del idioma inglés.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a su interés.

Atentamente;

Lic. Liliana Avilés
C.C. 050237905-0
DOCENTE DE INGLES DEL COLEGIO NACIONAL EXPERIMENTAL SALCEDO

Latacunga, 12 de enero del 2010

INTRODUCCIÓN

El término “Calidad de energía” se emplea para referirse al estándar de calidad de corriente alterna que las Empresas de Distribución y Comercialización del Ecuador deben suministrar a sus clientes, en términos de:

- Voltaje constante
- Forma de onda sinusoidal
- Frecuencia constante

Las desviaciones respecto a los estándares de calidad ocasionan daños a los equipos eléctricos.

Actualmente en el Ecuador se encuentra en vigencia el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en el cual se establecen las disposiciones que fijan los estándares mínimos de calidad que garanticen a los usuarios un suministro eléctrico continuo, adecuado y oportuno. El Reglamento también establece que los usuarios finales de la energía eléctrica están obligados a cumplir con ciertos requerimientos mínimos que aseguren un buen empleo de la energía eléctrica y que no ocasionen perturbaciones en las redes eléctricas de distribución.

La causa de estas perturbaciones fundamentalmente se debe a la utilización de equipos electrónicos de potencia que en los últimos años han permitido un uso eficiente de la energía eléctrica y aumentos en la productividad de la industria pero, por otra parte, han provocado perturbaciones en las redes eléctricas, donde las corrientes armónicas generadas por las propias cargas (equipos electrónicos) distorsionan la forma de onda de corriente sinusoidal original y perturban la operación de estos mismos equipos, provocando además, calentamientos excesivos y pérdidas de energía en máquinas eléctricas, conductores y demás equipos del sistema eléctrico.

El problema no sólo se presenta en el propio usuario propietario de los equipos que generan los armónicos, sino que a través de las líneas de distribución y de transmisión puede propagarse a otros usuarios de la red eléctrica.

Es importante también mencionar, que existen otras fuentes de disturbios que no están asociadas con el suministro eléctrico. Estas pueden incluir descargas electrostáticas, interferencia electromagnética radiada, y errores de operadores. Adicionalmente, los factores mecánicos y ambientales juegan un papel importante en los disturbios del sistema; ‘estos pueden incluir temperatura, vibración excesiva, y conexiones flojas.

Por lo tanto hacer un estudio de calidad de energía eléctrica, es el primer paso para identificar los problemas en circuitos eléctricos de potencia, y es la obligación de las empresas distribuidoras hacerlo en forma planificada tendiente a demostrar ante los entes reguladores que está cumpliendo con los estándares vigentes en el País.

El estudio de la calidad de energía eléctrica permite identificar las tres causas fundamentales que afectan a la potencia eléctrica: variaciones de voltaje, interrupciones en el suministro y distorsión de la onda de tensión debido a la presencia de armónicos en la red, para lo cual es necesario efectuar el siguiente proceso:

1. Planteo del problema.
2. Inspección en el sitio.
3. Monitoreo (registros de los parámetros eléctricos con analizadores de red).
4. Análisis de los registros obtenidos.
5. Resultados y conclusiones de la utilización de la energía.
6. Aplicación de los correctivos.

La aplicación de correctivos serán efectuados en forma inmediata realizando labores consideradas como mantenimiento; a mediano plazo trabajos que implican necesariamente inversión de recursos económicos.

Una vez efectuado los correctivos necesariamente deberán comprobarse las mejoras, para ello será conveniente nuevamente instalar analizadores de carga cuyos registros de los parámetros eléctricos antes y después de las labores efectuadas nos indicaran el grado de eficiencia que tuvieron las acciones tomadas.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. ELECTRICIDAD Y CALIDAD DE ENERGÍA

1.1.1. Definición de Electricidad.

Según la dirección electrónica <http://es.wikipedia.org>. El término electricidad proviene del griego *elektron*, cuyo significado es ámbar. “Es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros”. Se puede observar de forma natural en fenómenos atmosféricos, por ejemplo los rayos, que son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la ionosfera y la superficie terrestre (proceso complejo del que los rayos solo forman una parte).

Otros mecanismos eléctricos naturales los podemos encontrar en procesos biológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso. Es la base del funcionamiento de muchas máquinas, desde pequeños electrodomésticos hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, y asimismo de todos los dispositivos electrónicos. Además es esencial para la producción de sustancias químicas como el aluminio y el cloro.

También se denomina electricidad a la rama de la física que estudia las leyes que rigen el fenómeno y a la rama de la tecnología que la usa en aplicaciones prácticas. Desde que, en 1831, Faraday descubriera la forma de producir corrientes eléctricas por inducción —fenómeno que permite transformar energía mecánica en energía eléctrica— se ha convertido en una de las formas de energía

más importantes para el desarrollo tecnológico debido a su facilidad de generación y distribución y a su gran número de aplicaciones.

La electricidad es originada por las cargas eléctricas, en reposo o en movimiento, y las interacciones entre ellas. Cuando varias cargas eléctricas están en reposo relativo se ejercen entre ellas fuerzas electrostáticas. Cuando las cargas eléctricas están en movimiento relativo se ejercen también fuerzas magnéticas. Se conocen dos tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Los átomos que conforman la materia contienen partículas subatómicas positivas (protones), negativas (electrones) y neutras (neutrones). También hay partículas elementales cargadas que en condiciones normales no son estables, por lo que se manifiestan sólo en determinados procesos como los rayos cósmicos y las desintegraciones radiactivas.

1.1.2 Potencial y Voltaje Eléctrico

De acuerdo a lo definido por la dirección electrónica <http://www.asifunciona.com/eletrotecnia>: El voltaje, tensión o diferencia de potencial: “es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica”. Su unidad de medida en el SI son los voltios. A la diferencia de energía potencial entre dos puntos se le denomina voltaje. Esta tensión puede ser vista como si fuera una "presión eléctrica" debido a que cuando la presión es uniforme no existe circulación de cargas y cuando dicha "presión" varía se crea un campo eléctrico que a su vez genera fuerzas en las cargas eléctricas. Matemáticamente, la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos A y B es la integral de línea del campo eléctrico:

$$V(A) - V(B) = - \int_B^A \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Generalmente se definen los potenciales referidos a un punto inicial dado. A veces se escoge uno situado infinitamente lejos de cualquier carga eléctrica. Cuando no hay campos magnéticos variables, el valor del potencial no depende de la trayectoria usada para calcularlo, sino únicamente de sus puntos iniciales y final. Se dice entonces que el campo eléctrico es *conservativo*. En tal caso, si la carga eléctrica q es tan pequeña que no modifica significativamente \vec{E} , la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos A y B será el trabajo W por unidad de carga, que debe ejercerse en contra del campo eléctrico \vec{E} para llevar q desde B hasta A . Es decir:

$$V = \frac{W}{q} .$$

Otra de las formas de expresar el voltaje entre dos puntos es en función de la intensidad de corriente y la resistencia existente entre ellos. Así se obtiene uno de los enunciados de la ley de Ohm:

$$V = R \cdot I$$

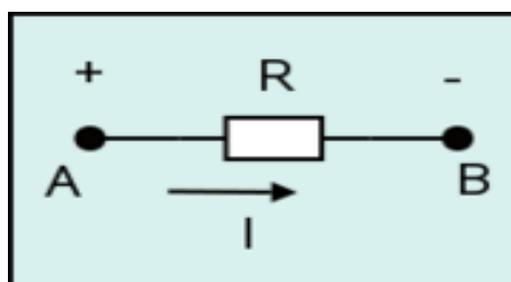
Cuando por dos puntos de un circuito puede circular una corriente eléctrica, la polaridad de la caída de tensión viene determinada por la dirección convencional de la misma; esto es, del punto de mayor potencial al de menor. En el caso de campos no estacionarios el campo eléctrico no es conservativo y la integral de línea del campo eléctrico contiene efectos provenientes de los campos magnéticos variables inducidos o aplicados, que corresponden a una fuerza electromotriz inducida (f.e.m.), que también se mide en voltios.

La fuerza electromotriz, cuyo origen es la inyección de energía externa al circuito, permite mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado. Esta energía puede representarse por un campo de origen externo cuya circulación (integral de línea sobre una trayectoria cerrada C) define la fuerza electromotriz del generador.

$$\oint_C \vec{E} ds$$

Esta expresión corresponde al trabajo que el generador realiza para forzar el paso por su interior de una carga, del polo negativo al positivo (es decir, en contra de las fuerzas eléctricas), dividido por el valor de dicha carga. El trabajo así realizado puede tener origen mecánico (dínamo), químico (batería), térmico (efecto termoeléctrico) o de otro tipo.

FIGURA N°1.1: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA RESISTENCIA



FUENTE: Electricidad básica

REALIZADO POR: Grupo de investigadores

Representación esquemática de una resistencia R por la que circula una intensidad de corriente I debido a la diferencia de potencial entre los puntos A y B .

1.1.3 Conductividad y Resistividad

La conductividad eléctrica es la propiedad de los materiales que cuantifica la facilidad con que las cargas pueden moverse cuando un material es sometido a un campo eléctrico.

La resistividad es una magnitud inversa a la conductividad, aludiendo al grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos, dando una idea de lo buen o mal conductor que es. Un valor alto de resistividad indica que el material es mal conductor, mientras que uno bajo indicará que es un buen conductor. Generalmente la resistividad de los metales aumenta con la

temperatura, mientras que la de los semiconductores disminuye ante el aumento de la temperatura.

Los materiales se clasifican según su conductividad eléctrica o resistividad en conductores, dieléctricos, semiconductores y superconductores.

FIGURA N°1.2: CONDUCTOR ELÉCTRICO DE COBRE



Fuente: Electro cables

Realizado por: Grupo de investigadores

1.1.3.1 Conductores Eléctricos.

Son aquellos materiales que, al entrar en contacto con un cuerpo cargado de electricidad, logran transmitir dicha electricidad a todos los puntos de su superficie. Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones.

Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como son el grafito, las soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) y cualquier material en estado de plasma. Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el metal más empleado es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alto voltaje.

1.1.3.2 Dieléctricos.

Son los materiales que no conducen la electricidad, por lo que pueden ser utilizados como aislantes. Algunos ejemplos de este tipo de materiales son vidrio, cerámica, plásticos, goma, mica, cera, papel, madera seca, porcelana, algunas grasas para uso industrial y electrónico y la baquelita. Aunque no existen materiales absolutamente aislantes o conductores, sino mejores o peores conductores, son materiales muy utilizados para evitar cortocircuitos (forrando con ellos los conductores eléctricos, para mantener alejadas del usuario determinadas partes de los sistemas eléctricos que, de tocarse accidentalmente cuando se encuentran en voltaje, pueden producir una descarga) y para confeccionar aisladores (elementos utilizados en las redes de distribución eléctrica para fijar los conductores a sus soportes sin que haya contacto eléctrico). Algunos materiales, como el aire o el agua, son aislantes bajo ciertas condiciones pero no para otras. El aire, por ejemplo, es aislante a temperatura ambiente pero, bajo condiciones de frecuencia de la señal y potencia relativamente bajas, puede convertirse en conductor.

La conductividad se designa por la letra griega sigma minúscula (σ) y se mide en siemens por metro, mientras que la resistividad se designa por la letra griega *rho* minúscula (ρ) y se mide en ohms por metro ($\Omega \cdot m$, a veces también en $\Omega \cdot mm^2/m$).

La ley de Ohm describe la relación existente entre la intensidad de corriente que circula por un circuito, el voltaje de esa corriente eléctrica y la resistencia que ofrece el circuito al paso de dicha corriente: la diferencia de potencial (V) es directamente proporcional a la intensidad de corriente (I) y a la resistencia (R). Se describe mediante la fórmula:

$$V = I \times R$$

Esta definición es válida para la corriente continua y para la corriente alterna cuando se trate de elementos resistivos puros, esto es, sin componente inductiva ni

capacitiva De existir estos componentes reactivos, la oposición presentada a la circulación de corriente recibe el nombre de impedancia.

1.1.4 Corriente Eléctrica

Se denomina corriente eléctrica al flujo de carga eléctrica a través de un material sometido a una diferencia de potencial. Históricamente, se definió como un flujo de cargas positivas y se fijó el sentido convencional de circulación de la corriente como un flujo de cargas desde el polo positivo al negativo. Sin embargo, posteriormente se observó, gracias al efecto Hall, que en los metales los portadores de carga son electrones, con carga negativa, y se desplazan en sentido contrario al convencional.

A partir de la corriente eléctrica se definen dos magnitudes: la intensidad y la densidad de corriente. El valor de la intensidad de corriente que atraviesa un circuito es determinante para calcular la sección de los elementos conductores del mismo.

- La intensidad de corriente (I) en una sección dada de un conductor (s) se define como la carga eléctrica (Q) que atraviesa la sección en una unidad de tiempo (t):

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Si la intensidad de corriente es constante, entonces

$$I = \frac{Q}{t}$$

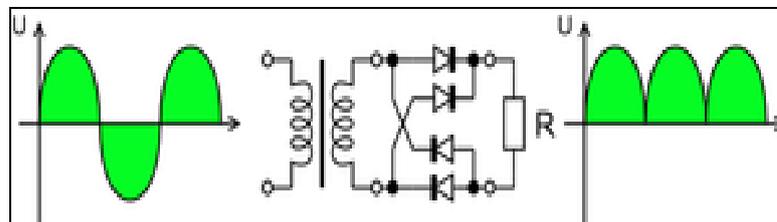
- La densidad de corriente (j) es la intensidad de corriente que atraviesa una sección por unidad de superficie de la sección (S).

$$j = \frac{I}{S}$$

1.1.4.1 Corriente Continua

Se denomina corriente continua (CC en español, en inglés DC, de *Direct Current*) al flujo de cargas eléctricas que no cambia de sentido con el tiempo. La corriente eléctrica a través de un material se establece entre dos puntos de distinto potencial. Cuando hay corriente continua, los terminales de mayor y menor potencial no se intercambian entre sí. Es errónea la identificación de la corriente continua con la corriente constante (ninguna lo es, ni siquiera la suministrada por una batería). Es continua toda corriente cuyo sentido de circulación es siempre el mismo, independientemente de su valor absoluto.

FIGURA N° 1.3: RECTIFICADOR DE CORRIENTE ALTERNA EN CONTINUA



Fuente: Electricidad básica

Realizado por: Los Investigadores

El rectificador de corriente alterna en continua, con puente de Gratz se emplea cuando el voltaje de salida tiene un valor distinto de la tensión de entrada.

1.1.4.2 Corriente Alterna

Se denomina corriente alterna (simbolizada CA en español y AC en inglés, de *Alternating Current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente

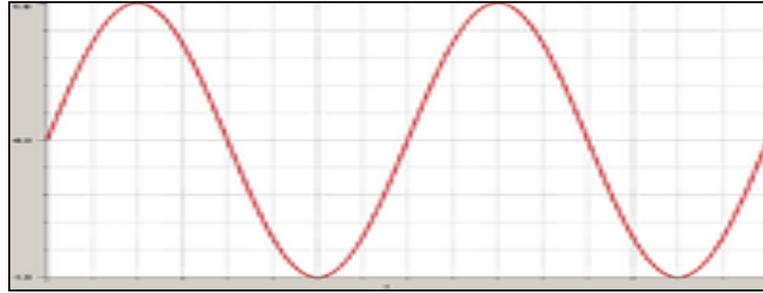
utilizada es la de una onda senoidal. En el uso coloquial, "corriente alterna" se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas.

El sistema usado hoy en día fue ideado fundamentalmente por Nikola Tesla, y la distribución de la corriente alterna fue comercializada por George Westinghouse. Otros que contribuyeron al desarrollo y mejora de este sistema fueron Lucien Gaulard, John Gibbs y Oliver Shallenget entre los años 1881 y 1889. La corriente alterna superó las limitaciones que aparecían al emplear la corriente continua (CC), la cual constituye un sistema ineficiente para la distribución de energía a gran escala debido a problemas en la transmisión de potencia.

La razón del amplio uso de la corriente alterna, que minimiza los problemas de transmisión de potencia, viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la corriente continua. La energía eléctrica transmitida viene dada por el producto de la tensión, la intensidad y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, se puede, mediante un transformador, modificar el voltaje hasta altos valores (alta tensión), disminuyendo en igual proporción la intensidad de corriente. Esto permite que los conductores sean de menor sección y, por tanto, de menor costo; además, minimiza las pérdidas por efecto Joule, que dependen del cuadrado de la intensidad. Una vez en el punto de consumo o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para permitir su uso industrial o doméstico de forma cómoda y segura.

Las frecuencias empleadas en las redes de distribución son 50 y 60 Hz. El valor depende del país.

FIGURA N° 1.4: ONDA SENOIDAL



Fuente: Electricidad básica

Realizado por: Los Investigadores

1.1.4.2.1 Corriente Trifásica

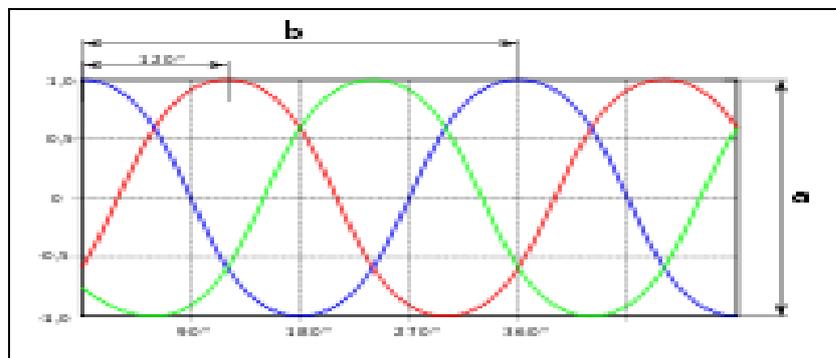
Se denomina corriente trifásica al conjunto de tres corrientes alternas de igual frecuencia, amplitud y valor eficaz que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° , y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

La generación trifásica de energía eléctrica es más común que la monofásica y proporciona un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es mayoritaria para transportar y distribuir energía eléctrica y para su utilización industrial, incluyendo el accionamiento de motores. Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, arrolladas en un sistema de tres electroimanes equidistantes angularmente entre sí.

Los conductores de los tres electroimanes pueden conectarse en estrella o en triángulo. En la disposición en estrella cada bobina se conecta a una fase en un extremo y a un conductor común en el otro, denominado *neutro*. Si el sistema está equilibrado, la suma de las corrientes de línea es nula, con lo que el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables. En la disposición en triángulo o delta cada bobina se conecta entre dos hilos de fase, de forma que un extremo de cada bobina está conectado con otro extremo de otra bobina.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas, tales como la economía de sus líneas de transporte de energía (hilos más finos que en una línea monofásica equivalente) y de los transformadores utilizados, así como su elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante y no pulsada, como en el caso de la línea monofásica.

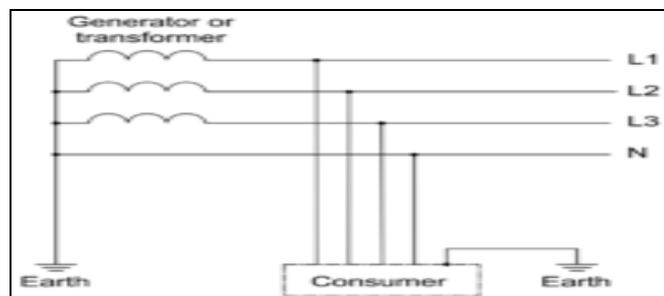
FIGURA N° 1.5: VOLTAJE DE LAS FASES DE UN SISTEMA TRIFÁSICO



Fuente: Electricidad básica

Realizado por: Los Investigadores

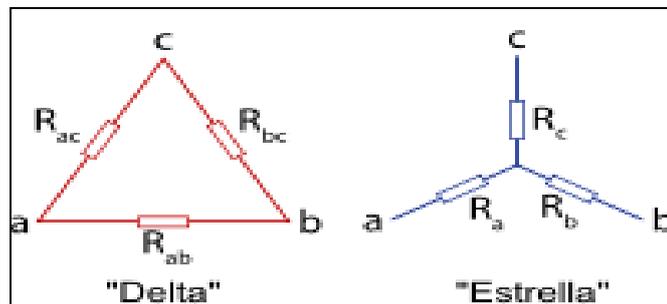
FIGURA N° 1.6: ESQUEMA DE CONEXIÓN DE UN SISTEMA TRIFÁSICO



Fuente: Electricidad básica

Realizado por: Los Investigadores

FIGURA N° 1.7: CONEXIÓN EN TRIÁNGULO Y EN ESTRELLA



Fuente: Electricidad básica

Realizado por: Los Investigadores

1.1.4.2.2 Corriente Monofásica

Se denomina corriente monofásica a la que se obtiene de tomar una fase de la corriente trifásica y un cable neutro. En Ecuador y demás países utilizan valores similares para la generación y transmisión de energía eléctrica, este tipo de corriente facilita un voltaje de 120/240 voltios, lo que la hace apropiada para que puedan funcionar adecuadamente la mayoría de electrodomésticos y luminarias que hay en las viviendas.

1.1.5 Generación de Energía Eléctrica

Desde que Nikola Tesla descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la electricidad a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución. Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta. Así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer Mundo apenas disfrutaban de sus ventajas.

La generación, en términos generales, consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica, sea esta química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Las centrales generadoras se pueden clasificar en termoeléctricas (de combustibles fósiles, biomasa, nucleares o solares), hidroeléctricas, eólicas, solares fotovoltaicas o mareomotrices. La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los tres primeros tipos de centrales reseñados: termoeléctricas, hidroeléctricas y eólicas. Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un alternador, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que se destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la meteorología, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda.

La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar el suministro. Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos. En general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que deben ser utilizados, siendo normalmente de base la nuclear o la eólica, de valle las termoeléctricas de combustibles fósiles y de pico la hidroeléctrica principalmente. Los combustibles fósiles y la hidroeléctrica también pueden usarse como base si es necesario.

1.1.5.1 Centrales Termoeléctricas

Una central termoeléctrica o central térmica es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de calor. Este calor puede obtenerse tanto de combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón) como de la fisión nuclear del uranio u otro combustible nuclear. Las centrales que en el futuro utilicen la fusión también serán centrales termoeléctricas.

En su forma más clásica, las centrales termoeléctricas consisten en una caldera en la que se quema el combustible para generar calor que se transfiere a unos tubos por donde circula agua, la cual se evapora. El vapor obtenido, a alta presión y temperatura, se expande a continuación en una turbina de vapor, cuyo movimiento impulsa un alternador que genera la electricidad.

En las centrales termoeléctricas denominadas de ciclo combinado se usan los gases de la combustión del gas natural para mover una turbina de gas. Como, tras pasar por la turbina, esos gases todavía se encuentran a alta temperatura, se reutilizan para generar vapor que mueve una turbina de vapor. Cada una de estas turbinas impulsa un alternador, como en una central termoeléctrica común.

FIGURA N° 1.8: CENTRAL TERMOELÉCTRICA



Fuente: Foto de centrales termoeléctricas en EEUU

Realizado por: Los Investigadores

1.1.5.2 Centrales Hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa situada a más alto nivel que la central. El agua fluye por una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante turbinas hidráulicas se produce la electricidad en alternadores. Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad, son:

- La potencia, que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la central, y del caudal máximo que puede mover las turbinas, además de las características de las turbinas y de los generadores.
- La energía garantizada en un lapso determinado, generalmente un año, que es función del volumen útil del embalse, de la pluviometría anual y de la potencia instalada.

La potencia de una central hidroeléctrica puede variar desde unos pocos megavatios (MW) hasta varios giga vatios (GW). Por debajo de 10 MW se denominan mini centrales. En China se encuentra la mayor central hidroeléctrica del mundo (la Presa de las Tres Gargantas), con una potencia instalada de 22.500 MW. La segunda es la Represa de Itaipú (que pertenece a Brasil y Paraguay), con una potencia instalada de 14.000 MW repartida en 20 turbinas de 700 MW cada una.

La utilización de esta forma de energía presenta problemas medioambientales derivados de la necesidad de construcción de grandes embalses en los que se acumula agua, que deja de poder emplearse para otros usos, tiende a aumentar su salinidad y obstaculiza la circulación de la fauna acuática, entre otros.

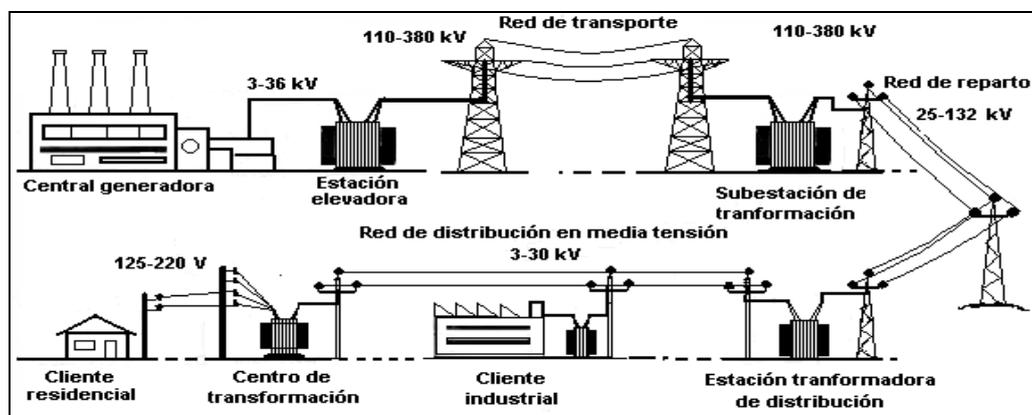
Las centrales mareomotrices utilizan el flujo y reflujo de las mareas. En general, pueden ser útiles en zonas costeras donde la amplitud de la marea sea amplia y las condiciones morfológicas de la costa permitan la construcción de una presa que corte la entrada y salida de la marea en una bahía. Se genera energía tanto en el momento del llenado como en el momento del vaciado de la bahía.

Actualmente se encuentra en desarrollo la explotación comercial de la conversión en electricidad del potencial energético que tiene el oleaje del mar, en las llamadas centrales undimotrices.

1.1.6 Suministro Eléctrico

Se denomina suministro eléctrico al conjunto de etapas que son necesarias para que la energía eléctrica llegue al consumidor final. Como la energía eléctrica es difícil de almacenar, este sistema tiene la particularidad de generar y distribuir la energía conforme ésta es consumida. Por otra parte, debido a la importancia de la energía eléctrica, el suministro es vital para el desarrollo de los países y de interés para los gobiernos nacionales, por lo que estos cuentan con instituciones especializadas en el seguimiento de las tres etapas fundamentales: generación, transmisión y distribución.

FIGURA N° 1.9: ETAPAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LLEGAR AL CONSUMIDOR FINAL



Fuente: Sistemas de distribución de energía

Realizado por: Los Investigadores

1.1.7 Transporte de Energía Eléctrica

La red de transporte es la parte del sistema constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias la energía generada en las centrales eléctricas. Para ello, los volúmenes de energía eléctrica producidos deben ser transformados, elevándose su nivel de tensión. Esto se hace considerando que para un determinado nivel de potencia a transmitir, al elevar el voltaje se reduce la intensidad de corriente eléctrica que circulará, reduciéndose las pérdidas por efecto Joule. Con este fin se emplean subestaciones elevadoras con equipos eléctricos denominados transformadores; de esta manera, una red de transmisión opera usualmente con voltajes del orden de 220 kV y superiores, denominados alta tensión, de 440 kV.

Parte fundamental de la red son las líneas de transporte. Una línea de transporte de energía eléctrica o línea de alta tensión es el medio físico mediante el que se realiza la transmisión de la energía a grandes distancias. Está constituida tanto por el elemento conductor, usualmente cables de cobre o aluminio, como por sus elementos de soporte, las torres de alta tensión. Los cables de alta tensión están sujetos a tracciones causadas por la combinación de agentes como el viento, la temperatura del conductor, la temperatura del aire, etc. El voltaje y la capacidad de la línea de transmisión afectan el tamaño de estas estructuras principales. Las torres pueden ser postes simples de madera para las líneas de transmisión pequeñas hasta 46 kV. Se emplean estructuras de postes de madera en forma de H, para las líneas de 69 a 231 kV. Se utilizan estructuras de acero independientes, de circuito simple, para las líneas de 161 kV o más. Es posible tener líneas de transmisión de hasta 1.000 kV.

El impacto ambiental potencial de las líneas de transmisión incluye la red de transporte, el derecho de vía, las playas de distribución, las subestaciones y los caminos de acceso o mantenimiento. Las estructuras principales de la línea de transmisión son la línea misma, los conductores, las torres y los soportes. Los impactos ambientales negativos de las líneas de transmisión son causados por la

construcción, operación y mantenimiento de las mismas. Al colocar líneas a baja altura o ubicarlas próximas a áreas con actividades humanas como carreteras o edificios se incrementa el riesgo de electrocución. Normalmente, las normas técnicas reducen este peligro.

FIGURA N° 1.10: TORRE PARA EL TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.8 Distribución de Energía Eléctrica

La red de distribución es un componente del sistema de suministro, siendo responsabilidad de las compañías distribuidoras. La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas.

La primera está constituida por la red de reparto, que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las Subestaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 138 kV. Intercaladas en estos anillos están las Subestaciones

transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de transmisión al de distribución en medio voltaje.

La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, con tensiones de funcionamiento de 6 a 30 kV y con una disposición en red radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación, que son la última etapa del suministro en medio voltaje, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de bajo voltaje (125/220 o 120/240).

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas. Cuando existe una avería, un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red. La localización de averías se hace por el método de "prueba y error", dividiendo la red que tiene la avería en mitades y suministrando energía a una de ellas; a medida que se acota la zona con avería, se devuelve el suministro al resto de la red. Esto ocasiona que en el transcurso de la localización se puedan producir varias interrupciones a un mismo usuario de la red.

La topología de una red de distribución se refiere al esquema o arreglo de la distribución, esto es la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución. Esta topología puede tener las siguientes configuraciones:

- **Red radial o red en antena:** resaltan su simplicidad y la facilidad que presenta para ser equipada de protecciones selectivas. Como desventaja tiene su falta de garantía de servicio.
- **Red en bucle abierto:** tiene todas las ventajas de la distribución en redes radiales y además la posibilidad de alimentar alternativamente de una fuente u otra.

- **Red en anillo o en bucle cerrado:** se caracteriza por tener dos de sus extremos alimentados, quedando estos puntos intercalados en el anillo o bucle. Como ventaja fundamental se puede citar su seguridad de servicio y facilidad de mantenimiento, si bien presenta el inconveniente de una mayor complejidad y sistemas de protección más complicados.

1.1.9 Calidad de Energía Eléctrica

Según **J. BALCELLS, Joseph (2001)** “Los problemas de la **NO CALIDAD** son un factor más dentro del costo de la energía eléctrica y como tal deben ser considerados dentro del concepto del uso racional de la energía”.

Para este autor “los problemas de no calidad” afecta al costo de la energía por tal razón se deberá dar importancia al uso racional y eficiente de la energía.

El término calidad de energía según (CONELEC regulación 004/01) se refiere a los estándares mínimos que deben cumplir las Empresas Distribuidoras y Comercializadoras para ofrecer a sus usuarios un suministro eléctrico continuo, y confiable.

El CONELEC es el ente regulador y controlador del estado Ecuatoriano en lo que a energía eléctrica se refiere, Por lo tanto exige a las empresas distribuidoras o comercializadoras de energía del país, el cumplimiento de las leyes y regulaciones concernientes a ofrecer a los usuarios un servicio de energía con niveles mínimos de calidad en cuanto a servicio y producto.

Según la dirección electrónica <http://calidad.umh.es>. (pág. 1), La definición de la calidad de la energía es muy amplia, pero se puede definir como “la ausencia de interrupciones, sobre voltajes, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario. Además le concierne la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Actualmente la calidad de la energía es el resultado de una atención continua”.

En años recientes, esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas eléctricos, las cuales, por sí solas resultan ser una causa de degradación en la calidad de la energía eléctrica

Debido a la importancia que representa la energía eléctrica en nuestra vida, la cual es usada en la iluminación, en la operación de diversos equipos, vídeo, aire acondicionado y sistemas de cómputo, así como en procesos industriales como de servicio, es importante contar con una buena calidad de energía. La energía eléctrica además se ha empleado en la fabricación de la mayoría de las cosas que utilizamos. Por consiguiente los disturbios y variaciones de voltaje que se producen en la red eléctrica afectan directamente al usuario.

Por dar un ejemplo, las depresiones de voltaje por sólo cinco milisegundos son capaces de hacer que una computadora pierda su información o causar errores, es por esto que el incremento en el equipo de procesamiento de datos (computadoras) ha marcado al problema de la calidad de la energía como un problema muy serio.

Los disturbios no sólo afectan al equipo de los consumidores, sino que también perjudica la operación de la red de suministro. Los disturbios mencionados causan problemas como los que se citan a continuación:

- a.** Operación incorrecta de controles remotos.
- b.** Sobre calentamiento de cables.
- c.** Incremento de las pérdidas reactivas de los transformadores y motores.
- d.** Errores en medición.
- e.** Operación incorrecta de sistemas de protección.
- f.** Entre otros.

Debido a estos problemas, algún componente de cualquier equipo puede sufrir un daño considerable al presentarse algún transitorio que rebase su nivel de

aislamiento. Otro ejemplo, un rectificador puede llegar a fallar si es expuesto a un voltaje transitorio arriba de cierto nivel.

Podemos decir, que el objetivo de la calidad de la energía es encontrar caminos efectivos para corregir los disturbios y variaciones de voltaje en el lado del usuario, y proponer soluciones para corregir las fallas que se presentan en el lado del sistema de la compañías suministradoras de energía eléctrica, para lograr con ello un suministro de energía eléctrica con calidad.

1.1.9.1 Tres Perspectivas de la Calidad de la Energía Eléctrica

El problema de la calidad de la energía puede ser visto desde tres perspectivas diferentes. La primera de ellas, es la que corresponde al lado de los consumidores después del medidor, y es el impacto de los disturbios en los equipos. La segunda, también del lado de los consumidores, es que los fabricantes de equipos deben conocer los niveles de éstos disturbios y la frecuencia con que ocurren, para así determinar una tolerancia razonable para sus equipos. La tercera que concierne a ambos lados del medidor, es cómo los disturbios ocasionados por un consumidor afectan a otros consumidores que están conectados a la misma red de suministro.

La compañía de suministro no puede darse el lujo de suponer que provee una excelente calidad de energía, ya que algunos de los disturbios quedan fuera del control de la empresa. Por ejemplo no puede tener el control de que una descarga atmosférica no caiga sobre ni en las cercanías de una línea de transmisión, o no puede evitar que algún desperfecto en algún equipo genere una interrupción de energía.

Basados en el conocimiento de diseño y en el área eléctrica, los fabricantes deben diseñar y construir equipos que puedan resistir niveles razonables de disturbios. Los usuarios de equipo sensible a los disturbios pueden escoger entre dos opciones para eliminarlos, o al menos reducirlos: una es hacer un buen diseño del circuito de distribución y otra es utilizar equipo de acondicionamiento.

A continuación se muestran algunos tipos de consumidores que requieren forzosamente equipos de acondicionamiento para mantener un buen nivel de calidad de energía eléctrica:

- a. Sistemas de información que utilizan equipo de cómputo.
- b. Departamentos de paramédicos y bomberos.
- c. Empresas públicas (Gas, agua, energía eléctrica).
- d. Aeropuertos.
- e. Instituciones financieras.
- f. Departamento de policía, entidades gubernamentales, etc.

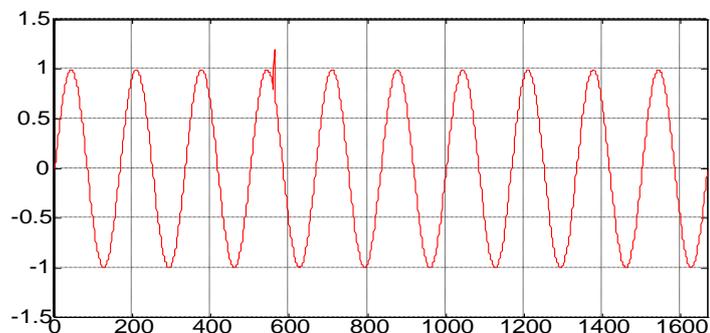
1.1.10 Terminología para la Descripción de Disturbios

Los términos usados para describir los disturbios frecuentemente tienen diferente significado para diferentes usuarios. Pero muchos atributos de calidad de energía son comúnmente reconocidos. A continuación se da una breve descripción de algunos de los disturbios más comunes.

1.1.10.1 Pico de Voltaje

Es un incremento en el nivel de voltaje que dura microsegundos. Es debido principalmente por fallas en la red eléctrica, descargas atmosféricas y switcheo de grandes cargas.

FIGURA N° 1.11: PICO DE VOLTAJE



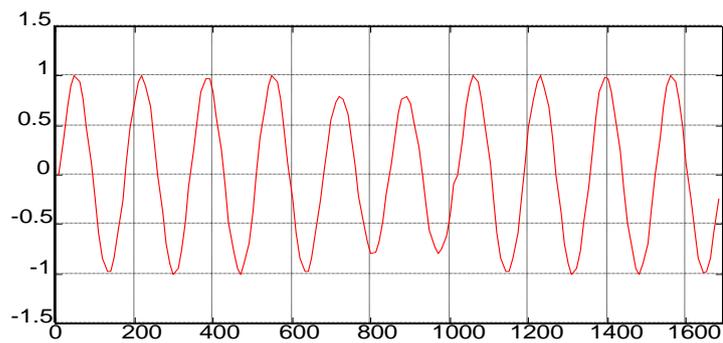
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.2 Depresión de Voltaje (Sags)

Es un decremento momentáneo (varios ciclos de duración) en el nivel de voltaje. Es debido a la conexión de grandes cargas, descargas atmosféricas y fallas en la red eléctrica.

FIGURA N°1.12: DEPRESIÓN DE VOLTAJE



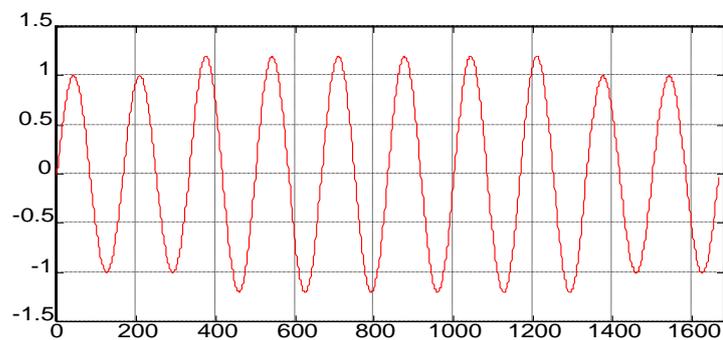
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.3 Dilatación de Voltaje (Swell)

Es un incremento del voltaje de varios ciclos de duración. Es ocasionado por la desconexión de cargas grandes y no llega a ser un sobrevoltaje.

FIGURA N°1.13: DILATACIÓN DE VOLTAJE



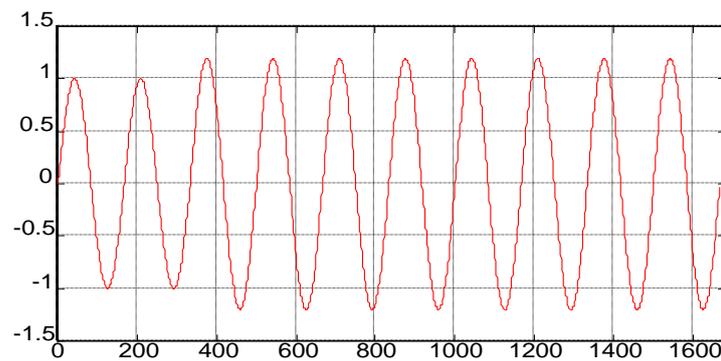
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.4 Sobrevoltaje

Es una condición de voltaje elevado (arriba del valor nominal) que a diferencia del swell de voltaje, dura mucho más tiempo. Es causado por una pobre regulación de voltaje.

FIGURA N° 1.14: SOBREVOLTAJE



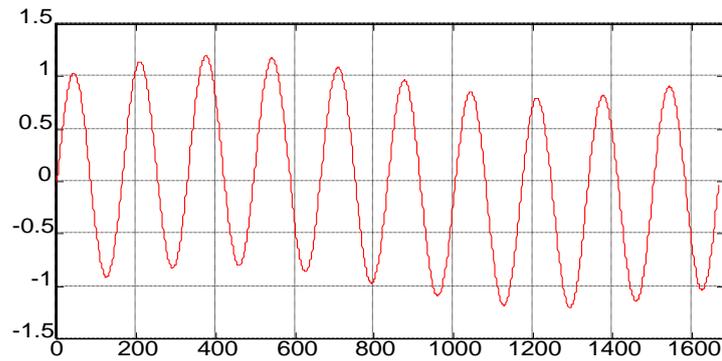
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.5 Parpadeo (Flickers)

Se refiere a las fluctuaciones en el nivel de voltaje. Estas son debidas a la conexión de cargas cíclicas como hornos eléctricos o por oscilaciones subarmónicas (subarmónicas se refiere a señales de frecuencia menor a la fundamental). Por lo general este efecto se observa fácilmente en el cambio de intensidad bajo y alto de lámparas y ruido acelerado y desacelerado de motores.

FIGURA N° 1.15: PARPADEO.



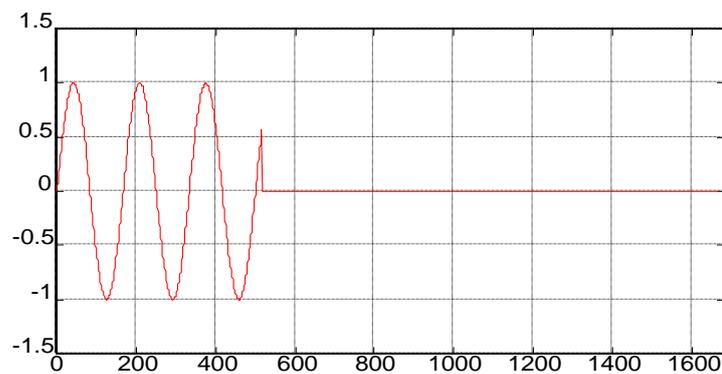
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.6 Interrupciones de Energía

Es la pérdida total de potencia. Por lo general se considera interrupción cuando el voltaje ha decrecido a un 15 % del valor nominal o menos. Este es debido a aperturas de líneas, daño de transformadores, operación de fusibles o equipos de protección de la red, entre otras posibilidades. También se consideran interrupciones de energía aquellas que duran milisegundos.

FIGURA N° 1.16: INTERRUPCIÓN DE ENERGÍA.



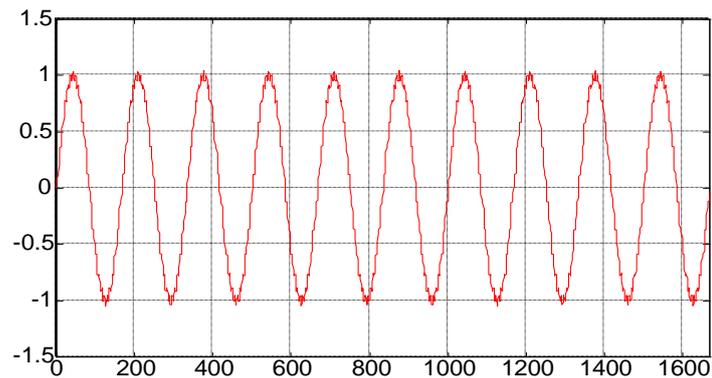
Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.7 Ruido eléctrico

Es la distorsión (no necesariamente periódica) de la forma senoidal del voltaje. Este es debido a switcheo, transmisores de radio y equipo industrial de arco eléctrico.

FIGURA N°1.17: RUIDO ELÉCTRICO.



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

1.1.10.8 Armónicos en los Sistemas Eléctricos

La distorsión de formas de onda de corrientes y voltaje debida a las armónicas es uno de los fenómenos que afectan la confiabilidad del sistema y por lo tanto la calidad de la energía. El acoplamiento magnético, causa que algunas armónicas de frecuencias elevadas produzcan interferencia en los sistemas de comunicación, sobre todo en líneas telefónicas. Este problema no es nuevo, sin embargo, debido al notable incremento de cargas no lineales conectadas al sistema eléctrico, el nivel promedio de armónicas en el sistema eléctrico de potencia se incrementa cada día más. Las cargas no lineales son como hornos de arco y de inducción, así como de cargas controladas por dispositivos electrónicos tales como SCR's, transistores de potencia, etc. La disponibilidad y el relativo bajo costo de éstos dispositivos ha expandido en gran medida su uso en casi todo tipo de cargas industriales y comerciales.

Un factor menos extendido pero de importancia, que acentúa la inyección de armónicas en los sistemas eléctricos, es el drástico cambio de la filosofía del diseño del equipo utilizado en los sistemas eléctricos de potencia. En el pasado, los fabricantes tendían a diseñar la mayoría de sus equipos sobre rangos mayores al requerido. Ahora, con el objeto de ser competitivos, los equipos de potencia tienen que ser diseñados sobre rangos críticos, como en el caso de equipos con núcleo de hierro, esto significa que sus puntos de operación están cada vez más cerca de la característica no lineal, o sea, muy cerca de la saturación del núcleo, lo que resulta una clara fuente de armónicas.

Por lo anterior, el modelado de los elementos del sistema de potencia ante señales armónicas cada vez es más importante. De ésta manera, la modelación viene con los métodos de simulación los cuales son muy importantes debido principalmente a dos razones:

- a. Investigar los problemas potenciales latentes en los sistemas eléctricos que se pueden presentar al conectar una gran carga no lineal.
- b. Simular y probar perspectivas de solución a problemas existentes de una forma analítica.

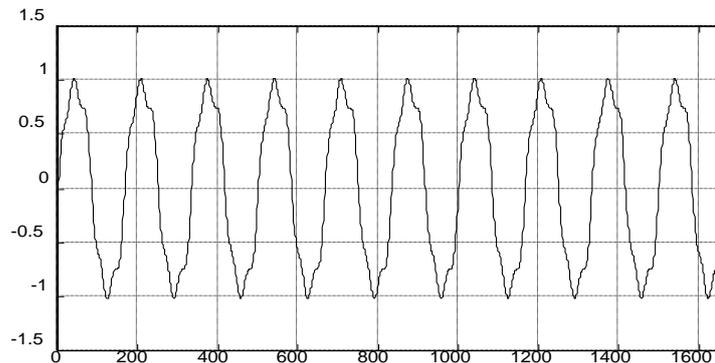
De ésta manera, es deseable llevar a cabo un análisis de armónicas de un sistema eléctrico de potencia, así como se hacen estudios de flujos de carga, corto circuito, estabilidad y caída de voltaje.

De lo anterior se observa la importancia del análisis armónico en las redes eléctricas debido a que las armónicas es un mal necesario.

1.1.10.8.1 Distorsión armónica

Es la distorsión (periódica) de la forma de onda senoidal del voltaje o corriente. Esta es causada por la operación de equipos no lineales como lo son rectificadores y hornos de arco eléctrico. Este es un fenómeno en estado estable.

FIGURA N° 1.18: DISTORSIÓN ARMÓNICA.



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

Realizado por: Los Investigadores

Como se puede observar unos de los problemas más conocidos y que producen una gran cantidad de problemas por el efecto que produce son las armónicas, las cuales se tratarán en este curso.

1.2. MODELO ELÉCTRICO

Para el análisis de las redes eléctricas de distribución en la actualidad se cuenta con programas informáticos que ayudan en los cálculos necesarios para efectuar las corridas de flujos de potencia. Es así que, para este alimentador se ha utilizado el simulador de redes eléctricas de distribución SPARDmp Distribution, software de propiedad de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A.

Para el uso de este simulador de redes, requiere de la siguiente información: Topología del alimentador, tipo de red, calibre y tipo de conductor, estructura predominante del tramo de línea, capacidad y número de fases de los transformadores de distribución instalados, longitud de las secciones de línea; información que fuera recabada mediante un exhaustivo trabajo de campo. Con esta información, se inicia la construcción de librerías en las cuales se ingresa la información técnica que caracteriza a los diferentes elementos que conforman la red, tales como: estructuras de soporte, conductores y transformadores.

Estructuras.- Esta librería requiere como información la disposición geométrica de los conductores.

FIGURA N° 1.19: LIBRERIA PARA ESTRUCTURAS, PROGRAMA SPARD

Phase	Coord X	Coord Y	Units
Phase A	220	0	(cm)
Phase B	110	50	(cm)
Phase C	0	0	(cm)
Phase N	110	-70	(cm)
Phase SL	0	0	(cm)

Fuente: Software SPARDmp Distribution

Realizado por: Los Investigadores

Conductores.- entre la información requerida está el calibre, tipo de material, radio medio geométrico, resistencia y reactancia por unidad de longitud.

FIGURA N° 1.20: LIBRERIA PARA CONDUCTORES, PROGRAMA SPARD.

Characteristic	Value	Units
Resistance	0.69608	(ohm/km)
Diameter	1.01092	(cm)
G.M.R.	0.136	(cm)

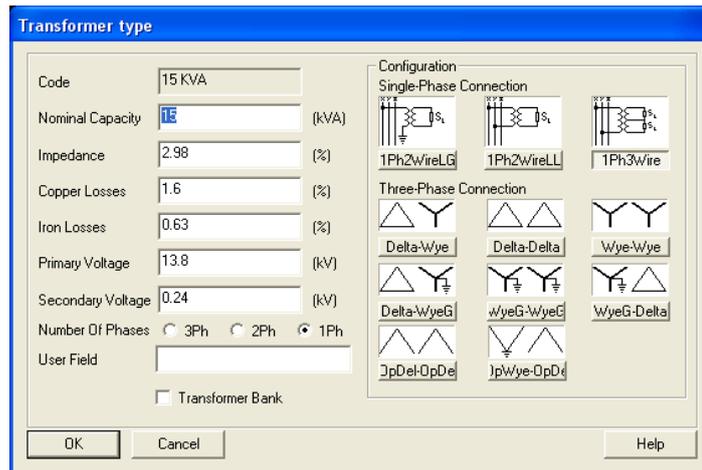
Impedance	Value	Units
R1	0.1	(ohm/km)
X1	0.1	(ohm/km)
R0	0.1	(ohm/km)
X0	0.1	(ohm/km)

Fuente: Software SPARDmp Distribution

Realizado por: Los Investigadores

Transformadores.- Capacidad de potencia en KVA, pérdidas internas en el bobinado y el núcleo en porcentaje, configuración para transformadores monofásicos y trifásicos.

**FIGURA N° 1.21: LIBRERIA PARA TRANSFORMADORES,
PROGRAMA SPARD**



Fuente: Software SPARDmp Distribution

Realizado por: Los Investigadores

Creadas las librerías, se inicia la modelación de la red, siguiendo sistemáticamente los siguientes pasos:

- Creación de la subestación, con datos de demanda, nivel de voltaje, factor de potencia y corriente máxima.
- Inserción de barras de subestación, con datos de nivel de voltaje.
- Inserción de la salida del alimentador, con datos de demandas máximas, corrientes máximas, factor de potencia, y nivel de voltaje.
- Ubicación de nodos físicos y eléctricos, con datos del tipo de estructura.
- Trazado de las líneas eléctricas de medio voltaje, con los datos de tipo de conductor y fases.
- Ubicación de transformadores, con las capacidades (KVA nominales) y fase de conexión.

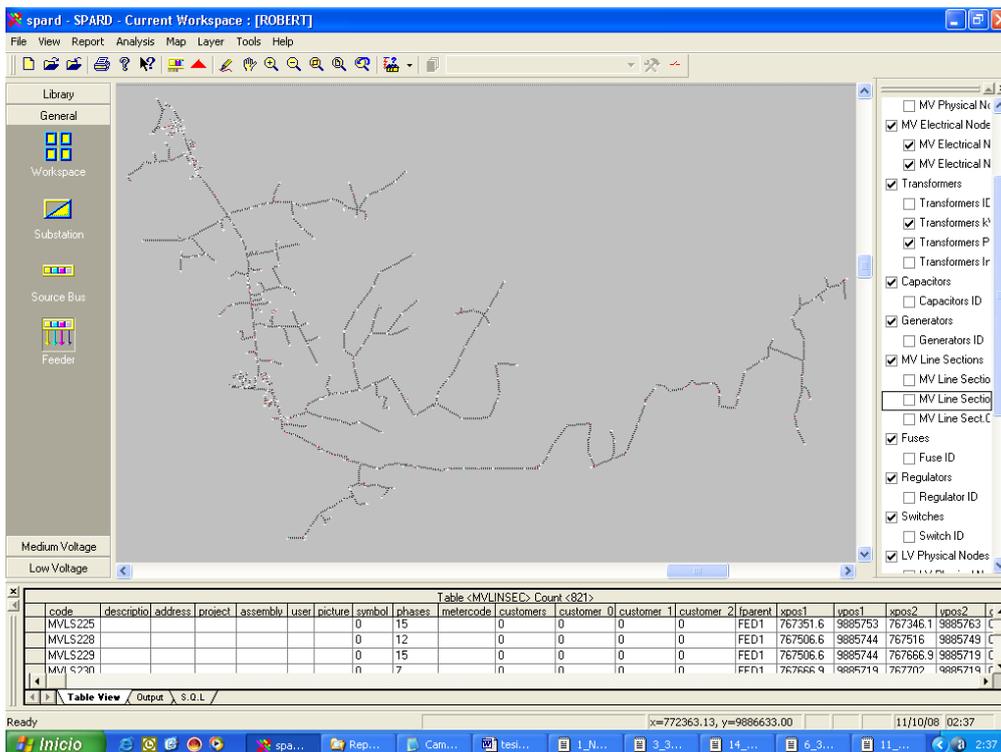
1.2.1. Flujos de potencia

Previo a la corrida de flujos, es necesario asegurar tres aspectos fundamentales que garantizan el éxito, no solo en la obtención de resultados acertados, sino también en la identificación de los problemas y sus soluciones. El primero es, construir el modelo informático con la configuración exacta del alimentador, el segundo, garantizar que los parámetros eléctricos de las líneas y transformadores correspondan con los elementos instalados en la red y el tercero y último, que las cargas asignadas a los nodos sean muy próximas a las demandas reales con las que opera la red.

El programa Spard mp Distribution, permite la ejecución de cada uno de estos pasos en forma independiente y posibilita varias opciones de asignación de carga, como se muestra en la figura 1.23.

- Proporcional a los KVA de los transformadores
- Ajustado a las lecturas del alimentador y proporcional a los KVA de los transformadores
- Ajustado a las lecturas del alimentador y proporcional a los KWh de los transformadores
- Proporcional al manejo de carga de los transformadores
- Proporcional al manejo de carga de los transformadores reales.

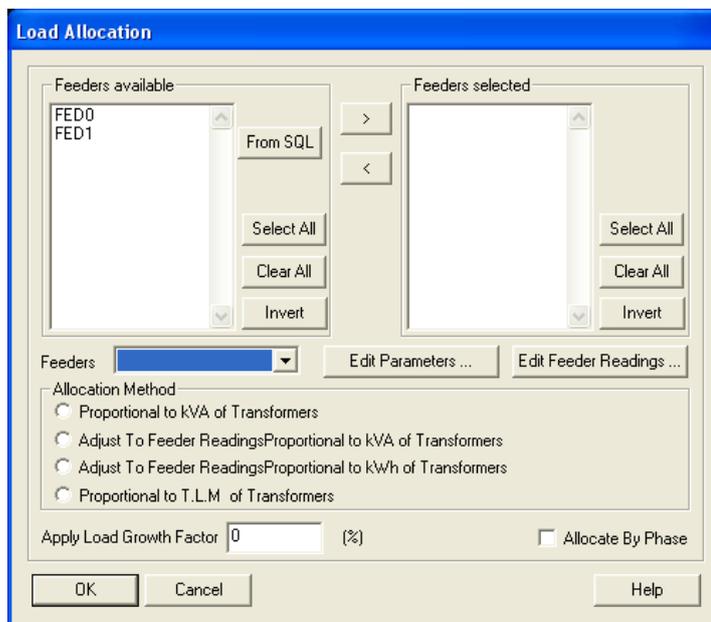
FIGURA N° 1.22: VENTANA GRÁFICA, PROGRAMA SPARD



Fuente: Software SPARDmp Distribution

Realizado por: Los Investigadores

FIGURA N° 1.23: ASIGNACIÓN DE CARGA



Fuente: Software SPARDmp Distribution

Realizado por: Los Investigadores

1.2.2. Registrador de calidad de potencia, modelo 1744

Los registradores de calidad de potencia 1744 de Fluke son aparatos de registro de la energía eléctrica sofisticados, sólidos y fáciles de usar, diseñados para el electricista o el especialista en calidad de la potencia.

El registrador permite realizar un estudio de la carga a lo largo de un período especificado o monitorizar la calidad de la potencia para descubrir e informar perturbaciones en las redes de tensión baja y media.

Este instrumento monitoriza la calidad de la potencia y localiza perturbaciones en redes de distribución de tensión baja y media. Mide un máximo de 3 tensiones y 4 corrientes. Los valores registrados se guardan en los períodos secuenciales de promediación elegidos. Los valores medidos pueden evaluarse gráfica o numéricamente con el software PQ Log.

Parámetros y funciones de registro:

- Tensión eficaz de cada fase (media, mín., máx)
- Corriente eficaz de cada fase y neutra (media, mín, máx)
- Eventos de voltaje (caídas, subidas, interrupciones)
- Potencia (kW, kVA, kVAR, factor de potencia PF, tangente de potencia)
- Energía, energía total
- Flicker (Pst, Plt)
- THD del voltaje
- THD de la corriente
- FC de la corriente
- Armónicos de voltaje hasta el 50o orden (no incluidos en la función P)
- Interarmónicos de voltaje (no incluidos en la función P)
- Tensión de señalización de la red eléctrica
- Desequilibrio
- Frecuencia

El registrador puede prepararse para funcionar con varias configuraciones de redes eléctricas:

- Voltaje monofásico
- Voltaje monofásico, corriente, potencia
- Voltaje trifásico
- Voltaje trifásico, corriente trifásica, potencia
- Voltaje trifásico, corriente trifásica, corriente neutra, potencia

**FIGURA N° 1.24: REGISTRADOR DE CALIDAD DE POTENCIA
FLUKE**



Fuente: Manual Fluke

Realizado por: Los Investigadores

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ELEPCO S.A.

2.1.1 Área de Concesión

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. como una Empresa de Distribución y Comercialización tiene su área de concesión (reconocida por los organismos de Regulación) comprendida por los cantones: Latacunga, Salcedo, Saquisilí, Pujilí, Sigchos, Pangua, zona periférica del Cantón la Maná (la cabecera cantonal está servida por la Empresa Eléctrica Guayas – Los Ríos, EMELGUR), lo mismo ocurre con la Parroquia las Pampas del Cantón Sigchos en donde el servicio de energía eléctrica es suministrado por la Empresa Eléctrica Santo Domingo (EMELSAD).

Por razones técnico-económicas la zona norte del cantón Latacunga, sector Chasqui está servida de energía eléctrica por la Empresa Eléctrica Quito, por las mismas razones, dos recintos vecinos al Cantón Pangua, pertenecientes a la Provincia de Bolívar están SERVIDOS de energía eléctrica por ELEPCO.S.A.

2.1.3 Autogeneración

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi no dispone de autogeneración propia capaz de abastecer la demanda global; en tal razón está a expensas de sus grandes clientes que en caso de emergencia en el sector eléctrico se autoabastecen de energía. Los grandes consumidores más importantes son: Acosa, Textiles Río Blanco, Rocacem, Cedal, Molinos Poulter y Provefrut.

Un aspecto que es necesario mencionar y quizá considerarlo como generación aislada, es la central Angamarca compuesta por dos generadores de 150 KW cada uno y que abastece de energía eléctrica a la Parroquia Angamarca y sus recintos aledaños con una demanda máxima de 132KW en horas pico.

2.1.4 Nodos de conexión al Sistema Nacional Interconectado.

Los nodos de conexión mediante los cuales ELEPCO S.A. se enlaza al Sistema Nacional Interconectado (SIN) para proveerse de potencia y energía son: Las Subestaciones Mulaló y Ambato.

La S/E Mulaló, ubicada en la zona Norte de Cotopaxi, es considerada como el punto más importante de conexión al S.N.I pues a través de ésta se suministra potencia y energía a las subestaciones: Lasso, La Cocha y San Rafael. En las subestaciones: Mulaló y Lasso se encuentra concentrada la mayor demanda de Elepco S.A., debido a que en el sector se encuentra ubicado el Parque Industrial de Cotopaxi cuya demanda actual esta bordeando los 35 MVA. El enlace entre Transelectric y la subestación Mulaló se efectúa a través de un transformador reductor de 138 Kv a 69 Kv con una potencia de 50/63 MVA equipado con LTC automático. La subestación de Transeléctric a su vez se enlaza a la línea de transmisión entre la central Pucará y la subestación Santa Rosa a un nivel de voltaje de 138 Kv.

Otro nodo de conexión al S.N.I considerado hasta hace unos años como punto fundamental de enlace al Sistema Nacional es la subestación Ambato (de Transelectric) la misma que por un lado, se conecta a la subestación Salcedo (de Elepco S.A.) a que a través de una línea de sub transmisión cuyo nivel de voltaje es 69KV y por otro, se enlaza a la línea de transmisión (a 138 Kv) que interconecta a la central Pisayambo y la subestación Totoras mediante un transformador reductor de 138 Kv a 69 Kv con una potencia de 33/44 MVA. La subestación Salcedo a su vez se interconecta al pórtico de llegada de subestación San Rafael mediante una línea de sub transmisión (a 69 Kv), de la línea antes descrita y al mismo nivel de voltaje ROCACEM (gran consumidor de Elepco S.A.) toma energía para su subestación de uso privado. La subestación Salcedo actualmente suministra energía a todo el cantón Salcedo y la parte norte del cantón Latacunga en donde se ubican algunos clientes industriales.

En casos de emergencia o mantenimientos programados de la S/E Mulaló (a 138 Kv), Elepco S.A. toma potencia y energía a través de la S/E Ambato. En el gráfico siguiente se ilustra todo lo detallado anteriormente:

2.1.5 Sistema de Sub Transmisión

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A dispone de una línea de sub transmisión a nivel de 69 KV que enlaza las subestaciones Ambato y Salcedo.

La potencia generada por las centrales Illuchi 1 e Illuchi 2 es evacuada mediante líneas de 22 KV y 13.8 KV respectivamente las mismas que se conectan con la subestación El Calvario; también dispone de primarios a 13,8 KV que interconectan las subestaciones El Calvario - La Cocha y El Calvario - San Rafael, enlazándose de esta manera con el sistema nacional interconectado.

La interconexión de la central el Estado al SNI se realiza mediante un alimentador primario a 13,8 KV (de la subestación San Rafael) el mismo que además permite servir de energía al sector occidental del Cantón Pujilí con sus

parroquias: Zumbahua, Pilaló y La Esperanza así como a los caseríos asentados junto a la carretera Pujilí –Zumbahua - El Estado, finalmente se interconecta con la central Catazacón, suministrando energía al Cantón Pangua y sus recintos.

En la tabla siguiente se detallan características principales de las líneas S/T.

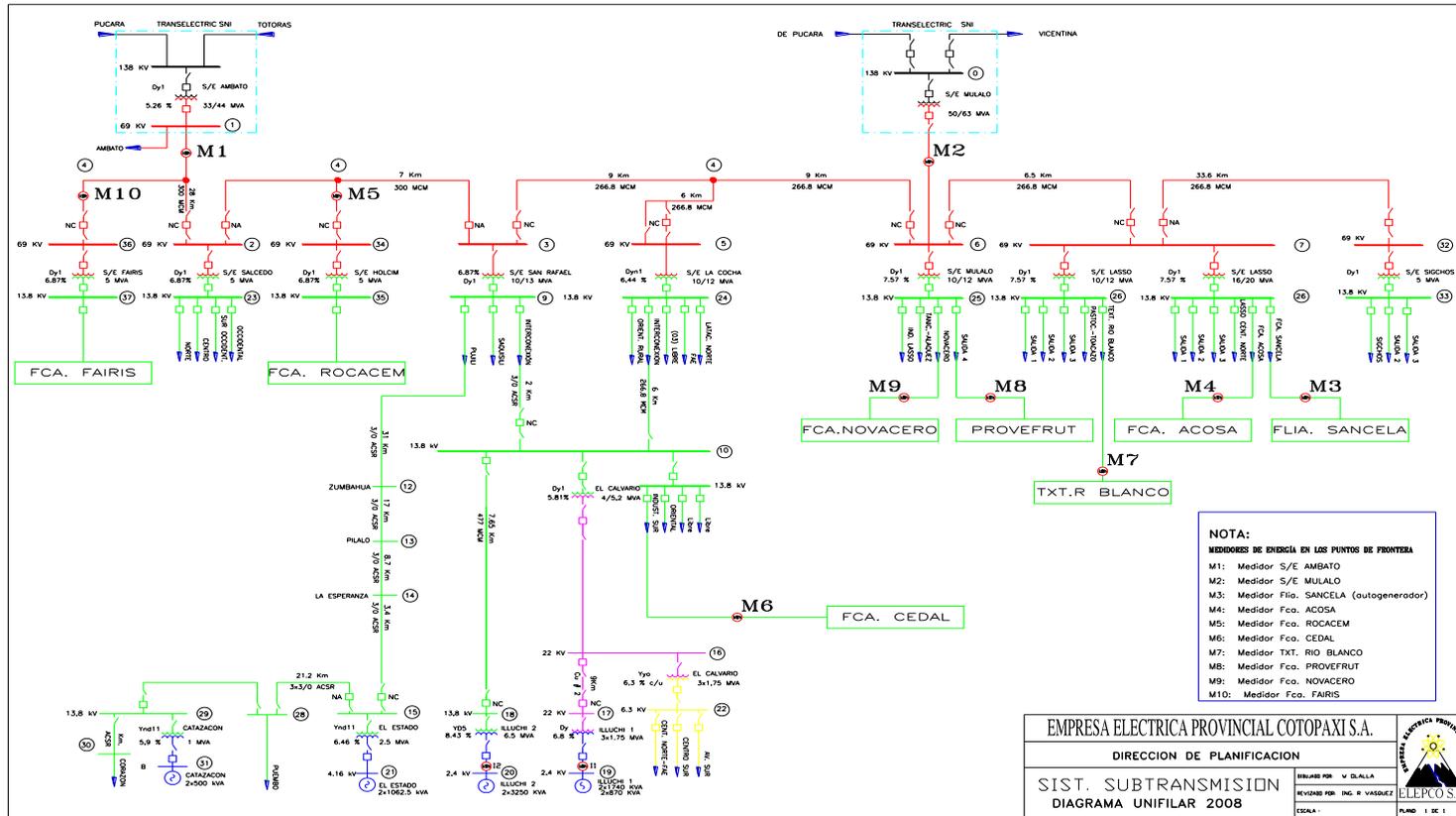
TABLA N° 2.1: RESUMEN Y CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISIÓN DE ELEPCO S.A.

TRAMO	VOLTAJE KV	CONDUCTOR		LONGITUD Km.
		Calibre	Tipo	
S/E AMBATO - S/E SALCEDO	69	300 MCM	Al ACSR	28
SALCEDO - SAN JUAN	69	300 MCM	Al ACSR	5,8
SAN JUAN – S/E ROCACEN	69	300 MCM	Al ACSR	0,8
SAN JUAN – S/E S/E SAN RAFAEL	69	300 MCM	Al ACSR	1,3
S/E SAN RAFAEL - LAIGUA	69	266,8 MCM	Al ACSR	9
LAIGUA - S/E LA COCHA	69	266,8 MCM	Al ACSR	6
LAIGUA - S/E MULALO	69	266,8 MCM	Al ACSR	9
S/E MULALO - S/E LASSO	69	266,8 MCM	Al ACSR	6,5
S/E LASSO - S/E SIGCHOS	69	266,8 MCM	Al ACSR	41
ILLUCHI 1 - S/E CALVARIO	22	2	Cu	9
ILLUCHI 2 - S/E CALVARIO	13,8	477 MCM	Al ACSR	7,8
S/E SAN RAFAEL - S/E EL ESTADO	13,8	3/0	Al ACSR	47
S/E EL ESTADO - S/E CATAZACON	13,8	3/0	Al ACSR	52
S/E SAN RAFAEL - S/E CALVARIO	13,8	3/0	Al ACSR	1,3
S/E COCHA - S/E EL CALVARIO	13,8	3/0	Al ACSR	2,3

Fuente: Elepco s.a.

Realizado por: Grupo de investigadores

FIGURA 2.2: NODOS DE CONEXIÓN AL SNI Y DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN DE ELEPCO S.A.



Fuente: Elepco s.a.

Realizado por: Grupo de investigadores

2.1.6 Subestaciones de Distribución

Las subestaciones de distribución (reducción) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi cuentan con 54,25/65,95 MVA de capacidad instalada, y las subestaciones de elevación (centrales de generación) cuentan con 15,625 MVA.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de las principales características de las Subestaciones de ELEPCO.S.A.

TABLA N° 2.2: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS SUBESTACIONES DE ELEPCO S.A.

SUBESTACION	VOLTAJE KV	CONEXION	POTENCIA MVA
EL CALVARIO	23/13,8	Dy1t	4/5,2
SAN RAFAEL	69/13,8	Dy1	10/13
SALCEDO	69/13,8	Dyn1	10/12,5
MULALO	69/13,8	Dy1	10/12,5
LASSO T1	69/13,8	Dy1	10/12,5
LASSO T2	69/13,8	Dy1	20
ILLUCHI 1	2,4/22	Dy	3x1,75
ILLUCHI 2	2,4/13,8- 69/13,8	Yd5	6,5
LA COCHA	69/13,8	Dy1	10/12,5
SIGCHOS	69/13,8	Dy1	5
EL ESTADO	0,44/13,8	Ynd11	2,5
CATAZACON	0,44/13,8	Ynd11	1
ANGAMARCA	0,44/13,8	Ynd11	0,375

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Grupo de Investigadores

2.1.7 Sistema de Distribución Primario

El sistema de distribución de ELEPCO S.A. es exclusivamente radial a 13,8 KV.

Para una mejor operación y continuidad en el servicio se tiene puntos de transferencia de carga entre los primarios de las diferentes S/E. También se cuenta con un sistema subterráneo en el Centro Histórico de Latacunga que actualmente está siendo servido por dos primarios de la subestaciones: El Calvario (No 3), y la Cocha (No 3), con una potencia instalada de 1.2 MVA. Adicionalmente existe un sistema similar (subterráneo) en el centro del cantón Pujilí, alimentado por la Salida No 2 de la S/E San Rafael, con una potencia instalada de de 0,95 MVA.

ELEPCO S.A. tiene problemas de calidad de servicio técnico, calidad del producto en la zona del sub trópico, especialmente en el cantón Pangua y sus recintos debido a que la longitud de los primarios desde la fuente de suministro superan los 40 Km.

En el siguiente cuadro se presenta la identificación de los alimentadores del sistema de distribución de ELEPCO S.A.

**TABLA N° 2.3: ALIMENTADORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
DE ELEPCO S.A.**

No.	Subestación	Alimentador	Tipo	Potencia Instalada (kVA)
1	CALVARIO	ORIENTAL	R	3095,2
2	CALVARIO	I. SUR	U	5761,8
3	CALVARIO	REDES SUBT.	U	3252,4
4	CALVARIO	LATACUNGA SUR	U	4751,1
5	SAN RAFAEL	BRIGADA PATRIA - CALERA	R	13128,3
6	SAN RAFAEL	PUJILI - EL ESTADO	R	18549,1
7	SAN RAFAEL	EL NIAGARA	U	1800,1
8	SALCEDO	SALCEDO NORTE - ORIENTE	R	8971,5
9	SALCEDO	SALCEDO CENTRO	U	4566,8
10	SALCEDO	SALCEDO SUR	R	5056,7
11	SALCEDO	SALCEDO OCCID	R	1440,6
12	MULALO	IND. NORTE	R	7962,2
13	MULALO	TANICUCHI	R	2738,2
14	MULALO	GUYTACAMA - SAQUISILI	R	14844,0
15	MULALO	PROVEFRUT	R	6359,0
16	MULALO	ACEROPAXI	R	2500,0
17	LASSO	LASSO NORTE - AGUSTIN CALLO	R	1468,5
18	LASSO	PASTOCALLE -TOACAZO	R	7446,7
19	LASSO	TEXTILES RIOBLANCO	R	1200,0
20	LASSO	CENTRO LASSO- MULALO	R	1399,0
21	LASSO	ACOSA	R	3600,0
22	LASSO	FAMILIA SANCELA	R	2500,0
23	COCHA	YUGSILOMA	R	2019,6
24	COCHA	CENTRO-NORTE LATAG	U	2858,2
25	COCHA	LA FAE	U	4134,0
26	COCHA	NORTE LATACUNGA RURAL	U	6542,2
27	SIGCHOS	SIGCHOS CENTRO'CHUGCHILAN	R	740
28	SIGCHOS	MANZANAS-SAN FRANCISCO	R	180
29	ESTADO	LA MANA	R	850,5
30	ESTADO	APAHUA	R	240
31	CATAZACON	LAS JUNTAS	R	170
32	CATAZACON	MORASPUNGO - CORAZON	R	1240,5
33	ANGAMARCA	ANGAMARCA CENTRO- RURAL	R	275,5
34	SALCEDO	HOLCIN 69 KV	U	7500
TOTAL RED				149380,0

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

2.1.8 Sistema de Distribución Secundaria

El sistema de distribución secundaria es exclusivamente radial, con puntos específicos en donde se encuentran mallada la red secundaria de un mismo transformador. Los transformadores trifásicos suministran energía a una red trifásica a 4 hilos 220/127V, los transformadores monofásicos a una red monofásica a tres hilos/ dos hilos 240/120V.

Como Política de la Empresa y hoy como disposición del Fondo de Solidaridad todos los proyectos nuevos, remodelaciones las redes de baja tensión se están construyendo con cable pre ensamblado obteniendo excelentes resultados al disminuir las perdidas no técnicas, y los cortes de energía por cortocircuitos.

La red de bajo voltaje subterránea del centro Histórico de Latacunga, y del Cantón Pujilí en su totalidad es a 4 hilos con cable TTU, que dependiendo de la carga varían de calibre desde 3/0 hasta 300 MCM.

2.1.9 Subestación de Distribución Salcedo

A continuación presentamos las principales características de la subestación Salcedo:

- Ubicación: Sector occidental del Barrio Rumipamba del Cantón Salcedo
- Altura de localización: 2760 msnm.
- Número de transformadores: 1
- Voltaje AV (KV): 69
- Voltaje BV (KV): 13,8
- Carga Instalada (MVA): 20
- Demanda máxima (MW): 3.2
- Factor de Potencia: 0,96
- Numero de Taps del Transformador: 5
- Numero de Alimentadores que salen de la S/E: 4

FIGURA 2.3: SUBESTACIÓN SALCEDO



Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

**TABLA N° 2.4: DATOS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA
S/E DE DISTRIBUCIÓN SALCEDO**

MARCA	PAWELS			
LUGAR DE FABRICACION	BELGICA			
AÑO DE FABRICACION	1999			
NORMAS	IEC 76			
CAPACIDAD	12,5 MVA			
ENFRIAMIENTO	ONAN/ONAF-80/100%			
FRECUENCIA	60 HZ			
FASES	3			
NIVEL DE AISLAMIENTO	LI 350 AC 140			
GRUPO DE CONEXION	Dyn1			
CONMUTADOR	SIN TENSION-			
	ASP FII -150 A - 60 KV			
ELEVACION DE TEMPERATURA ACEITE	55 K			
ELEVACION DE TEMPERATURA BOBINADOS	55 K			
ACEITE	IEC 296			
RESISTENCIA AL VACIO	CUBA: 100%			
	CONSERVADOR: 100%			
	RADIADOR: 100%			
PESO TOTAL	20.8 t			
POS	TENSION		MVA	IMPEDANCIA %
	AT	BT		
1	72450	13800,0	10	6,61
2	69000	13800,0	10	6,47
3	65550	13800,0	10	6,75
ALTA TENSION TERMINALES :1U-1V-1W				
POS	VOLTIOS	AMPERIOS	MVA	CONEXIÓN CONMUTADOR
1	72450	99,6	12,5	5 - 6
2	70725	102,0	12,5	6 - 4
3	69000	104,6	12,5	4 - 7
4	67275	107,3	12,5	7 - 3
5	65550	110,1	12,5	3 - 8
BAJA TENSION TERMINALES :2u-2v-2w-2n				
VOLTIOS		AMPERIOS	MVA	
13800		523,0	12,5	

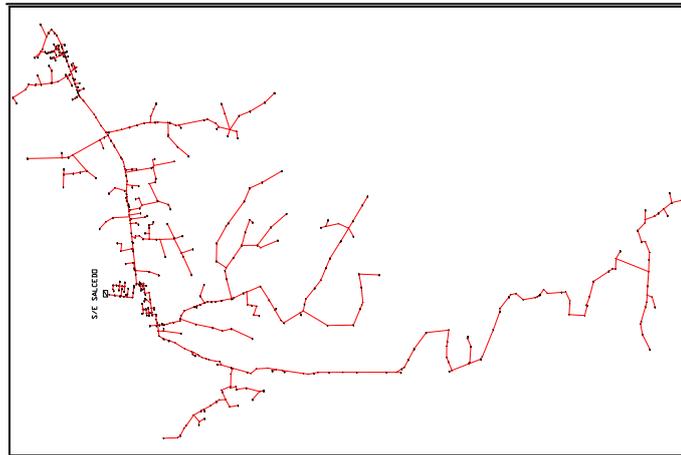
Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

2.1.10 Descripción del Alimentador Norte - Oriente

El alimentador Norte-Oriente Salcedo (N° 1), que se conecta a barras de la subestación Salcedo (de 10MVA de potencia, 69/13.8 kV) a través del cubículo de salida No.1. La configuración característica de este alimentador es su disposición topológica netamente radial, es decir, se conforma de un circuito principal o troncal, trifásico con neutro corrido, del cual se desprenden varios ramales que pueden ser trifásicos o monofásicos, también con neutro corrido, como muestra el siguiente gráfico.

FIGURA 2.4: ALIMENTADOR NORTE - ORIENTE



Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

De este alimentador se puede transferir o recibir carga hacia o desde el alimentador N ° 3 de la subestación San Rafael mediante el cierre y apertura de seccionadores ubicados a nivel del Colegio Ramón Barba Naranjo y entrada a la Parroquia Belisario Quevedo.

Entre las zonas cubiertas por este alimentador se encuentran varios sectores urbanos, urbano - marginales y rurales de los cantones de Salcedo y Latacunga, con clientes diversos de categorías residencial, comercial (exclusivamente

heladerías), industrial artesanal (como metal-mecánicas, bloqueras, gasolineras, plantaciones Florícolas) e industrial (Calzacuero, Curtilan y Coca Cola).

Este alimentador da su cobertura con un total de 119.5 Km de línea en medio voltaje, de los cuales 50.5 Km son de línea trifásica y 69.0 Km de línea monofásica. Su capacidad instalada en transformadores de distribución es 8.97 MVA, repartidos en 3.73 MVA de potencia trifásica y 5.02 kVA de potencia monofásica.

En el desarrollo de esta propuesta se ha considerado hacer un análisis de la calidad del servicio técnico a los usuarios alimentados por la salida No 1 de la S/E Salcedo; para ello se hace un análisis en:

- Barras de la S/E : Voltaje, THD, Flicker y Factor de Potencia
- Secundario de los transformadores de distribución: Voltaje, THD y Flicker en los sectores urbano, comercial y rural del Cantón Salcedo y en los sectores urbano – marginal y rural del cantón Latacunga.
- Usuarios finales: Voltaje, THD y Flicker en los sectores urbano, comercial y rural del Cantón Salcedo y en los sectores urbano – marginal y rural del cantón Latacunga.

2.1.10.1. Sector Urbano de Cantón Salcedo.

El sector urbano del cantón Salcedo comprende la parte nororiente la urbanización La Tebaida, Barrio Eloy Alfaro, Campo Alegre, y comprende usuarios residenciales de clase media, locales comerciales, pequeñas mini empresas (mecánicas, Bloqueras, carpinterías) para el presente análisis se toma como referencia los transformadores y usuarios conectados a la fase (A) ó línea L1.

FIGURA 2.5: SECTOR URBANO CANTON SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.5: TRANSFORMADORES SECTOR URBANO CANTÓN SALCEDO

No Transformador	Potencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
T -2223	37,5 KVA	Urbanización Tebaida	Salcedo	Salcedo	09/04/2009	16/04/2009
T- 2246	15 KVA	Carretera a Mulliquindil Frente al Estadio	Salcedo	Salcedo	17/12/2008	24/12/2008

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.6: USUARIOS SECTOR URBANO CANTÓN SALCEDO

No Medidor	Características	Referencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
79383 fase a	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100A	Ciudadela Tebaida Sur	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
80455 Fase a	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Ciudadela Tebaida Sur	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
32405 Fase b	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Ciudadela Tebaida Norte	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
81052 Fase b	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Ciudadela Tebaida Norte	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
115344 Fase a	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Ciudadela Tebaida Norte	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

La demanda máxima diaria de este sector se encuentra entre las 18:00 y 20:00 horas y se ajusta a la curva de carga típica de la subestación (anexo 14).

2.1.10.2. Sector Comercial Cantón Salcedo

Para este tipo de usuario se a tomado como referente a los usuarios de la parroquia Mulliquindil, Barrio Eloy Alfaro. En estos lugares están asentadas pequeñas empresas de muebles, mecánicas, invernaderos.

FIGURA 2.6: SECTOR COMERCIAL CANTÓN SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.7: TRANSFORMADORES SECTOR COMERCIAL CANTÓN SALCEDO

No Transformador	Potencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
T -2248	15 KVA	Mulliquindil Estadio	Salcedo	Salcedo	26/12/2008	02/01/2009
T -2238	37,5 KVA	Urbanización Tebaida	Salcedo	Salcedo	26/12/2008	02/01/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.8: USUARIOS SECTOR COMERCIAL CANTÓN SALCEDO

No Medidor	Características	Referencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
58183	2 Fase 3 Hilos	2x220x127 V 15 - 120 A	Ciudadela Tebaida	Salcedo	Salcedo	06/05/2009	13/05/2009
94138	2 Fase 3 Hilos	2x220x127 V 15 - 120 A	Barrio Campo Alegre	Salcedo	Salcedo	06/05/2009	13/05/2009
88686	1 Fase 2 Hilos	2x220x127 V 15 - 120 A	Ciudadela Eloy Alfaro	Salcedo	Salcedo	06/05/2009	13/05/2009
94966	1 Fase 2 Hilos	2x220x127 V 15 - 120 A	Barrio Campo Alegre	Salcedo	Salcedo	06/05/2009	13/05/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

La demanda máxima de este sector se presenta en horario normal de trabajo es decir de 08:00 a 16:00 (anexo 15).

2.1.10.3. Sector Rural del Cantón Salcedo

El usuario tipo de este sector es considerado como sector netamente rural, sin embargo por la convicción de sus habitantes dedicados íntegramente a labores de

la agricultura y ganadería hacen que este sector (oriental del cantón Salcedo) un sector sumamente importe en el suministro de energía eléctrica.

FIGURA 2.7: SECTOR RURAL CANTÓN SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.9: TRANSFORMADORES SECTOR RURAL CANTÓN SALCEDO

No Transformador	Potencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
T- 7512	10 KVA	Anchilivi Centro	Salcedo	Salcedo	17/12/2008	24/12/2008
T- 5050	10 KVA	San Pedro Guanilin Carretera Principal	Salcedo	Salcedo	04/03/2009	11/03/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N°2.10: USUARIOS SECTOR RURAL CANTÓN SALCEDO

No Medidor	Características	Referencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
I-1191	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100A	Barrio Oriente Mulliqindil	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
37090	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Guanilin San Pedro	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
11992	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Guanilin San Pedro	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009
10451	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Barrio Anchilivi	Salcedo	Salcedo	04/01/2009	11/01/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

La demanda máxima de este sector se presenta en horario de 18:00 a 20:00 horas y se ajusta a la curva de carga típica de la subestación (anexo 14).

2.1.10.4. Sector Urbano-Marginal del Cantón Latacunga

El sector urbano-marginal del cantón Latacunga (servidos por el alimentador No1 del cantón Salcedo) se encuentran ubicados en la parte sur de la entrada a la ciudad de Latacunga, aquí se encuentran las ciudadelas: Brigada Patria, Andinatel, Mario Mogollón; también existen pequeñas empresas que para el suministro de energía disponen de su propio transformador.

FIGURA 2.8: SECTOR URBANO MARGINAL CANTÓN LATACUNGA



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

**TABLA N° 2.11: TRANSFORMADORES SECTOR URBANO MARGINAL
CANTÓN LATACUNGA**

No Transformador	Potencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
T -2602	25KVA	Ciudadela Brigada Patria	Latacunga	Latacunga	27/12/2008	03/01/2009
T-7189	15KVA	Ciudadela de Andinatel	Latacunga	Latacunga	12/03/2009	19/03/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

**TABLA N° 2.12: USUARIOS SECTOR URBANO MARGINAL CANTÓN
LATACUNGA**

No Medidor	Características	Referencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
78500	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100A	Urb. Andinatel	Salcedo	Salcedo	10/04/2009	17/04/2009
96993	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Urb. Andinatel	Salcedo	Salcedo	10/04/2009	17/04/2009
114688	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Urb. Brigada Patria	Salcedo	Salcedo	10/04/2009	17/04/2009
84998	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Urb. Brigada Patria	Salcedo	Salcedo	10/04/2009	17/04/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

La demanda máxima diaria de este sector se encuentra registrado entre las 18:00 y 20:00horas y se ajusta a la curva de carga típica de la subestación (anexo 14).

2.1.10.5. Sector Rural del Cantón Latacunga

Este tipo de usuario es semejante al usuario del sector rural del cantón Salcedo, con la diferencia que en él se asientan varias haciendas que se dedican a la producción agrícola-ganadera por lo que disponen de su propio transformador para el suministro de energía eléctrica.

FIGURA 2.9: SECTOR RURAL CANTÓN LATACUNGA



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.13: TRANSFORMADORES SECTOR RURAL CANTÓN LATACUNGA

No Transformador	Potencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
T -2487	10KVA	Barrio Forasteros Calle Principal	Latacunga	Latacunga	04/03/2009	11/03/2009
T- 2577	10KVA	Pishicapamba Calle Principal	Latacunga	Latacunga	01/03/2009	00/03/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

TABLA N° 2.14: USUARIOS SECTOR RURAL CANTÓN LATACUNGA

No Medidor	Características	Referencia	Dirección	Ciudad	Cantón	Fecha Inicial dd-mm-aa	Fecha Final dd-mm-aa
74672	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100A	Barrio Pishicapamba	Salcedo	Salcedo	17/05/2009	24/05/2009
10110	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Barrio Pishicapamba	Salcedo	Salcedo	17/05/2009	24/05/2009
80867	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Barrio Forasteros	Salcedo	Salcedo	17/05/2009	24/05/2009
48104	1 Fase 2 Hilos	120 V 15 - 100 A	Barrio Forasteros	Salcedo	Salcedo	17/05/2009	24/05/2009

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

La demanda máxima registrada para este sector se presenta desde las 18:00 a 20:00 horas y se ajusta a la curva de carga típica de la subestación (anexo 14).

2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN APLICADAS EN ELEPCO S.A.

El desarrollo del presente proyecto se basa en la investigación de campo, descriptiva y aplicada; apoyada en los métodos de la investigación científica como son el analítico – sintético y descriptivo, cuyas técnicas para la recolección de datos utilizadas la observación y la encuesta.

2.2.1 Encuesta Aplicada a los usuarios del alimentador Norte - Oriente

Se ha utilizando esta técnica de recopilación de datos para determinar si es viable o no la ejecución del presente proyecto, para el efecto se han planteado 3 interrogantes relacionadas exclusivamente con la calidad del producto que ELEPCO S.A. entrega a sus clientes conectados al alimentador N° 1 de la subestación Salcedo cuyos parámetros están claramente establecidos en la regulación CONELEC – 004/01.

2.2.1.1 Población y muestra

Se define como **población** al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Para nuestro estudio la población total servida por el alimentador N° 1 de la subestación Salcedo es de 8996 usuarios, distribuidos de la siguiente manera:

- Sector norte de Cantón Salcedo: 655 usuarios.
- Sector oriente del Cantón Salcedo: 5901 usuarios
- Sector sur del Cantón Latacunga: 2440 usuarios.

Siendo la **muestra** un subconjunto fielmente representativo de la población y en razón de que ésta, es superior a los 30 usuarios, se realizara el cálculo con la fórmula que se detalla a continuación:

$$(1) \quad n = \frac{\sigma^2(N)}{(N-1)\left(\frac{E}{K}\right) + \sigma^2}$$

Donde:

n = Tamaño muestra

N = Población (8996)

σ = Desviación estándar de la población (σ^2 = Varianza media población)

E = Error admisible (0.5 %)

K = Corrección error (2)

Según CASTILLO Y MARCAYATA, (2003), pág. 16, “De estudios anteriores realizados en el país, se observa que el porcentaje de mala calidad de energía entregada no supera el 5%”. Con este dato podemos establecer un rango del 0 al 5%, lo que hace posible estimar la desviación estándar de la población dividiendo el rango para cuatro.

$$\sigma = \frac{0.05}{4} = 0.0125 \Rightarrow 1.25\%$$

A continuación realizamos el cálculo de la muestra con los datos que disponemos y disminuyendo el error estándar al mínimo posible para incrementar la precisión y disminuir el tamaño de la muestra:

∴
DATOS:

$$N = 8996$$

$$\sigma = 1.25 \%$$

$$E = 0.5 \%$$

$$K = 2$$

Aplicando en (1) tenemos:

$$n = \frac{(0.0125)^2 (8996)}{(8966 - 1) \left(\frac{0.005}{2} \right)^2 + (0.0125)^2}$$

$$n = 25$$

A fin de demostrar que la muestra es adecuada calculamos el error estándar:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{0.0125}{\sqrt{25}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = 0.0025$$

El error estándar es muy reducido el tamaño de la muestra es adecuado.

Esta muestra es escogida aleatoriamente de la población total y está constituida por usuarios de tipo residencial, comercial e industrial – artesanal predominantes en la población. Además nos servirá para aplicar la técnica de investigación descrita en 2.2.1, así como para realizar el estudio planteado en el capítulo III del presente proyecto.

2.2.1.2. Aspectos a investigar

De acuerdo a la regulación 004 del CONELEC, se consultará sobre la satisfacción del consumidor, considerando la Calidad de Producto Técnico. En detalle se consultó sobre el suministro de energía sin variación.

2.2.1.3. Análisis de las respuestas de la encuesta

1. Como califica el servicio eléctrico que actualmente proporciona la Empresa Eléctrica Cotopaxi?

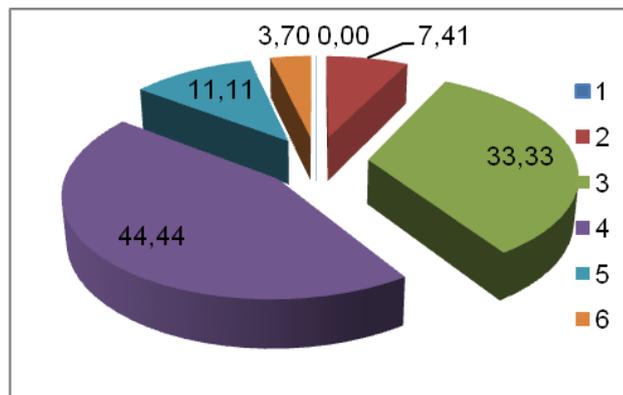
CUADRO N° 2.15: CALIFICACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Nº	ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	%
1	Muy malo	0	0,00
2	Malo	2	7,41
3	Regular	9	33,33
4	Bueno	12	44,44
5	Muy bueno	3	11,11
6	No responde	1	3,70
TOTAL		27	100,00

Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

GRÁFICO 2.10: CALIFICACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO



Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

Análisis e interpretación

El 55.5 % indica que el servicio que les proporciona ELEPCO S.A. es muy bueno y bueno, mientras que el restante 40.44 % le califica entre regular y malo. Existe un porcentaje bastante leveado que no muestra inconformidad con el servicio de energía que reciben de la Empresa Distribuidora.

2. En su utilización de energía ha observado variaciones continuas del nivel de voltaje, es decir la intensidad de la luz o la energía para el funcionamiento de sus equipos presenta problemas al encenderlos o arrancarlos?.

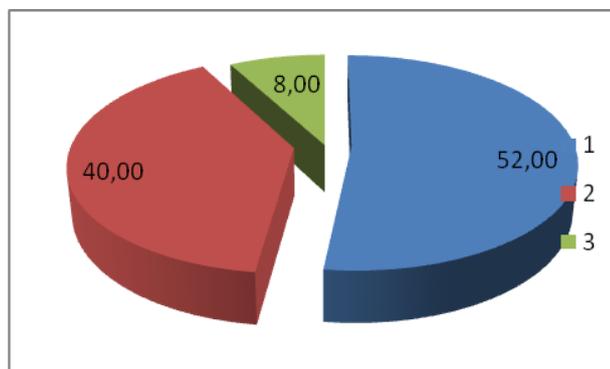
CUADRO N° 2.16: VARIACIONES CONTINUAS DEL NIVEL DE VOLTAJE

#	OPCIONES	VALOR	%
1	SI	13	52,00
2	NO	10	40,00
3	NO RESPONDE	2	8,00
	TOTAL	25	100,00

Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

GRÁFICO 2.11: VARIACIONES CONTÍNUAS DEL NIVEL DE VOLTAJE



Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

Análisis e interpretación

El 52 % indica que si ha podido observar que el servicio de energía que proporciona ELEPCO S.A. presenta variaciones de voltaje. El restante 40% indica que manifiesta que no detectado ninguna variación. Como podemos apreciar la mayor parte de usuarios ha manifestado su inconformidad con el servicio de la energía en cuanto al nivel de voltaje.

3. Usted ha experimentado en su utilización de energía variaciones rápidas de voltaje, es decir parpadeo o subidas y bajadas rápidas de luz (en focos normales o incandescentes, no en focos ahorradores)?.

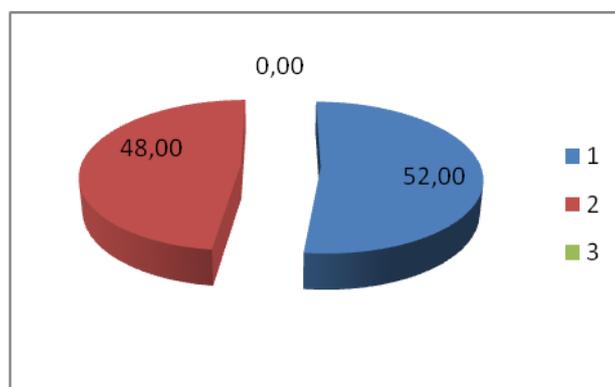
CUADRO N° 2.17: HA EXPERIMENTADO VARIACIONES RÁPIDAS DE VOLTAJE

#	OPCIONES	VALOR	%
1	SI	13	52,00
2	NO	12	48,00
3	NO RESPONDE	0	0,00
TOTAL		25	100,00

Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

GRAFICO 2.12: HA EXPERIMENTADO VARIACIONES RÁPIDAS DE VOLTAJE



Fuente: Usuarios alimentador #1 S/E Salcedo

Realizado por: Los Investigadores

Análisis e interpretación

El 52 % de los encuestados indica que ha observado variaciones rápidas en el servicio de energía que proporciona ELEPCO S.A. mostrándose inconformes con por este problema. El restante 48% indica que manifiesta que ha no ha observado nada.

Como podemos apreciar la mayor parte de usuarios ha manifestado su inconformidad con el servicio de la energía en cuanto a la estabilidad del voltaje.

2.2.2 Observación

Esta es otra de las técnicas de investigación utilizadas para investigar la factibilidad del proyecto, utilizando como soporte una ficha en donde mediante la visualización directa podemos darnos cuenta si contamos o no con equipos y datos técnicos necesarios.

2.2.2.1. Ficha de observación

- a. ¿Cuenta con disponibilidad de analizadores de red y software que permitan la recopilación de toda la información técnica requerida para el proyecto?
- b. ¿Posee la ELEPCO S.A. equipo y herramienta necesaria para instalar los analizadores.
- c. ¿Existe documentación técnica como referencia para el desarrollo de los estudios técnicos?.

2.2.2.2. Resultado

ELEPCO S.A. dispone de analizadores de red de alta precisión, capaces de recopilar datos técnicos de todos los parámetros eléctricos que se requieren en la investigación. También cuenta con de información técnica necesaria para su instalación y puesta en marcha. En lo que respecta a equipos y herramientas para su instalación existe la provisión suficiente.

2.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez interpretadas las técnicas de investigación antes descritas las cuales nos permiten determinar si es procedente o no la ejecución del proyecto, la pregunta planteada:

¿Será factible realizar el estudio de la Calidad de Energía Eléctrica a Nivel de Usuario en el Primario N° 1 de la Subestación Salcedo (69/13.8KV) de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.?

Tiene respuesta favorable, ya que los resultados de las técnicas utilizadas, de reconocimiento relevante en toda investigación, como son encuesta y la observación así lo indican, siendo posible la aplicación de las mismas para ejecución del presente proyecto.

CAPÍTULO III

PROPUESTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA A NIVEL DE USUARIO EN EL PRIMARIO No 1 DE LA SUBESTACIÓN SALCEDO (69/13.8 KV) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA COTOPAXI

3.1. PRESENTACIÓN

La energía eléctrica en la actualidad es la base del desarrollo tecnológico industrial y comercial en el mundo. El uso de dispositivos y equipos electrónicos con componentes no lineales (convertidores con tiristores o transistores de potencia, dispositivos de arco y otros) en las actividades cotidianas así como en los procesos industriales causan distorsión en la energía eléctrica suministrada. Dichas perturbaciones ocasionan una pérdida del rendimiento y ponen en peligro el buen funcionamiento de cargas convencionales (equipos electrónicos,

informáticos y de comunicaciones) sobrecargando los transformadores, líneas y redes de distribución por tal razón se han establecido organismos de control en todos los países para asegurar la buena calidad de la energía al cliente final en el punto de consumo.

El Ecuador, país en vías de desarrollo, a partir del año 2000 empieza una etapa de modernización del Estado, dando prioridad a las empresas del sector estatal, se dictan leyes de modernización la más importante referentes al sector eléctrico, siendo un objetivo primordial dividir el servicio eléctrico en: generación, transmisión, distribución/comercialización con ello se consigue encaminar recursos económicos importantes para la mejorar a los sectores más críticos, un ejemplo de ello es la construcción de la Central Hidroeléctrica San Francisco, los enlaces de transmisión entre Colombia - Ecuador, Perú - Ecuador, se destinan recursos económicos a las 21 empresas distribuidoras con el propósito de disminuir las pérdidas técnicas/no técnicas consideradas las más altas a nivel de Sudamérica, dando énfasis a las distribuidoras del sector de la Costa que presentan elevados pérdidas de hasta el 34%, si bien es cierto los recursos económicos se destinan para mejorar los sistemas de distribución estos resultan insuficientes comparadas con las inversiones necesarias para modernizar las infraestructuras eléctricas a sistemas similares existentes en países de Sudamérica especialmente con el sector eléctrico Argentino que se tomó como modelo.

El Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC) en el año 2000 contrata a la Empresa Hagler Bailly S.A. para el estudio y elaboración de una regulación de servicio de los distribuidores hacia los usuarios, con este proyecto de regulación el directorio del CONELEC en sesión celebrada el 23 de mayo del 2001 dicta la regulación 004/01, mediante esta regulación el CONELEC controlará el servicio que los distribuidores brindan a sus usuarios en las 21 Provincias.

Las Empresas de distribución/comercialización de energía eléctrica tienen la obligación de implementar todas las acciones que sean necesarias para mejorar la calidad del servicio a sus consumidores es el objetivo de la regulación. La

Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. siendo una empresa de distribución y comercialización está obligada a acatar las normas y disposiciones del ente regulador.

Con el propósito de permitir a los distribuidores adecuarse a las exigencias de la calidad del servicio, la aplicación de la regulación 004/01 se sujeta al cumplimiento de las siguientes etapas:

- Etapa de actualización con una duración de 12 meses
- Etapa de prueba/control con una duración de 12 meses
- Etapa final con una duración indefinida.

Los problemas políticos del País afectan negativamente a la ley de modernización, sufriendo un retraso la aplicación de la regulación de la calidad de energía. Este problema se agrava; la etapa de actualización implica a las empresas distribuidoras tener su sistema de distribución georeferenciado, el usuario final debe estar asociado a la fase del secundario del transformador, asociado a la fase en M.V, asociado al transformador de distribución, y este asociado al primario y S/E de distribución. El CONELEC después de analizar el estado económico y el cumplimiento con la etapa de actualización de las distribuidoras retrasa la aplicación de la regulación y permite que las distribuidoras planteen un cronograma de actividades tendientes a realizar cambio en sus sistemas de distribución con el propósito de mejorar el servicio a sus usuarios, ello implica realizar cálculos de índices de calidad del servicio técnico, calidad del producto y calidad del servicio comercial.

ELEPCO S.A. es una de las empresas concesionarias para la distribución y comercialización de la energía eléctrica en la provincia del Cotopaxi en la cual se ubican importantes industrias las mismas que consumen el 50% de la energía distribuida a través de las líneas de media tensión. El restante 50% de consumidores corresponden a usuarios industriales-artesanales, comerciales y residenciales. A todos los clientes la empresa está obligada a garantizar un

suministro continuo y confiable para ello se sujeta a cumplir con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación dictados por el ente regulador el CONELEC.

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Los aspectos de calidad del producto que ELEPCO.S.A. debe controlar son: nivel de voltaje, perturbaciones (flicker, armónicos) mismos que demuestran que el servicio que la distribuidora entrega a sus clientes están dentro de los parámetros enmarcados en la Regulación Vigente CONELEC 004/01 . Dichos parámetros servirán para planificar acciones tendientes a mejorar los existentes y cumplir con la regulación.

Un bajo voltaje causará daños a los equipos y electrodomésticos, así como pérdidas elevadas por transmisión de elevadas corrientes.

La presencia de flicker en el servicio de energía eléctrica ocasiona molestias a la vista de los usuarios, así como actuación errónea de protecciones en los diferentes equipos.

Los armónicos (THD) en el suministro de energía eléctrica causa calentamiento de los conductores especialmente en el neutro, así como calentamiento de los transformadores de distribución.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 Objetivo General

Analizar la Calidad de Energía Eléctrica a nivel de usuario en el alimentador No 1 de la Subestación Salcedo según los parámetros de la regulación Vigente 004/01 CONELEC.

3.3.2 Objetivos Específicos

- Instalar analizadores de carga en Barras de alimentador No1 de la S/E Salcedo, transformadores, usuarios finales.
- Análisis e interpretación de resultados de barras, transformadores, usuarios finales.
- Proponer a ELPEPCO.S.A, la implementación de correctivos para minimizar los efectos de THD, Flicker a los usuarios conectados al alimentador No1 de la S/E Salcedo.

3.4 ALCANCE

Para la Investigación se a escogido el Alimentador No1 de la S/E Salcedo que suministra energía a la parte oriental, y norte del Cantón Salcedo hasta el sector el Niágara. Instalar analizadores de carga en Barra de S/E, Transformadores, usuarios finales; analizar los resultados y proponer correctivos.

3.5 FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

La presente propuesta reúne todas las condiciones para que se lleve a cabo y servirá como un punto de partida para determinar las condiciones actuales de la calidad de energía que ELEPCO.S.A brinda a sus clientes y se resume en los siguientes aspectos:

Aspecto Administrativo.

- Los directivos de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, están consientes que el servicio de energía eléctrica que brinda a sus clientes es factible de mejorar.
- El personal Técnico/Operativo de la Empresa tiene pleno conocimiento de los problemas que tienen las líneas y redes de distribución por la afectación de los niveles de perturbación de voltaje.

- El CONELEC, propone la aplicación en su totalidad de la regulación CONELEC 004/01 respecto a la calidad del servicio que las distribuidoras deben brindar a sus clientes.

Aspecto Técnico.

- Las soluciones técnicas propuestas en este capítulo, una vez implementadas mostrarán resultados inmediatos (subir posición del TAP, Cambiar conectores)
- Una vez confirmados los resultados de mitigación de THD, Flicker en las redes de distribución, transformadores el personal técnico planificará trabajos para ejecutarlo en todo el sistema de distribución.

3.5.1. Fundamentación Legal

El suministro de energía eléctrica siendo un servicio público en el Ecuador debe cumplir con estándares de calidad en cuanto al producto y al servicio que entregan las diferentes empresas Distribuidoras a sus clientes. A continuación presentamos los diferentes artículos de la Constitución y las leyes en donde se evidencia lo antes mencionado pudiendo conllevar a fuertes sanciones la inobservancia a las mismas:

Conforme a lo dispuesto en la Constitución Política del Estado, Capítulo Quinto de Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas, artículo 314, “El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad”.

La Constitución Política del Estado, en el Capítulo primero de los Principios de aplicación de los derechos, artículo 11, inciso 9, establece lo siguiente: “El Estado, sus delegatarios, concesionarios y toda persona que actúe en ejercicio de una potestad pública, estarán obligados a reparar las violaciones a los derechos de

los particulares por la falta o deficiencia en la prestación de los servicios públicos”.

La Ley Orgánica de defensa del consumidor, Capítulo V, Servicio Públicos Domiciliarios, en el artículo 32 concerniente a Obligaciones, expone.- “Las empresas encargadas de la provisión de servicios públicos domiciliarios, sea directamente o en virtud de contratos de concesión, están obligadas a prestar servicios eficientes, de calidad, oportunos, continuos, permanentes y a precios justos”.

La Ley de Régimen Eléctrico, Capítulo VII, Obligaciones Generales de los Concesionarios y Titulares de Permisos o Licencias, en su artículo 77, indica las obligaciones de las empresas distribuidoras.- “El contrato de concesión incluirá los indicadores y los niveles para determinar el grado de cumplimiento por parte del distribuidor en la prestación del servicio al que contractualmente está obligado a prestar bajo condiciones de calidad y confiabilidad establecidas. Dichos índices deberán ser verificados por el CONELEC a fin de asegurar la calidad del servicio, o en su caso, imponer sanciones de conformidad con lo establecido en este Reglamento y en el contrato de concesión”.

El Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, Capítulo I, Aspectos Generales, en su artículo. 8 referente a la Evaluación del servicio, manifiesta.- “Los distribuidores deberán proporcionar el servicio dentro de los niveles de calidad exigidos en la regulación pertinente, para lo cual adecuará sus instalaciones, organización, estructura y procedimientos técnicos y comerciales”.

La regulación N° CONECELEC - 004/01 de la calidad del Servicio Eléctrico de Distribución en su numeral 1.2 establece que “La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a. Nivel de voltaje.
- b. Perturbaciones de voltaje.
- c. Factor de Potencia

Calidad de Servicio Comercial:

- a. Atención de Solicitudes.
- b. Atención de Reclamos.
- c. Errores en Medición y Facturación”.

Como podemos observar tanto la Constitución, como las Leyes y Reglamentos consideran a la energía eléctrica como un servicio público ejercido por empresas de distribución y comercialización en el país, el mismo que debe ser suministrado a sus consumidores cumpliendo la regulación 004/01, que garantiza su continuidad, calidad y eficiencia

3.6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.6.1. Análisis y Diagnostico de la Red de Medio Voltaje

La calidad de la energía eléctrica que una empresa distribuidora proporciona al consumidor final está determinada por las condiciones operativas de la red eléctrica de distribución, que a su vez depende de las características propias de construcción y de aquellas proporcionadas por las cargas que están siendo alimentadas. Es así que, este tema tiene como propósito el análisis y diagnóstico de la red de medio voltaje, para: determinar si operativamente presenta partes críticas, identificar los elementos en conflicto o con problemas y establecer las alternativas de solución. Todo esto, bajo la intención de mejorar la calidad del producto energético que el usuario final ha de recibir, refiriéndose principalmente a mantener los niveles de voltaje de la red dentro de los estándares permitidos por el organismo de control y regulación eléctrica CONELEC.

3.6.2. Información

La información necesaria para este estudio son: topología de la red, disposición de conductores de línea, calibres y tipo de conductores, ubicación de los centros de transformación MV/BV, tipo y potencia de los transformadores de distribución, valores de la demanda total y parámetros eléctricos característicos de conductores y transformadores.

3.6.2.1. Recopilación.

Para obtener la información, se realizó trabajos de campo para hacer:

- a. El levantamiento topográfico de la red, ayudados por un equipo de posicionamiento geográfico GPS (GeoXT Trimble), para geo-referenciar los puntos más relevantes del alimentador como: punto de inicio, derivaciones, ángulos y puestos de carga (transformadores).
- b. El registro de las características de la red, con los datos de calibre y tipo de conductor por tramo, capacidad nominal de transformadores y fases de conexión en medio voltaje. Tabla 3.1.
- c. Medición de parámetros los eléctricos (voltaje, corriente potencia y factor de potencia), al inicio del alimentador y en un punto intermedio.

Es importante mencionar que la información geográfica corresponde a la zona 17 de la región Sur, bajo el modelo estándar de la tierra SGW84.

TABLA N° 3.1
TRANSFORMADORES INSTALADOS EN EL ALIMENTADOR N° 1 DE LA
SUBESTACIÓN SALCEDO

Transformadores monofásicos						Transformadores trifásicos						Longitud de línea en Km.	Capacidad instalada en kVA.
5	10	15	25	37,5	50	30	45	50	75	100	> 100		

fase A	8	22	24	14	7	4	0	0	0	0	0	0	18.828,60	1.414,50
fase B	10	45	18	23	20	2	0	0	0	0	0	0	30.705,90	2.188,00
fase C	6	21	26	9	10	1	0	0	0	0	0	0	19.385,30	1.276,50
fase ABC	0	0	0	0	0	0	16	5	10	13	4	8	50.585,80	4.092,50

TOTAL	24	88	68	46	37	7	16	5	10	13	4	8	119.505,60	8.971,50
-------	----	----	----	----	----	---	----	---	----	----	---	---	------------	----------

Fuente: Elepco S.A.

Realizado Por: Los Investigadores

Este cuadro muestra que en la red predomina la carga monofásica y que es la fase B la que estaría siendo sobrecargada con aproximadamente el 24.4 % de la carga total.

3.6.2.2. Organización.

La información proveniente del trabajo de campo es organizada en hojas electrónicas de Excel, con campos de datos básicos para la modelación, tales como:

- Código de inicio de tramo
- Código de final de tramo
- Posición X (Este)
- Posición Y (Norte)
- Posición Z (msnm)
- Estructura tipo
- Fases de línea
- Calibre de fases
- Calibre de neutro
- Código de transformador
- Potencia de transformador
- Fases de conexión del transformador
- Observaciones

3.6.2.3. Manejo y Validación.

La información de la red, hasta ahora se encuentra disponible únicamente en forma tabulada, sin embargo, es de gran utilidad que ésta información se visualice gráficamente y para ello se utiliza el AutoCad como medio graficador.

Mediante programación en macros de Excel, se valida la información tabulada para verificar que la codificación de los nodos no se repita y principalmente asegurar que las fases de conexión de los transformadores correspondan con las fases de línea en la red, además también, se valida gráficamente la construcción topológica de la red, de manera que no existan nodos sin conexión y/o saltos de línea.

Con la información validada en tablas y en el gráfico, se procede a modelar en un simulador de redes eléctricas de distribución.

3.6.3. Diagnóstico del Alimentador

El diagnóstico técnico de un circuito, requiere de exámenes específicos de cada uno de los elementos que lo conforman. Este análisis consiste en revisar detenidamente las condiciones operativas de cada uno de estos elementos, cuando la red trabaja en modo estable y en casos de contingencia y falla. Sin embargo, este trabajo no considera el análisis de la red para los casos de contingencia y falla, porque éstos casos se relacionan más con aspectos de confiabilidad y calidad del servicio técnico, mas no con la calidad del producto.

En condiciones estables de operación del alimentador, para las horas de máxima demanda, éste registra 3.2 MW de potencia activa, con factor de potencia 0.96, medidos a la salida de la subestación. Estos parámetros revelan que el nivel de reactivos está por debajo de los estándares normados para este período de tiempo,

lo que evidencia la falta de control de los reactivos inyectados por parte del sector industrial exclusivamente.

Al revisar la carga distribuida a lo largo del alimentador, se identifican dos secciones con características de demanda distintas, por lo que resulta conveniente tenerlas presente en el análisis. Una de ellas es, aquella cuya red se dirige hacia el norte hasta llegar a la ciudad de Latacunga y en su recorrido existe la presencia de cargas de tipo residencial urbano marginal e inclusive industriales. La otra es aquella cuya red se dirige hacia el oriente, con cargas exclusivamente residenciales urbano marginales y rurales. A continuación presentamos el resultado consolidado del flujo balanceado:

TABLA N° 3.2
RESULTADOS CONSOLIDADO DEL FLUJO BALANCEADO

<i>General Information: Total Power Sending</i>	<i>3202.11(kW) ; 930.67 (kVAr)</i>
<i>Number of Transformers</i>	<i>326</i>
<i>Total kVA Installed</i>	<i>5149.00 (kVA)</i>
<i>Load in Feeder</i>	<i>3147.800000(kW);854.700000 (kVAr)</i>
<i>Energy Losses</i>	<i>8446.100000 (kWh)</i>
<i>Power Loss</i>	<i>54.310000 (kW) ; 75.970000 (kVAr)</i>
<i>Max Voltage Drop</i>	<i>3.510000 (%)</i>
<i>Max Regulation</i>	<i>3.640000 (%)</i>
<i>Current in Feeder</i>	<i>139.500000 (A)</i>
<i>Total Length</i>	<i>118.308700 (km)</i>
<i>Max Length</i>	<i>27.337100 (km)</i>
<i>kV Extremo Norte</i>	<i>13.38 (kV)</i>
<i>kV Extremo Oriente</i>	<i>13.31 (kV)</i>

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Del flujo se obtienen los valores de cargabilidad de los conductores, los mismos que deben tenerse muy en cuenta en la hora punta y que determinan si las

condiciones operativas de las líneas son o no adecuadas. La sección de línea más cargada como es lógico suponer se encuentra al inicio de la troncal con un 58,4 % de su límite térmico (Anexo 1).

En el siguiente cuadro presentamos las secciones de línea troncal más cargadas, sin que en ninguna de ellas se registre un porcentaje de carga superior al 70% de su límite térmico (el valor máximo registrado es 58,4 % de su capacidad de conducción). Estos resultados, evidencian que la línea se encuentra operando en condiciones favorables. Además se puede observar que el desbalance de fases es mínimo.

TABLA N° 3.3
SECCIONES DE LÍNEA CON MAYOR CARGA

Nodo i	Nodo f	Fase	Long. (m)	Cond	Cargabilidad %	Carga kW	Carga kVAr	(A)	Reg. %	kVfn
FED@FED1	MVEL56602	C	11,4	C3/0	58,4	1069	316	140	0,17	7,95
MVEL56602	MVEL56603	C	161,6	C3/0	58,4	1061	310	140	1,04	7,89
MVEL56603	MVEL56604	C	162,2	C3/0	58,4	1058	307	140	1,37	7,86
FED@FED1	MVEL56602	A	11,4	C3/0	58,3	1069	307	140	0,17	7,95
MVEL56602	MVEL56603	A	161,6	C3/0	58,3	1061	302	140	1,05	7,88
MVEL56603	MVEL56604	A	162,2	C3/0	58,3	1058	299	140	1,38	7,86
MVEL56604	MVEL56515	A	35,1	C3/0	58,3	1053	296	140	1,88	7,82
FED@FED1	MVEL56602	B	11,4	C3/0	57,9	1063	307	139	0,17	7,95
MVEL56602	MVEL56603	B	161,6	C3/0	57,9	1054	301	139	1,01	7,89
MVEL56603	MVEL56604	B	162,2	C3/0	57,3	1041	296	138	1,33	7,86
MVEL56604	MVEL56515	B	35,1	C3/0	57,3	1036	293	138	1,8	7,83
MVEL56604	MVEL56515	C	35,1	C3/0	57,3	1034	299	138	1,84	7,82
MVEL56515	MVEL56686	A	82,4	C3/0	56,9	1024	287	137	2,39	7,78
MVEL56686	MVEL56687	A	17,6	C3/0	56,9	1020	285	137	2,73	7,76
MVEL56687	MVEL56690	A	87	C3/0	56,9	1016	282	137	3,26	7,72
MVEL56515	MVEL56686	B	82,4	C3/0	56,2	1011	285	135	2,27	7,79
MVEL56686	MVEL56687	B	17,6	C3/0	56,2	1008	283	135	2,59	7,77
MVEL56687	MVEL56690	B	87	C3/0	56,2	1004	280	135	3,07	7,73
MVEL56690	MVEL56771	B	147,9	C3/0	55,7	993	276	134	3,42	7,70
MVEL56771	MVEL56772	B	15,7	C3/0	55,7	990	274	134	3,68	7,68
MVEL56772	MVEL56779	B	149	C3/0	55,7	988	273	134	3,9	7,67

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Cuando el caso lo amerita y cuando la cargabilidad de los conductores es cercana o sobrepasa su límite térmico, se recomienda establecer el conductor óptimo, en cada tramo o sección de línea y con estos resultados plantear como alternativa un programa de remodelación y re-potenciación de redes. Sin dejar de lado esta alternativa de solución, se suele optar por otras soluciones menos costosas que pueden mejorar las condiciones operativas de la red, sin ocasionar mayores molestias a los usuarios.

TABLA N° 3.4
RESULTADOS CONSOLIDADOS DEL FLUJO POR FASES

<i>Load in Feeder Phase A</i>	<i>1069.200000 (kW) ; 307.030000 (kVAr)</i>
<i>Load in Feeder Phase B</i>	<i>1062.520000 (kW) ; 306.730000 (kVAr)</i>
<i>Load in Feeder Phase C</i>	<i>1069.330000 (kW) ; 315.810000 (kVAr)</i>
<i>Power Loss</i>	<i>278.830000 (kW) ; 8.710579 (%)</i>
<i>Power Loss</i>	<i>192.950000 (kVAr) ; 20.756909 (%)</i>
<i>Energy Losses</i>	<i>43365.100000 (kWh)</i>
<i>Max Voltage Drop Phase A</i>	<i>11.440000 (%)</i>
<i>Max Voltage Drop Phase B</i>	<i>11.330000 (%)</i>
<i>Max Voltage Drop Phase C</i>	<i>14.190000 (%)</i>
<i>Max Regulation Phase A</i>	<i>12.910000 (%)</i>
<i>Max Regulation Phase B</i>	<i>12.780000 (%)</i>
<i>Max Regulation Phase C</i>	<i>16.530000 (%)</i>
<i>Current in Feeder Phase A :</i>	<i>139.850000 (A)</i>
<i>Current in Feeder Phase B</i>	<i>139.030000 (A)</i>
<i>Current in Feeder Phase C</i>	<i>140.180000 (A)</i>

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Las mediciones al inicio del alimentador no indican la existencia de un desbalance de fases significativo, situación que se confirma con lo obtenido en el cálculo de flujos de potencia por fase (Anexo 2). Sin embargo, a lo largo del alimentador existen secciones desbalanceadas, debido a los ramales monofásicos que de ellas

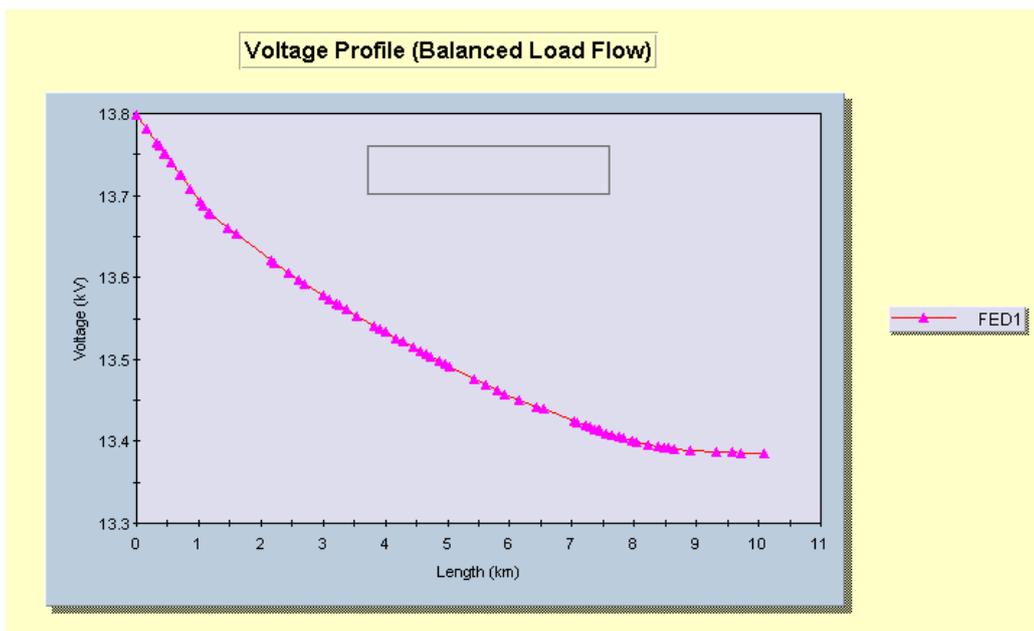
se derivan. Con ello, se puede elaborar un programa de redistribución balanceada de la carga, dirigido a los sectores plenamente identificados como críticos. Esta alternativa tiene como particularidad los costos de inversión bajos.

La demanda máxima y la capacidad instalada del alimentador determinan en forma general un factor de utilización de los transformadores de distribución igual al 35,67%. Este valor nos sugiere que existe suficiente capacidad para soportar un incremento en las demandas parciales de cada transformador. Bajo esta consideración, son los conductores de las líneas primarias y secundarias los que deberán soportar una posible sobrecarga y con ello graves problemas de caídas de voltaje y pérdidas excesivas de energía, situación que ha de ser tomada muy en cuenta para la re-potenciación de las líneas.

Los resultados consolidados del flujo de potencia balanceado (anexo 1) muestran los niveles de voltaje más bajos de la red y precisamente estos se producen en sus extremos más alejados de la subestación. En cada una de las secciones identificadas previamente, se tiene:

- Sección Norte, 7.72kV en la fase C, nodo #7939 a 9.1Km desde la subestación, con una caída de voltaje de 3,05% y regulación de 3,15%.

FIGURA 3.1
PERFIL DE VOLTAJE, NODO 7939

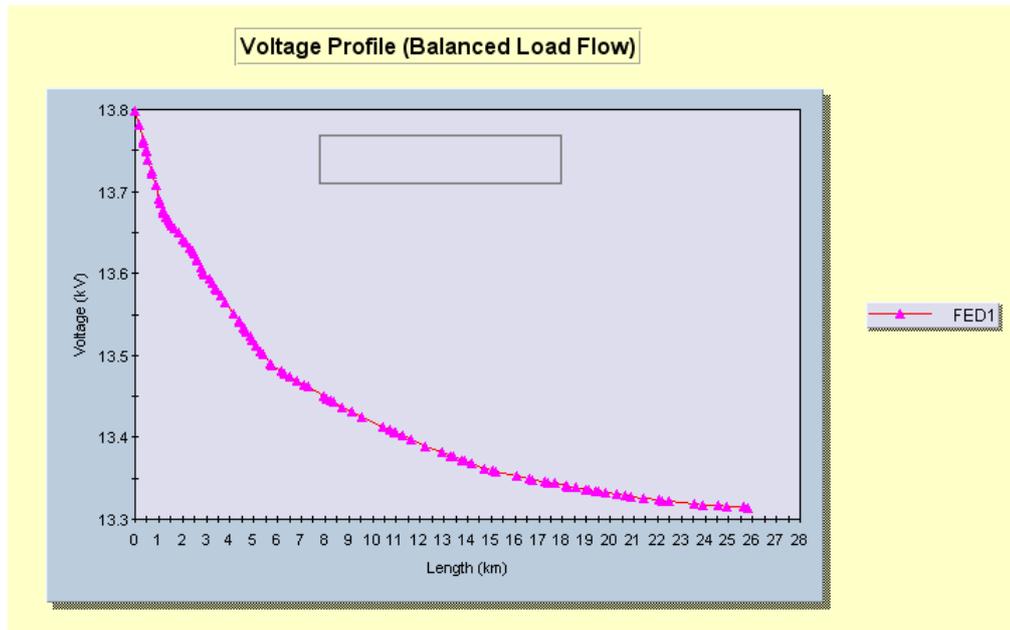


Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

- Sección Oriente, 7.69kV en la fase B, nodo #62029 a 27.34Km desde la subestación, con una caída de voltaje de 3.51% y regulación del 3.64%.

FIGURA 3.2
PERFIL DE VOLTAJE, NODO 62029



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

El nivel de voltaje en los nodos del alimentador son también indicadores que determinan la necesidad o no de tomar acciones correctivas, orientadas a mejorar la calidad del producto. Entre estas alternativas se tiene la instalación estratégica de bancos de capacitores o de equipos reguladores de voltaje. Las curvas de nivel de voltaje, obtenidas en éste alimentador, no muestran condiciones desfavorables, más bien las condiciones de voltaje se encuentran dentro de los estándares normados y la decisión de emplear una medida correctiva está justificada básicamente por la intención de mejorar el factor de potencia para reducir las pérdidas energéticas en las líneas.

La potencia y ubicación de los capacitores, están determinados por los niveles de voltaje, el factor de potencia deseado y los costos unitarios de potencia y energía; parámetros que harían o no factible la instalación de los capacitores. Para esto nos ayudamos del simulador de redes, dado que la realidad de este alimentador exige la necesidad de compensar 830 kVAr en horas de demanda media ($P = 2050 \text{ Kw}$), para mejorar el factor de potencia de 0.82 a 0.96 y 477 kVAr para las horas de

demanda punta ($P = 3200 \text{ Kw}$), período en el que se requiere mejorar el factor de potencia de 0.96 a 0.99.

Inicialmente se reconoció dos secciones del alimentador, cuyas características se diferencian en el sentido que, la sección norte posee cargas industriales y la sección oriente es predominantemente residencial. Este antecedente, junto a los resultados del flujo de potencia, hace pensar en que la compensación de reactivos debe estar dirigida hacia la sección norte, mientras que para la sección oriental, el requerimiento podría orientarse a mejorar el nivel de voltaje, con la instalación de un regulador. A continuación se presenta tres alternativas para mejorar el nivel de voltaje y el factor de potencia.

3.6.3.1. Instalación de bancos de capacitores

Al instalar un banco de capacitores de 300 kVAr en el ramal oriente (Anexo 3), el perfil de voltaje en la sección oriente mejora sustancialmente, no así en la sección norte, conforme se muestra en las siguientes gráficas.

TABLA N° 3.5
INSTALACIÓN 300KVAR EN EL NODO #102490

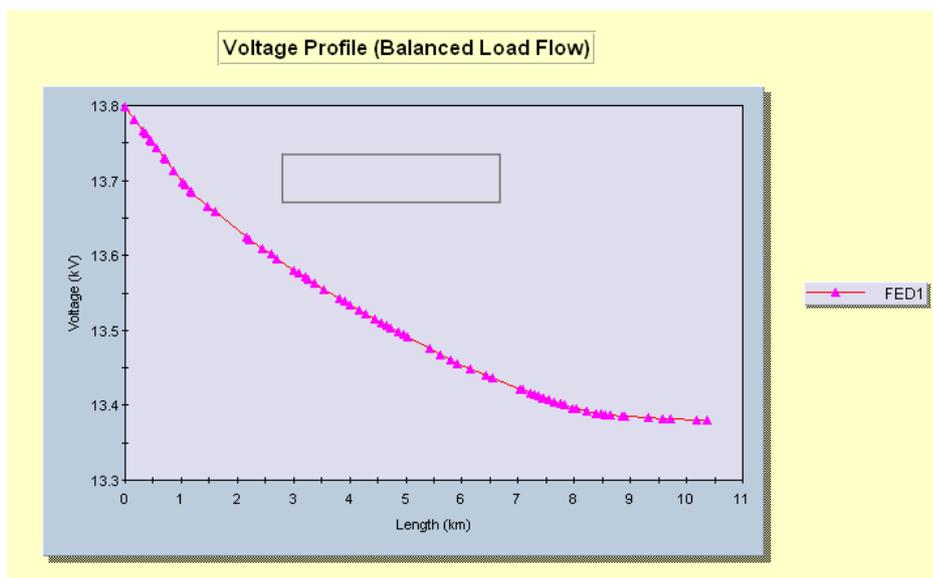
<i>General Information: Total Power Sending</i>	<i>3200.77 (kW)</i>
<i>Total Power Sending</i>	<i>628.73 (kVAr)</i>
<i>Number of Transformers</i>	<i>326</i>
<i>Total kVA Installed</i>	<i>5149.00 (kVA)</i>

<i>Load in Feeder</i>	<i>3147.800000 (kW)</i>
<i>Load in Feeder</i>	<i>554.700000 (kVAr)</i>
<i>Energy Losses</i>	<i>8237.200000 (kWh)</i>
<i>Power Loss</i>	<i>52.970000 (kW)</i>
<i>Power Loss</i>	<i>74.030000 (kVAr)</i>
<i>Max Voltage Drop</i>	<i>3.270000 (%)</i>
<i>Max Regulation</i>	<i>3.380000 (%)</i>
<i>Current in Feeder</i>	<i>136.500000 (A)</i>
<i>Total Length</i>	<i>118.308700 (km)</i>
<i>Max Length</i>	<i>27.337100 (km)</i>

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

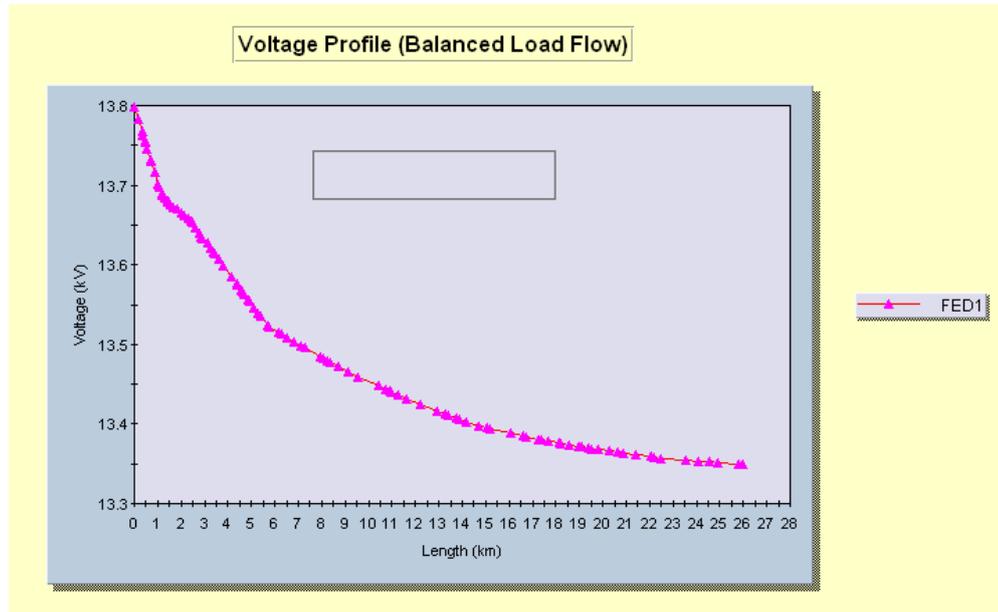
FIGURA 3.3
PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN ORIENTE



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.4
PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN NORTE



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Con la inserción de los dos bancos de capacitores shunt en las secciones norte y oriente (Anexo-4), se logra principalmente, bajar la demanda de reactivos, mejorando el factor de potencia de 0.96 a 0.99, reducir la circulación de corriente en las líneas de la troncal de 139.5A a 134.5A, con lo cual también se reduce la caída de voltaje de 3.51% a 3.17% y las pérdidas de potencia y energía en las líneas de distribución primaria, de 54.3kW a 50.8kW y de 8.45MWh a 7.91MWh respectivamente. Los perfiles de voltaje en cada uno de los ramales norte y oriente se muestran en los gráficos 3.5 y 3.6. El banco de capacitores instalado en el ramal norte incide sustancialmente en el circuito norte (Figura 3.5) e inclusive es notorio un mejoramiento adicional en los niveles de voltaje del ramal oriente (Figura 3.6), respecto al perfil obtenido anteriormente, al instalar los 300 KVAR en este ramal.

TABLA N° 3.6

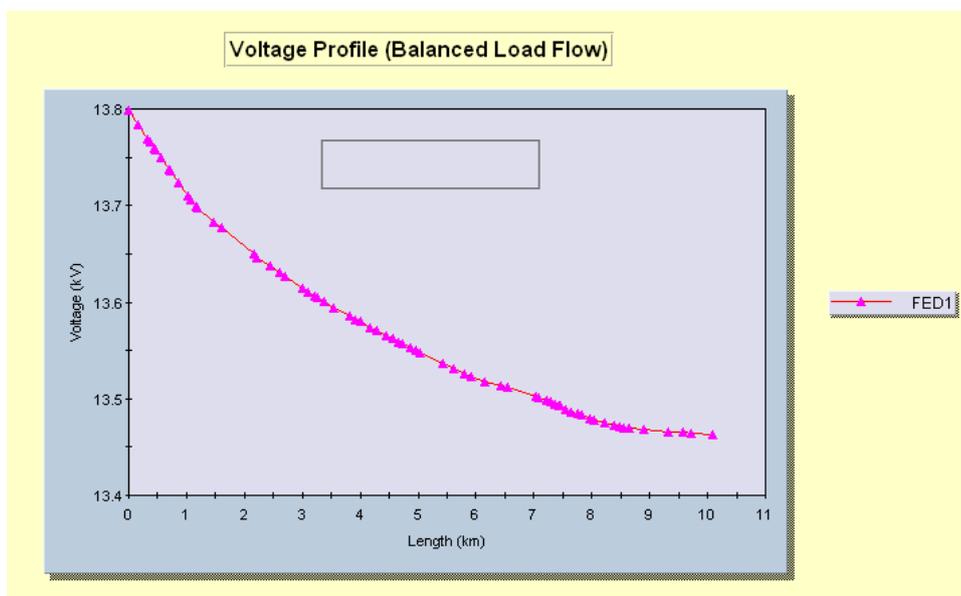
INSTALACIÓN DE 300KVAR, EN EL NODO #8211 Y 300KVAR EN EL
NODO #102490

<i>General Information: Total Power Sending</i>	3198.67 (kW) ;: 325.40 (kVAr)
<i>Number of Transformers</i>	326
<i>Total kVA Installed</i>	5149.00 (kVA)
<i>Load in Feeder</i>	3147.800000 (kW) ; 254.700000 (kVAr)
<i>Energy Losses</i>	7911.500000 (kWh)
<i>Power Loss</i>	50.870000 (kW) ; 70.700000 (kVAr)
<i>Max Voltage Drop</i>	3.170000 (%)
<i>Max Regulation</i>	3.270000 (%)
<i>Current in Feeder</i>	134.500000 (A)
<i>Total Length</i>	118.308700 (km)
<i>Max Length</i>	27.337100 (km)
<i>kV Extremo Norte</i>	13.22 (kV)
<i>kV Extremo Oriente</i>	13.14 (kV)

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.5
PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN NORTE

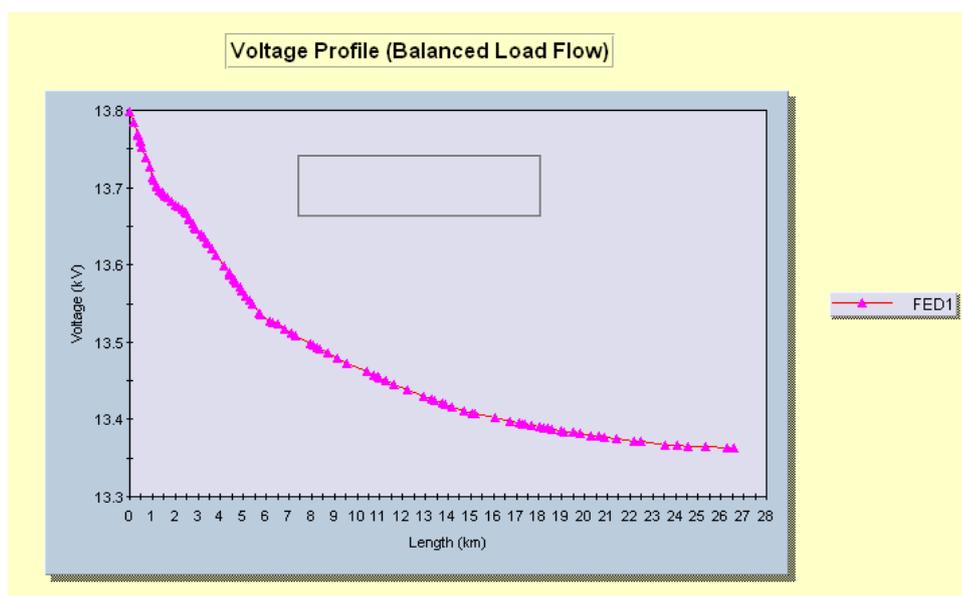


Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.6

PERFIL DE VOLTAJE, SECCIÓN ORIENTE



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Estas gráficas muestran con claridad que los niveles de voltaje están dentro de los estándares exigidos por el CONELEC. Sin embargo, y dadas las características de la sección oriente (alimentador de gran longitud, con carga exclusivamente residencial rural), se puede pensar en la instalación de reguladores de voltaje como una mejor opción en lugar del banco de capacitores.

3.6.3.2. Instalación combinada de capacitores y reguladores

Al combinar el uso de un capacitor para la sección norte y un regulador para la sección oriente, se obtienen los siguientes resultados (anexo 5).

TABLA N° 3.7

INSTALACIÓN DE 300KVAR, EN EL NODO #8211 Y 300KVA EN EL
NODO #102490

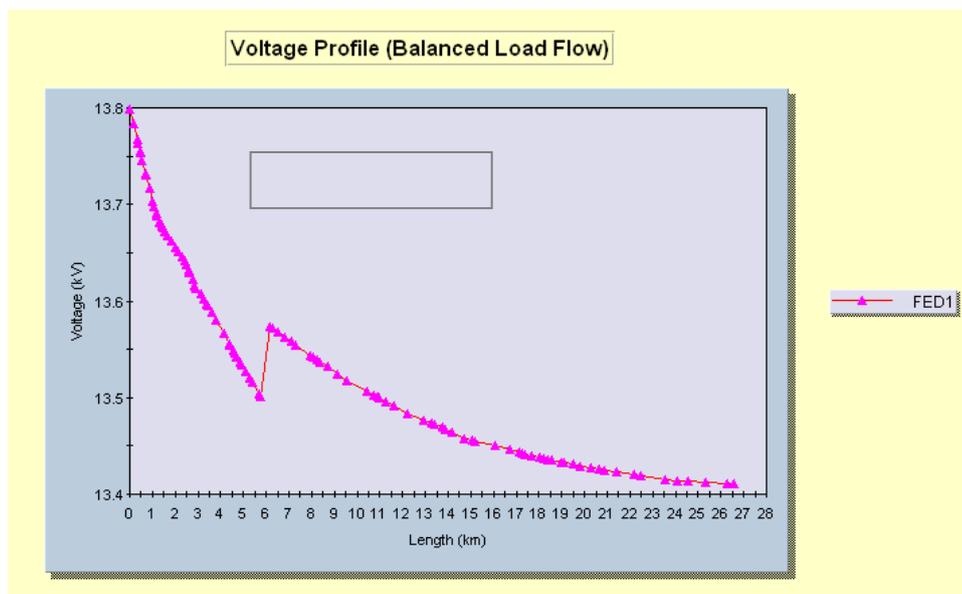
<i>General Information: Total Power Sending</i>	3199.59 (kW) ; 626.74 (kVAr)
<i>Number of Transformers</i>	326
<i>Total kVA Installed</i>	5149.00 (kVA)
<i>Load in Feeder</i>	3147.800000 (kW) ; 554.700000 (kVAr)
<i>Energy Losses</i>	8053.900000 (kWh)
<i>Power Loss</i>	51.790000 (kW) ; 72.040000 (kVAr)
<i>Max Voltage Drop</i>	2.820000 (%)
<i>Max Regulation</i>	2.900000 (%)
<i>Current in Feeder</i>	136.400000 (A)
<i>Total Length</i>	118.308700 (km)
<i>Max Length</i>	27.337100 (km)
<i>kV Extremo Norte</i>	13.50 (kV)
<i>kV Extremo Oriente</i>	13.42 (kV)

Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.7

PERFIL DE VOLTAJE CON CAPACITORES Y REGULADORES



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Los niveles de voltaje de la sección oriente, se mejoran considerablemente al setear las posiciones del tap del regulador, de tal manera que en la primera posición se logra obtener una regulación del 2.9% en el punto más crítico. Por otro lado, el factor de potencia se mantiene en 0.98 y la corriente se reduce a 136.4 A, con pérdidas de potencia y energía que alcanzan 51.79 kW y 8.05 MWh respectivamente.

3.6.3.3. Seccionamiento de la carga

La opción de seccionar la carga, dividiendo al alimentador en dos circuitos individuales, es considerada como alternativa de solución, cuando la cargabilidad en los conductores de la troncal de red ha sobrepasado el 70% de su límite térmico y no es posible incrementar su calibre por las implicaciones económicas altamente costosas, tanto en la inversión como en la operación de la red, esta alternativa debe ser complementada con un estudio de la proyección de la demanda que considere todos aquellos factores que se interrelacionan con la demanda . Con estas consideraciones, se crea esta alternativa dividiendo el alimentador en dos circuitos, el uno que alimenta la carga norte y el otro la carga oriente. Sin más cambios, los flujos de potencia engloban los siguientes resultados (anexos 6 y 7).

TABLA N° 3.8
RESULTADOS DEL SECCIONAMIENTO DE CARGA

<i>General Information</i>	<i>Norte</i>	<i>Oriente</i>	<i>Total</i>
<i>Total Power Sending</i>	2107.43 (kW)	1094.38 (kW)	3201.81 (kW)
<i>Total Power Sending</i>	627.20 (kVAr)	297.21 (kVAr)	924.41 (kVAr)
<i>Number of Transformers</i>	180	146	326
<i>Total kVA Installed</i>	3379.00 (kVA)	1770.00 (kVA)	5149.00 (kVA)
<i>Load in Feeder</i>	2077.00 (kW)	1082.30 (kW)	3159.30 (kW)
<i>Load in Feeder</i>	579.00 (kVAr)	287.00 (kVAr)	866.00 (kVAr)
<i>Energy Losses</i>	4731.80 (kWh)	1878.40 (kWh)	6610.20 (kWh)
<i>Power Loss</i>	30.43 (kW)	12.08 (kW)	42.51 (kW)
<i>Power Loss</i>	48.20 (kVAr)	10.21 (kVAr)	58.41 (kVAr)
<i>Max Voltage Drop</i>	2.79 (%)	2.66 (%)	2.79 (%)
<i>Max Regulation</i>	2.87 (%)	2.73 (%)	2.87 (%)
<i>Current in Feeder</i>	92.00 (A)	47.40 (A)	139.40 (A)
<i>Total Length</i>	50.77 (km)	68.56 (km)	119.34 (km)
<i>Max Length</i>	11.57 (km)	26.55 (km)	26.55 (km)
<i>kV Extremo</i>	13.41 (kV)	13.43 (kV)	13.41 (kV)

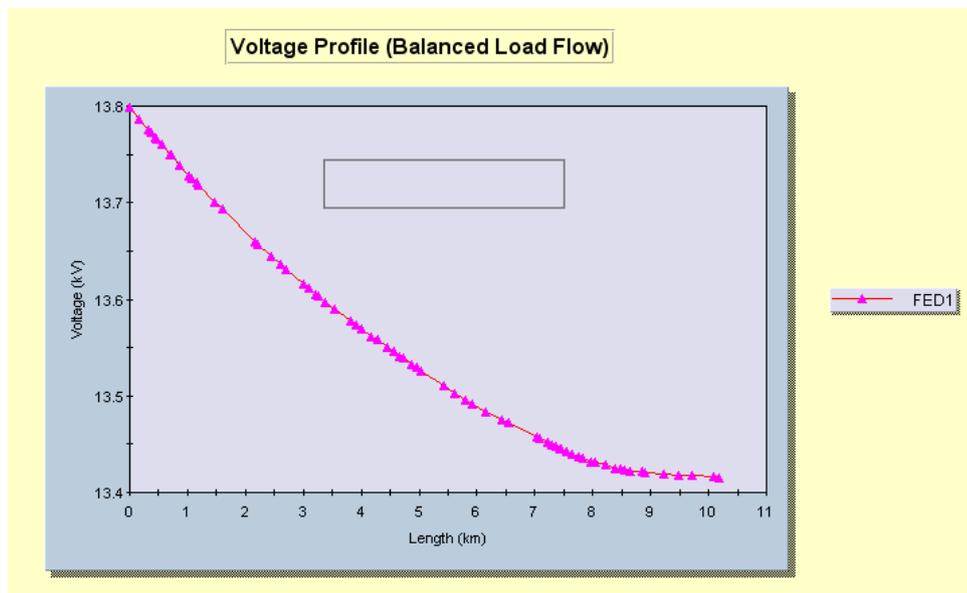
Fuente: Resultados, flujo de potencia
Realizado Por: Los Investigadores

Con esta modificación en la red se consigue principalmente, dividir la circulación de corriente a los dos nuevos circuitos de la troncal, con lo cual también se reduce la caída de voltaje de 3.51% a 2.79% y las pérdidas de potencia y energía en las líneas de distribución primaria, de 54.31kW a 42.51Kw en potencia y de 84.46MWh a 66.10MWh en energía.

Los perfiles de voltaje, para cada uno de los circuitos que se muestran a continuación, se observa que en los dos circuitos mejoran sus niveles de voltaje, así en sus extremos más distantes se tiene:

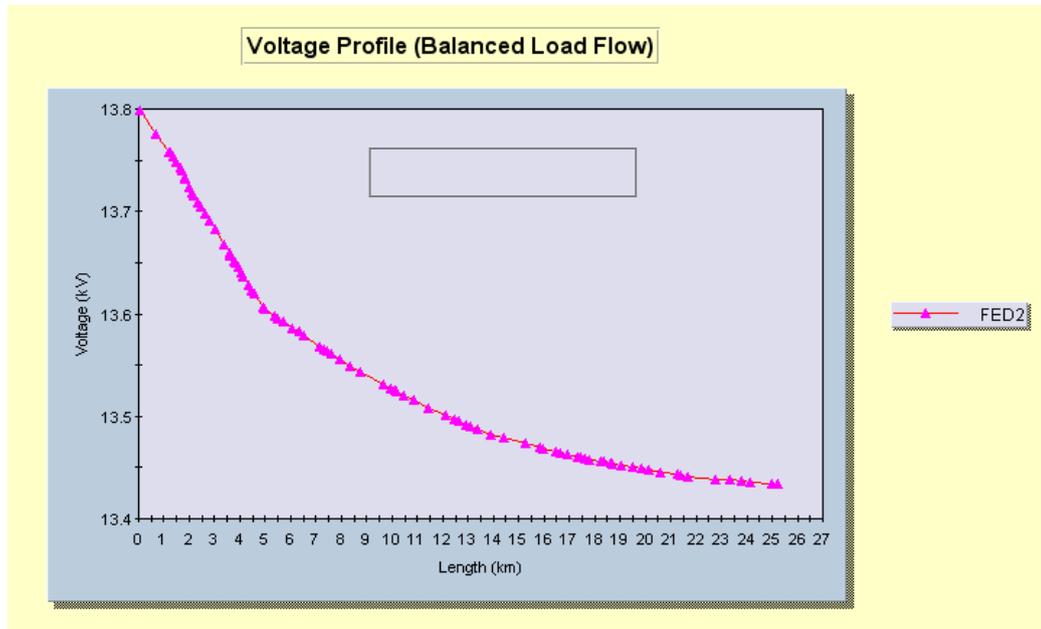
- Circuito norte se eleva de 13.38kV a 13.41kV y,
- Circuito oriente el aumento es más significativo de 13.31kV a 13.43kV.

FIGURA 3.8
PERFIL DE VOLTAJE, SECCIONAMIENTO DE CARGA NORTE



Fuente: Resultados, flujo de potencia
Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.9
PERFIL DE VOLTAJE, SECCIONAMIENTO DE CARGA ORIENTE



Fuente: Resultados, flujo de potencia

Realizado Por: Los Investigadores

Si bien, el seccionar la carga ha ayudado a mejorar los niveles de voltaje y estar dentro de los estándares; en general, el factor de potencia no se ha corregido y para que esto se cumpla debe haber necesariamente la inyección de reactivos capacitivos. Esta alternativa deberá ser complementada con la instalación de capacitores en la sección norte, donde se encuentra la carga industrial.

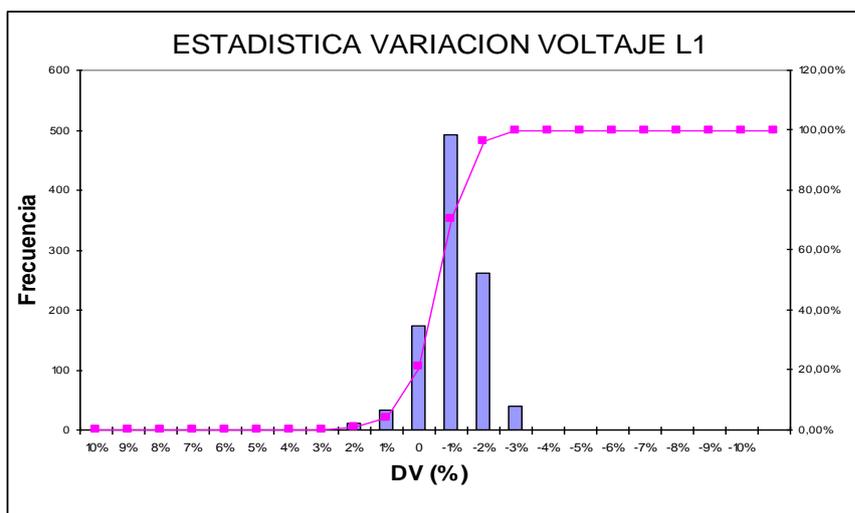
3.7 ANÁLISIS DE DATOS TÉCNICOS

3.7.1. Salida de la S/E Salcedo.- Arranque del alimentador

3.7.1.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.10
HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L1 DE LA SALIDA
Nº1 S/E SALCEDO.



Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

En la gráfica 3.10 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de la salida Nº 1 de la S/E Salcedo. Se observa que varía en +2% a -3% por lo tanto las mediciones se encuentran dentro de los límites establecidos por la Regulación CONELEC 004/01 vigente, que establece los límites en $\pm 10,0\%$.

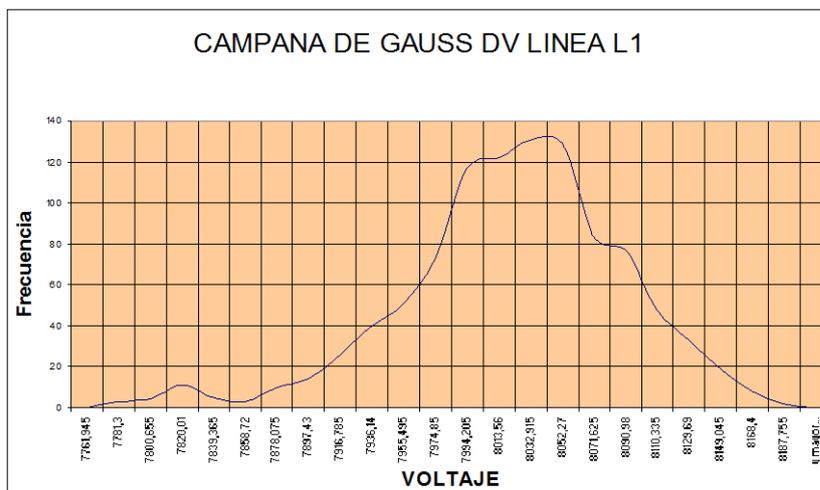
TABLA N° 3.9
DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L1 DE
LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO

Voltaje	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje	Voltaje	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
7170,9	0	0,00%	10%	8047,344	493	70,17%	-1%
7250,577	0	0,00%	9%	8127,02	262	96,13%	-2%
7330,254	0	0,00%	8%	8206,697	39	100,00%	-3%
7409,93	0	0,00%	7%	8286,374	0	100,00%	-4%
7489,607	0	0,00%	6%	8366,05	0	100,00%	-5%
7569,284	0	0,00%	5%	8445,727	0	100,00%	-6%
7648,96	0	0,00%	4%	8525,404	0	100,00%	-7%
7728,637	0	0,00%	3%	8605,08	0	100,00%	-8%
7808,314	10	0,99%	2%	8684,757	0	100,00%	-9%
7887,99	32	4,16%	1%	8764,434	0	100,00%	-10%
7967,667	173	21,31%	0	y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.11
CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L1 SALIDA N°1 S/E
SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.11. se concluye que el 100% de las mediciones realizadas en la fase L1 de la salida N°1 de la S/E Salcedo se encuentran dentro del rango permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (7170,9 V - 8764,4 V)

TABLA 3.10
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE
DE LA LÍNEA L1

<i>Voltaje</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Voltaje</i>	<i>Frecuencia</i>
7761,945	0	7994,205	117
7781,3	3	8013,56	122
7800,655	4	8032,915	131
7820,01	11	8052,27	129
7839,365	5	8071,625	83
7858,72	3	8090,98	77
7878,075	10	8110,335	48
7897,43	14	8129,69	33
7916,785	26	8149,045	19
7936,14	40	8168,4	8
7955,495	51	8187,755	2
7974,85	73	y mayor...	0

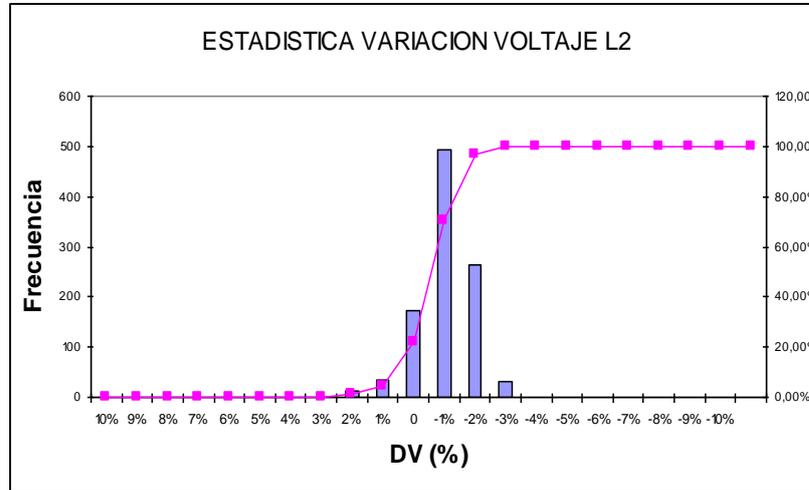
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.12

HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN VOLTAJE DE L2 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

En la gráfica 3.12 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de la salida N° 1 de la S/E Salcedo. Se observa que varía en +2% a -3% por lo tanto las mediciones se encuentran dentro de los límites establecidos por la Regulación CONELEC 004/01 vigente, que establece los límites en $\pm 10,0\%$.

TABLA N° 3.11

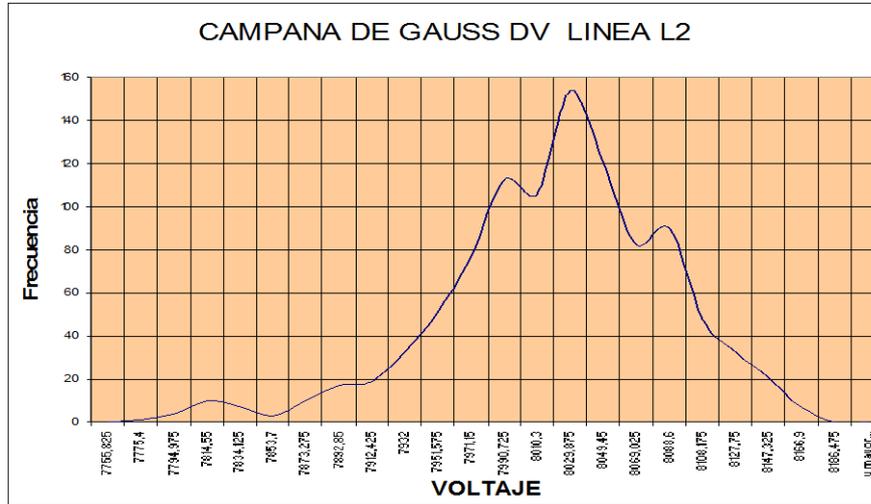
DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L2 DE LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje	Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
7170,9	0	0,00%	10%	8047,344	492	70,61%	-1%
7250,577	0	0,00%	9%	8127,02	265	96,92%	-2%
7330,254	0	0,00%	8%	8206,697	31	100,00%	-3%
7409,93	0	0,00%	7%	8286,374	0	100,00%	-4%
7489,607	0	0,00%	6%	8366,05	0	100,00%	-5%
7569,284	0	0,00%	5%	8445,727	0	100,00%	-6%
7648,96	0	0,00%	4%	8525,404	0	100,00%	-7%
7728,637	0	0,00%	3%	8605,08	0	100,00%	-8%
7808,314	12	1,19%	2%	8684,757	0	100,00%	-9%
7887,99	34	4,57%	1%	8764,434	0	100,00%	-10%

Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.13
CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L2 SALIDA N°1 S/E
SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.13 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas en la fase L2 de la salida N°1 de la S/E Salcedo se encuentran dentro del rango permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (7170,9 V - 8764,4 V)

TABLA N° 3.12
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE
DE LA LÍNEA L2

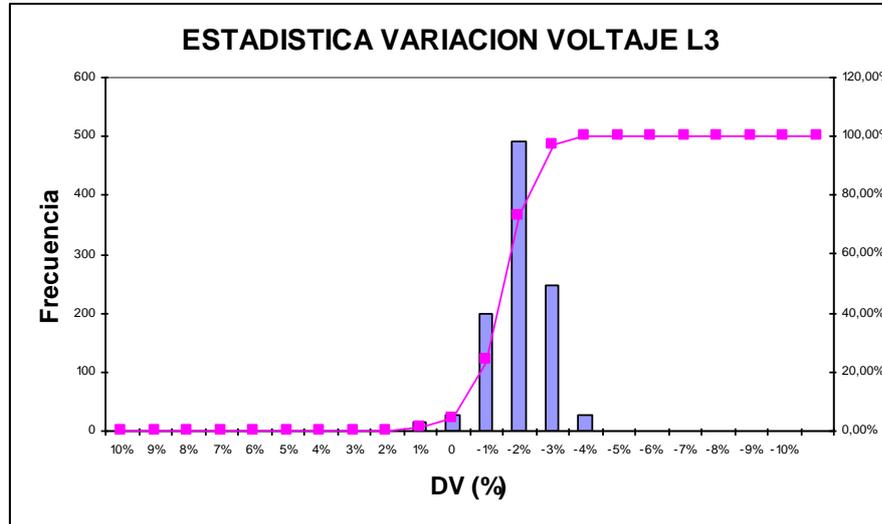
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
7755,825	0	7990,725	113
7775,4	1	8010,3	106
7794,975	4	8029,875	154
7814,55	10	8049,45	121
7834,125	7	8069,025	83
7853,7	3	8088,6	90
7873,275	10	8108,175	48
7892,85	17	8127,75	33
7912,425	19	8147,325	21
7932	33	8166,9	7
7951,575	51	8186,475	0
7971,15	76	y mayor...	0

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.14
HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN VOLTAJE DE L3 DE LA SALIDA N°1
S/E SALCEDO.



Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

En la gráfica 3.14 se representa la variación de voltaje de la línea L3 en porcentaje de la salida N° 1 de la S/E Salcedo. Se observa que varía en +1% a -4% por lo tanto las mediciones se encuentran dentro de los límites establecidos por la Regulación CONELEC 004/01 vigente, que establece los límites en $\pm 10,0\%$.

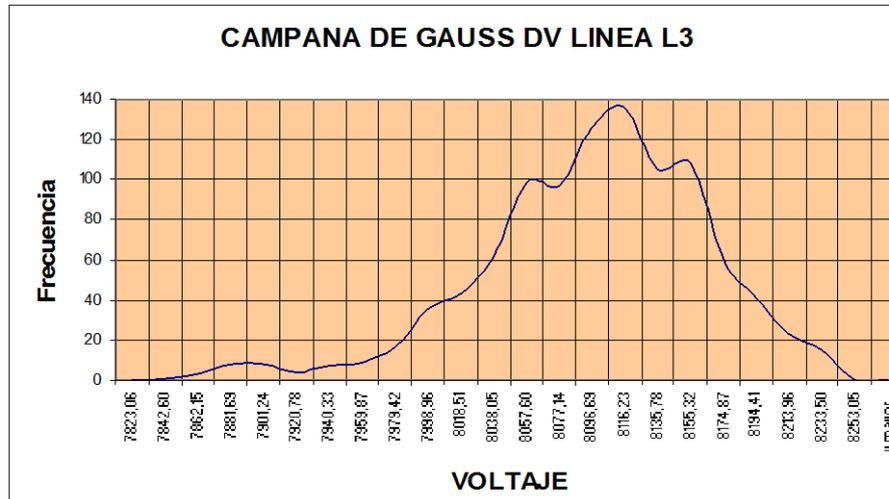
TABLA N° 3.13
DATOS DEL HISTOGRAMA DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE DE L3 DE
LA SALIDA N°1 S/E SALCEDO

<i>lase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
7170,9	0	0,00%	10%	8047,344	198	23,93%	-1%
7250,577	0	0,00%	9%	8127,02	492	72,79%	-2%
7330,254	0	0,00%	8%	8206,697	247	97,32%	-3%
7409,93	0	0,00%	7%	8286,374	27	100,00%	-4%
7489,607	0	0,00%	6%	8366,05	0	100,00%	-5%
7569,284	0	0,00%	5%	8445,727	0	100,00%	-6%
7648,96	0	0,00%	4%	8525,404	0	100,00%	-7%
7728,637	0	0,00%	3%	8605,08	0	100,00%	-8%
7808,314	0	0,00%	2%	8684,757	0	100,00%	-9%
7887,99	15	1,49%	1%	8764,434	0	100,00%	-10%

Fuente: Medidores, Subestación Salcedo

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.15
 CAMPANA DE GAUSS DE VARIACIÓN DE VOLTAJE L3 SALIDA N°1 S/E
 SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.15 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas en la fase L3 de la salida No1 de la S/E Salcedo se encuentran dentro del rango permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (7170,9 V - 8764,4 V)

TABLA N° 3.14
 DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE LA VARIACIÓN DE VOLTAJE
 DE LA LÍNEA L3

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
7823,06	0	8057,60	99
7842,60	1	8077,14	97
7862,15	3	8096,69	126
7881,69	8	8116,23	136
7901,24	8	8135,78	105
7920,78	4	8155,32	108
7940,33	7	8174,87	60
7959,87	9	8194,41	41
7979,42	17	8213,96	23
7998,96	36	8233,50	15
8018,51	43	8253,05	0
8038,05	61	y mayor...	0

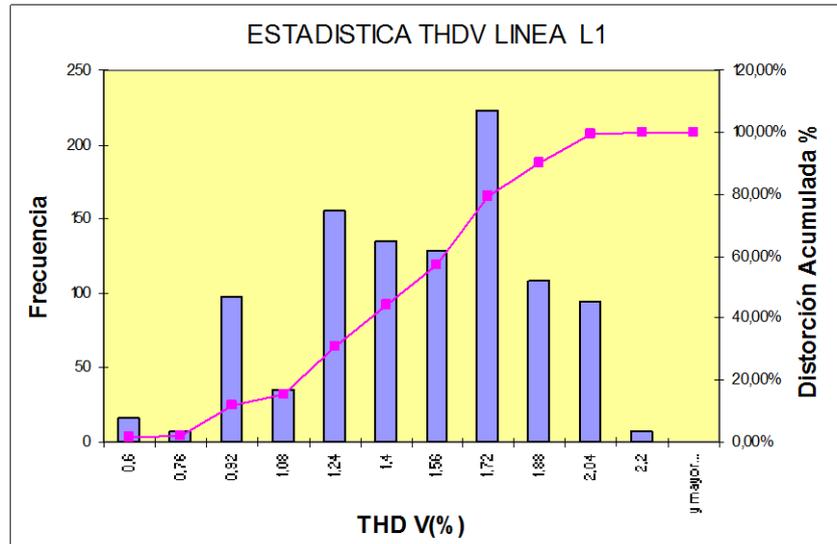
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.1.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.16
HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 1 DE
SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.16 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de la salida N°1 de la S/E Salcedo. Se observa que la máxima es de 2,2 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo tanto el 100% de valores medidos cumplen con la Norma vigente.

En la Tabla 3.15 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.16

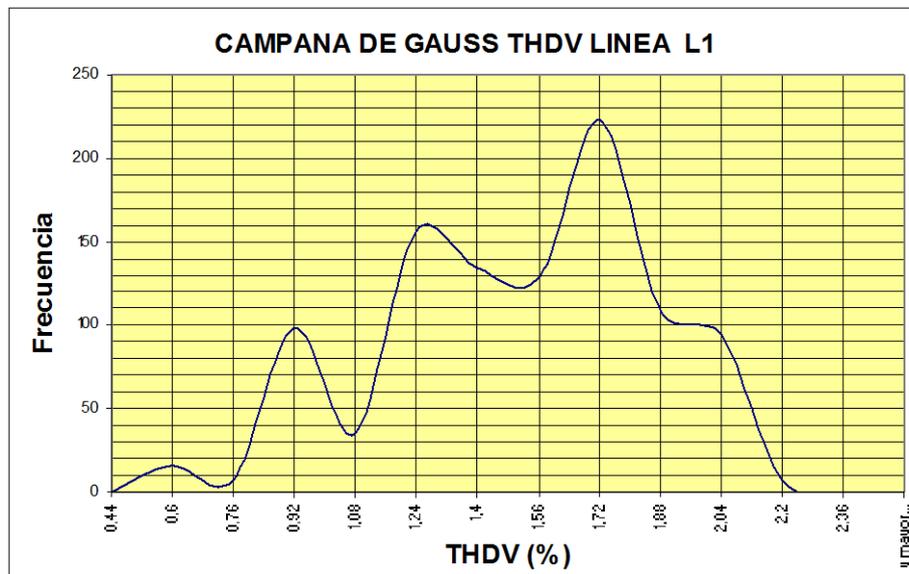
TABLA N° 3.15
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO

<i>THD V</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,6	16	1,59%
0,76	7	2,28%
0,92	98	12,00%
1,08	35	15,48%
1,24	156	30,95%
1,4	135	44,35%
1,56	129	57,14%
1,72	223	79,27%
1,88	108	89,98%
2,04	94	99,31%
2,2	7	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.17
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 SALIDA N°1 S/E SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.17 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 2,2 %).

En la tabla 3.16 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.17

TABLA N° 3.16
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 SALIDA N°1 S/E
SALCEDO.

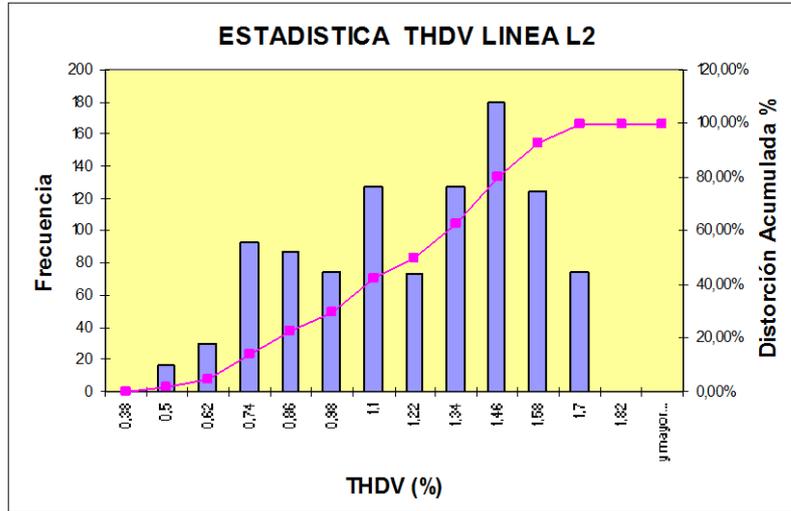
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,6	16	1,59%
0,76	7	2,28%
0,92	98	12,00%
1,08	35	15,48%
1,24	156	30,95%
1,4	135	44,35%
1,56	129	57,14%
1,72	223	79,27%
1,88	108	89,98%
2,04	94	99,31%
2,2	7	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.18
HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 2 DE
SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.18 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de la salida N°1 de la S/E Salcedo. Se observa que la máxima es de 1,7 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo tanto el 100% de valores medidos cumplen con la Norma vigente.

En la Tabla 3.17 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.18.

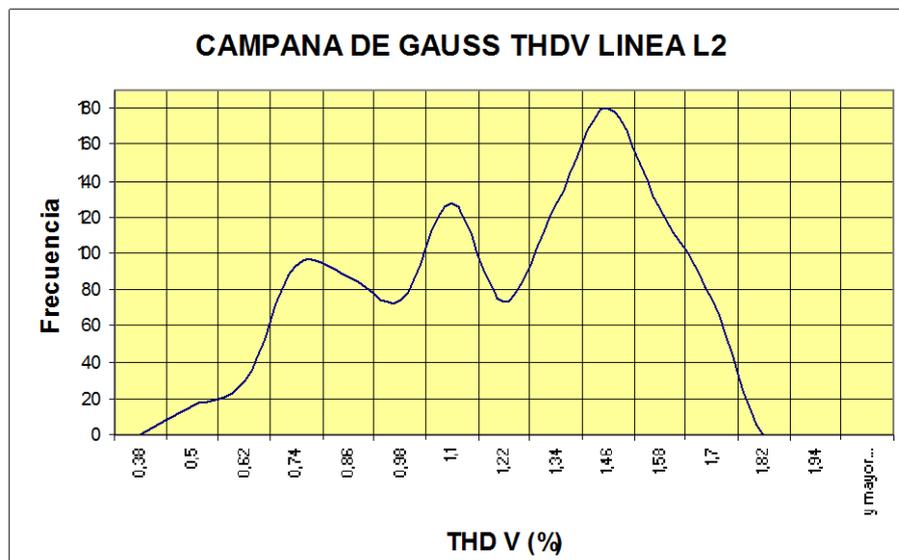
TABLA N° 3.17
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO

Clase	Frecuencia	% acumulado
0,38	0	0,00%
0,5	16	1,59%
0,62	30	4,56%
0,74	93	13,79%
0,86	87	22,42%
0,98	74	29,76%
1,1	128	42,46%
1,22	73	49,70%
1,34	128	62,40%
1,46	180	80,26%
1,58	125	92,66%
1,7	74	100,00%
1,82	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.19
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 SALIDA N°1 S/E SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.19 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 1,7 %.

En la Tabla 3.18 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.19.

TABLA N° 3.18
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 SALIDA N°1 S/E
SALCEDO.

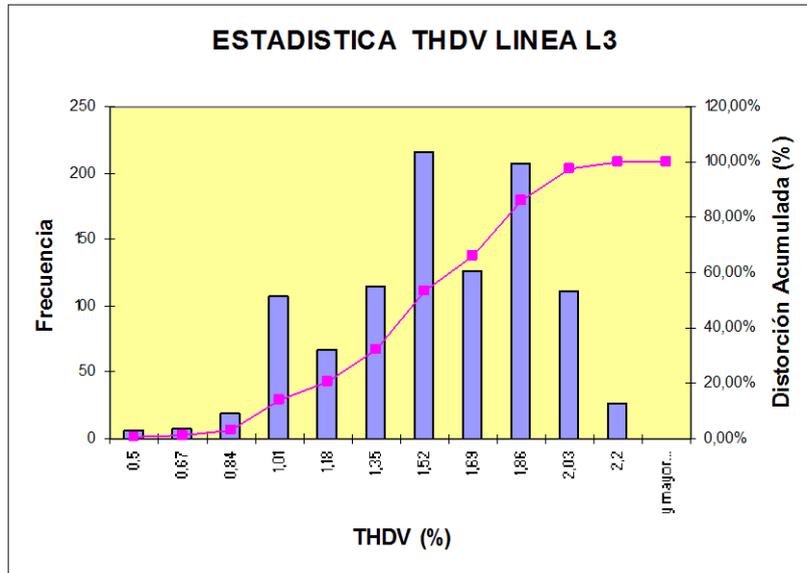
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,5	16	1,59%
0,62	30	4,56%
0,74	93	13,79%
0,86	87	22,42%
0,98	74	29,76%
1,1	128	42,46%
1,22	73	49,70%
1,34	128	62,40%
1,46	180	80,26%
1,58	125	92,66%
1,7	74	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.20
HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV LÍNEA 3 DE
SALIDA N°1 S/E SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.20 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L3 en porcentaje de la salida N°1 de la S/E Salcedo. Se observa que la máxima es de 2,2 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo tanto el 100% de valores medidos cumplen con la Norma vigente.

En la Tabla 3.19 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.20.

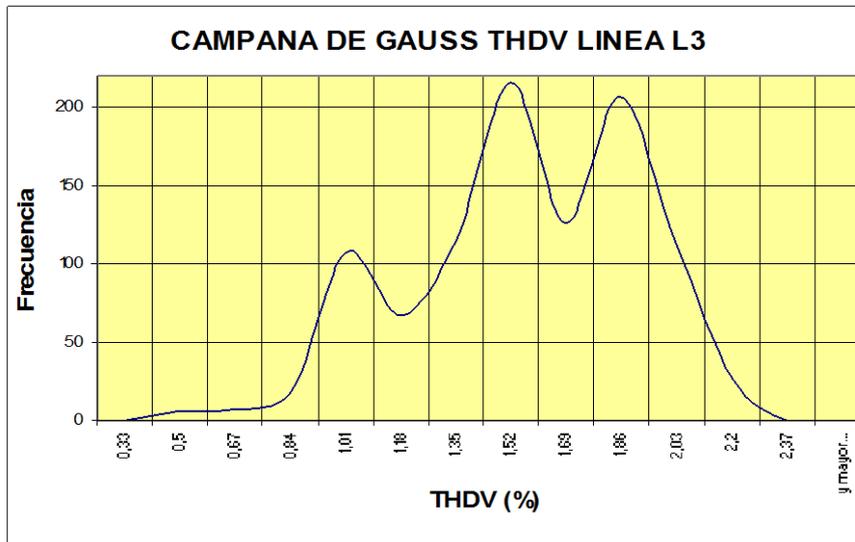
TABLA N° 3.19
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L3 DE SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,5	6	0,60%
0,67	7	1,29%
0,84	19	3,17%
1,01	107	13,79%
1,18	67	20,44%
1,35	115	31,85%
1,52	216	53,27%
1,69	126	65,77%
1,86	207	86,31%
2,03	111	97,32%
2,2	27	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.21.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.21 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; siendo valor máximo de 2,2 %).

En la Tabla 3.20 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.21.

TABLA N° 3.20
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L3 SALIDA N°1 S/E
SALCEDO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,5	6	0,60%
0,67	7	1,29%
0,84	19	3,17%
1,01	107	13,79%
1,18	67	20,44%
1,35	115	31,85%
1,52	216	53,27%
1,69	126	65,77%
1,86	207	86,31%
2,03	111	97,32%
2,2	27	100,00%
y mayor...	0	100,00%

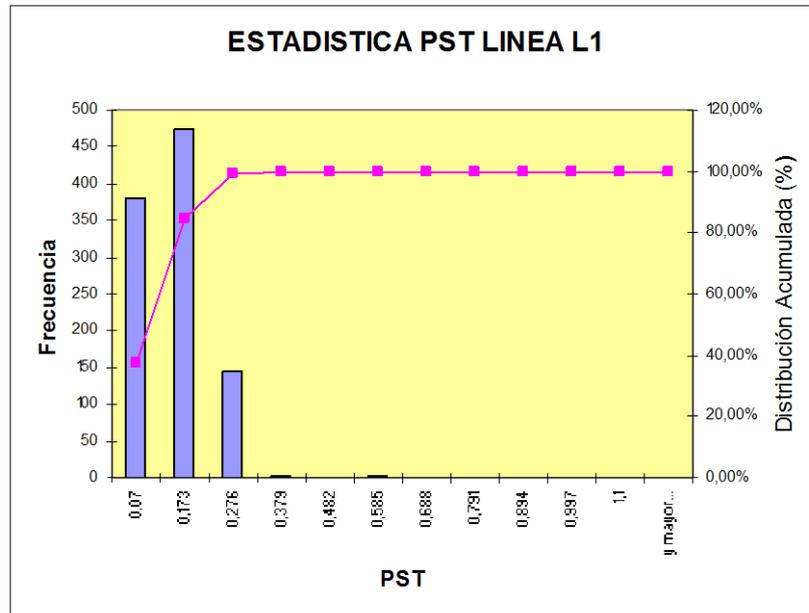
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.1.3. Análisis del efecto flicker

Línea 1.

FIGURA 3.22.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA L1 SALIDA
N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.22 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de la Salida N°1 de la S/E Salcedo expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,1 y representa el 0,30 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.21 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.22.

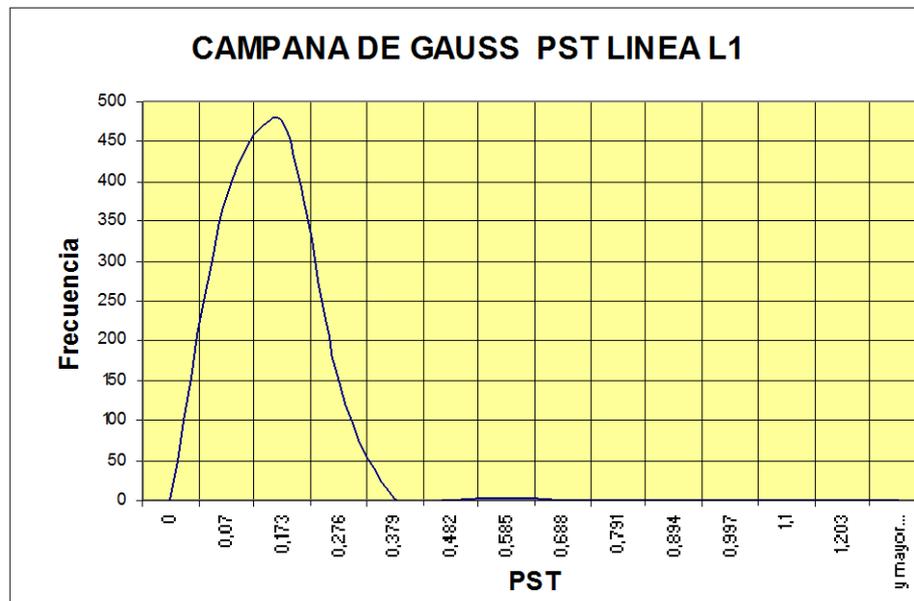
TABLA N° 3.21
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	381	37,84%
0,173	474	84,91%
0,276	146	99,40%
0,379	3	99,70%
0,482	0	99,70%
0,585	2	99,90%
0,688	0	99,90%
0,791	0	99,90%
0,894	0	99,90%
0,997	0	99,90%
1,1	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.23.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 SALIDA N°1 S/E
 SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.23 se concluye que el 99,70 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de la salida No1 de la S/E salcedo se encuentran dentro del rango admisible contemplado por la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.22 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.23.

TABLA N° 3.22
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 1 SALIDA N°1
S/E SALCEDO.

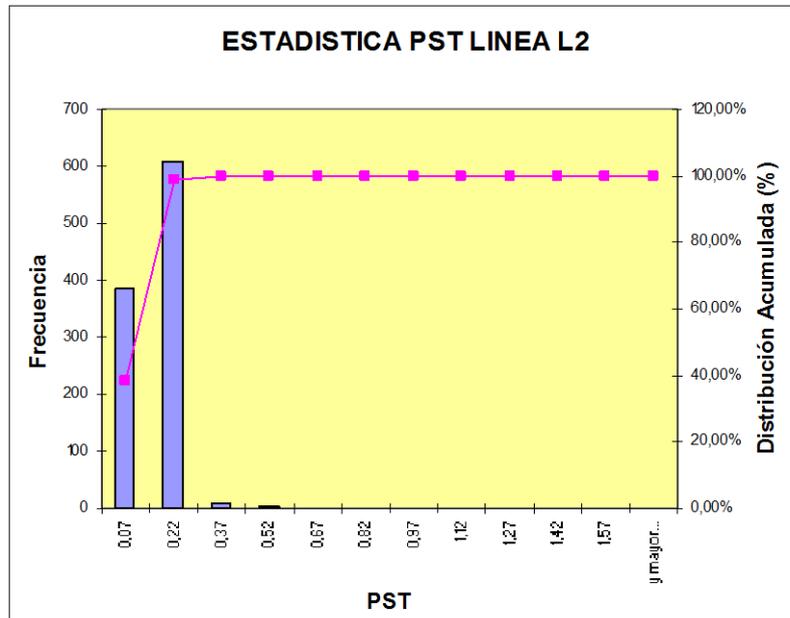
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	381	37,84%
0,173	474	84,91%
0,276	146	99,40%
0,379	3	99,70%
0,482	0	99,70%
0,585	2	99,90%
0,688	0	99,90%
0,791	0	99,90%
0,894	0	99,90%
0,997	0	99,90%
1	0	99,90%
1,1	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.24.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA L2 SALIDA
Nº1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.24 se representa el flicker de corta duración en la línea L2 de la Salida Nº1 de la S/E Salcedo expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,57 y representa el 0,10 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.23 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.24.

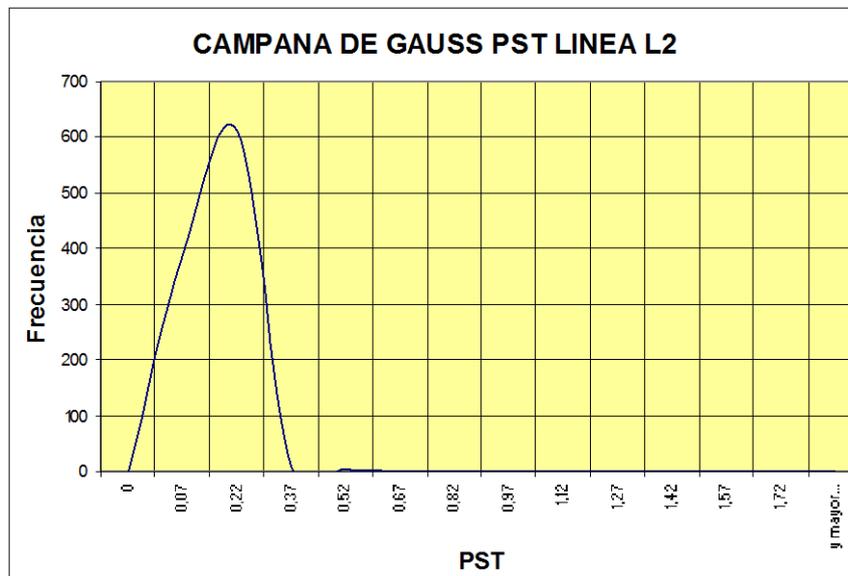
TABLA N° 3.23
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.

Clase	Frecuencia	% acumulado
0,07	384	38,13%
0,22	610	98,71%
0,37	9	99,60%
0,52	2	99,80%
0,67	0	99,80%
0,82	0	99,80%
0,97	1	99,90%
1,12	0	99,90%
1,27	0	99,90%
1,42	0	99,90%
1,57	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.25.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 SALIDA N°1 S/E
 SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.25 se concluye que el 99,90 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de la salida No1 de la S/E salcedo se encuentran dentro del rango admisible contemplado por la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.24 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.25.

TABLA N° 3.24
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 2 SALIDA N°1
S/E SALCEDO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	384	38,13%
0,22	610	98,71%
0,37	9	99,60%
0,52	2	99,80%
0,67	0	99,80%
0,82	0	99,80%
0,97	1	99,90%
1	0	99,90%
1,12	0	99,90%
1,27	0	99,90%
1,42	0	99,90%
1,57	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

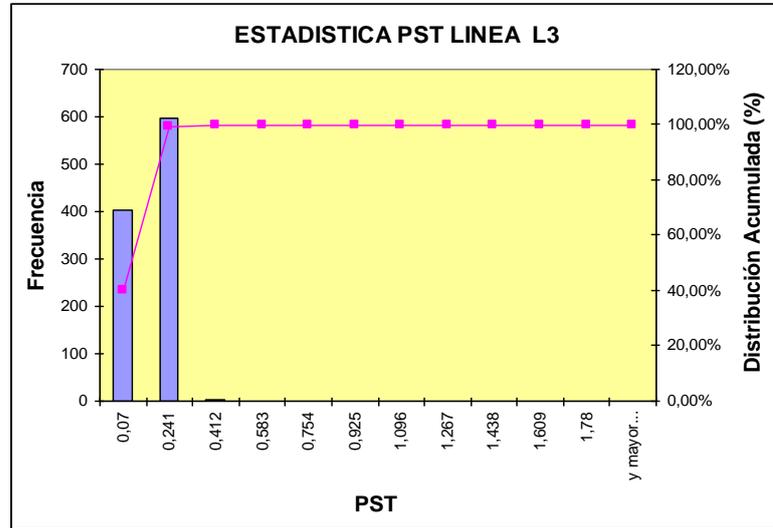
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.26.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST LÍNEA L3 SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.26 se representa el flicker de corta duración en la línea L3 de la Salida N°1 de la S/E Salcedo expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,78 y representa el 0,10 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.25 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.26.

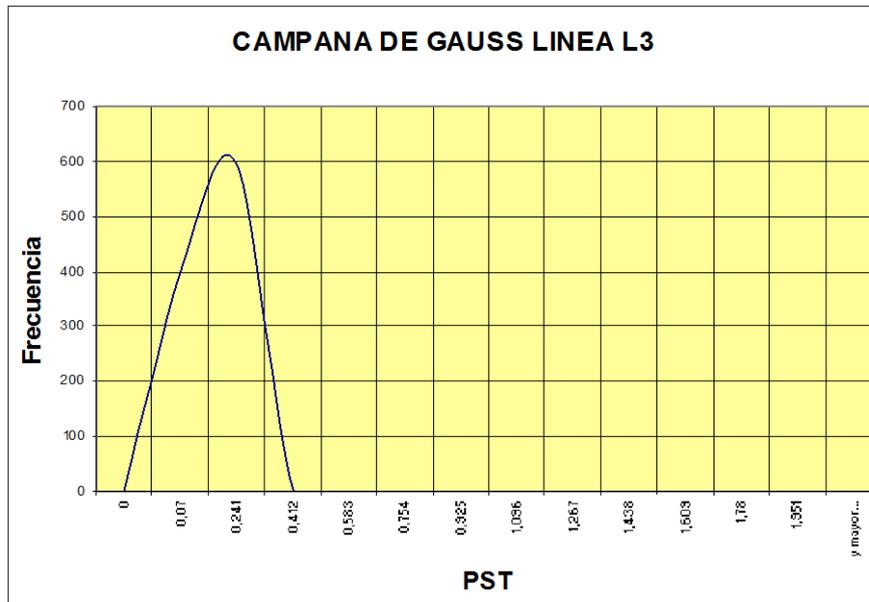
TABLA N° 3.25
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L3 DE LA SALIDA N° 1 DE LA S/E SALCEDO.

Clase	Frecuencia	% acumulado
0,07	403	40,02%
0,241	598	99,40%
0,412	4	99,80%
0,583	1	99,90%
0,754	0	99,90%
0,925	0	99,90%
1,096	0	99,90%
1,267	0	99,90%
1,438	0	99,90%
1,609	0	99,90%
1,78	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.27.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L3 SALIDA N°1 S/E
 SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.27 se concluye que el 99,90 % de las mediciones realizadas en la línea L3 de la salida No1 de la S/E salcedo se encuentran dentro del rango admisible contemplado por la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.26 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.27.

TABLA N° 3.26
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA 3 SALIDA N°1
S/E SALCEDO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	403	40,02%
0,241	598	99,40%
0,412	4	99,80%
0,583	1	99,90%
0,754	0	99,90%
0,925	0	99,90%
1	0	99,90%
1,096	0	99,90%
1,267	0	99,90%
1,438	0	99,90%
1,609	0	99,90%
1,78	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

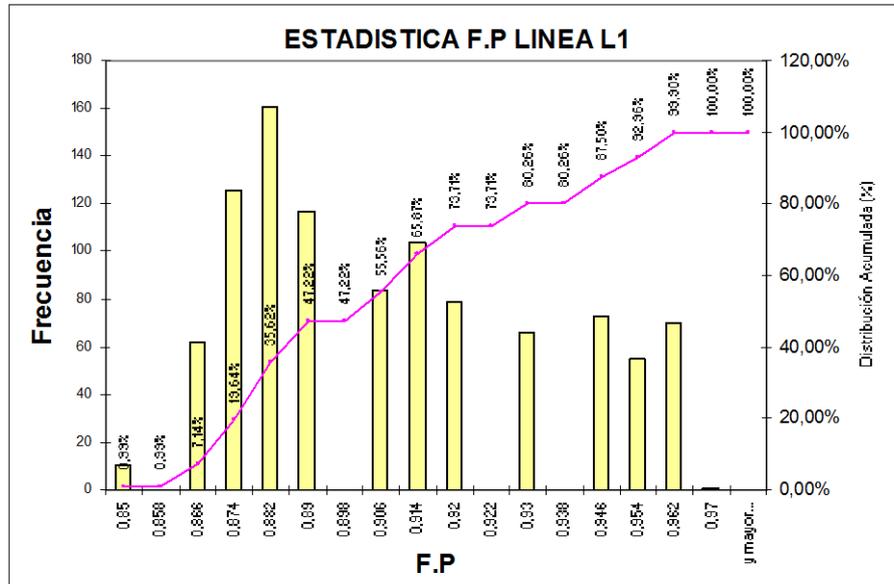
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.1.4. Análisis del factor de potencia

Línea 1.

FIGURA 3.28.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA L1
SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01; referente al F.P. manifiesta .Si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a 0,92, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad. En este caso existen 65,87% de medidas fuera del límite permitido; No cumple con la Regulación.

En la tabla 3.27 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.28.

TABLA N° 3.27

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P.
DE LA LÍNEA 1 DE LA SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.

Clase	Frecuencia	% acumulado
0,85	10	0,99%
0,858	0	0,99%
0,866	62	7,14%
0,874	126	19,64%
0,882	161	35,62%
0,89	117	47,22%
0,898	0	47,22%
0,906	84	55,56%
0,914	104	65,87%
0,92	79	73,71%
0,922	0	73,71%
0,93	66	80,26%
0,938	0	80,26%
0,946	73	87,50%
0,954	55	92,96%
0,962	70	99,90%
0,97	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

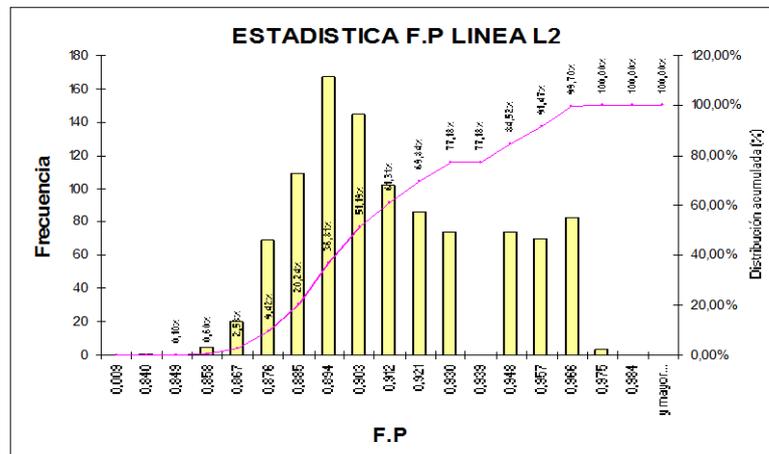
Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.29.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA 2
SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01; referente al f.p. manifiesta .Si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a 0,92, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad. En este caso existen 61,31 % de medidas fuera del límite permitido; no cumple con la Regulación.

En la tabla 3.28 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.29

TABLA N° 3.28
DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P.
DE LA LÍNEA 2 DE LA SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.

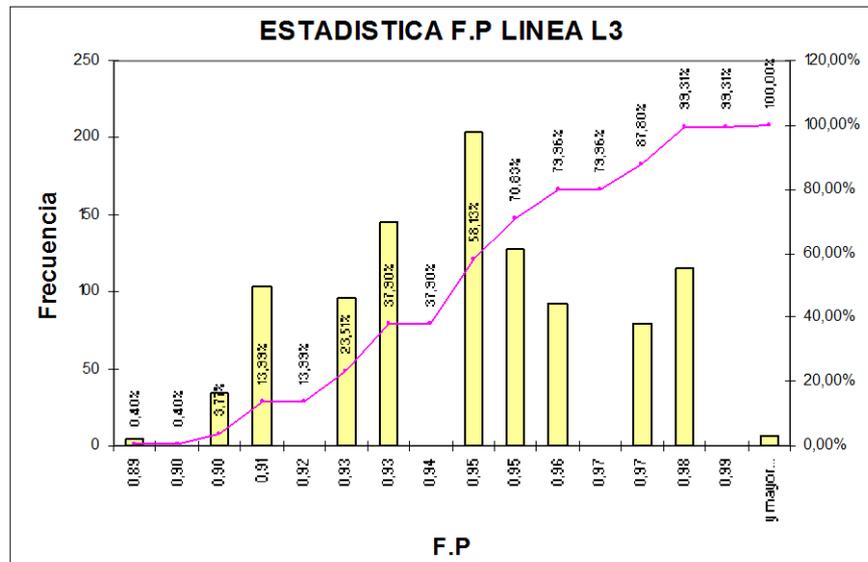
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,009	0	0,00%
0,840	1	0,10%
0,849	0	0,10%
0,858	5	0,60%
0,867	20	2,58%
0,876	69	9,42%
0,885	109	20,24%
0,894	167	36,81%
0,903	145	51,19%
0,912	102	61,31%
0,921	86	69,84%
0,930	74	77,18%
0,939	0	77,18%
0,948	74	84,52%
0,957	70	91,47%
0,966	83	99,70%
0,975	3	100,00%
0,984	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.30.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA F.P. DE LÍNEA 3
SALIDA N°1 S/E SALCEDO.



Fuente: Personal

Realizado Por: Los Investigadores

Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01; referente al F.P manifiesta .Si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a 0,92, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad. En este caso existen 13,99 % de medidas fuera del límite permitido; no cumple con la Regulación.

En la tabla 3.29 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.30.

TABLA N° 3.29

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL F.P.
DE LA LÍNEA 3 DE LA SALIDA N°1 DE S/E SALCEDO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,89	4	0,40%
0,90	0	0,40%
0,90	34	3,77%
0,91	103	13,99%
0,92	0	13,99%
0,93	96	23,51%
0,93	145	37,90%
0,94	0	37,90%
0,95	204	58,13%
0,95	128	70,83%
0,96	92	79,96%
0,97	0	79,96%
0,97	79	87,80%
0,98	116	99,31%
0,99	0	99,31%
y mayor...	7	100,00%

Fuente: Personal

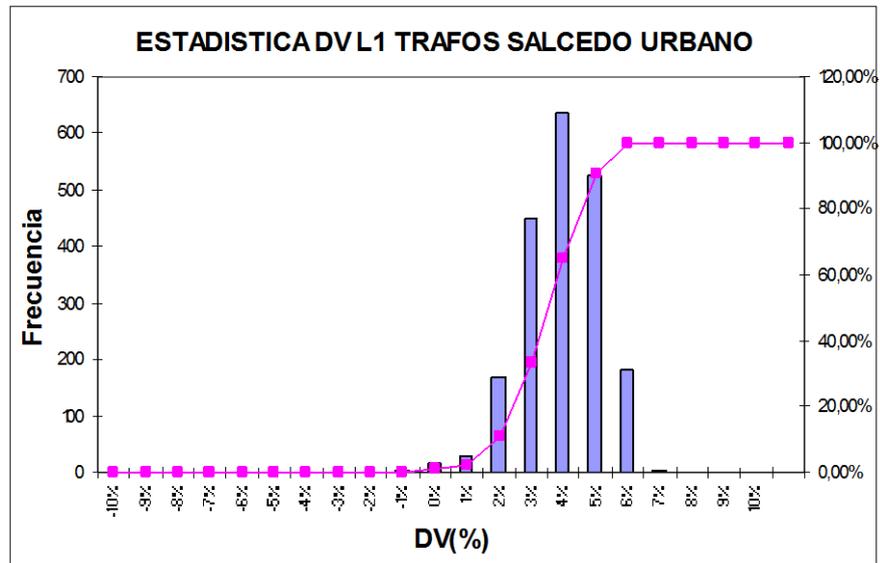
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.2. Sector Urbano Cantón Salcedo

3.7.2.1. Análisis de Variación de Voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.31.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.31 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Salcedo Urbano. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.30 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.31.

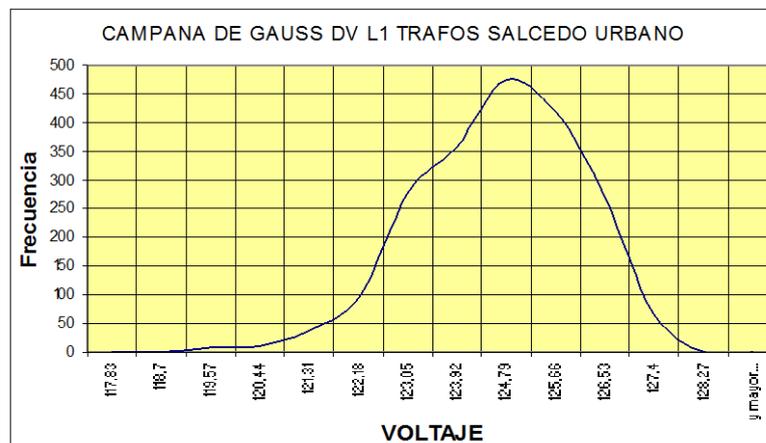
TABLA N° 3.30
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1
 DE LOS TRANSFORMADORES SECTOR URBANO DE SALCEDO.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	2	0,10%	-1%
120	16	0,89%	0%
121,2	29	2,34%	1%
122,4	168	10,69%	2%
123,6	449	33,00%	3%
124,8	637	64,66%	4%
126	525	90,76%	5%
127,2	182	99,80%	6%
128,4	4	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.32.
 CAMPANA DE GAUSS DV L1 TRANSFORMADORES SALCEDO
 URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la FIGURA 3.32 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de la zona Salcedo Urbano se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.31 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.32.

TABLA N° 3.31
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

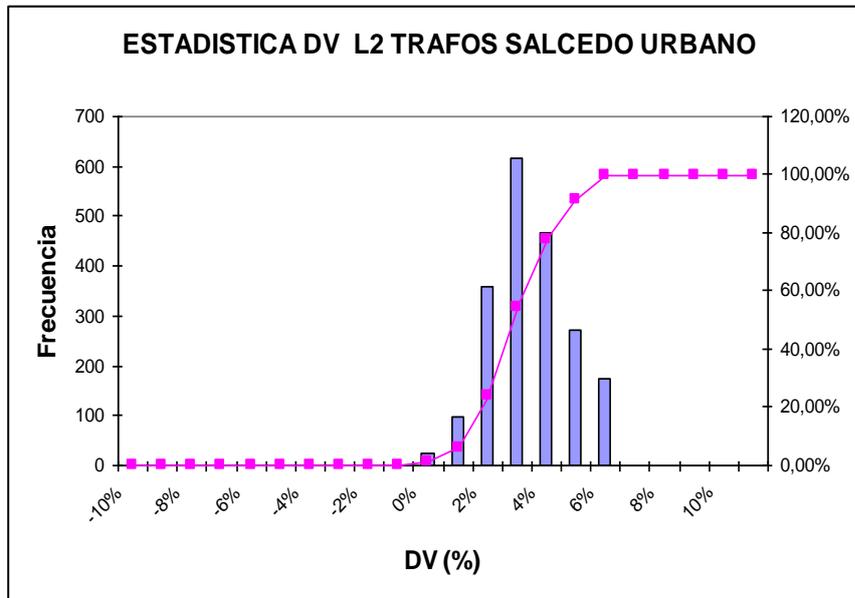
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108,0	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114,0	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	0	0,00%
117,6	6	0,30%
118,8	6	0,59%
120,0	9	1,04%
121,2	37	2,87%
122,4	61	5,89%
123,6	128	12,23%
124,8	228	23,53%
126,0	313	39,03%
127,2	385	58,10%
128,4	355	75,63%
129,6	299	90,44%
130,8	132	96,98%
132,0	47	99,31%
y mayor...	14	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.33.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.33 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios del Sector Salcedo Urbano. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.32 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.33.

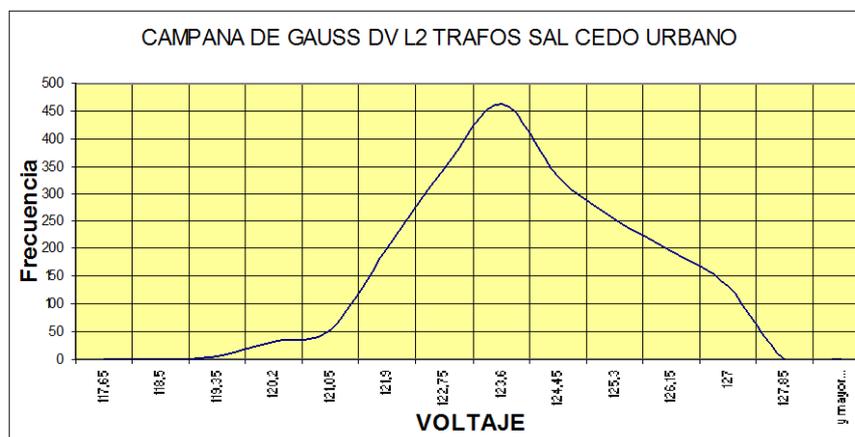
TABLA N° 3.32
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2
 DE LOS TRANSFORMADORES SECTOR URBANO DE SALCEDO.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	1	0,05%	-1%
120	26	1,34%	0%
121,2	97	6,16%	1%
122,4	358	23,96%	2%
123,6	617	54,62%	3%
124,8	467	77,83%	4%
126	271	91,30%	5%
127,2	175	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.34.
 CAMPANA DE GAUSS DV L2 TRANSFORMADORES SALCEDO
 URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.34 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de la zona Salcedo Urbano se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.33 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.34.

TABLA N° 3.33
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108,0	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114,0	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	0	0,00%
117,6	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120,0	10	0,50%
121,2	44	2,69%
122,4	110	8,17%
123,6	272	21,71%
124,8	438	43,53%
126,0	614	74,10%
127,2	398	93,92%
128,4	92	98,51%
129,6	28	99,90%
130,8	2	100,00%
132,0	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

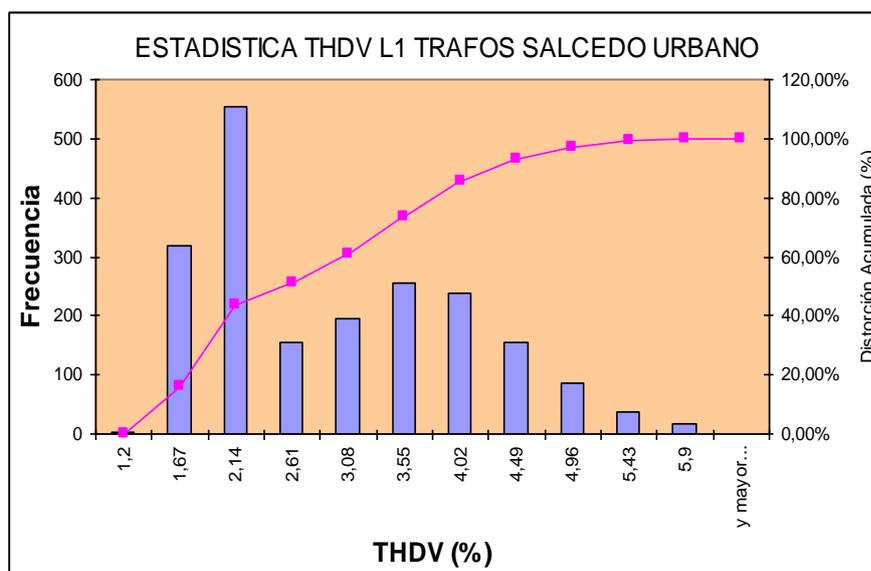
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.2.2. Análisis de distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.35.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.35 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Urbano. Se observa que la máximo valor es 5,9 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.34 se representa los datos correspondientes a la gráfica 3.35.

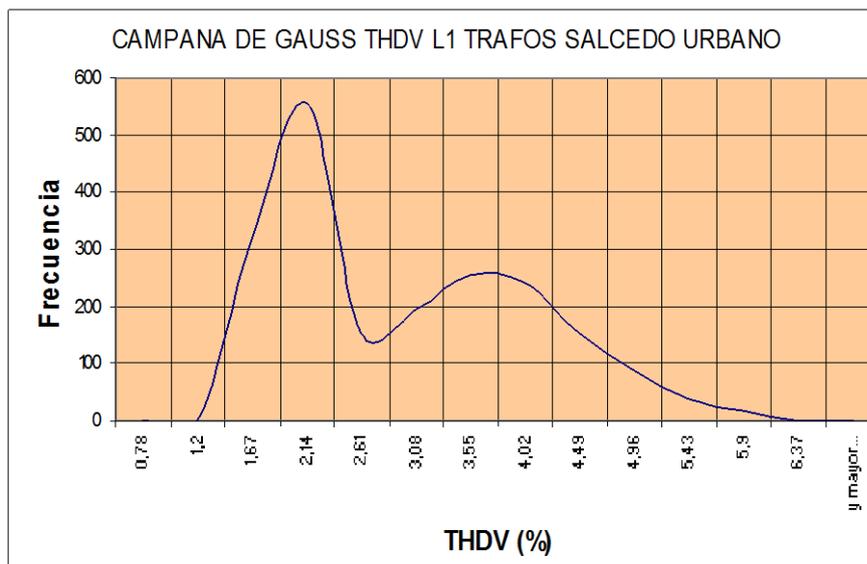
TABLA N° 3.34
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,2	2	0,10%
1,67	318	15,90%
2,14	553	43,39%
2,61	154	51,04%
3,08	196	60,79%
3,55	255	73,46%
4,02	239	85,34%
4,49	154	92,99%
4,96	86	97,27%
5,43	37	99,11%
5,9	18	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.36.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.36 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 5,9 %.

En la Tabla 3.35 se presentan los datos correspondientes a la gráfica 3.36.

TABLA N° 3.35
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

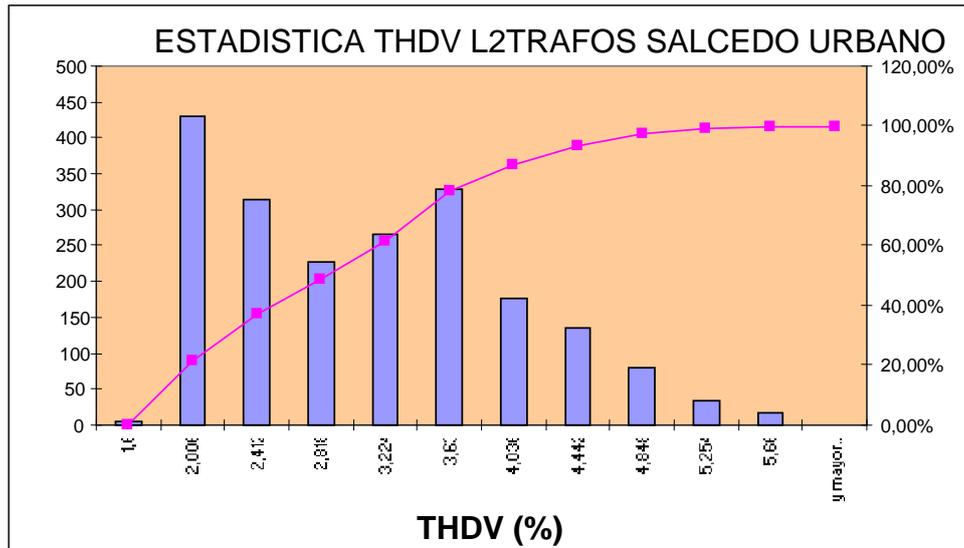
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1	21	1,04%
1,36	135	7,72%
1,72	309	23,02%
2,08	402	42,92%
2,44	441	64,75%
2,8	281	78,66%
3,16	157	86,44%
3,52	154	94,06%
3,88	52	96,63%
4,24	54	99,31%
4,6	14	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.37.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Distorsión Acumulada (%)

En la grafica 3.37 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Urbano. Se observa que el máximo valor es 5,66 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.36 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.37.

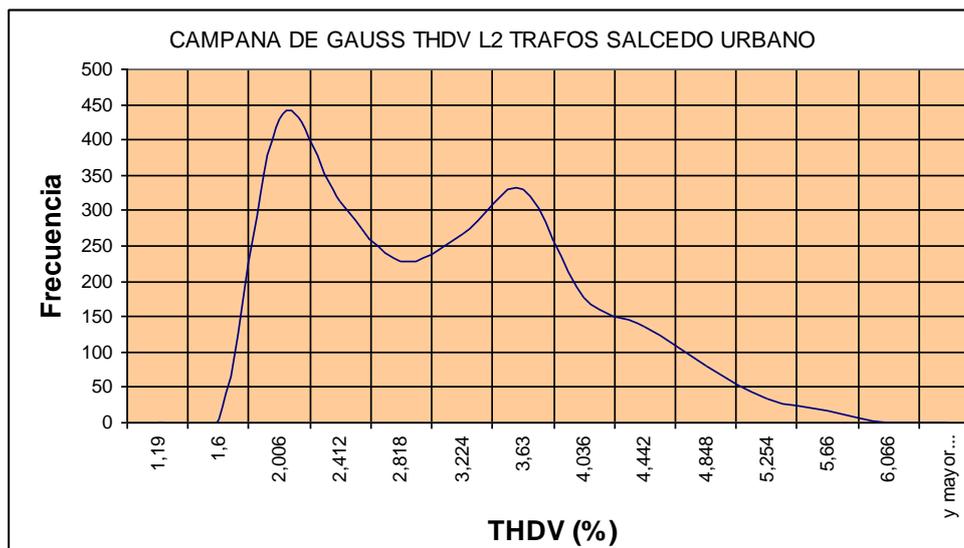
TABLA N° 3.36
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	4	0,20%
2,006	430	21,57%
2,412	314	37,18%
2,818	227	48,46%
3,224	266	61,68%
3,63	329	78,03%
4,036	176	86,78%
4,442	136	93,54%
4,848	80	97,51%
5,254	33	99,16%
5,66	17	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.38.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES
 DE SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.38 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 5,6 %.

En la Tabla 3.37 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.38.

TABLA N° 3.37
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	4	0,20%
2,006	430	21,57%
2,412	314	37,18%
2,818	227	48,46%
3,224	266	61,68%
3,63	329	78,03%
4,036	176	86,78%
4,442	136	93,54%
4,848	80	97,51%
5,254	33	99,16%
5,66	17	100,00%
y mayor...	0	100,00%

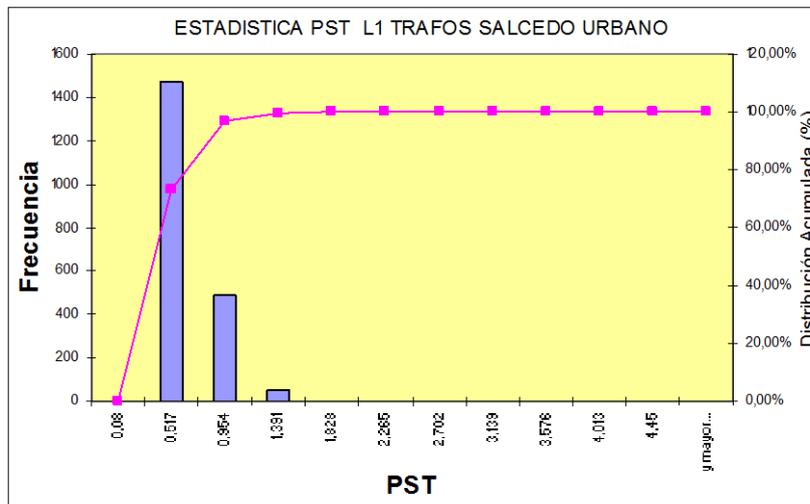
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.2.3. Análisis de PST en Transformadores del Sector Urbano del Cantón Salcedo.

Línea 1.

FIGURA 3.39.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.39 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Urbano expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 2,702 y representa el 0,05 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.38 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.39.

TABLA N° 3.38

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.

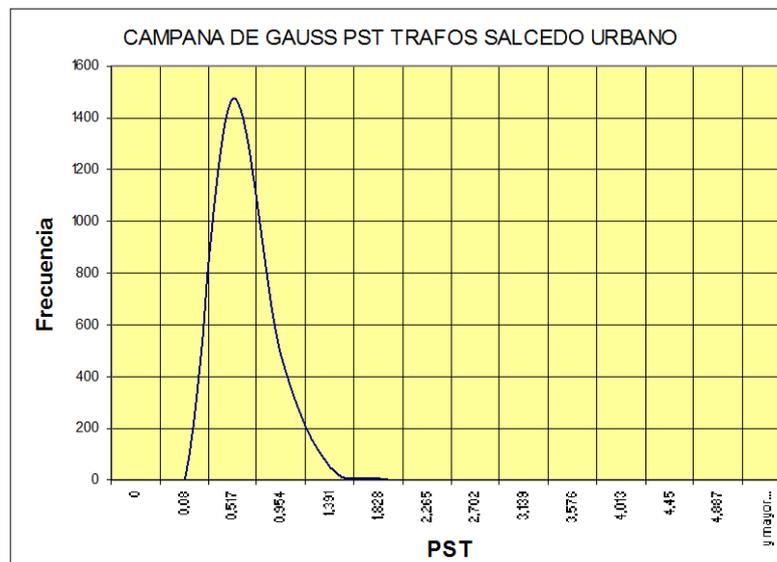
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
Y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.40.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.40 se concluye que el 0,25 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Urbano se encuentran fuera de la campana de Gauss. Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.39 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.40.

TABLA N° 3.40
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.

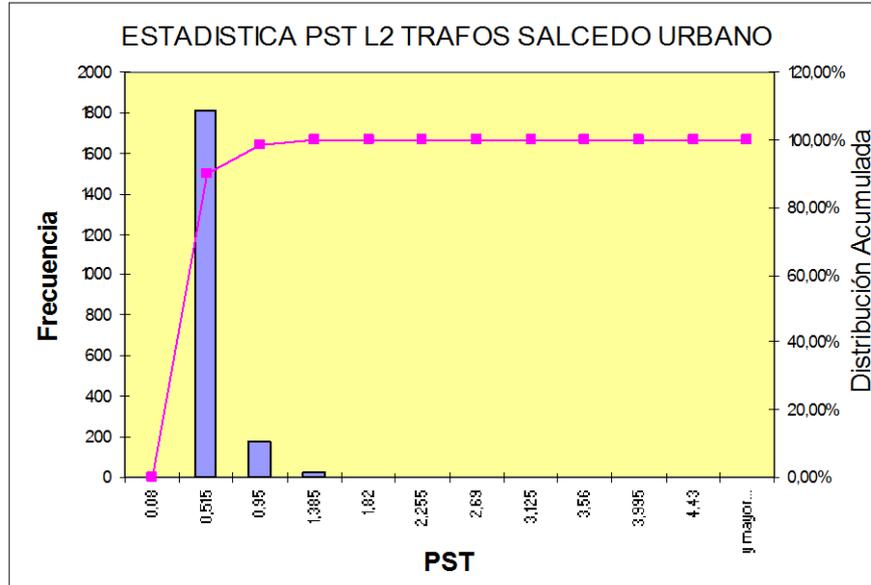
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
Y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.41.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.41 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Urbano expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 4,43 y representa el 0,05 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.40 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.41.

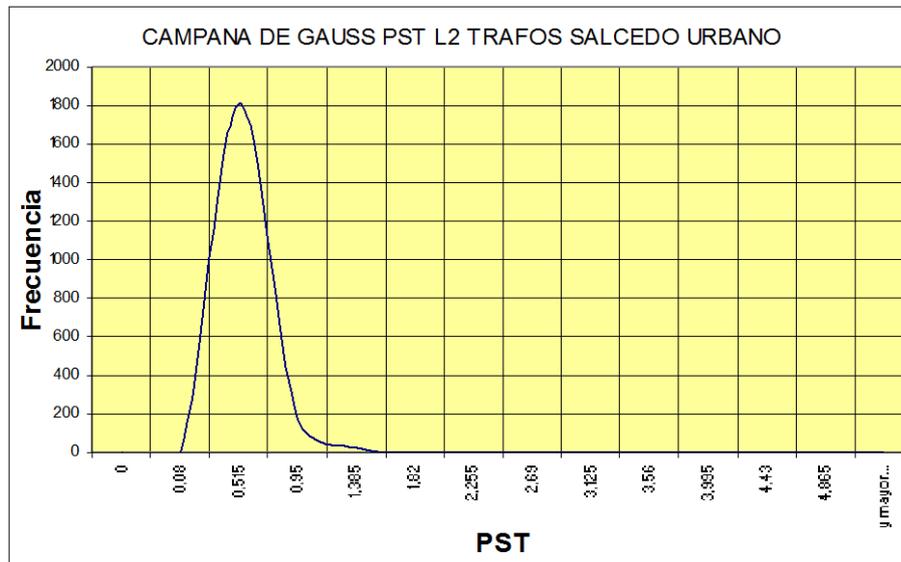
TABLA N° 3.40
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	2	0,10%
0,515	1810	90,06%
0,95	172	98,61%
1,385	25	99,85%
1,82	1	99,90%
2,255	0	99,90%
2,69	1	99,95%
3,125	0	99,95%
3,56	0	99,95%
3,995	0	99,95%
4,43	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.42.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS
 TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.42 se concluye que el 0,15% de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de Salcedo Urbano se encuentran fuera de la campana de gauss en . Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.41 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.42.

TABLA N° 3.41
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	2	0,10%
0,515	1810	90,06%
0,95	172	98,61%
1,385	25	99,85%
1,82	1	99,90%
2,255	0	99,90%
2,69	1	99,95%
3,125	0	99,95%
3,56	0	99,95%
3,995	0	99,95%
4,43	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

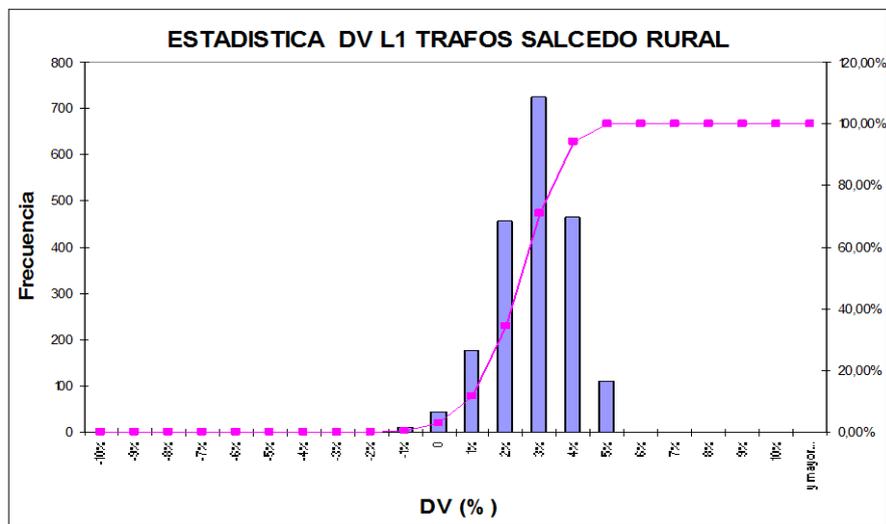
3.7.3. Sector rural del Cantón Salcedo.

3.7.3.1. Análisis de la Variación de Voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.43.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.43 se representa la variación de voltaje de la línea L1 de los transformadores de zona Salcedo Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.42 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.43.

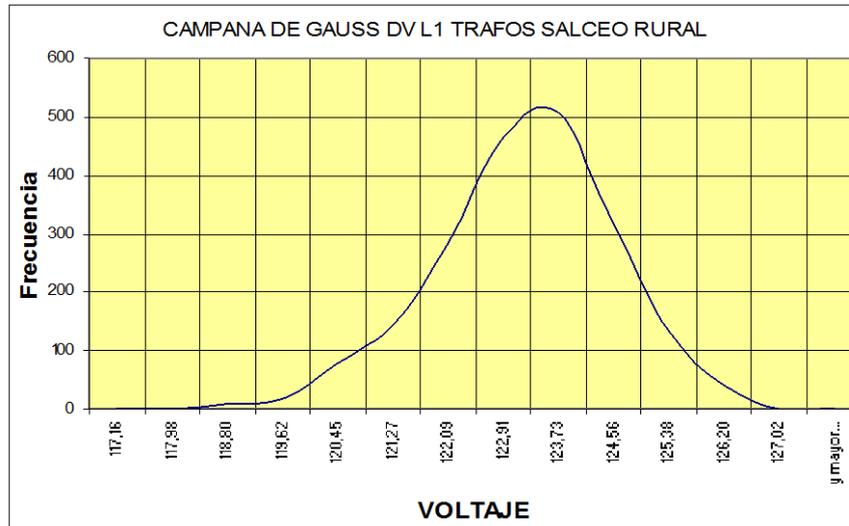
TABLA N° 3.42
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
132	0	0,00%	-10%
130,8	0	0,00%	-9%
129,6	0	0,00%	-8%
128,4	0	0,00%	-7%
127,2	0	0,00%	-6%
126	0	0,00%	-5%
124,8	0	0,00%	-4%
123,6	0	0,00%	-3%
122,4	0	0,00%	-2%
121,2	11	0,55%	-1%
120	44	2,76%	0
118,8	177	11,65%	1%
117,6	457	34,61%	2%
116,4	726	71,07%	3%
115,2	465	94,42%	4%
114	110	99,95%	5%
112,8	1	100,00%	6%
111,6	0	100,00%	7%
110,4	0	100,00%	8%
109,2	0	100,00%	9%
108	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.44.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.44 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V), existiendo valores mayor de 123,73 V.

En la tabla 3.43 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.44.

TABLA N° 3.43
 DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1
 TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

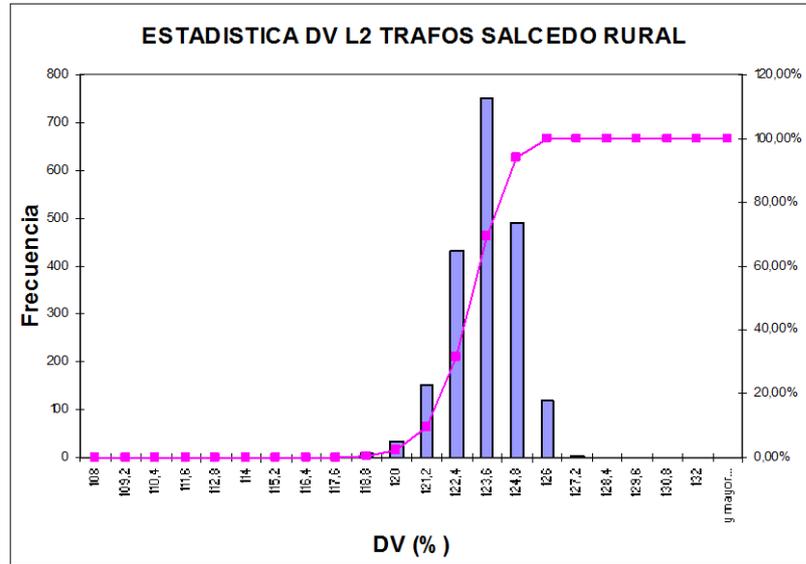
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
132	0	0,00%
130,8	0	0,00%
129,6	0	0,00%
128,4	0	0,00%
127,2	0	0,00%
126	0	0,00%
124,8	0	0,00%
123,6	0	0,00%
122,4	0	0,00%
121,2	11	0,55%
120	44	2,76%
118,8	177	11,65%
117,6	457	34,61%
116,4	726	71,07%
115,2	465	94,42%
114	110	99,95%
112,8	1	100,00%
111,6	0	100,00%
110,4	0	100,00%
109,2	0	100,00%
108	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.45.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.45 se representa la variación de voltaje de la línea L2 de los transformadores de zona Salcedo Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0$ %.

En la tabla 3.44 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.45.

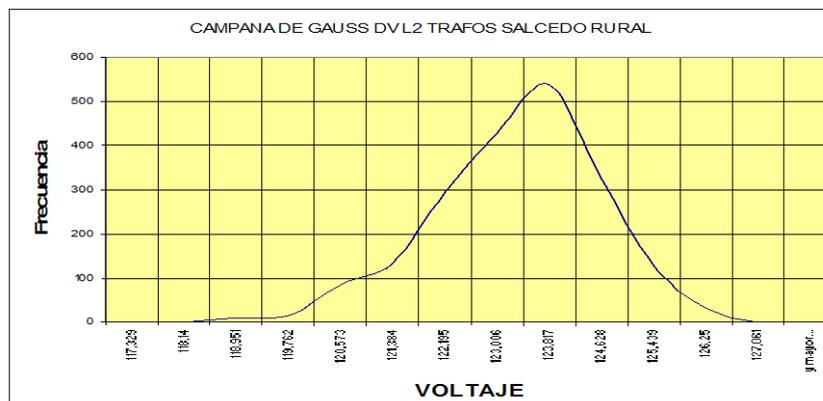
TABLA N° 3.44
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	10	0,50%	-1%
120	33	2,16%	0
121,2	152	9,79%	1%
122,4	433	31,54%	2%
123,6	751	69,26%	3%
124,8	491	93,92%	4%
126	118	99,85%	5%
127,2	3	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.46.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.46 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V).

En la tabla 3.45 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.46.

TABLA N° 3.45
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2
TRANSFORMADORES DE LA ZONA SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	0	0,00%
117,6	0	0,00%
118,8	10	0,50%
120	33	2,16%
121,2	152	9,79%
122,4	433	31,54%
123,6	751	69,26%
124,8	491	93,92%
126	118	99,85%
127,2	3	100,00%
128,4	0	100,00%
129,6	0	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

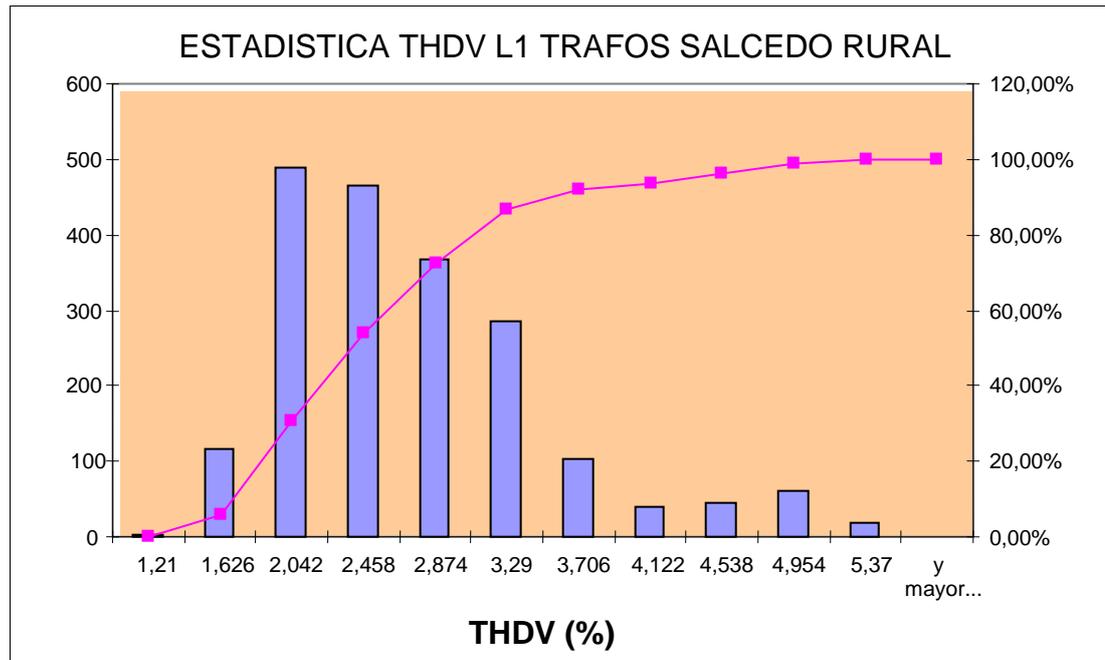
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.3.2. Análisis de distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.47.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.47 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Rural. Se observa que la máxima es de 5,37 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.46 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.47.

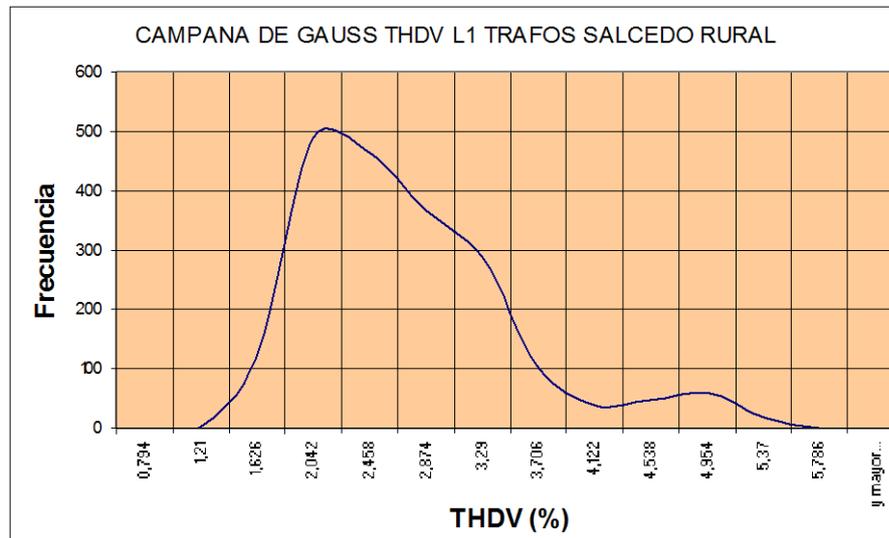
TABLA N° 3.46
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,21	2	0,10%
1,626	117	5,98%
2,042	489	30,54%
2,458	465	53,89%
2,874	367	72,33%
3,29	286	86,69%
3,706	102	91,81%
4,122	39	93,77%
4,538	46	96,08%
4,954	60	99,10%
5,37	18	100,00%
Y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.48.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.48 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 5,37 %.

En la tabla 3.47 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.48.

TABLA N° 3.47
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

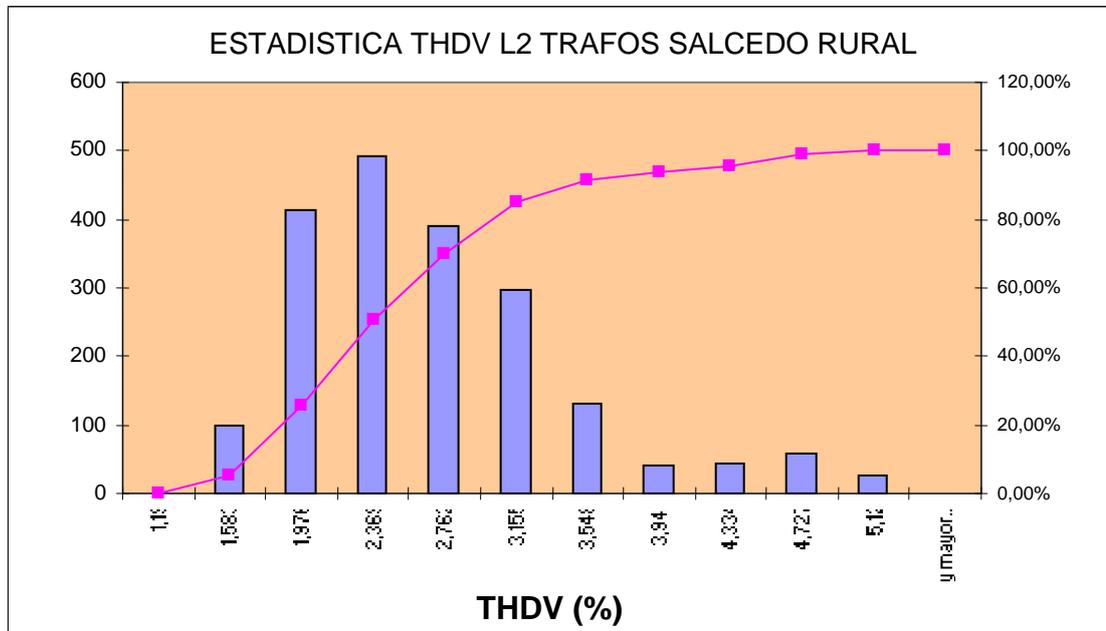
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,21	2	0,10%
1,626	117	5,98%
2,042	489	30,54%
2,458	465	53,89%
2,874	367	72,33%
3,29	286	86,69%
3,706	102	91,81%
4,122	39	93,77%
4,538	46	96,08%
4,954	60	99,10%
5,37	18	100,00%
Y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.49.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.49 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Rural. Se observa que la máxima es de 5,12 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.48 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.49.

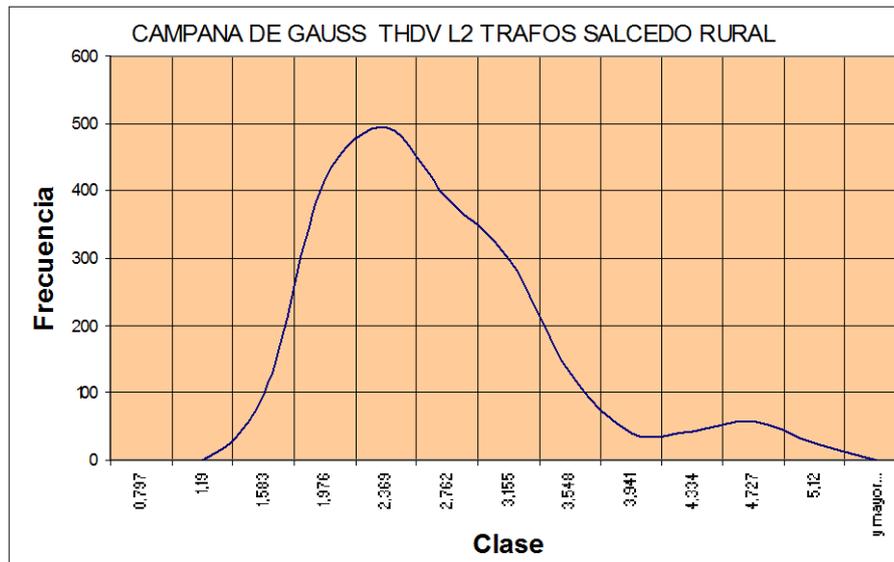
TABLA N° 3.48
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,19	1	0,05%
1,583	98	4,97%
1,976	414	25,77%
2,369	493	50,53%
2,762	389	70,07%
3,155	297	84,98%
3,548	130	91,51%
3,941	41	93,57%
4,334	44	95,78%
4,727	59	98,74%
5,12	25	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.50.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 2.50 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 5,12 %.

En la tabla 3.49 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.50.

TABLA N° 3.49
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2
TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,19	1	0,05%
1,583	98	4,97%
1,976	414	25,77%
2,369	493	50,53%
2,762	389	70,07%
3,155	297	84,98%
3,548	130	91,51%
3,941	41	93,57%
4,334	44	95,78%
4,727	59	98,74%
5,12	25	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

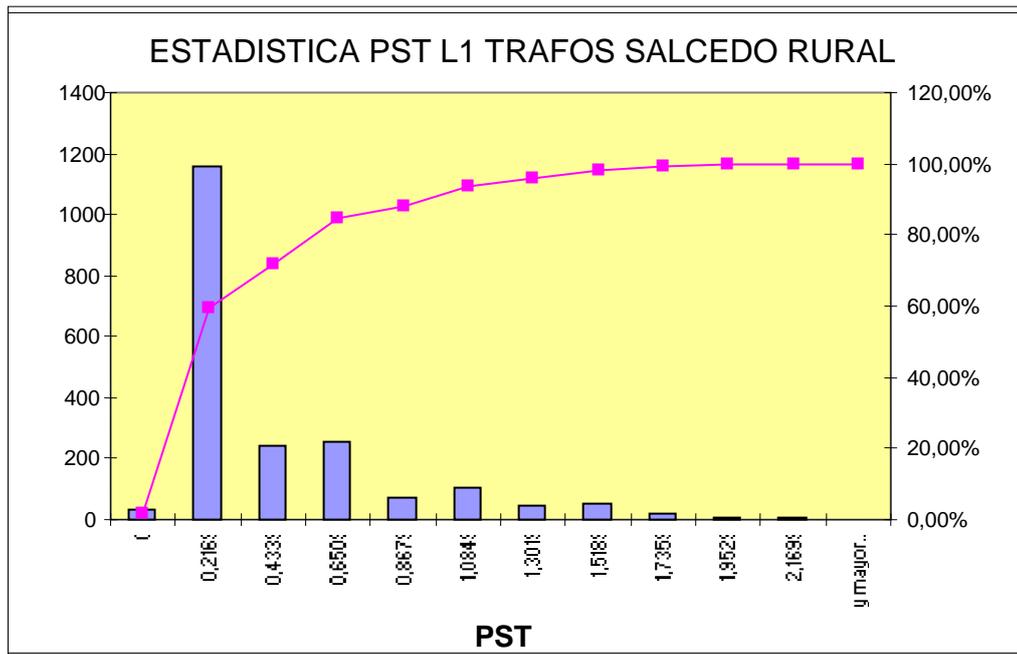
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.3.3. Análisis de PST en los Transformadores Sector Rural del Cantón Salcedo.

Línea 1

FIGURA 3.51.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.51 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 2,1699 y representa el 0,05 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.50 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.51.

TABLA N° 3.50

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.

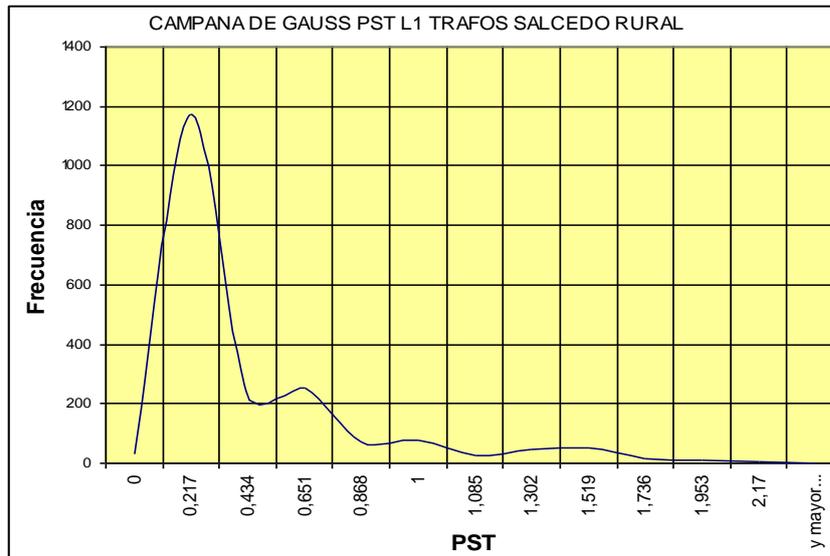
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	31	1,56%
0,2169	1158	59,72%
0,4339	242	71,87%
0,6509	253	84,58%
0,8679	72	88,20%
1,0849	106	93,52%
1,3019	45	95,78%
1,5189	52	98,39%
1,7359	17	99,25%
1,9529	9	99,70%
2,1699	5	99,95%
y mayor...	1	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.52.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.52 se concluye que el 7,79 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Rural se encuentran fuera de la campana de gauss . Por lo tanto no cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.51 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.52.

TABLA N° 3.51
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	31	1,56%
0,217	1173	60,47%
0,434	227	71,87%
0,651	253	84,58%
0,868	72	88,20%
1	80	92,21%
1,085	26	93,52%
1,302	45	95,78%
1,519	52	98,39%
1,736	17	99,25%
1,953	9	99,70%
2,17	5	99,95%
y mayor...	1	100,00%

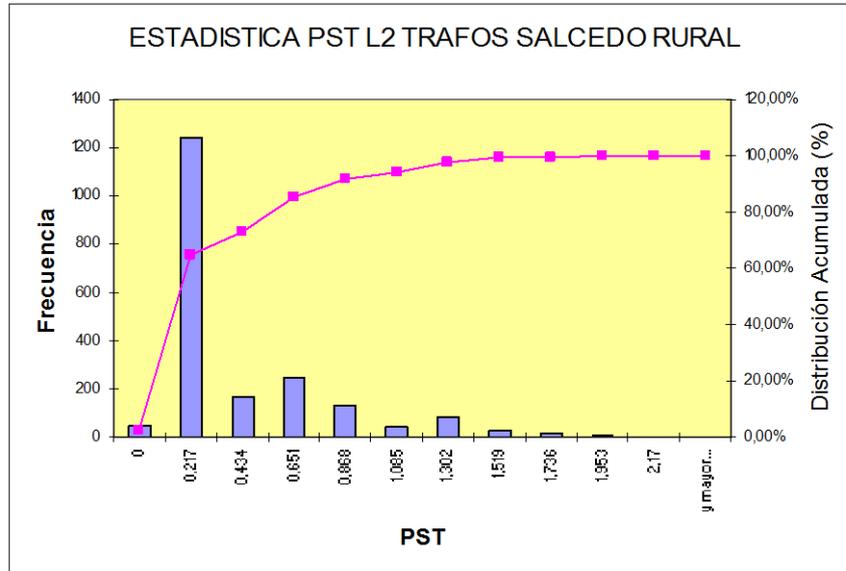
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.53.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.53 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 2,17 y representa el 0,05 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.52 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.53.

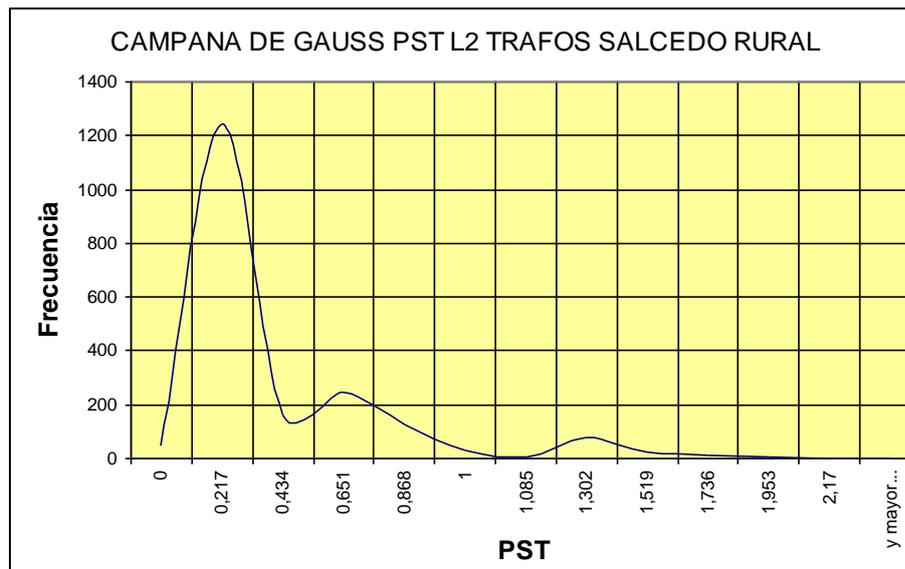
TABLA N° 3.52
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	46	2,31%
0,217	1241	64,64%
0,434	164	72,88%
0,651	248	85,33%
0,868	128	91,76%
1,085	42	93,87%
1,302	79	97,84%
1,519	26	99,15%
1,736	11	99,70%
1,953	5	99,95%
2,17	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.54.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS
 TRANSFORMADORES DE SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.54 se concluye que el 6,58% de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de Salcedo Rural se encuentran fuera de la campana de gauss en . Por lo tanto no cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.53 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.54.

TABLA N° 3.53
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	46	2,31%
0,217	1241	64,64%
0,434	164	72,88%
0,651	248	85,33%
0,868	128	91,76%
1	33	93,42%
1,085	9	93,87%
1,302	79	97,84%
1,519	26	99,15%
1,736	11	99,70%
1,953	5	99,95%
2,17	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

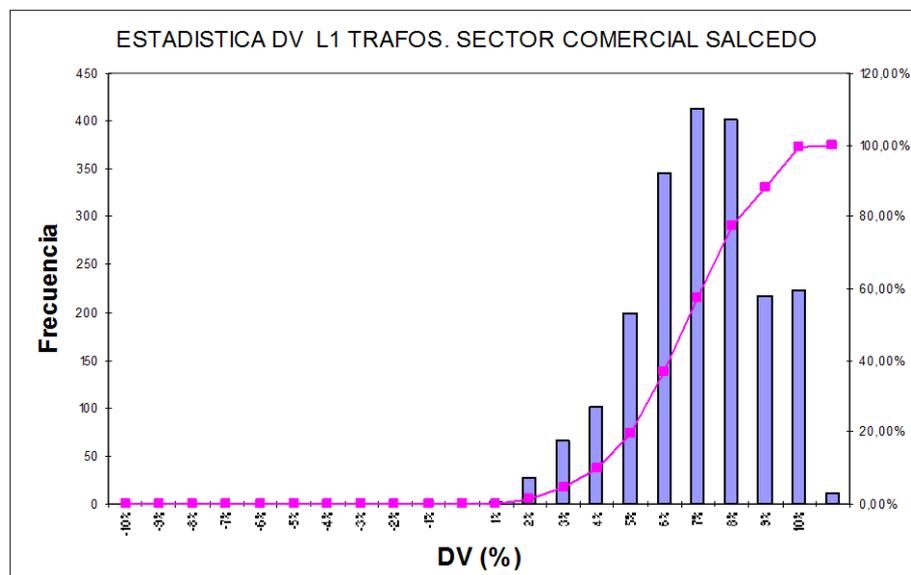
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.4. Sector Comercial del Cantón Salcedo.

3.7.4.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1

FIGURA 3.55.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.55 se representa la variación de voltaje de la línea L1 de los transformadores de zona Salcedo Comercial. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0$ %.

En la tabla 3.54 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.55.

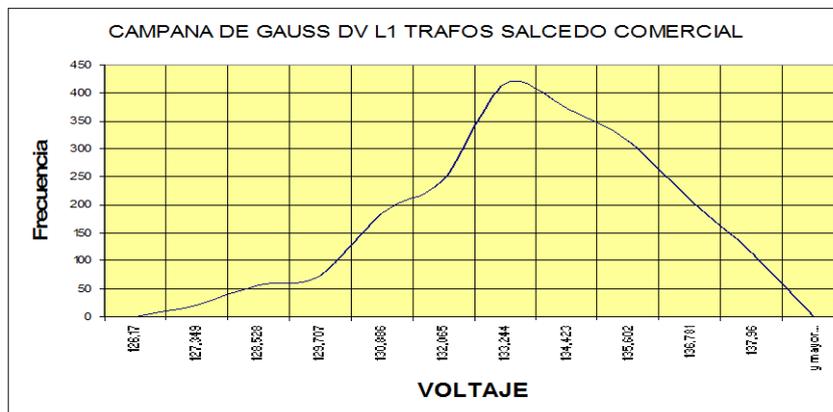
TABLA N° 3.54
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE ZONA SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
112,5	0	0,00%
113,8	0	0,00%
115,0	0	0,00%
116,3	0	0,00%
117,5	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120,0	0	0,00%
121,3	0	0,00%
122,5	0	0,00%
123,8	0	0,00%
125,0	0	0,00%
126,3	1	0,05%
127,5	27	1,39%
128,8	66	4,68%
130,0	102	9,76%
131,3	199	19,67%
132,5	345	36,85%
133,8	413	57,42%
135,0	402	77,44%
136,3	217	88,25%
137,5	224	99,40%
y mayor...	12	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.56.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.56 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente .

En la tabla 3.55 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.56.

TABLA N° 3.55
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
112,5	0	0,00%
113,8	0	0,00%
115,0	0	0,00%
116,3	0	0,00%
117,5	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120,0	0	0,00%
121,3	0	0,00%
122,5	0	0,00%
123,8	0	0,00%
125,0	0	0,00%
126,3	1	0,05%
127,5	27	1,39%
128,8	66	4,68%
130,0	102	9,76%
131,3	199	19,67%
132,5	345	36,85%
133,8	413	57,42%
135,0	402	77,44%
136,3	217	88,25%
137,5	224	99,40%
y mayor...	12	100,00%

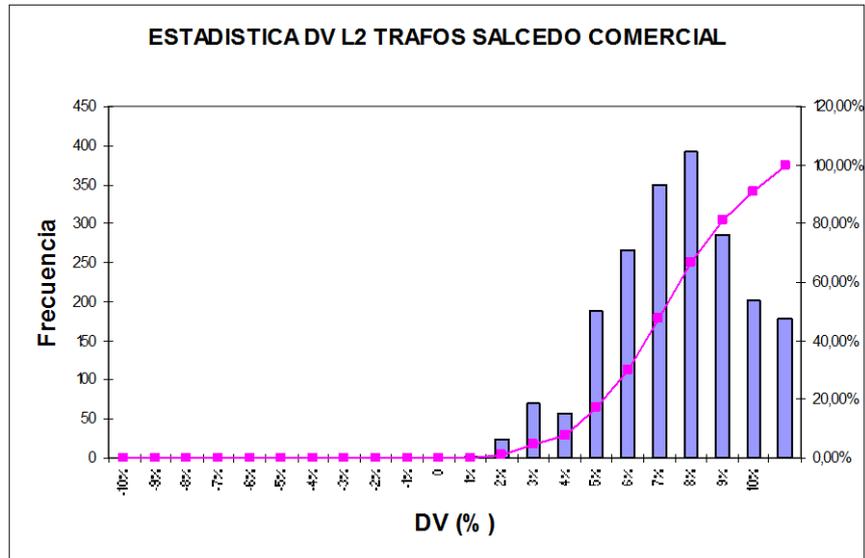
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.57.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.57 se representa la variación de voltaje de la línea L2 de los transformadores de zona Salcedo Comercial. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.56 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.57.

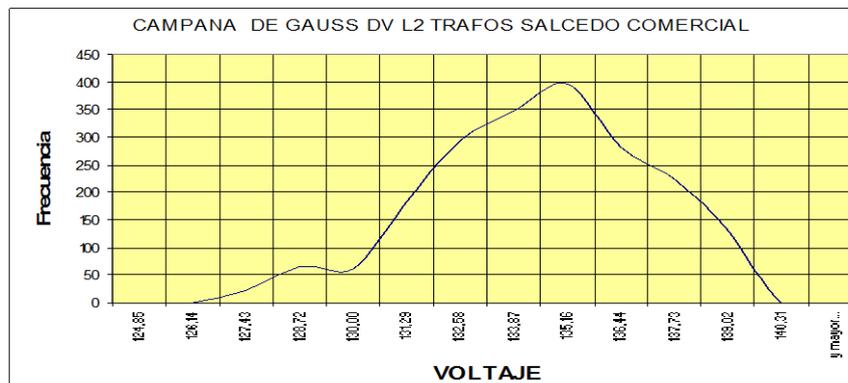
TABLA N° 3.56
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
112,5	0	0,00%	-10%
113,8	0	0,00%	-9%
115	0	0,00%	-8%
116,3	0	0,00%	-7%
117,5	0	0,00%	-6%
118,8	0	0,00%	-5%
120	0	0,00%	-4%
121,3	0	0,00%	-3%
122,5	0	0,00%	-2%
123,8	0	0,00%	-1%
125	0	0,00%	0
126,3	1	0,05%	1%
127,5	24	1,25%	2%
128,8	70	4,73%	3%
130	56	7,52%	4%
131,3	188	16,88%	5%
132,5	265	30,08%	6%
133,8	349	47,46%	7%
135	391	66,93%	8%
136,3	285	81,13%	9%
137,5	201	91,14%	10%
Y mayor...	178	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.58.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.58 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente .

En la tabla 3.57 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.58.

TABLA N° 3.57
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

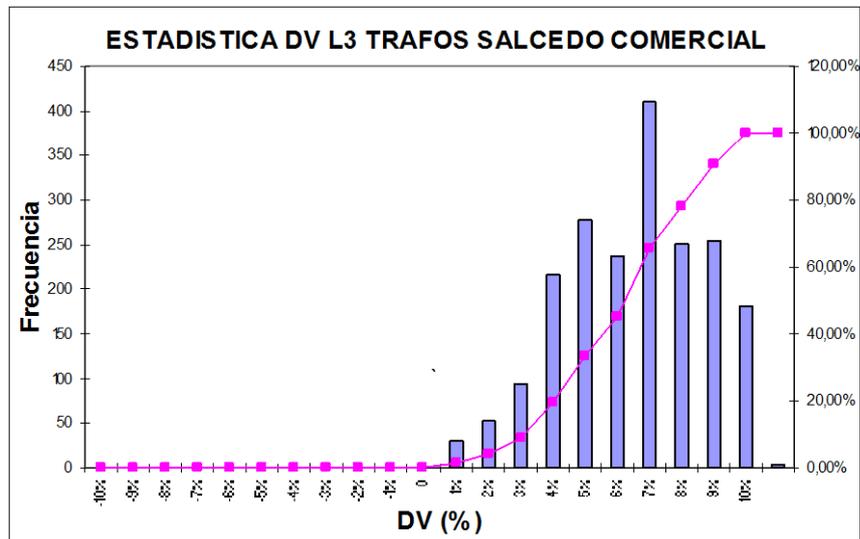
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
112,5	0	0,00%
113,8	0	0,00%
115	0	0,00%
116,3	0	0,00%
117,5	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120	0	0,00%
121,3	0	0,00%
122,5	0	0,00%
123,8	0	0,00%
125	0	0,00%
126,3	1	0,05%
127,5	24	1,25%
128,8	70	4,73%
130	56	7,52%
131,3	188	16,88%
132,5	265	30,08%
133,8	349	47,46%
135	391	66,93%
136,3	285	81,13%
137,5	201	91,14%
Y mayor...	178	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3

FIGURA 3.59.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L3 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.59 se representa la variación de voltaje de la línea L3 de los transformadores de zona Salcedo Comercial. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.58 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.59.

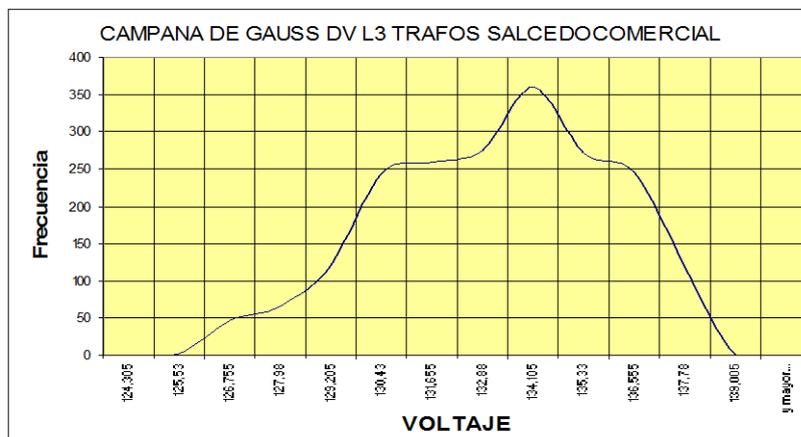
TABLA N° 3.58
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L3 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
112,5	0	0,00%	-10%
113,8	0	0,00%	-9%
115	0	0,00%	-8%
116,3	0	0,00%	-7%
117,5	0	0,00%	-6%
118,8	0	0,00%	-5%
120	0	0,00%	-4%
121,3	0	0,00%	-3%
122,5	0	0,00%	-2%
123,8	0	0,00%	-1%
125	0	0,00%	0
126,3	29	1,44%	1%
127,5	53	4,08%	2%
128,8	95	8,81%	3%
130	216	19,57%	4%
131,3	277	33,37%	5%
132,5	237	45,17%	6%
133,8	410	65,59%	7%
135	251	78,09%	8%
136,3	255	90,79%	9%
137,5	181	99,80%	10%
y mayor...	4	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.60.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L3 TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.60 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente.

En la tabla 3.59 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.60.

TABLA N° 3.59
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L3
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
112,5	0	0,00%
113,8	0	0,00%
115	0	0,00%
116,3	0	0,00%
117,5	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120	0	0,00%
121,3	0	0,00%
122,5	0	0,00%
123,8	0	0,00%
125	0	0,00%
126,3	29	1,44%
127,5	53	4,08%
128,8	95	8,81%
130	216	19,57%
131,3	277	33,37%
132,5	237	45,17%
133,8	410	65,59%
135	251	78,09%
136,3	255	90,79%
137,5	181	99,80%
y mayor...	4	100,00%

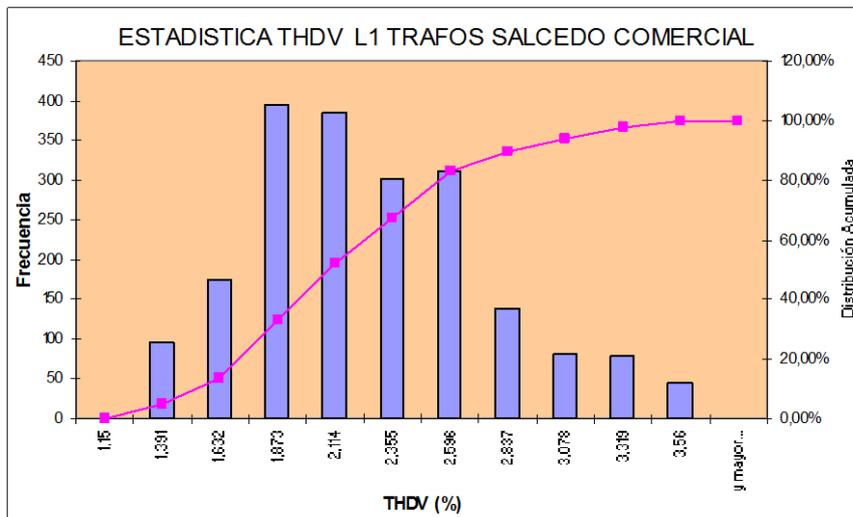
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.4.2. Análisis de distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.61.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES SALCEDO
COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la gráfica 3.61 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Comercial. Se observa que el máximo es de 3,56 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.60 se representa los datos correspondientes a la gráfica 3.61.

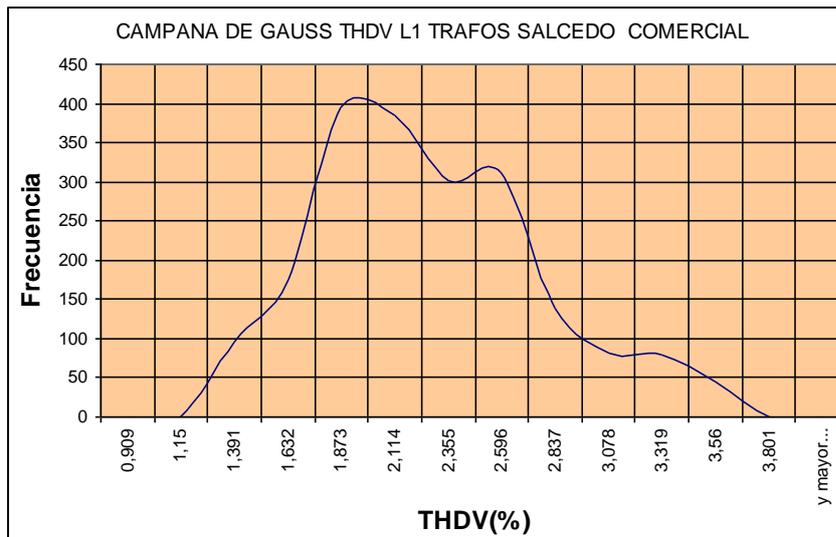
TABLA N° 3.60
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,15	1	0,05%
1,391	95	4,78%
1,632	175	13,50%
1,873	396	33,22%
2,114	385	52,39%
2,355	301	67,38%
2,596	311	82,87%
2,837	138	89,74%
3,078	82	93,82%
3,319	79	97,76%
3,56	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.62.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la figura 3.62 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; con un valor máximo de 3,56 %.

En la tabla 3.61 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.62.

TABLA N° 3.61
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

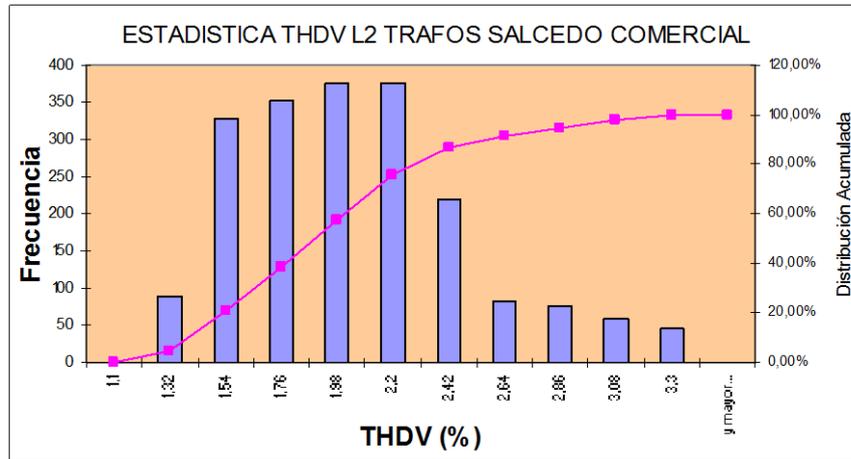
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,15	1	0,05%
1,391	95	4,78%
1,632	175	13,50%
1,873	396	33,22%
2,114	385	52,39%
2,355	301	67,38%
2,596	311	82,87%
2,837	138	89,74%
3,078	82	93,82%
3,319	79	97,76%
3,56	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.63.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
TRANSFORMADORES SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la figura 3.63 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Rural. Se observa que la máxima es de 3,3 %, la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.62 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.63.

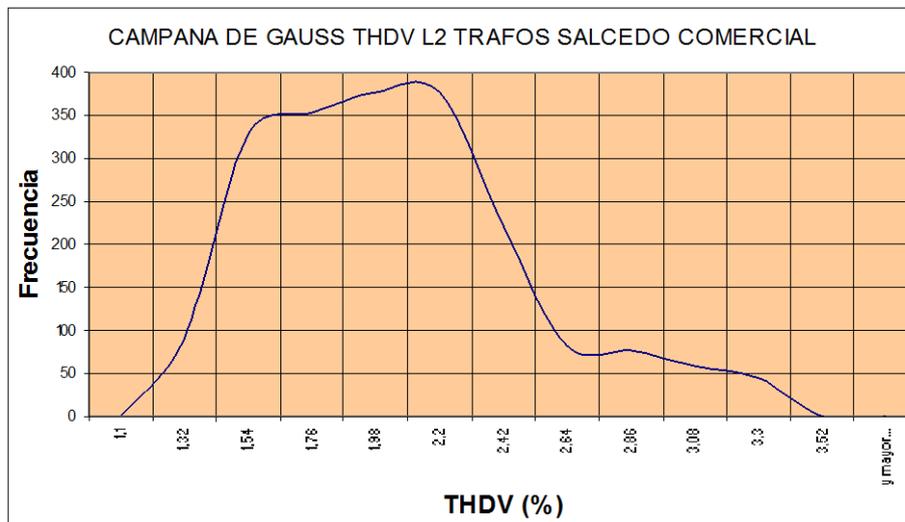
TABLA N° 3.62
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,1	1	0,05%
1,32	89	4,48%
1,54	328	20,82%
1,76	353	38,40%
1,98	377	57,17%
2,2	377	75,95%
2,42	220	86,90%
2,64	83	91,04%
2,86	76	94,82%
3,08	59	97,76%
3,3	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.64.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.64 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; con un valor máximo de 3,52 %.

En la tabla 3.63 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.64.

TABLA N° 3.63
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

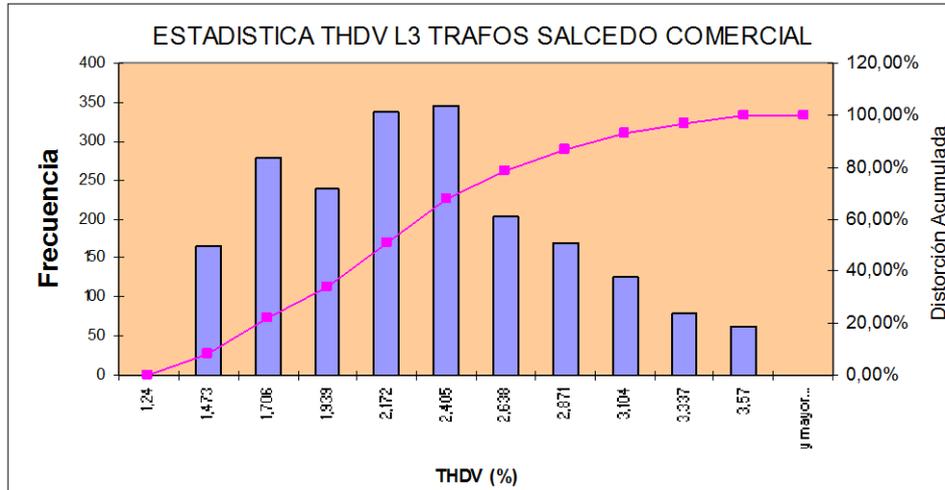
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,1	1	0,05%
1,32	89	4,48%
1,54	328	20,82%
1,76	353	38,40%
1,98	377	57,17%
2,2	377	75,95%
2,42	220	86,90%
2,64	83	91,04%
2,86	76	94,82%
3,08	59	97,76%
3,3	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.65.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L3
TRANSFORMADORES SALCEDO
COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.65 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L3 en porcentaje de los transformadores de Salcedo Comercial. Se observa que la máxima es de 3,57 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.64 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.65.

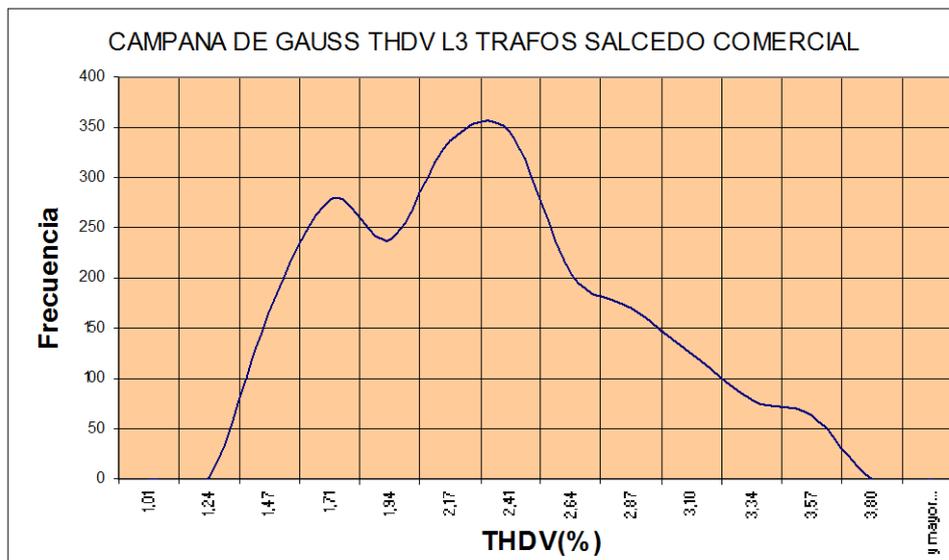
TABLA N° 3.64
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L3 TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,24	1	0,05%
1,473	166	8,32%
1,706	279	22,21%
1,939	239	34,11%
2,172	337	50,90%
2,405	345	68,08%
2,638	204	78,24%
2,871	170	86,70%
3,104	125	92,93%
3,337	79	96,86%
3,57	63	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.66.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L3 DE TRANSFORMADORES DE
 SALCEDO COMERCIAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.66 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; con un valor máximo de 3,52 %.

En la tabla 3.65 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.66.

TABLA N° 3.65
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L3
TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,24	1	0,05%
1,473	166	8,32%
1,706	279	22,21%
1,939	239	34,11%
2,172	337	50,90%
2,405	345	68,08%
2,638	204	78,24%
2,871	170	86,70%
3,104	125	92,93%
3,337	79	96,86%
3,57	63	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

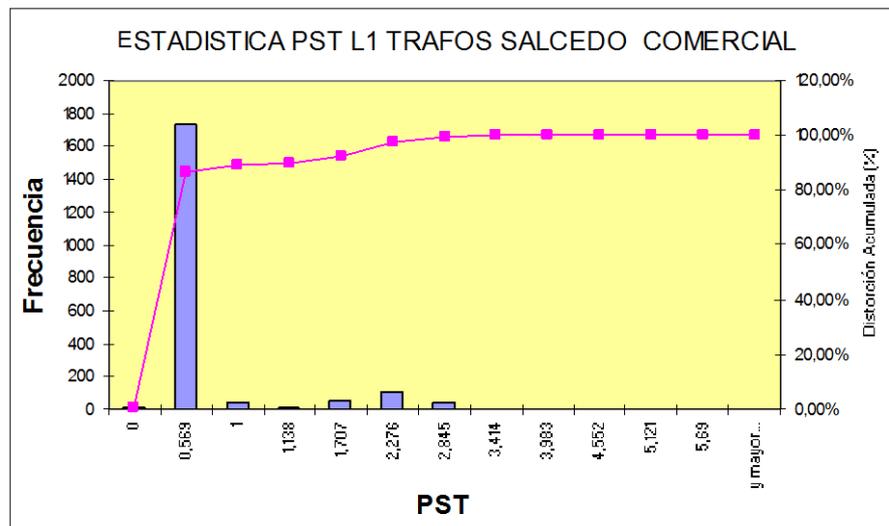
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.4.3. Análisis de PST en los Transformadores Sector Comercial del Cantón Salcedo.

LINEA 1.

FIGURA 3.67.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.67 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Comercial expresado en unidades. Se observa que existen 11,11% de medidas superiores a 1; por lo tanto incumple la Regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.66 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.67.

TABLA N° 3.66

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

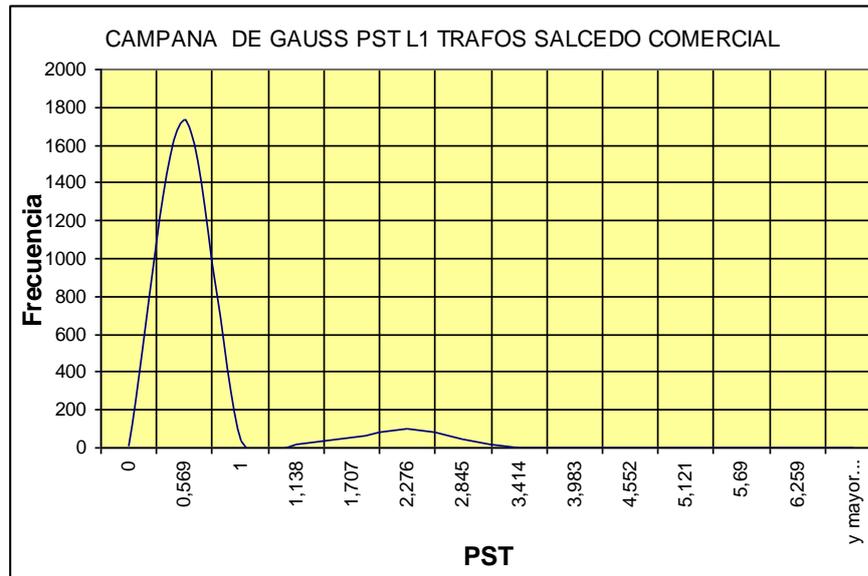
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	11	0,55%
0,569	1733	86,85%
1	41	88,89%
1,138	14	89,59%
1,707	56	92,38%
2,276	103	97,51%
2,845	44	99,70%
3,414	4	99,90%
3,983	1	99,95%
4,552	0	99,95%
5,121	0	99,95%
5,69	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.68.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.68 se concluye que el 11,11 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Comercial superan el valor de 1; se encuentran fuera de la campana de gauss . Por lo tanto no cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.67 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.68.

TABLA N° 3.67
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	11	0,55%
0,569	1733	86,85%
1	41	88,89%
1,138	14	89,59%
1,707	56	92,38%
2,276	103	97,51%
2,845	44	99,70%
3,414	4	99,90%
3,983	1	99,95%
4,552	0	99,95%
5,121	0	99,95%
5,69	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

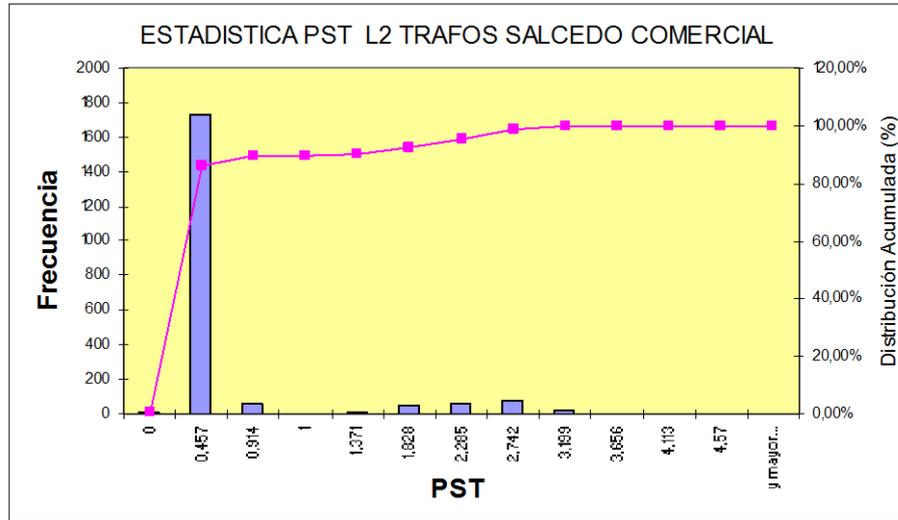
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.69.

**HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L2
TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.**



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la gráfica 3.69 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 4,57 y representa el 0,05 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.68 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.69.

TABLA N° 3.68

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

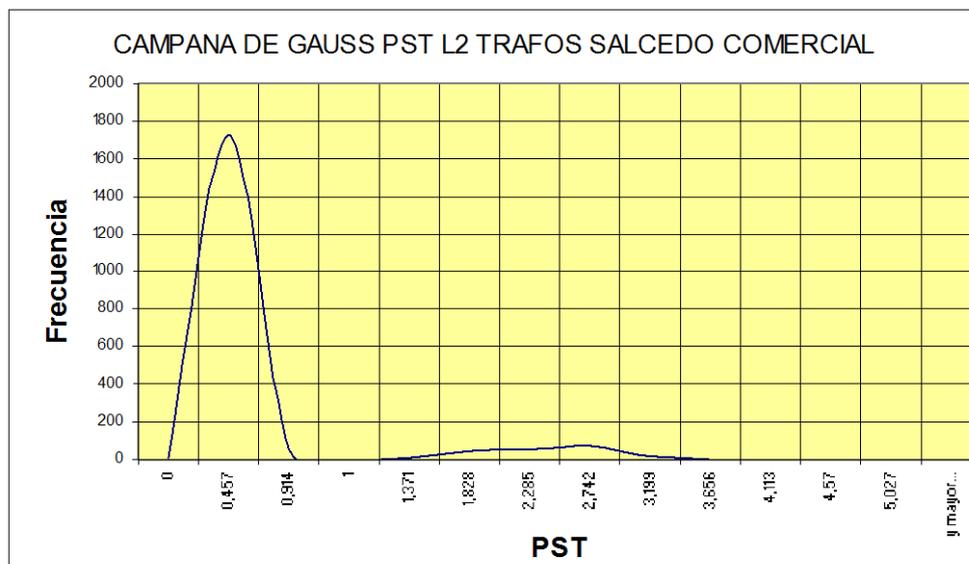
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	6	0,30%
0,457	1729	86,40%
0,914	58	89,29%
1	1	89,34%
1,371	12	89,94%
1,828	50	92,43%
2,285	57	95,27%
2,742	73	98,90%
3,199	21	99,95%
3,656	0	99,95%
4,113	0	99,95%
4,57	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.70.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.70 se concluye que el 10,06% de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de Salcedo Comercial se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto no cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.69 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.70.

TABLA N° 3.69
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

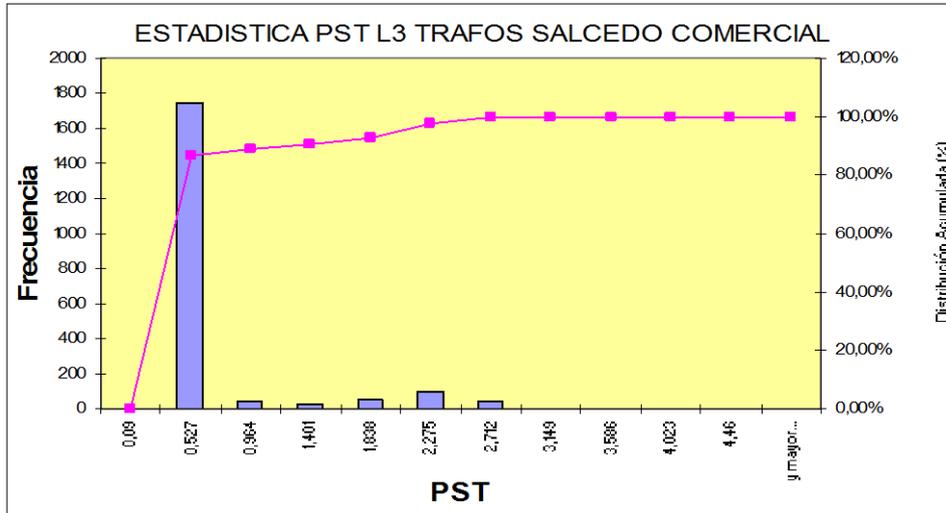
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	6	0,30%
0,457	1729	86,40%
0,914	58	89,29%
1	1	89,34%
1,371	12	89,94%
1,828	50	92,43%
2,285	57	95,27%
2,742	73	98,90%
3,199	21	99,95%
3,656	0	99,95%
4,113	0	99,95%
4,57	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 3.

FIGURA 3.71.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L3
TRANSFORMADORES SALCEDO
COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.71 se representa el flicker de corta duración en la línea L3 de los transformadores de Salcedo Comercial expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 4,46 y representa el 0,05 % . Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.70 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.71.

TABLA N° 3.70

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L3 DE LOS TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

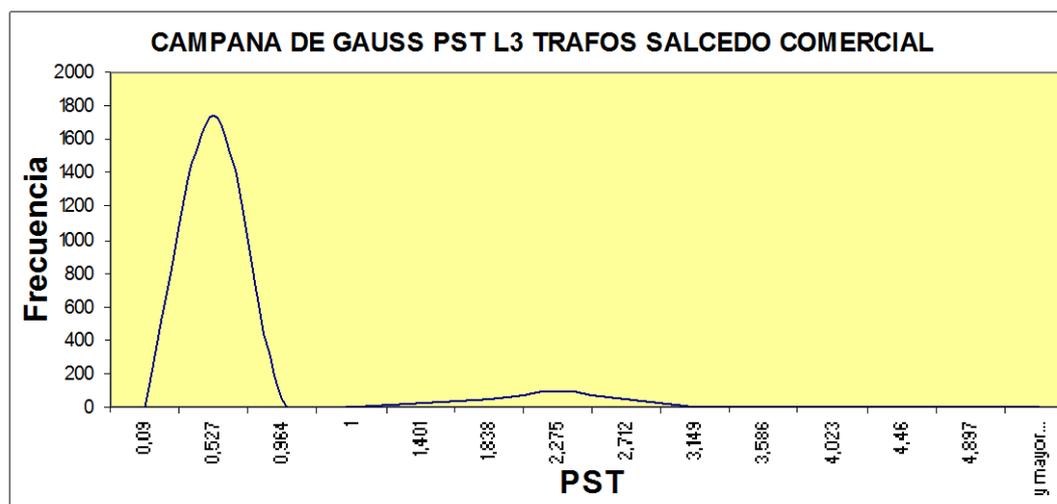
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,09	2	0,10%
0,527	1742	86,85%
0,964	43	88,99%
1,401	27	90,34%
1,838	52	92,93%
2,275	97	97,76%
2,712	42	99,85%
3,149	2	99,95%
3,586	0	99,95%
4,023	0	99,95%
4,46	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.72.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L3 DE LOS TRANSFORMADORES DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.72 se concluye que el 12,02% de las mediciones realizadas en la línea L3 de los transformadores de Salcedo Comercial se encuentran fuera de la campana de gauss . Por lo tanto no cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.71 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.72.

TABLA N° 3.71
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L3 DE LOS
TRANSFORMADORES SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,09	2	0,10%
0,527	1742	86,85%
0,964	43	88,99%
1,401	27	90,34%
1,838	52	92,93%
2,275	97	97,76%
2,712	42	99,85%
3,149	2	99,95%
3,586	0	99,95%
4,023	0	99,95%
4,46	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

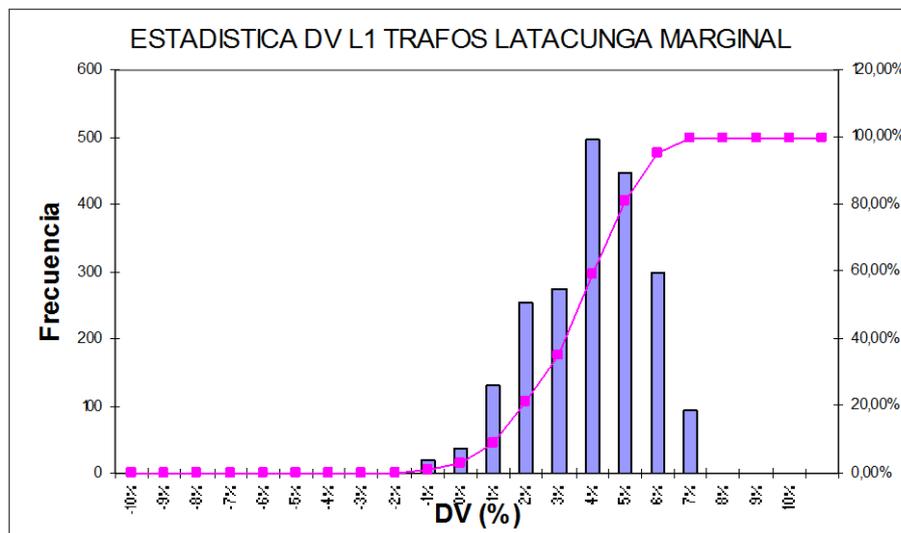
3.7.5. Sector Latacunga Marginal - Urbanización Patria

3.7.5.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.73.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.73 se representa la variación de voltaje de la línea L1 de los transformadores de Latacunga Marginal. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.72 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.73.

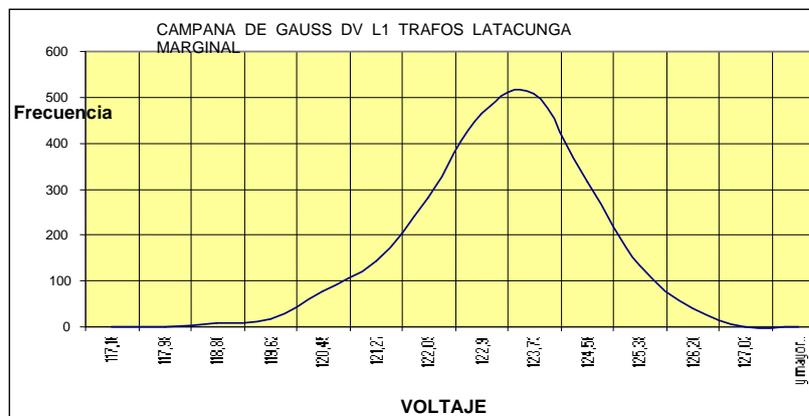
TABLA N° 3.72
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE
 LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	20	0,98%	-1%
120	36	2,73%	0%
121,2	130	9,07%	1%
122,4	254	21,46%	2%
123,6	275	34,88%	3%
124,8	496	59,07%	4%
126	446	80,83%	5%
127,2	298	95,37%	6%
128,4	94	99,95%	7%
129,6	1	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.74.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE LA
 LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores.

En la grafica 3.74 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V), existiendo un valor de 125,3 V.

En la tabla 3.73 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.74.

TABLA N° 3.73
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	0	0,00%
117,6	0	0,00%
118,8	20	0,98%
120	36	2,73%
121,2	130	9,07%
122,4	254	21,46%
123,6	275	34,88%
124,8	496	59,07%
126	446	80,83%
127,2	298	95,37%
128,4	94	99,95%
129,6	1	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

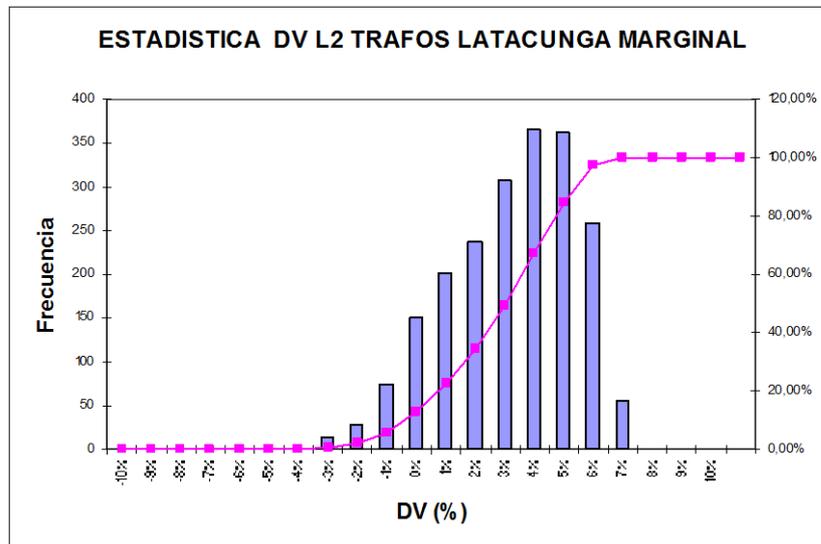
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.75.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.75 se representa la variación de voltaje de la línea L2 de los transformadores de Latacunga Marginal. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.74 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.75.

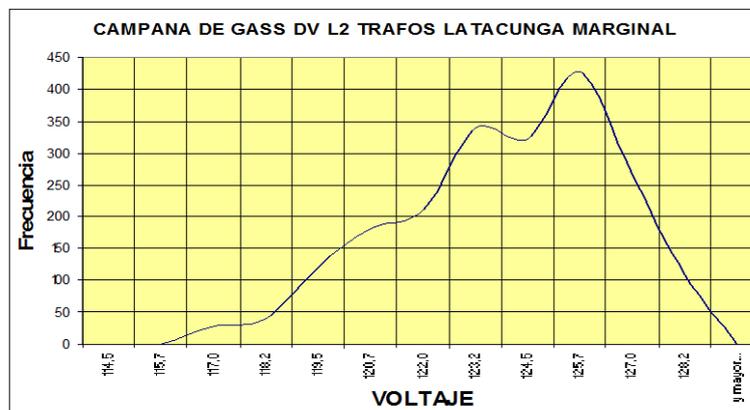
TABLA N° 3.74
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	13	0,63%	-3%
117,6	27	1,95%	-2%
118,8	73	5,51%	-1%
120	150	12,83%	0%
121,2	201	22,63%	1%
122,4	237	34,20%	2%
123,6	308	49,22%	3%
124,8	365	67,02%	4%
126	363	84,73%	5%
127,2	258	97,32%	6%
128,4	55	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.76.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA
 LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.76 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V).

En la tabla 3.75 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.76.

TABLA N° 3.75
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	13	0,63%
117,6	27	1,95%
118,8	73	5,51%
120	150	12,83%
121,2	201	22,63%
122,4	237	34,20%
123,6	308	49,22%
124,8	365	67,02%
126	363	84,73%
127,2	258	97,32%
128,4	55	100,00%
129,6	0	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

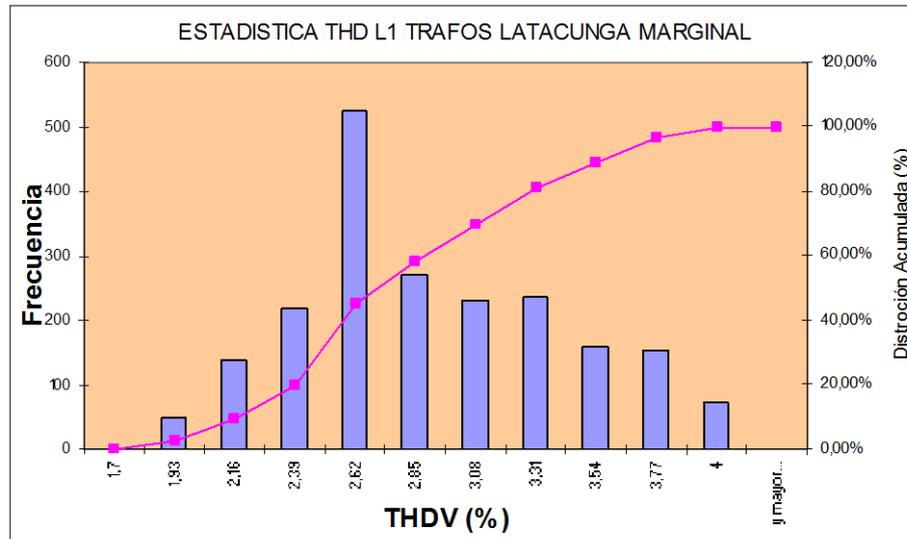
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.5.2. Análisis de distorsión armónica de voltaje.

Línea 1.

FIGURA 3.77.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.77 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los transformadores de Latacunga marginal. Se observa que la máxima es de 4 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.76 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.77.

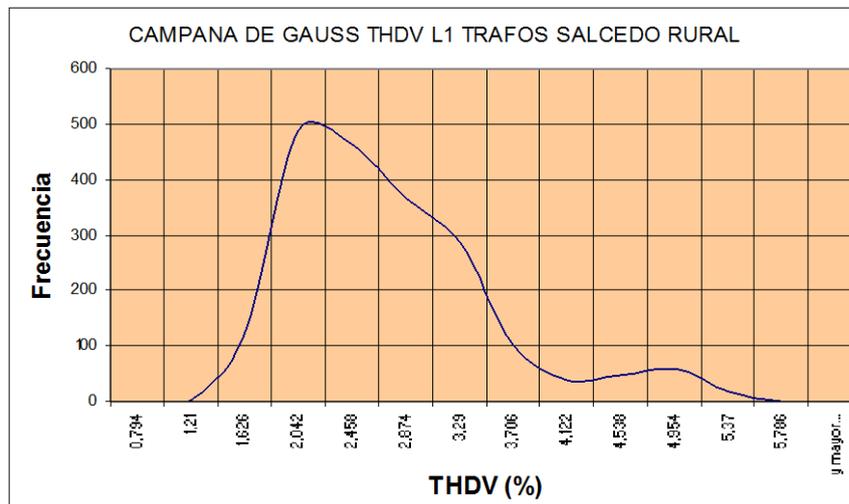
TABLA N° 3.76
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE TRANSFORMADORES DE LATAACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,21	2	0,10%
1,626	117	5,98%
2,042	489	30,54%
2,458	465	53,89%
2,874	367	72,33%
3,29	286	86,69%
3,706	102	91,81%
4,122	39	93,77%
4,538	46	96,08%
4,954	60	99,10%
5,37	18	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.78.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 LATAACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.78 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; siendo valor máximo de 4 %.

En la Tabla 3.77 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.78

TABLA N° 3.77
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

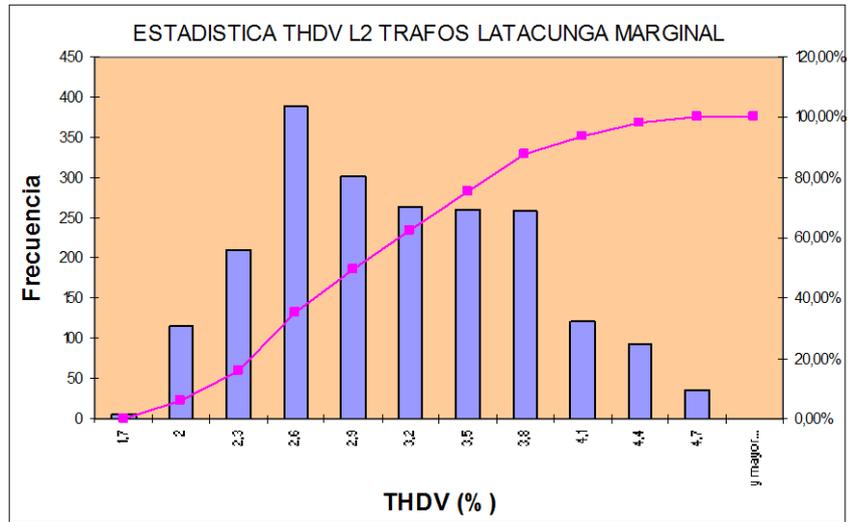
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,21	2	0,10%
1,626	117	5,98%
2,042	489	30,54%
2,458	465	53,89%
2,874	367	72,33%
3,29	286	86,69%
3,706	102	91,81%
4,122	39	93,77%
4,538	46	96,08%
4,954	60	99,10%
5,37	18	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.79.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.79 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los transformadores de Latacunga Marginal. Se observa que la máxima es de 4,7 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la tabla 3.78 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.79.

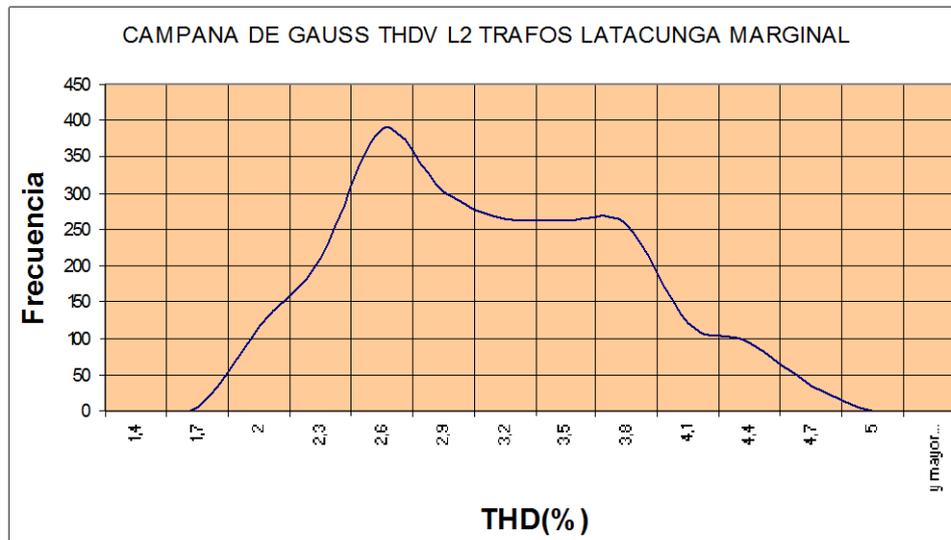
TABLA N° 3.78
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,7	5	0,24%
2	115	5,85%
2,3	210	16,10%
2,6	388	35,02%
2,9	301	49,71%
3,2	264	62,59%
3,5	261	75,32%
3,8	258	87,90%
4,1	120	93,76%
4,4	93	98,29%
4,7	35	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.80.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE
 LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.80 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; con un valor máximo de 4,7 %.

En la tabla 3.79 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.80.

TABLA N° 3.79
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,7	5	0,24%
2	115	5,85%
2,3	210	16,10%
2,6	388	35,02%
2,9	301	49,71%
3,2	264	62,59%
3,5	261	75,32%
3,8	258	87,90%
4,1	120	93,76%
4,4	93	98,29%
4,7	35	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

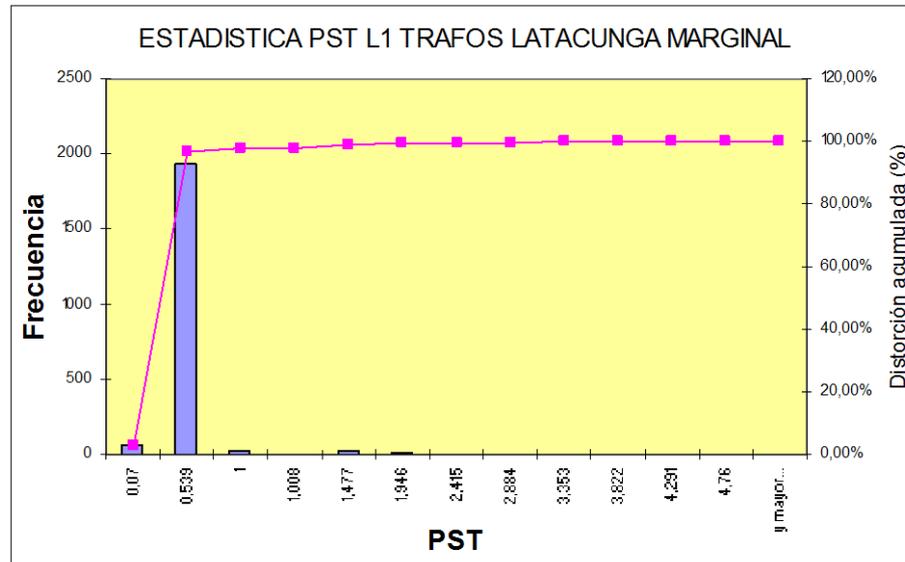
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.5.3. Análisis de PST en los Transformadores Latacunga Marginal.

Línea 1.

FIGURA 3.81.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1
TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.81 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Latacunga Marginal expresado en unidades. Se observa que el flicker mayor a la unidad es 1,477 y representa un total de 2,15 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.80 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.81.

TABLA N° 3.80

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.

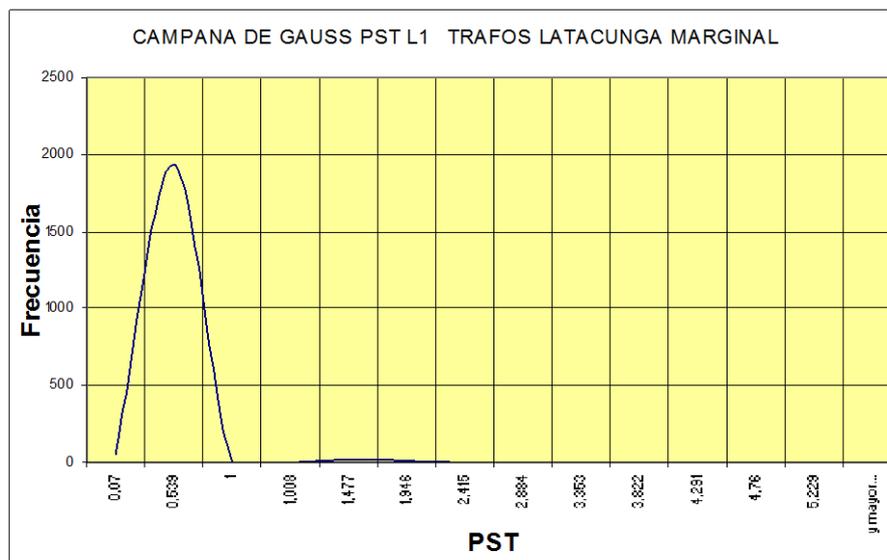
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	54	2,63%
0,539	1932	96,88%
1	20	97,85%
1,008	0	97,85%
1,477	18	98,73%
1,946	11	99,27%
2,415	5	99,51%
2,884	4	99,71%
3,353	2	99,80%
3,822	2	99,90%
4,291	0	99,90%
4,76	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.82.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.82 se concluye que el 97,85 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de Latacunga Marginal se encuentran dentro de la campana de gauss. Por lo tanto cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.81 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.82

TABLA N° 3.81
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	54	2,63%
0,539	1932	96,88%
1	20	97,85%
1,008	0	97,85%
1,477	18	98,73%
1,946	11	99,27%
2,415	5	99,51%
2,884	4	99,71%
3,353	2	99,80%
3,822	2	99,90%
4,291	0	99,90%
4,76	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%

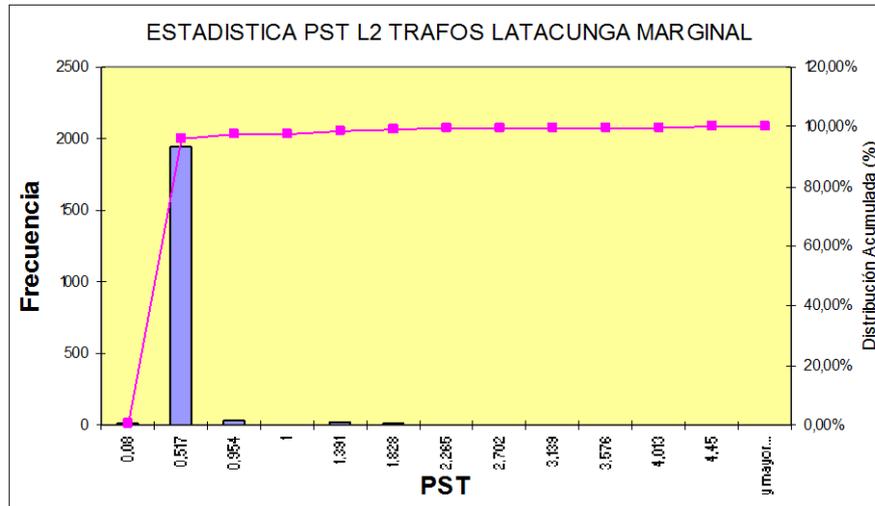
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.83.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L2 TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.83 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Latacunga Marginal expresado en unidades. Se observa que el flicker mayor a la unidad es 1,391 y representa un total de 2,39 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.82 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.83.

TABLA N° 3.82

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.

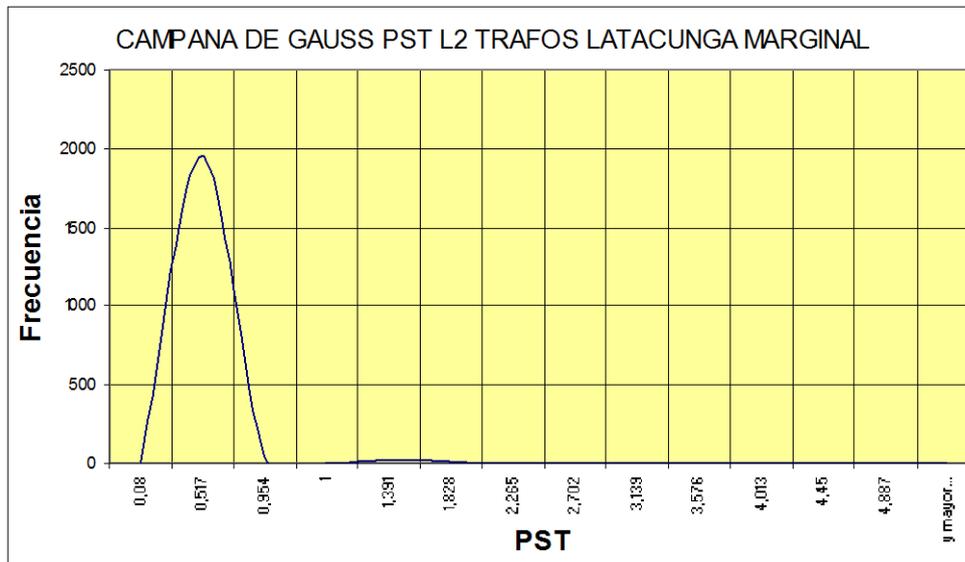
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	15	0,73%
0,517	1951	95,90%
0,954	32	97,46%
1	3	97,61%
1,391	21	98,63%
1,828	13	99,27%
2,265	5	99,51%
2,702	5	99,76%
3,139	1	99,80%
3,576	2	99,90%
4,013	0	99,90%
4,45	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.84.

CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.84 se concluye que el 97,61 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de Latacunga Marginal se encuentran dentro de la campana de gauss. Por lo tanto cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.83 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.84.

TABLA N° 3.83
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
TRANSFORMADORES LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	15	0,73%
0,517	1951	95,90%
0,954	32	97,46%
1	3	97,61%
1,391	21	98,63%
1,828	13	99,27%
2,265	5	99,51%
2,702	5	99,76%
3,139	1	99,80%
3,576	2	99,90%
4,013	0	99,90%
4,45	2	100,00%
4,887	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

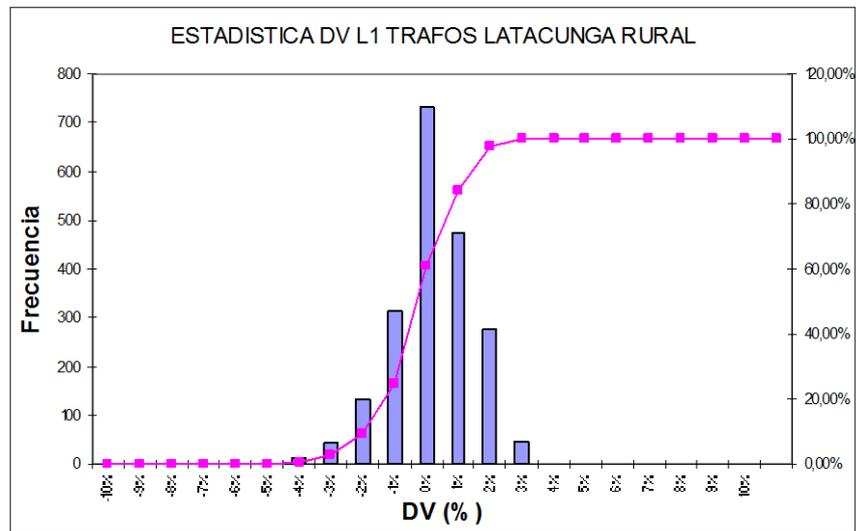
3.7.6. Sector Latacunga Rural.

3.7.6.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.85.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.85 se representa la variación de voltaje de la línea L1 de los transformadores de Latacunga Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0$ %.

En la tabla 3.84 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.85.

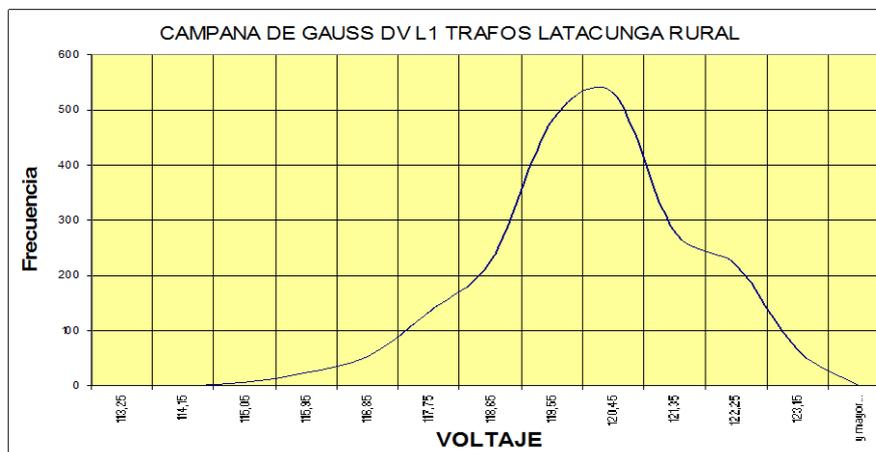
TABLA N° 3.84
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L1 DE
 LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	11	0,54%	-4%
116,4	43	2,66%	-3%
117,6	134	9,27%	-2%
118,8	313	24,70%	-1%
120	731	60,75%	0%
121,2	474	84,12%	1%
122,4	275	97,68%	2%
123,6	47	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.86.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1 TRANSFORMADORES DE
 LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.86 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V), existiendo un número mayor de 123,6 V.

En la tabla 3.85 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.86.

TABLA N° 3.85
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L1
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	11	0,54%	-4%
116,4	43	2,66%	-3%
117,6	134	9,27%	-2%
118,8	313	24,70%	-1%
120	731	60,75%	0%
121,2	474	84,12%	1%
122,4	275	97,68%	2%
123,6	47	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

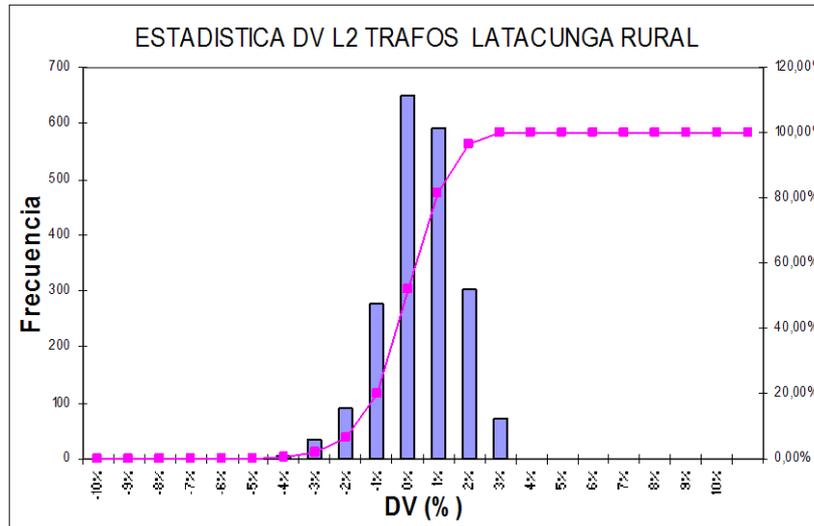
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.87.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCION ACUMULADA DE DV L2 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.87 se representa la variación de voltaje de la línea L2 de los transformadores de Latacunga Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentran dentro de los límites establecidos por la regulación vigente CONELEC 004/01 menciona. El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.86 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.87.

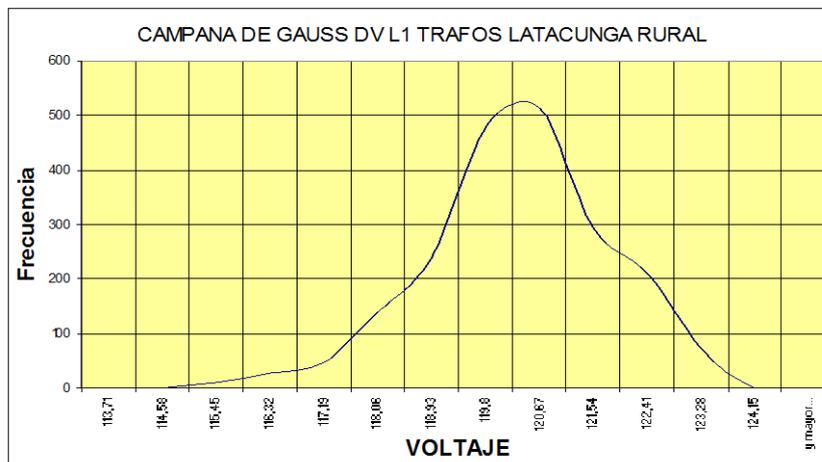
TABLA N° 3.86
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV L2 DE
 LOS TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	7	0,35%	-4%
116,4	35	2,07%	-3%
117,6	91	6,56%	-2%
118,8	276	20,17%	-1%
120	650	52,22%	0%
121,2	593	81,46%	1%
122,4	303	96,40%	2%
123,6	73	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.88.
 CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2 TRANSFORMADORES DE LA
 LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.88 se concluye que el 100% de valores medidos se encuentran en el rango admisible contemplado en la regulación vigente (108V – 132V).

En la tabla 3.87 presentan los datos correspondientes a la grafica 3.88.

TABLA N° 3.87
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE VOLTAJE L2
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	7	0,35%	-4%
116,4	35	2,07%	-3%
117,6	91	6,56%	-2%
118,8	276	20,17%	-1%
120	650	52,22%	0%
121,2	593	81,46%	1%
122,4	303	96,40%	2%
123,6	73	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

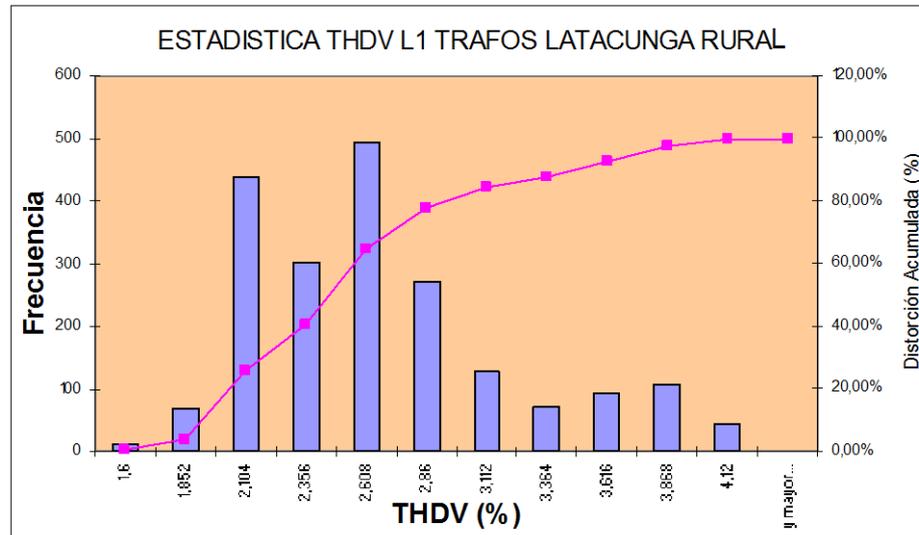
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.6.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.89.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1
TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.89 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los transformadores de Latacunga Rural. Se observa que la máximo valor es de 4,12 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.88 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.89.

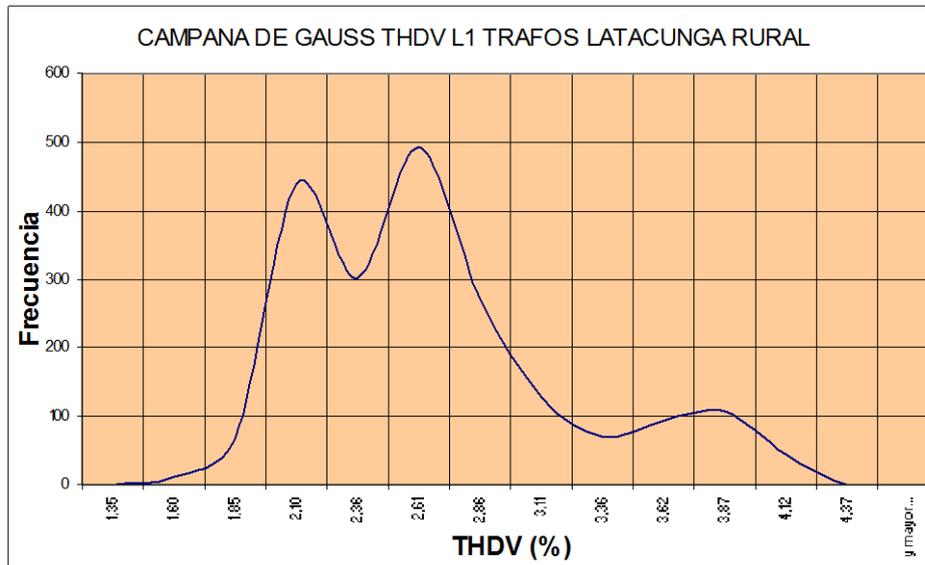
TABLA N° 3.88
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	12	0,59%
1,852	68	3,94%
2,104	439	25,59%
2,356	301	40,43%
2,608	493	64,74%
2,86	270	78,06%
3,112	128	84,37%
3,364	71	87,87%
3,616	94	92,50%
3,868	107	97,78%
4,12	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.90.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE TRANSFORMADORES DE
 LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.90 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 4,12 %.

En la Tabla 3.89 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.90.

TABLA N° 3.89
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

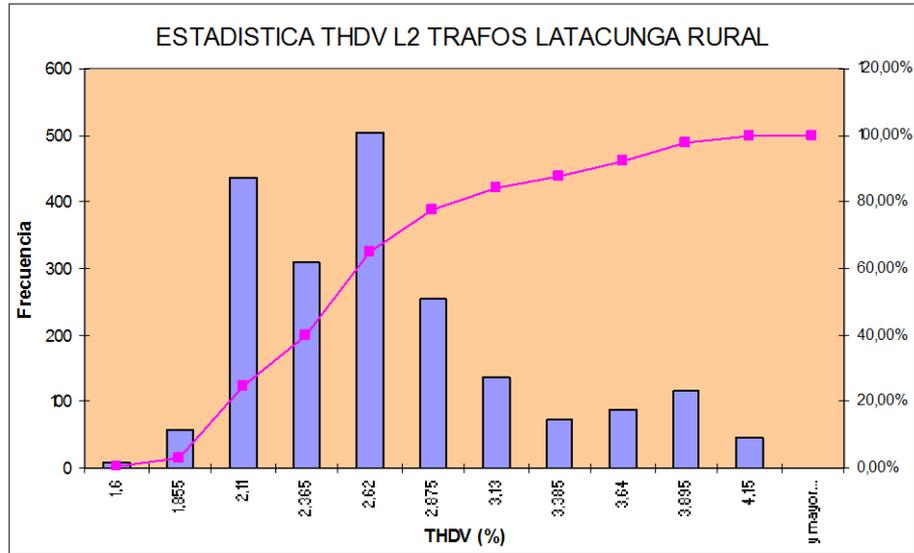
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	12	0,59%
1,852	68	3,94%
2,104	439	25,59%
2,356	301	40,43%
2,608	493	64,74%
2,86	270	78,06%
3,112	128	84,37%
3,364	71	87,87%
3,616	94	92,50%
3,868	107	97,78%
4,12	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.91.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.91 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los transformadores de Latacunga Marginal. Se observa que la máxima es de 4,15 % , la misma que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.90 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.91.

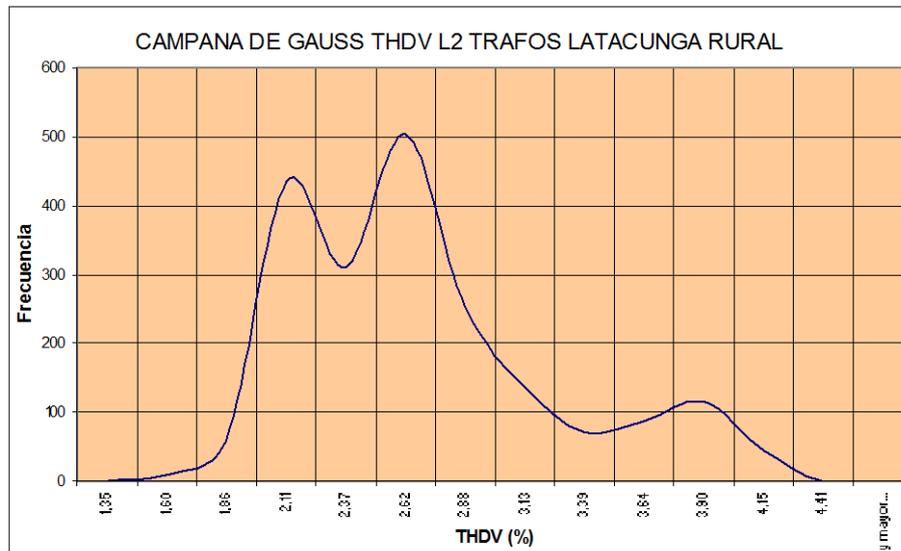
TABLA N° 3.90
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	8	0,39%
1,855	58	3,25%
2,11	435	24,70%
2,365	311	40,04%
2,62	504	64,89%
2,875	254	77,42%
3,13	137	84,17%
3,385	72	87,72%
3,64	88	92,06%
3,895	116	97,78%
4,15	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.92.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 DE TRANSFORMADORES DE
 LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.92 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 441 %.

En la Tabla 3.91 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.92.

TABLA N° 3.91
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2
TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,6	8	0,39%
1,855	58	3,25%
2,11	435	24,70%
2,365	311	40,04%
2,62	504	64,89%
2,875	254	77,42%
3,13	137	84,17%
3,385	72	87,72%
3,64	88	92,06%
3,895	116	97,78%
4,15	45	100,00%
y mayor...	0	100,00%

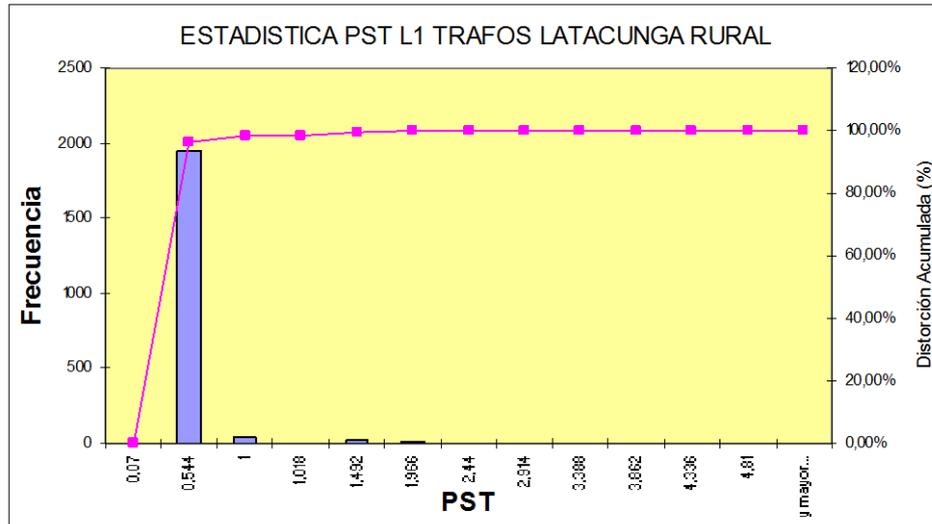
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.6.3. Análisis de PST en transformadores del sector Latacunga rural.

Línea 1.

FIGURA 3.93.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LINEA L1
TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.93 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los transformadores de Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker mayor a la unidad es 1,018 y representa un total de 1,48 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.92 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.93.

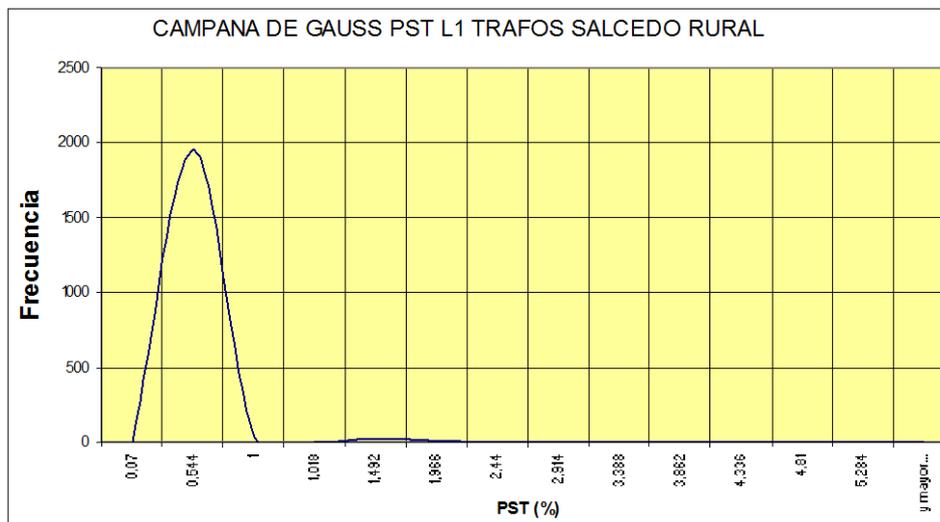
TABLA N° 3.92
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	3	0,15%
0,544	1955	96,55%
1	40	98,52%
1,018	0	98,52%
1,492	22	99,61%
1,966	6	99,90%
2,44	0	99,90%
2,914	0	99,90%
3,388	1	99,95%
3,862	0	99,95%
4,336	0	99,95%
4,81	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.94.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L1 DE LOS
 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.94 se concluye que el 98,52 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los transformadores de Latacunga Rural se encuentran dentro de la campana de gauss. Por lo tanto cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.93 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.94.

TABLA N° 3.93
DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
LÍNEA L1 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.

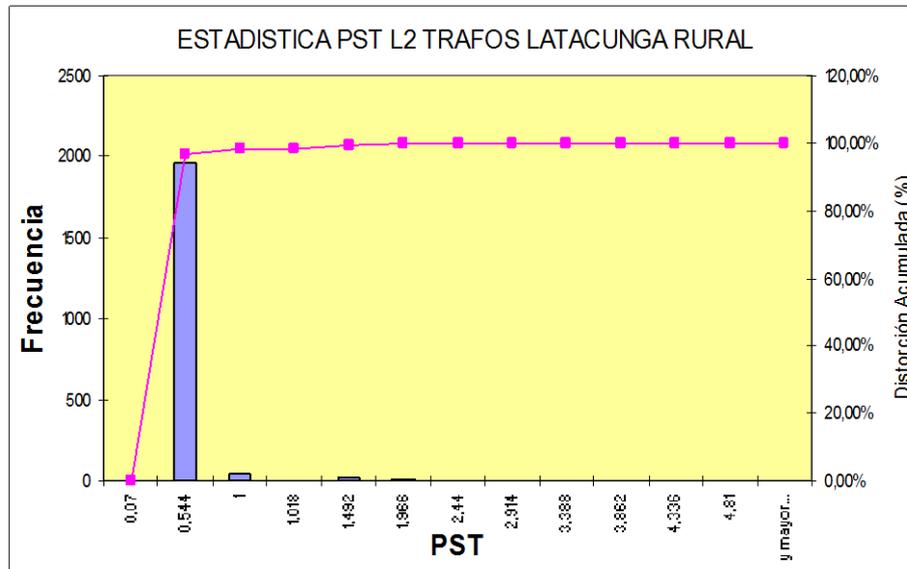
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	3	0,15%
0,544	1955	96,55%
1	40	98,52%
1,018	0	98,52%
1,492	22	99,61%
1,966	6	99,90%
2,44	0	99,90%
2,914	0	99,90%
3,388	1	99,95%
3,862	0	99,95%
4,336	0	99,95%
4,81	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.95.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2
TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.95 se representa el flicker de corta duración en la línea L2de los transformadores de Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker mayor a la unidad es 1,018 y representa un total de 1,48 %. Tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.94 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.95.

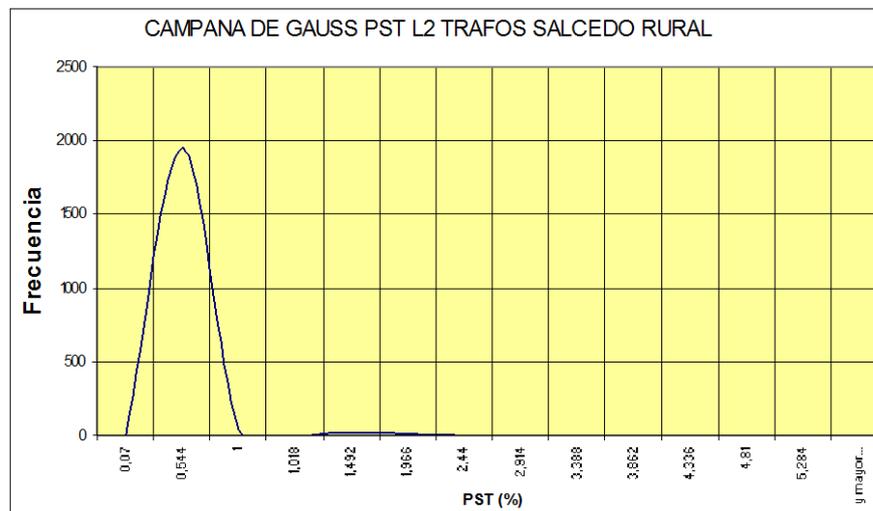
TABLA N° 3.94
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	3	0,15%
0,544	1955	96,55%
1	40	98,52%
1,018	0	98,52%
1,492	22	99,61%
1,966	6	99,90%
2,44	0	99,90%
2,914	0	99,90%
3,388	1	99,95%
3,862	0	99,95%
4,336	0	99,95%
4,81	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.96.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LÍNEA L2 DE LOS
 TRANSFORMADORES DE LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.96 se concluye que el 98,52 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los transformadores de Latacunga Rural se encuentran dentro de la campana de gauss. Por lo tanto cumplen con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.95 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.96.

TABLA N° 3.95
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
TRANSFORMADORES LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	3	0,15%
0,544	1955	96,55%
1	40	98,52%
1,018	0	98,52%
1,492	22	99,61%
1,966	6	99,90%
2,44	0	99,90%
2,914	0	99,90%
3,388	1	99,95%
3,862	0	99,95%
4,336	0	99,95%
4,81	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

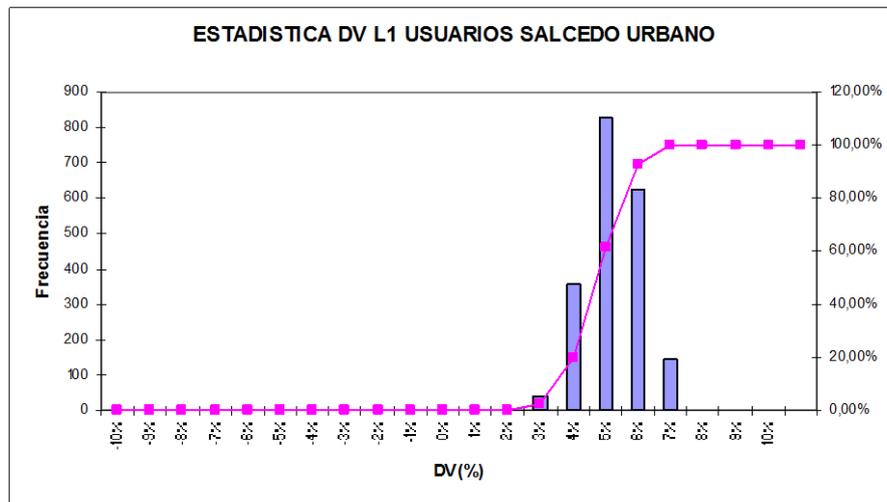
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.7. Usuarios Sector Urbano del Cantón Salcedo

3.7.7.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.97.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS
SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.97 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Salcedo Urbano. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0$ %.

En la tabla 3.96 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.97.

TABLA N° 3.96
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1
 DE LOS USUARIOS SALCEDO URBANO.

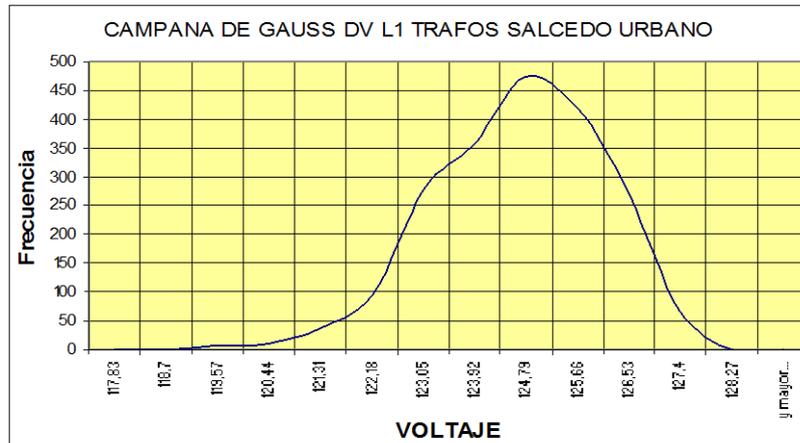
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	2	0,10%	-1%
120	16	0,89%	0%
121,2	29	2,34%	1%
122,4	168	10,69%	2%
123,6	449	33,00%	3%
124,8	637	64,66%	4%
126	525	90,76%	5%
127,2	182	99,80%	6%
128,4	4	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.98.

CAMPANA DE GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.98 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Urbano se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.97 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.98

TABLA N° 3.97
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS
SALCEDO URBANO.

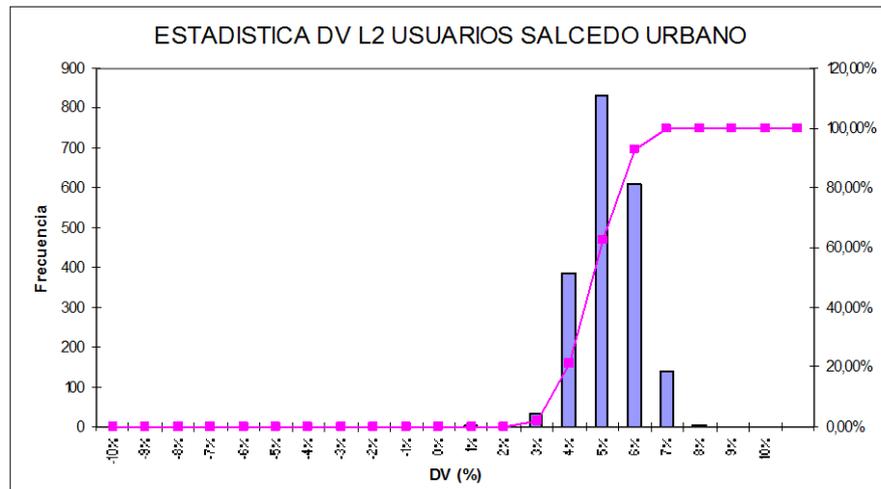
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	2	0,10%	-1%
120	16	0,89%	0%
121,2	29	2,34%	1%
122,4	168	10,69%	2%
123,6	449	33,00%	3%
124,8	637	64,66%	4%
126	525	90,76%	5%
127,2	182	99,80%	6%
128,4	4	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.99.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS
SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.99 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios de Salcedo Urbano. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

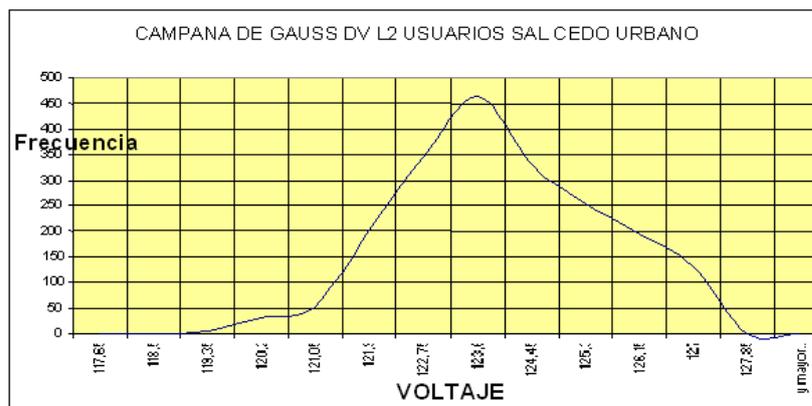
En la tabla 3.98 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.99.

TABLA N° 3.98
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2
 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	1	0,05%	-1%
120	26	1,34%	0%
121,2	97	6,16%	1%
122,4	358	23,96%	2%
123,6	617	54,62%	3%
124,8	467	77,83%	4%
126	271	91,30%	5%
127,2	175	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.100.
 CAMPANA GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.100 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Urbano se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.99 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.100.

TABLA N° 3.99
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE
SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	1	0,05%	-1%
120	26	1,34%	0%
121,2	97	6,16%	1%
122,4	358	23,96%	2%
123,6	617	54,62%	3%
124,8	467	77,83%	4%
126	271	91,30%	5%
127,2	175	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

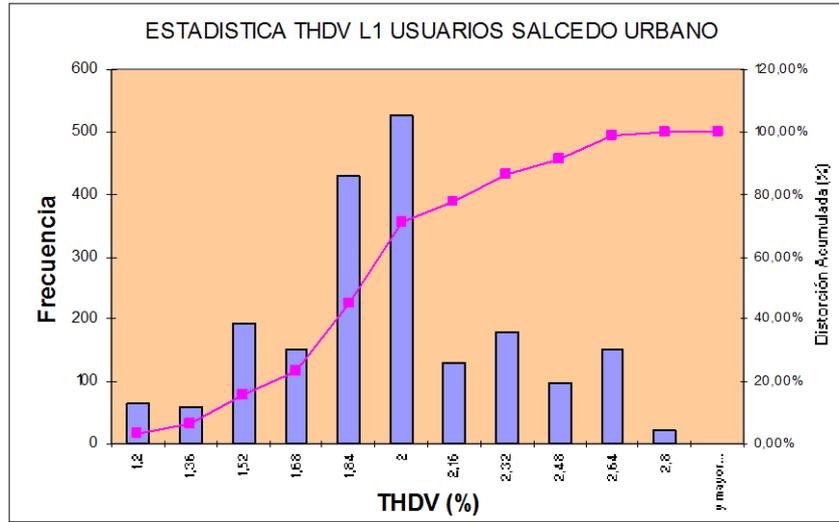
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.7.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 1

FIGURA 3.101.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE
USUARIOS DE SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.101 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de usuarios de Salcedo Urbano. Se observa que la máximo valor es 2,8 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.100 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.101.

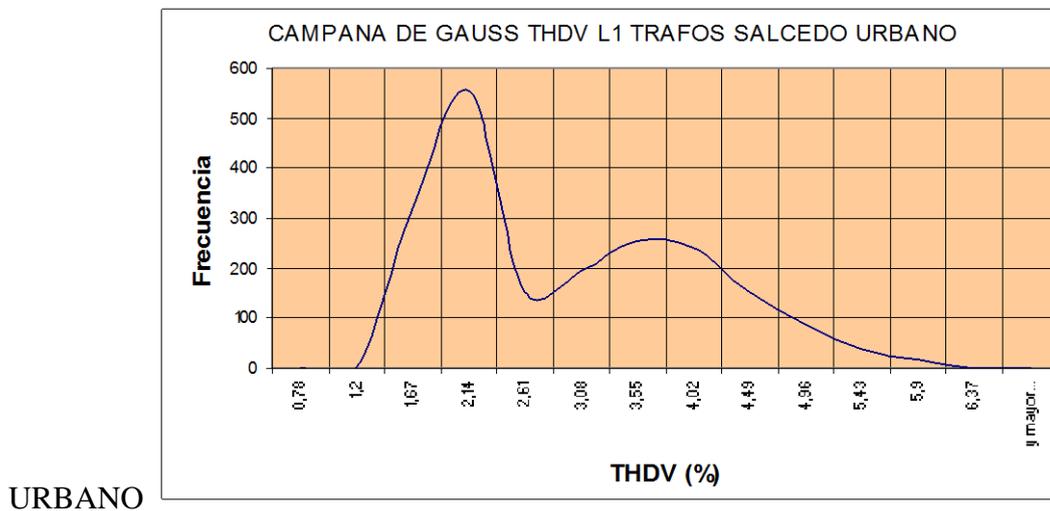
TABLA N° 3.100
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,2	66	3,29%
1,36	60	6,29%
1,52	192	15,87%
1,68	152	23,45%
1,84	428	44,81%
2	526	71,06%
2,16	130	77,54%
2,32	178	86,43%
2,48	98	91,32%
2,64	152	98,90%
2,8	22	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.102.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.102 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 2,8 %.

En la Tabla 3.101 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.102.

TABLA N° 3.101
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE
SALCEDO URBANO.

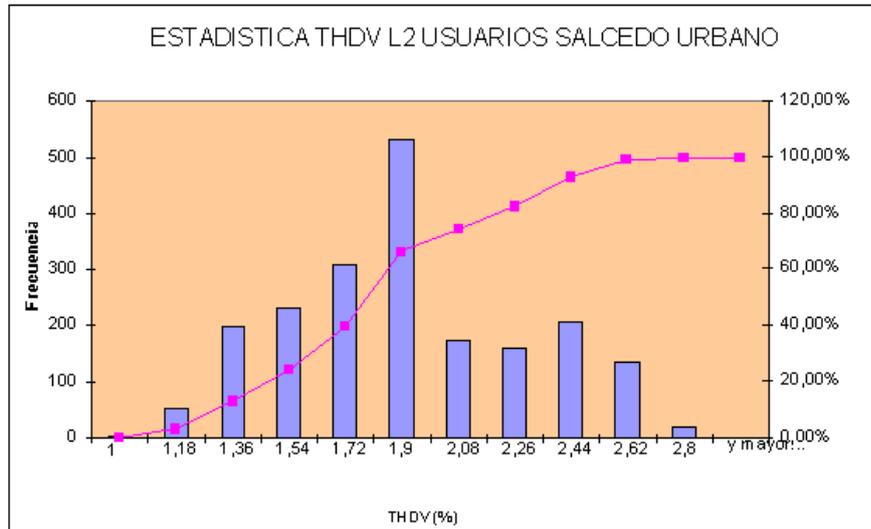
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,2	66	3,29%
1,36	60	6,29%
1,52	192	15,87%
1,68	152	23,45%
1,84	428	44,81%
2	526	71,06%
2,16	130	77,54%
2,32	178	86,43%
2,48	98	91,32%
2,64	152	98,90%
2,8	22	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.103.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
USUARIOS SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.103 se representa la distorsión de la línea L2 en porcentaje de los Usuarios de Salcedo Urbano. Se observa que el máximo valor es 2,6 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.102 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.103.

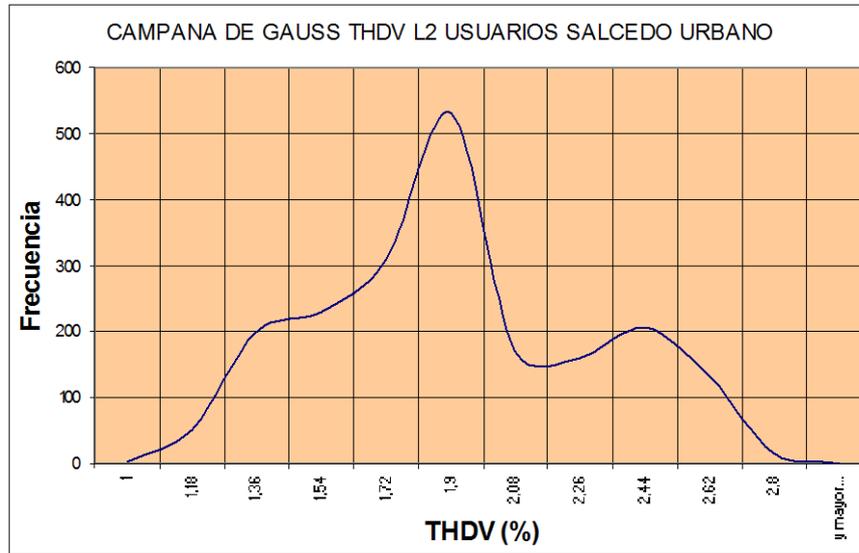
TABLA N° 3.102
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1	2	0,10%
1,18	52	2,69%
1,36	198	12,57%
1,54	230	24,05%
1,72	308	39,42%
1,9	530	65,87%
2,08	170	74,35%
2,26	160	82,34%
2,44	206	92,61%
2,62	132	99,20%
2,8	16	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.104.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO
 URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.104 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 2,8 %.

En la Tabla 3.103 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.104.

TABLA N° 3.103
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS
SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1	2	0,10%
1,18	52	2,69%
1,36	198	12,57%
1,54	230	24,05%
1,72	308	39,42%
1,9	530	65,87%
2,08	170	74,35%
2,26	160	82,34%
2,44	206	92,61%
2,62	132	99,20%
2,8	16	100,00%
y mayor...	0	100,00%

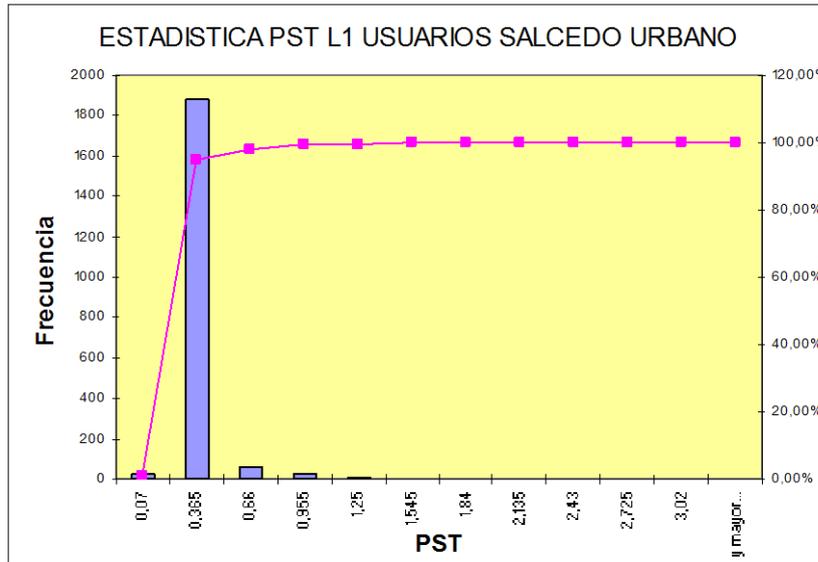
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.7.3. Análisis de PST en usuarios del sector urbano del Cantón Salcedo.

Línea 1.

**FIGURA 3.105.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE
USUARIOS SALCEDO URBANO**



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.105 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Salcedo Urbano expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 3,02 % y representa 0,10 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.104 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.105.

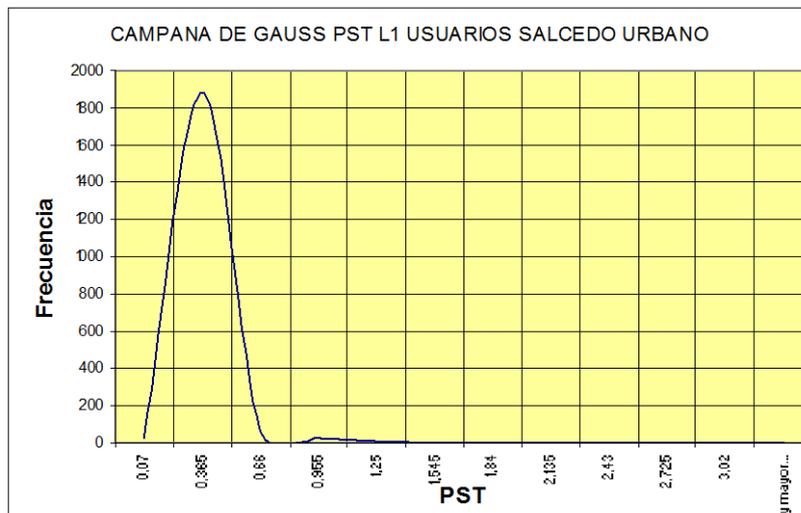
TABLA N° 3.104
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.106.
 DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
 USUARIOS DE SALCEDO URBANO.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.106 se concluye que el 0,10 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Urbano se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.105 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.106.

TABLA N° 3.105
DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

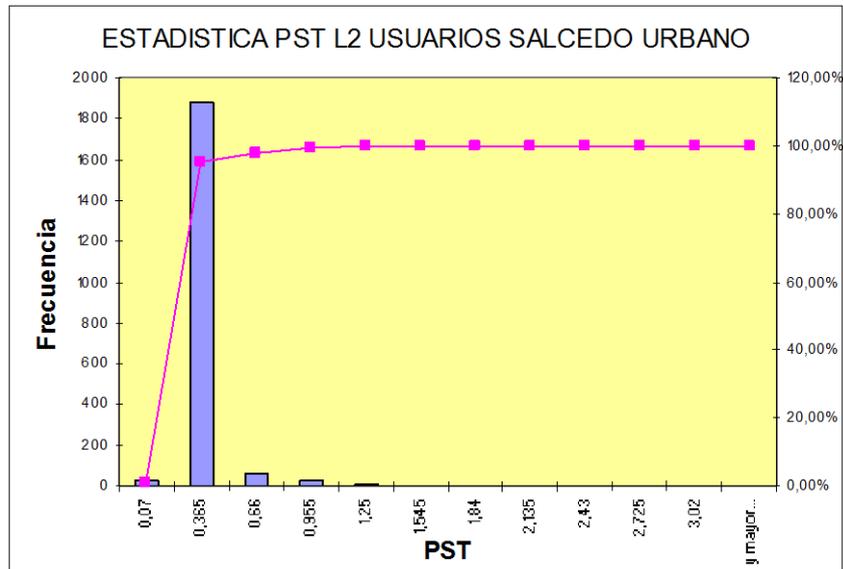
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	24	1,20%
0,365	1882	95,11%
0,66	58	98,00%
0,955	26	99,30%
1,25	8	99,70%
1,545	4	99,90%
1,84	0	99,90%
2,135	0	99,90%
2,43	0	99,90%
2,725	0	99,90%
3,02	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.107.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE
USUARIOS SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.107 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Salcedo Urbano expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 3,02 % y representa 0,10 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.106 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.107.

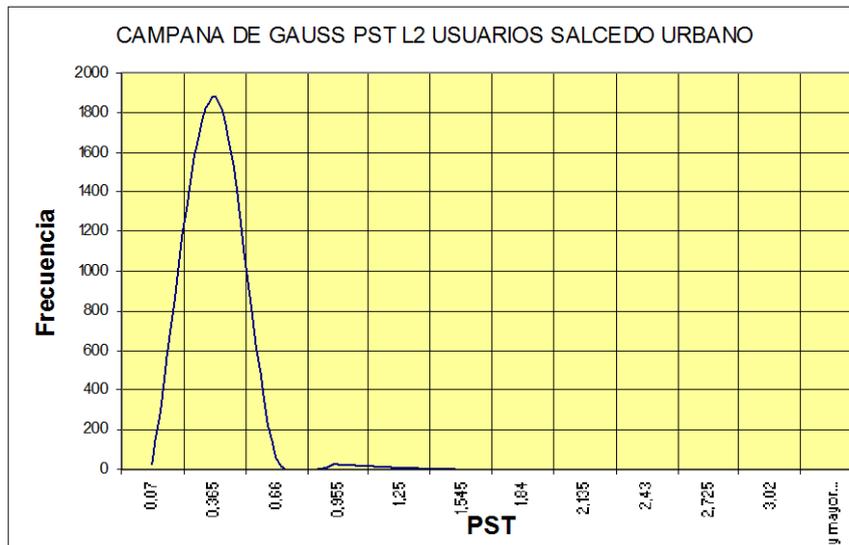
TABLA N° 3.106
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.108.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE
 SALCEDO URBANO



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.108 se concluye que el 0,10 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Urbano se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.107 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.108.

TABLA N° 3.107
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
USUARIOS DE SALCEDO URBANO.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,07	24	1,20%
0,365	1882	95,11%
0,66	58	98,00%
0,955	26	99,30%
1,25	8	99,70%
1,545	4	99,90%
1,84	0	99,90%
2,135	0	99,90%
2,43	0	99,90%
2,725	0	99,90%
3,02	2	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

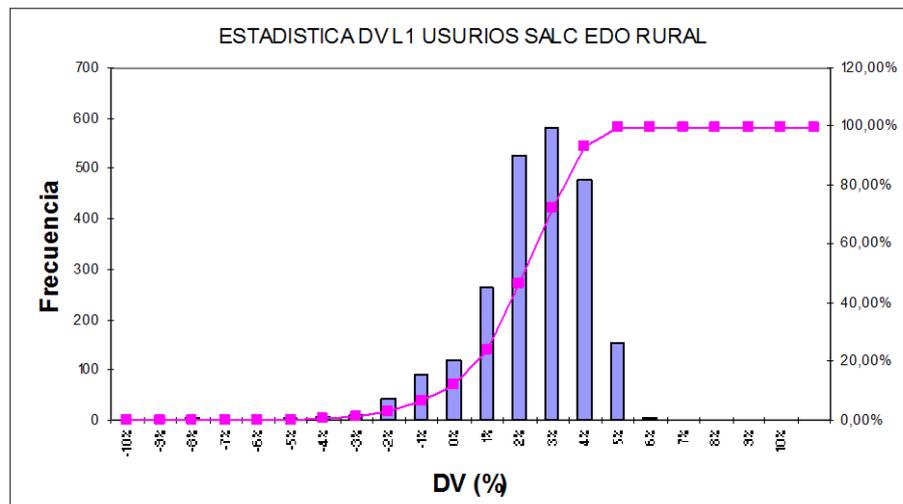
3.7.8. Usuarios Sector Rural del Cantón Salcedo

3.7.8.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.109.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.109 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Salcedo Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.108 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.109.

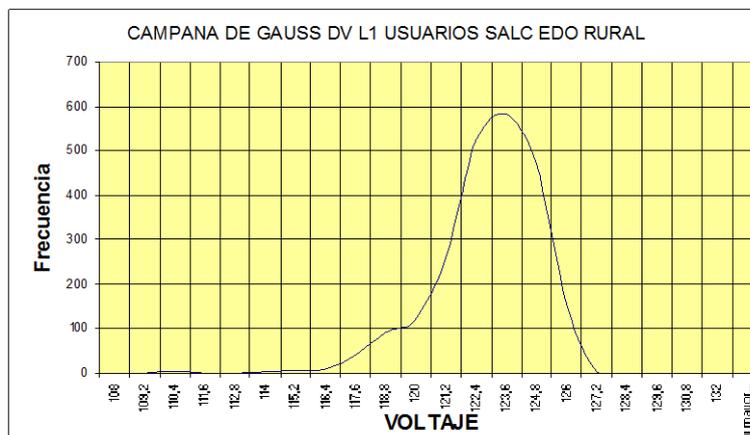
TABLA N° 3.108
DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1
DE LOS USUARIOS SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	2	0,09%	-8%
111,6	0	0,09%	-7%
112,8	0	0,09%	-6%
114	4	0,26%	-5%
115,2	6	0,53%	-4%
116,4	10	0,96%	-3%
117,6	42	2,80%	-2%
118,8	92	6,84%	-1%
120	120	12,09%	0%
121,2	266	23,75%	1%
122,4	526	46,80%	2%
123,6	582	72,30%	3%
124,8	476	93,16%	4%
126	152	99,82%	5%
127,2	4	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.110.
CAMPANA DE GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.110 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Rural se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.109 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.110.

TABLA N° 3.109
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS
SALCEDO RURAL.

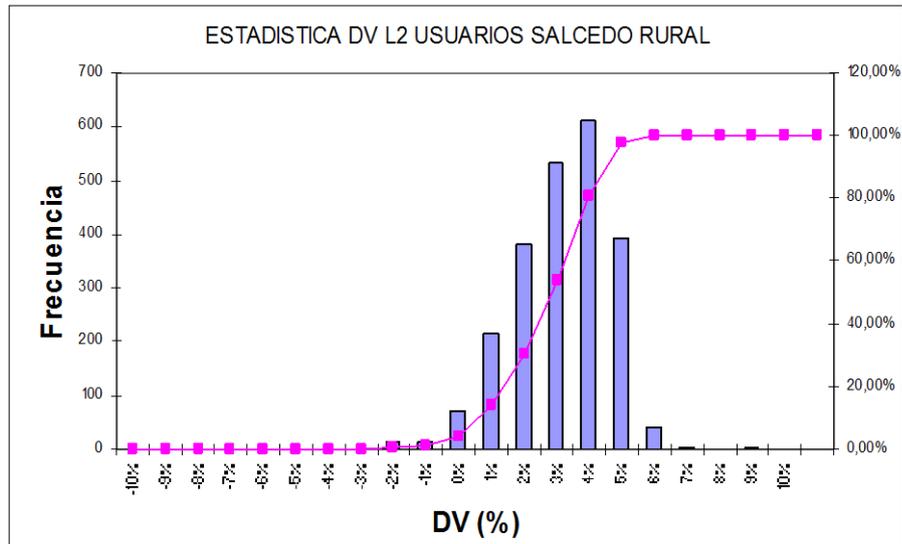
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	2	0,09%	-8%
111,6	0	0,09%	-7%
112,8	0	0,09%	-6%
114	4	0,26%	-5%
115,2	6	0,53%	-4%
116,4	10	0,96%	-3%
117,6	42	2,80%	-2%
118,8	92	6,84%	-1%
120	120	12,09%	0%
121,2	266	23,75%	1%
122,4	526	46,80%	2%
123,6	582	72,30%	3%
124,8	476	93,16%	4%
126	152	99,82%	5%
127,2	4	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.111.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS
SALCEDO RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.111 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios de Salcedo Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.110 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.111.

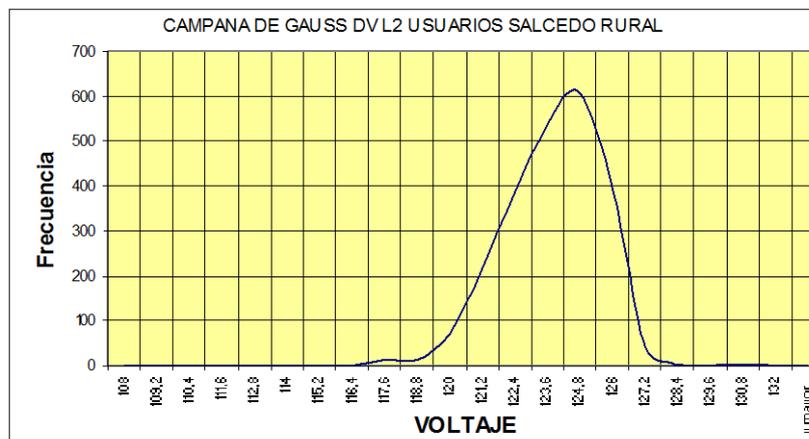
TABLA N° 3.110
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2
 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	14	0,61%	-2%
118,8	14	1,23%	-1%
120	72	4,38%	0%
121,2	216	13,85%	1%
122,4	384	30,67%	2%
123,6	534	54,08%	3%
124,8	610	80,81%	4%
126	392	97,98%	5%
127,2	42	99,82%	6%
128,4	2	99,91%	7%
129,6	0	99,91%	8%
130,8	2	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.112.
 CAMPANA DE GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.112 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Rural se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.111 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.112.

TABLA N° 3.111
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE
SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	14	0,61%	-2%
118,8	14	1,23%	-1%
120	72	4,38%	0%
121,2	216	13,85%	1%
122,4	384	30,67%	2%
123,6	534	54,08%	3%
124,8	610	80,81%	4%
126	392	97,98%	5%
127,2	42	99,82%	6%
128,4	2	99,91%	7%
129,6	0	99,91%	8%
130,8	2	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

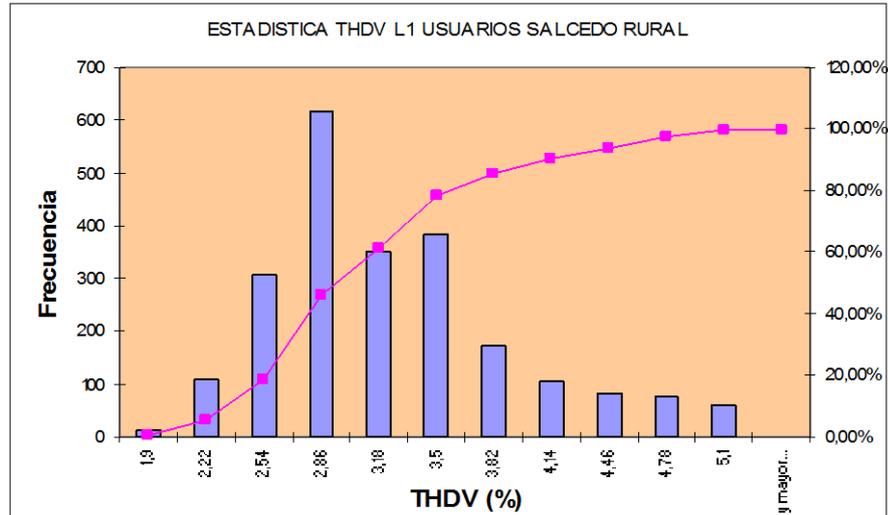
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.8.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.113.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE
USUARIOS DE SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.113 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de usuarios de Salcedo Rural. Se observa que la máximo valor es 5,1 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.112 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.113.

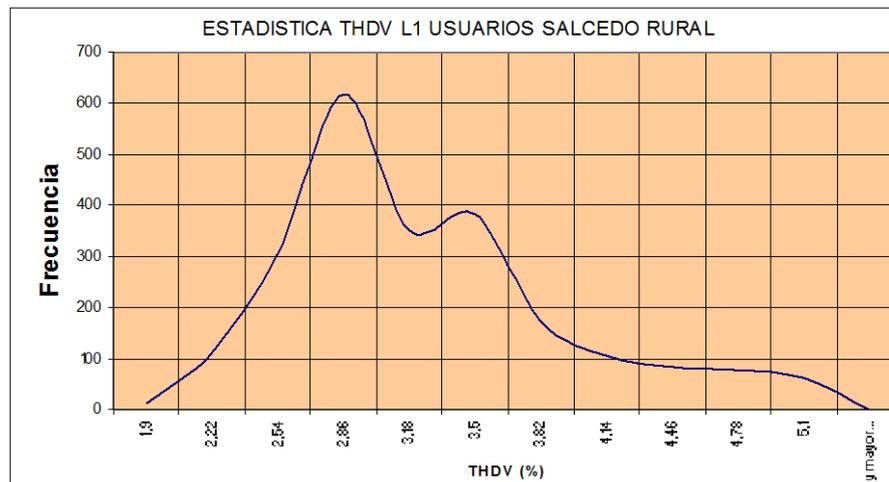
TABLA N° 3.112
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,2	66	3,29%
1,36	60	6,29%
1,52	192	15,87%
1,68	152	23,45%
1,84	428	44,81%
2	526	71,06%
2,16	130	77,54%
2,32	178	86,43%
2,48	98	91,32%
2,64	152	98,90%
2,8	22	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.114.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO
 RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.114 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 2,8 %.

En la Tabla 3.113 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.114.

TABLA N° 3.113
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE
SALCEDO RURAL.

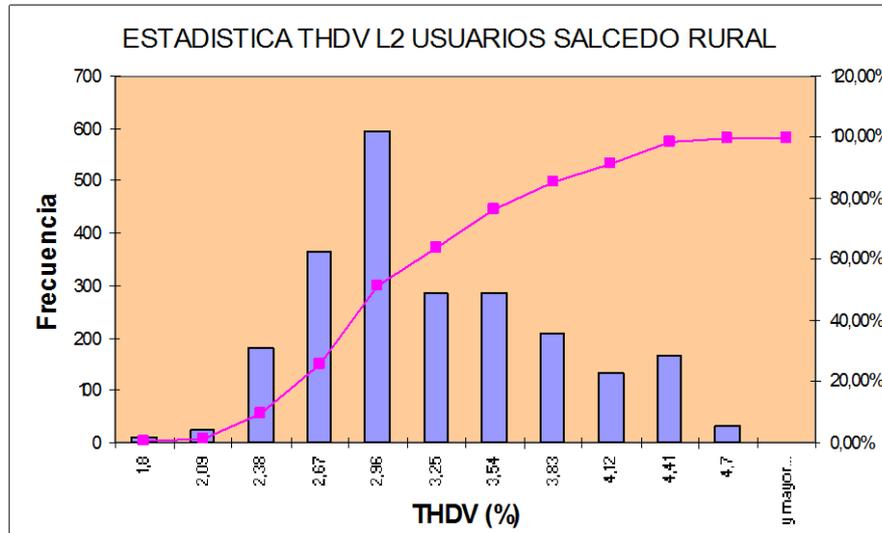
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,2	66	3,29%
1,36	60	6,29%
1,52	192	15,87%
1,68	152	23,45%
1,84	428	44,81%
2	526	71,06%
2,16	130	77,54%
2,32	178	86,43%
2,48	98	91,32%
2,64	152	98,90%
2,8	22	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.115.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
USUARIOS SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.115 se representa la distorsión de la línea L2 en porcentaje de los Usuarios de Salcedo Rural. Se observa que el máximo valor es 4,7 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$; por lo que el 100% de valores medidos se encuentran dentro de la Norma.

En la Tabla 3.114 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.115.

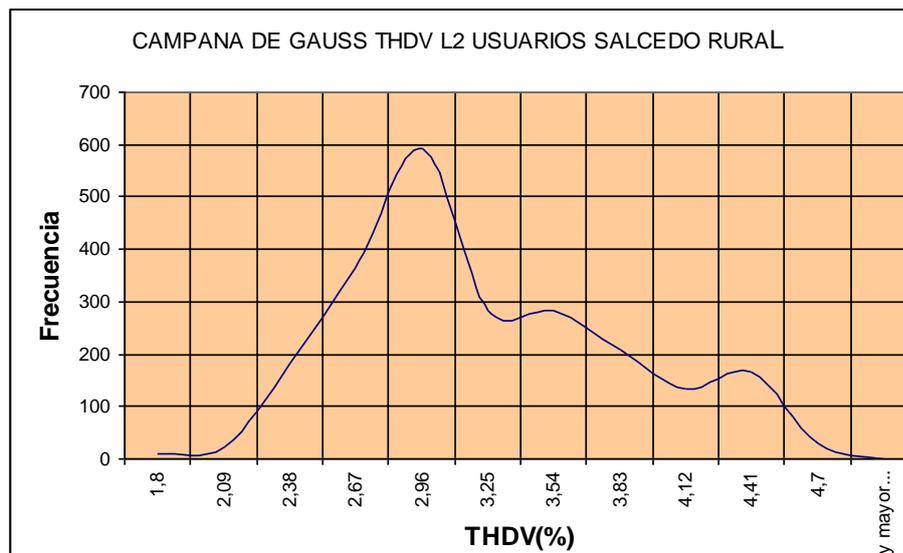
TABLA N° 3.114
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,8	10	0,44%
2,09	24	1,49%
2,38	182	9,47%
2,67	366	25,50%
2,96	594	51,53%
3,25	284	63,98%
3,54	284	76,42%
3,83	210	85,63%
4,12	132	91,41%
4,41	166	98,69%
4,7	30	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.116.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO
 RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.116 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 4,7 %.

En la Tabla 3.115 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.116.

TABLA N° 3.115
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS
SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,8	10	0,44%
2,09	24	1,49%
2,38	182	9,47%
2,67	366	25,50%
2,96	594	51,53%
3,25	284	63,98%
3,54	284	76,42%
3,83	210	85,63%
4,12	132	91,41%
4,41	166	98,69%
4,7	30	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

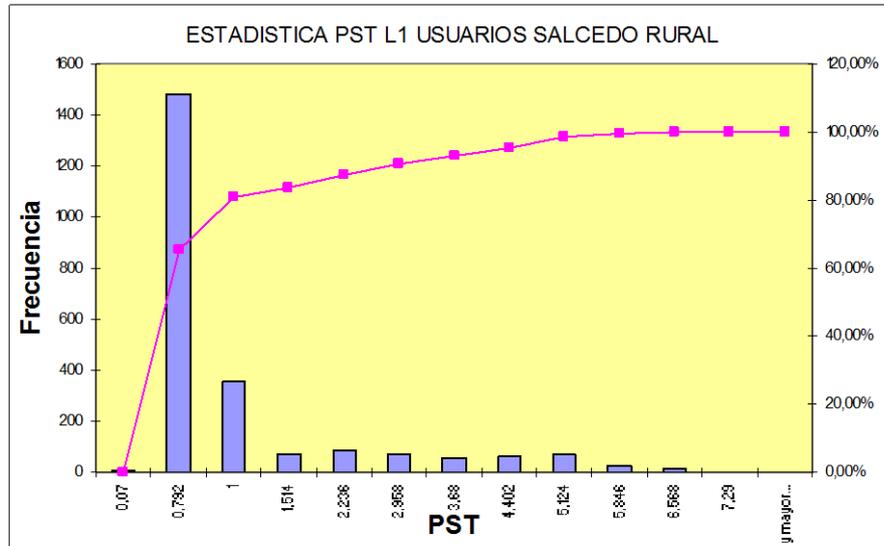
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.8.3. Análisis de PST en usuarios del sector rural del Cantón Salcedo.

Línea 1.

FIGURA 3.117.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.117 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 7,29 % y representa 19,42 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos no cumple con la regulación.

En la Tabla 3.116 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.117.

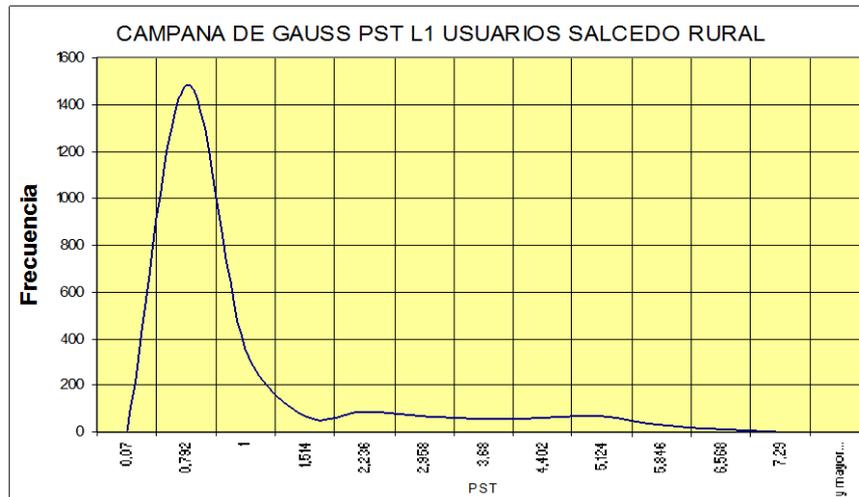
TABLA N° 3.116
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.118.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.118 se concluye que el 19,42 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Rural se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.117 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.118.

TABLA N° 3.117
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

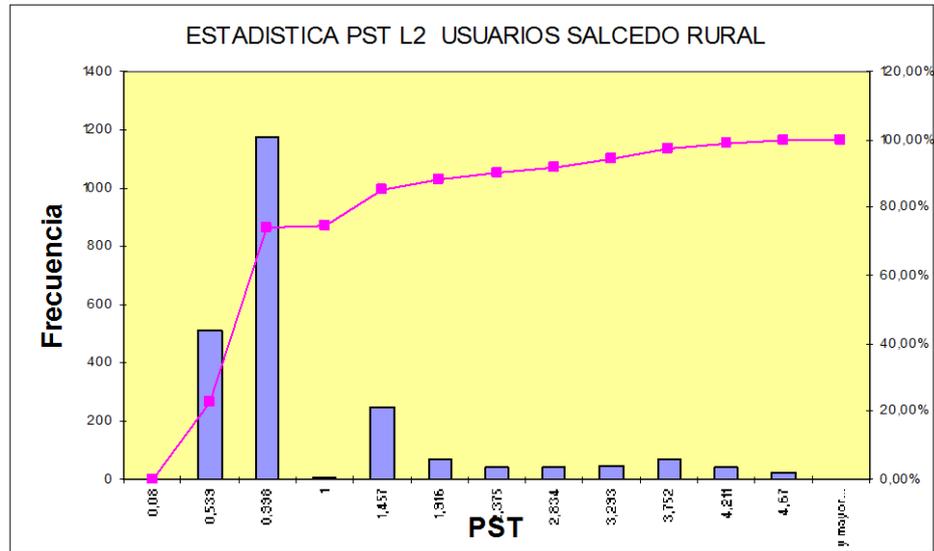
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	1	0,05%
0,517	1468	73,01%
0,954	485	97,12%
1,391	53	99,75%
1,828	3	99,90%
2,265	0	99,90%
2,702	1	99,95%
3,139	0	99,95%
3,576	0	99,95%
4,013	0	99,95%
4,45	1	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2

FIGURA 3.119.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE
USUARIOS SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.119 se representa el flicker de corta duración en la línea L2 de los Usuarios Salcedo Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 4,67 % y representa 1,05 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.118 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.119.

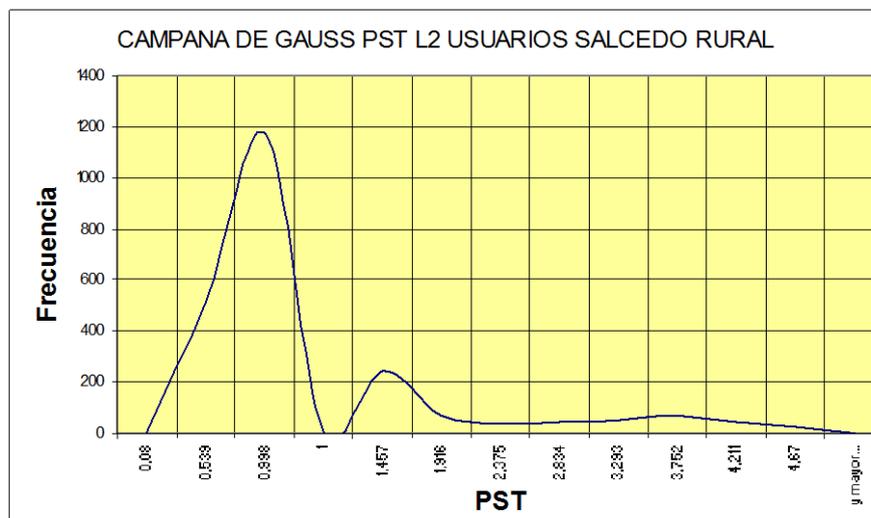
TABLA N° 3.118
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	2	0,09%
0,539	514	22,64%
0,998	1175	74,20%
1	4	74,37%
1,457	246	85,17%
1,916	72	88,33%
2,375	40	90,08%
2,834	44	92,01%
3,293	48	94,12%
3,752	68	97,10%
4,211	42	98,95%
4,67	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.120.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE
 SALCEDO RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.120 se concluye que el 25,63 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Rural se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.119 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.120.

TABLA N° 3.119
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
USUARIOS DE SALCEDO RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,08	2	0,09%
0,539	514	22,64%
0,998	1175	74,20%
1	4	74,37%
1,457	246	85,17%
1,916	72	88,33%
2,375	40	90,08%
2,834	44	92,01%
3,293	48	94,12%
3,752	68	97,10%
4,211	42	98,95%
4,67	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

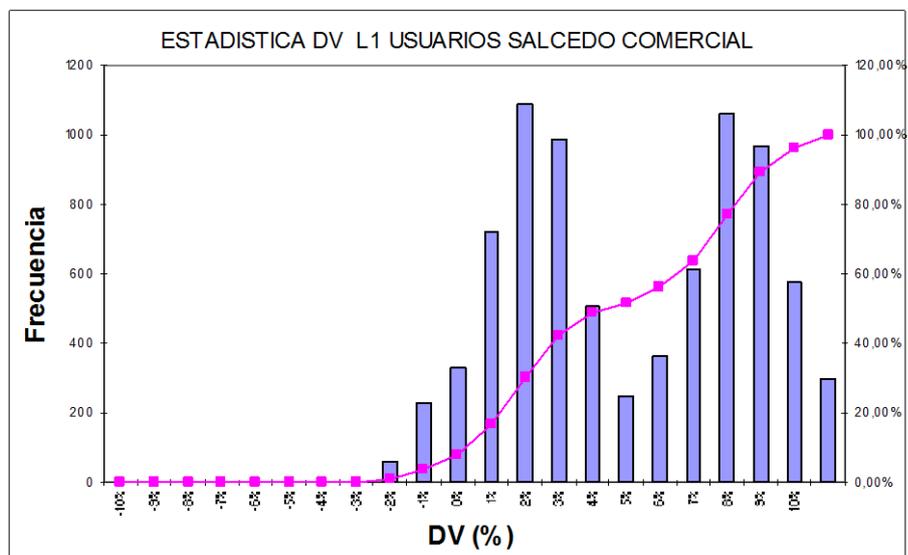
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.9. Usuarios Sector Comercial del Cantón Salcedo

3.7.9.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.121.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS
SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.121 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Salcedo Comercial. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.120 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.121.

TABLA N° 3.120
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1
 DE LOS USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.

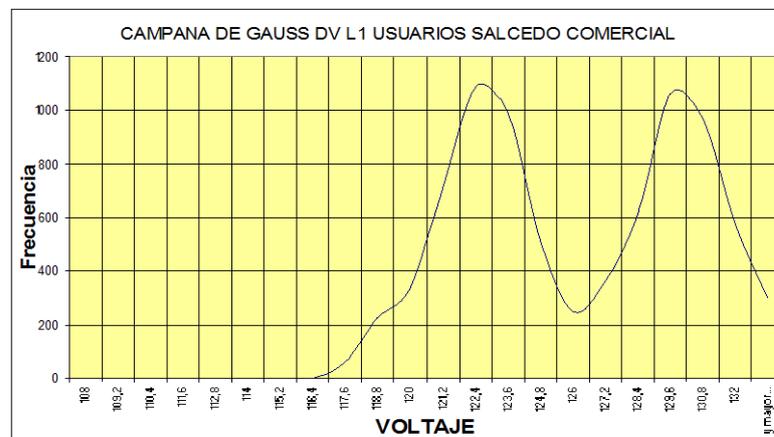
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	60	0,75%	-2%
118,8	228	3,58%	-1%
120	332	7,70%	0%
121,2	720	16,64%	1%
122,4	1088	30,15%	2%
123,6	988	42,42%	3%
124,8	508	48,73%	4%
126	248	51,81%	5%
127,2	364	56,33%	6%
128,4	612	63,93%	7%
129,6	1060	77,10%	8%
130,8	968	89,12%	9%
132	576	96,27%	10%
Y mayor...	300	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.122.

CAMPANA DE GAUSS DV L1 USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.122 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Comercial se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.121 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.122.

TABLA N° 3.121
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS
SALCEDO COMERCIAL.

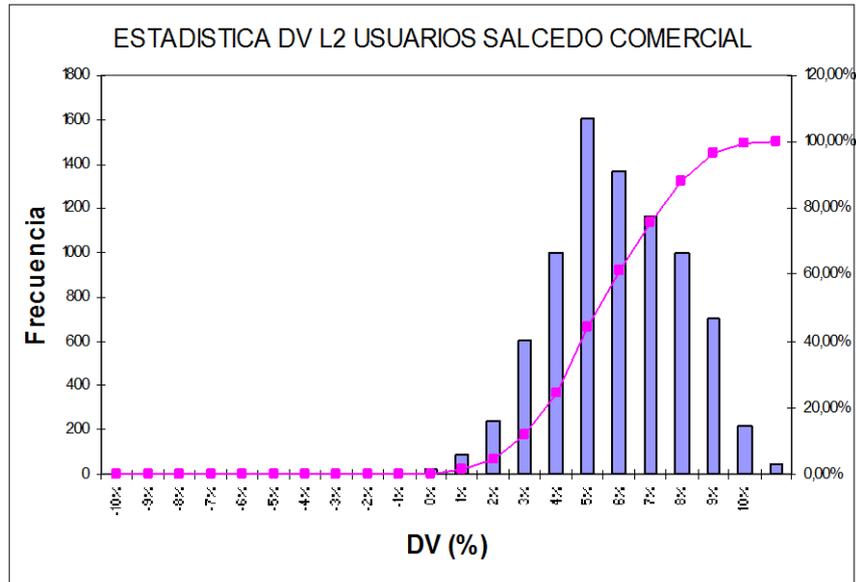
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	60	0,75%	-2%
118,8	228	3,58%	-1%
120	332	7,70%	0%
121,2	720	16,64%	1%
122,4	1088	30,15%	2%
123,6	988	42,42%	3%
124,8	508	48,73%	4%
126	248	51,81%	5%
127,2	364	56,33%	6%
128,4	612	63,93%	7%
129,6	1060	77,10%	8%
130,8	968	89,12%	9%
132	576	96,27%	10%
Y mayor...	300	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.123.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS
SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.123 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios de Salcedo Comercial. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.122 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.123.

TABLA N° 3.122

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL

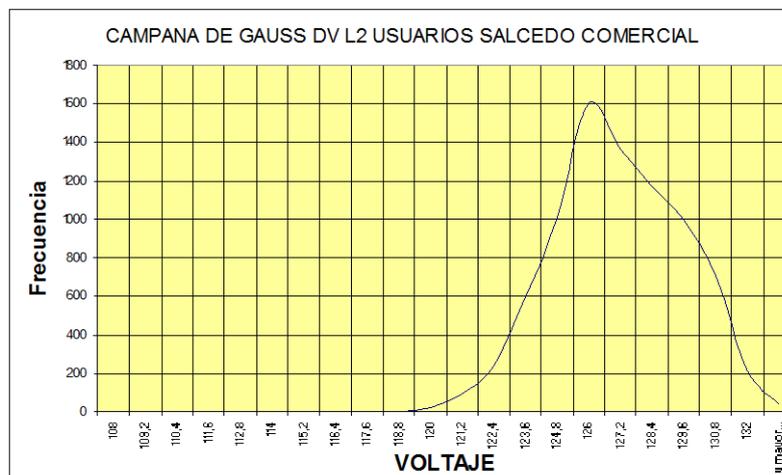
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	0	0,00%	-1%
120	20	0,25%	0%
121,2	92	1,39%	1%
122,4	236	4,32%	2%
123,6	604	11,82%	3%
124,8	1004	24,29%	4%
126	1604	44,21%	5%
127,2	1364	61,15%	6%
128,4	1168	75,66%	7%
129,6	1000	88,08%	8%
130,8	700	96,77%	9%
132	216	99,45%	10%
y mayor...	44	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.124.

CAMPANA DE GAUSS DV L2 USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.124 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Comercial se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.123 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.124

TABLA N° 3.123
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE
SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	0	0,00%	-1%
120	20	0,25%	0%
121,2	92	1,39%	1%
122,4	236	4,32%	2%
123,6	604	11,82%	3%
124,8	1004	24,29%	4%
126	1604	44,21%	5%
127,2	1364	61,15%	6%
128,4	1168	75,66%	7%
129,6	1000	88,08%	8%
130,8	700	96,77%	9%
132	216	99,45%	10%
y mayor...	44	100,00%	

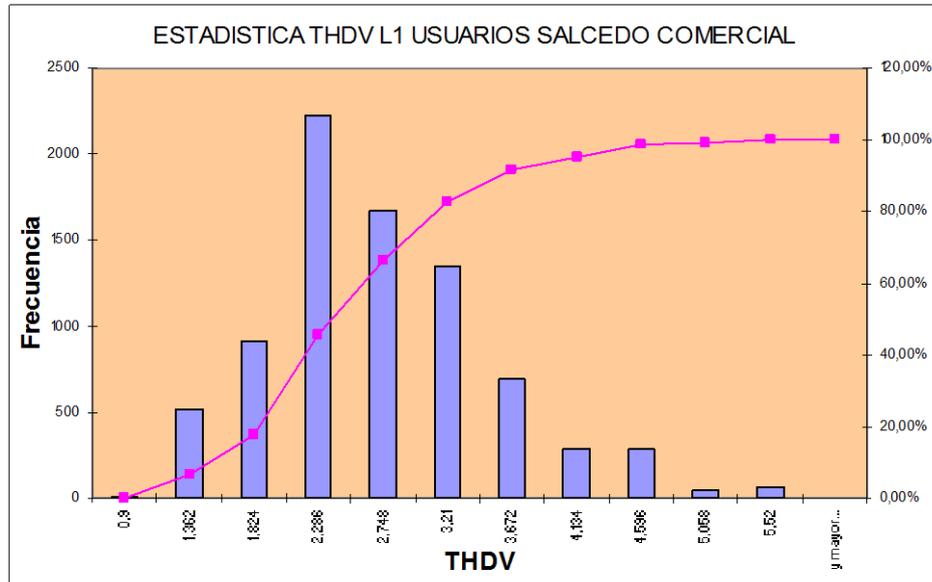
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.9.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.125.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE
USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.125 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de usuarios de Salcedo Rural. Se observa que la máximo valor es 5,52 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40$ kV;

En la Tabla 3.124 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.125

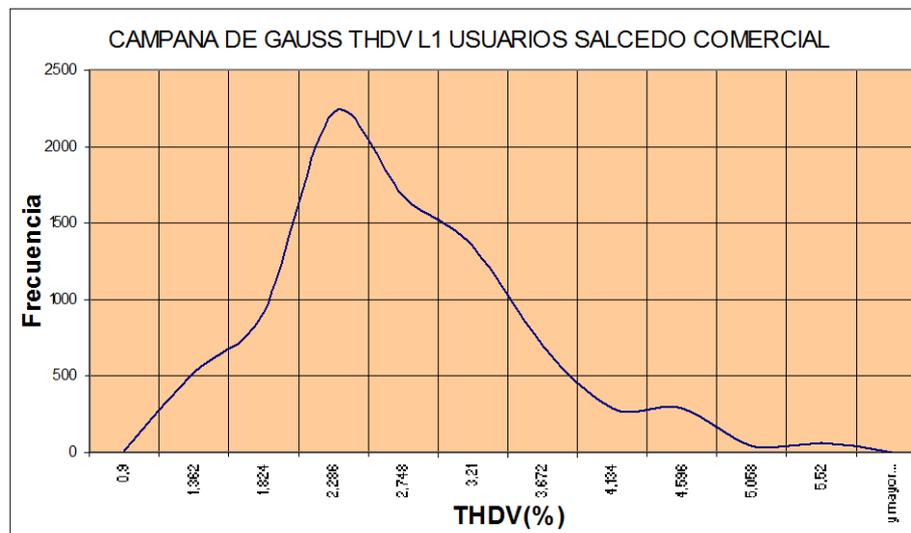
TABLA N° 3.124
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,9	12	0,15%
1,362	520	6,61%
1,824	912	17,93%
2,286	2220	45,50%
2,748	1672	66,27%
3,21	1348	83,01%
3,672	696	91,65%
4,134	284	95,18%
4,596	284	98,71%
5,058	44	99,25%
5,52	60	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.126.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE SALCEDO
 COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.126 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 5,52 %.

En la Tabla 3.125 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.126.

TABLA N° 3.125
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE
SALCEDO RURAL.

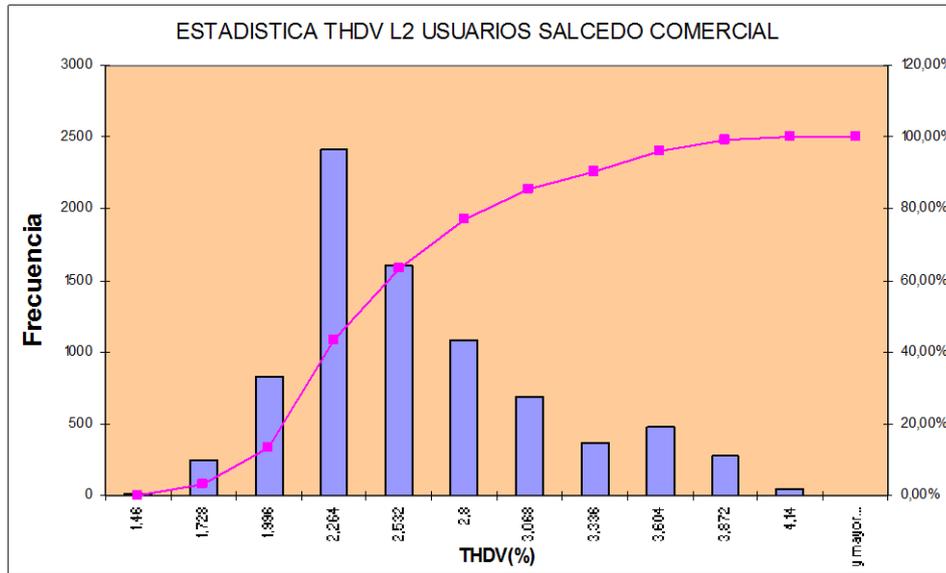
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,9	12	0,15%
1,362	520	6,61%
1,824	912	17,93%
2,286	2220	45,50%
2,748	1672	66,27%
3,21	1348	83,01%
3,672	696	91,65%
4,134	284	95,18%
4,596	284	98,71%
5,058	44	99,25%
5,52	60	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.127.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.127 se representa la distorsión de la línea L2 en porcentaje de los Usuarios de Salcedo Comercial. Se observa que el máximo valor es 4,14 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ kV}$;

En la Tabla 3.126 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.127.

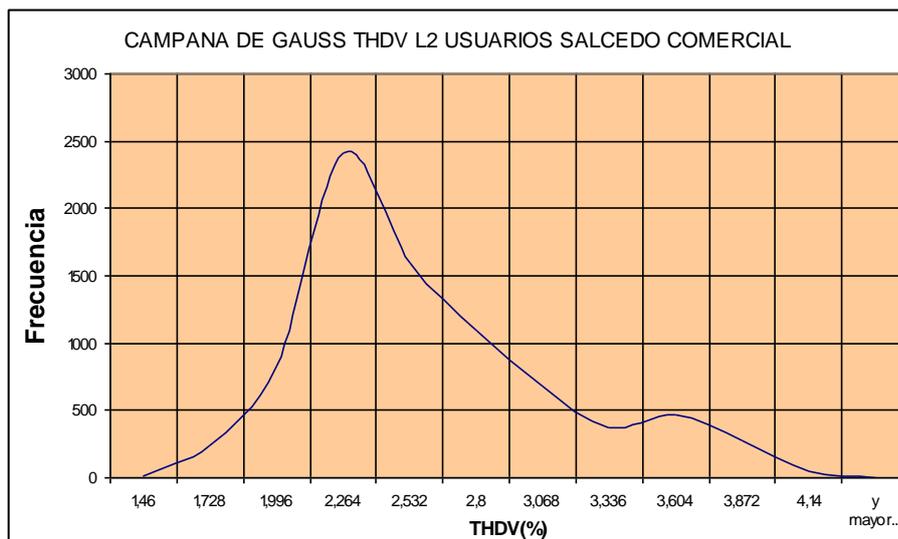
TABLA N° 3.126
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,46	8	0,10%
1,728	240	3,09%
1,996	832	13,45%
2,264	2416	43,53%
2,532	1600	63,45%
2,8	1088	76,99%
3,068	688	85,56%
3,336	368	90,14%
3,604	472	96,02%
3,872	272	99,40%
4,14	48	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.128.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS SALCEDO
 RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.128 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 4,14%.

En la Tabla 3.127 Se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.128.

TABLA N° 3.127
DATOS LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS SALCEDO
COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,46	8	0,10%
1,728	240	3,09%
1,996	832	13,45%
2,264	2416	43,53%
2,532	1600	63,45%
2,8	1088	76,99%
3,068	688	85,56%
3,336	368	90,14%
3,604	472	96,02%
3,872	272	99,40%
4,14	48	100,00%
y mayor...	0	100,00%

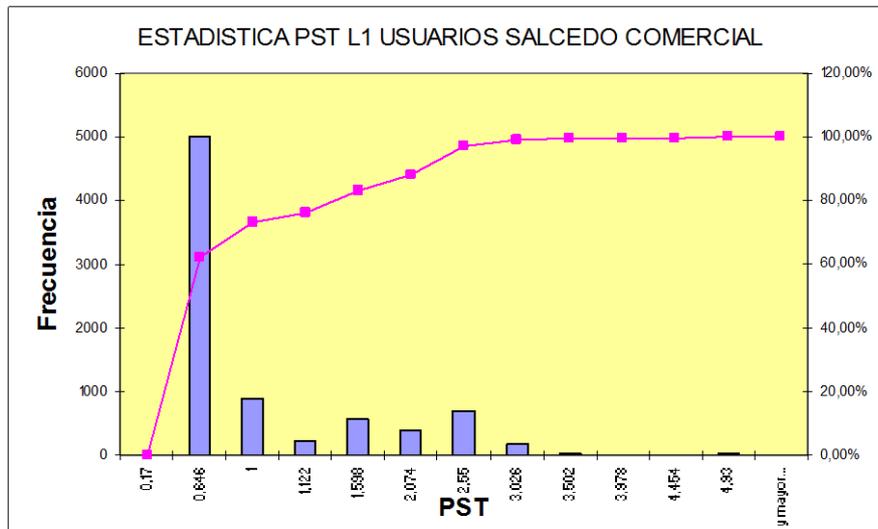
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.9.3. Análisis de PST en usuarios del sector comercial del Cantón Salcedo.

Línea 1.

**FIGURA 3.129.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE
USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.**



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.129 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Salcedo Comercial expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 4,93 y representa 0,30 %; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos no cumple con la regulación.

En la Tabla 3.128 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.129.

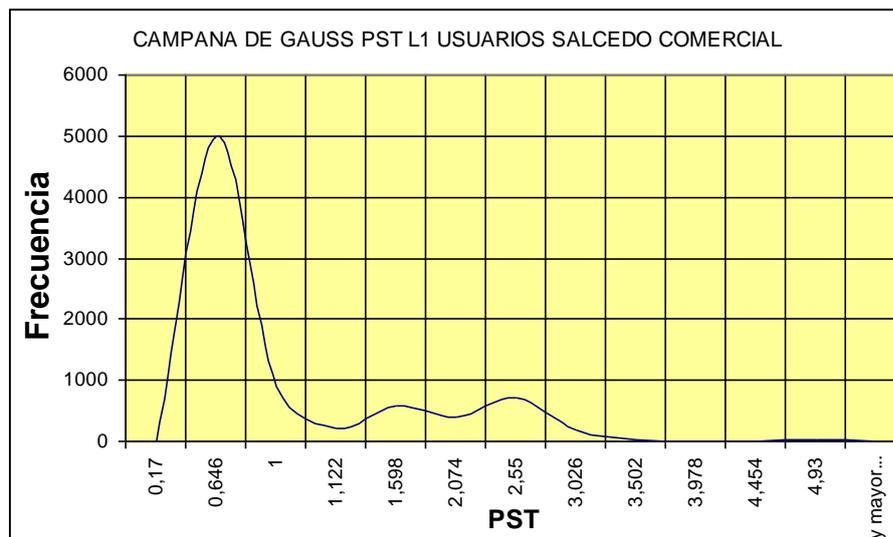
TABLA N° 3.128
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,17	4	0,05%
0,646	4996	62,10%
1	896	73,22%
1,122	220	75,96%
1,598	572	83,06%
2,074	408	88,13%
2,55	708	96,92%
3,026	184	99,21%
3,502	24	99,50%
3,978	8	99,60%
4,454	8	99,70%
4,93	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.130.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.130 se concluye que el 26,78 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Comercial se encuentran fuera de la campana de gauss . Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.129 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.130.

TABLA N° 3.129
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

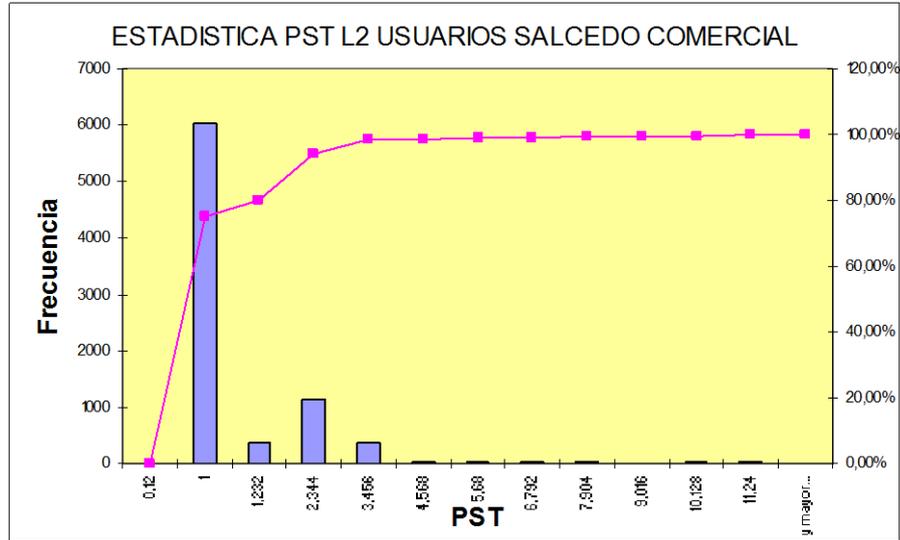
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,17	4	0,05%
0,646	4996	62,10%
1	896	73,22%
1,122	220	75,96%
1,598	572	83,06%
2,074	408	88,13%
2,55	708	96,92%
3,026	184	99,21%
3,502	24	99,50%
3,978	8	99,60%
4,454	8	99,70%
4,93	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.131.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE
USUARIOS SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.131 se representa el flicker de corta duración en la línea L2 de los Usuarios Salcedo Comercial expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 11,24 y representa 0,30 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.130 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.131.

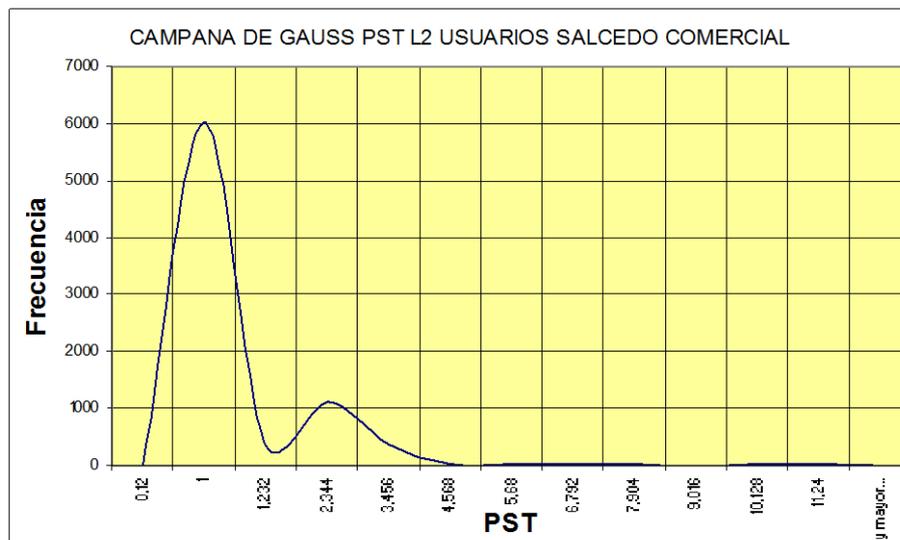
TABLA N° 3.130
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,12	8	0,10%
1	6032	75,20%
1,232	376	79,88%
2,344	1128	93,92%
3,456	360	98,41%
4,568	24	98,71%
5,68	24	99,00%
6,792	16	99,20%
7,904	16	99,40%
9,016	0	99,40%
10,128	24	99,70%
11,24	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.132.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE
 SALCEDO COMERCIAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.132 se concluye que el 24,8 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Salcedo Rural se encuentran fuera de la campana de gauss . Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.131 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.132.

TABLA N° 3.131
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
USUARIOS DE SALCEDO COMERCIAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,12	8	0,10%
1	6032	75,20%
1,232	376	79,88%
2,344	1128	93,92%
3,456	360	98,41%
4,568	24	98,71%
5,68	24	99,00%
6,792	16	99,20%
7,904	16	99,40%
9,016	0	99,40%
10,128	24	99,70%
11,24	24	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

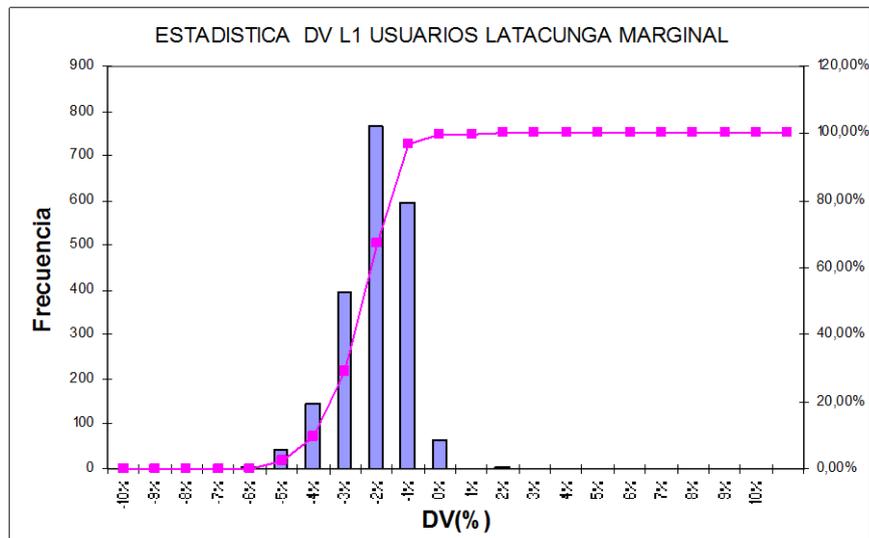
3.7.10. Usuarios Sector Marginal del Cantón Latacunga

3.7.10.1. Análisis de la variación de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.133.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.133 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Latacunga Marginal. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0$ %.

En la tabla 3.132 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.133.

TABLA N° 3.132

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1 DE LOS USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.

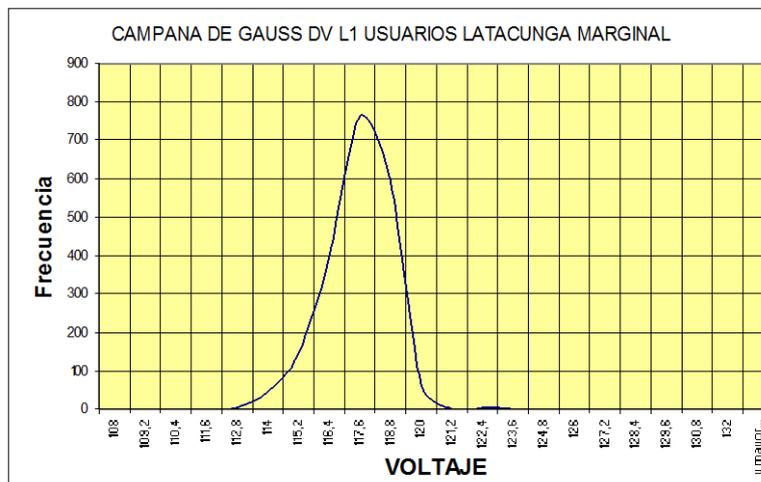
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	4	0,20%	-6%
114	44	2,38%	-5%
115,2	144	9,52%	-4%
116,4	396	29,17%	-3%
117,6	764	67,06%	-2%
118,8	596	96,63%	-1%
120	66	99,90%	0%
121,2	0	99,90%	1%
122,4	2	100,00%	2%
123,6	0	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
Y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.134.

CAMPANA DE GAUSS DV L1 USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.134 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Salcedo Comercial se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.133 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.134.

TABLA N° 3.133
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS
LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	4	0,20%
114	44	2,38%
115,2	144	9,52%
116,4	396	29,17%
117,6	764	67,06%
118,8	596	96,63%
120	66	99,90%
121,2	0	99,90%
122,4	2	100,00%
123,6	0	100,00%
124,8	0	100,00%
126	0	100,00%
127,2	0	100,00%
128,4	0	100,00%
129,6	0	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

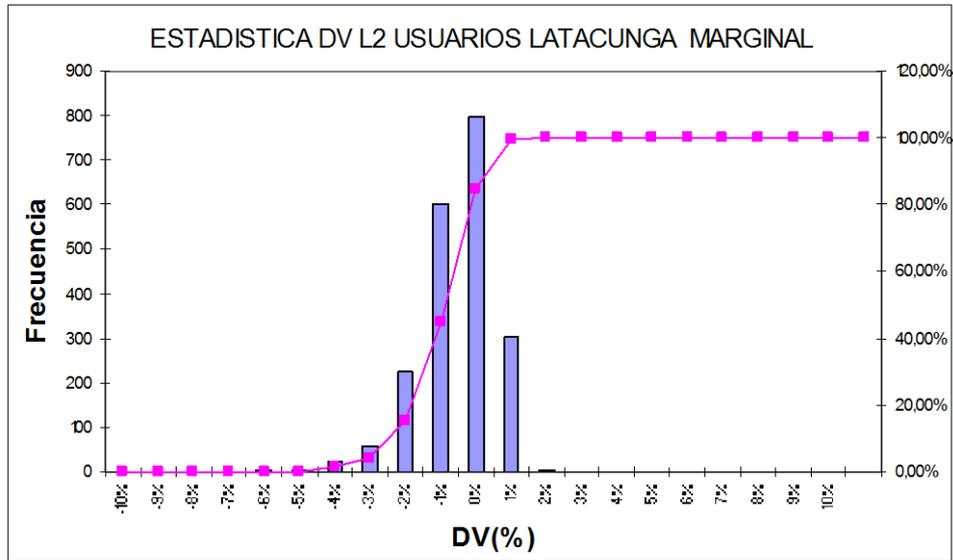
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.135.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.135 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios de Latacunga Marginal. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.134 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.135.

TABLA N° 3.134

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

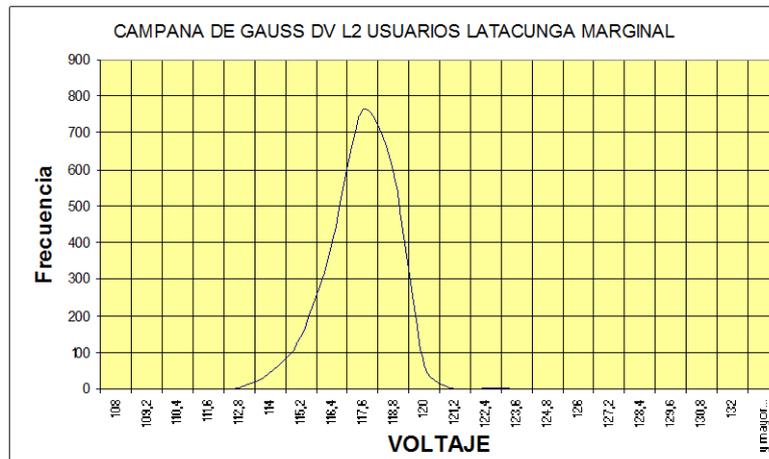
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	2	0,10%	-6%
114	2	0,20%	-5%
115,2	24	1,39%	-4%
116,4	56	4,17%	-3%
117,6	226	15,38%	-2%
118,8	600	45,14%	-1%
120	798	84,72%	0%
121,2	304	99,80%	1%
122,4	4	100,00%	2%
123,6	0	100,00%	3%
124,8	0	100,00%	4%
126	0	100,00%	5%
127,2	0	100,00%	6%
128,4	0	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.136.

CAMPANA DE GAUSS DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.136 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Latacunga Marginal Comercial se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.135 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.136.

TABLA N° 3.135
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE
LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	4	0,20%
114	44	2,38%
115,2	144	9,52%
116,4	396	29,17%
117,6	764	67,06%
118,8	596	96,63%
120	66	99,90%
121,2	0	99,90%
122,4	2	100,00%
123,6	0	100,00%
124,8	0	100,00%
126	0	100,00%
127,2	0	100,00%
128,4	0	100,00%
129,6	0	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

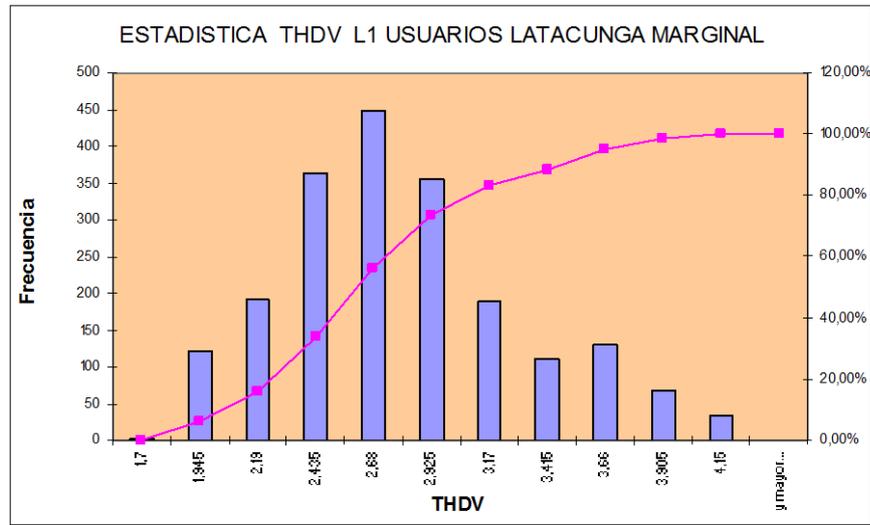
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.10.2. Análisis de la distorsión armónica de voltaje

Línea 2.

FIGURA 3.137.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE
USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 2.113 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de usuarios de Latacunga Marginal. Se observa que la máximo valor es 4,15 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40$ kV;

En la Tabla 3.136 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.137.

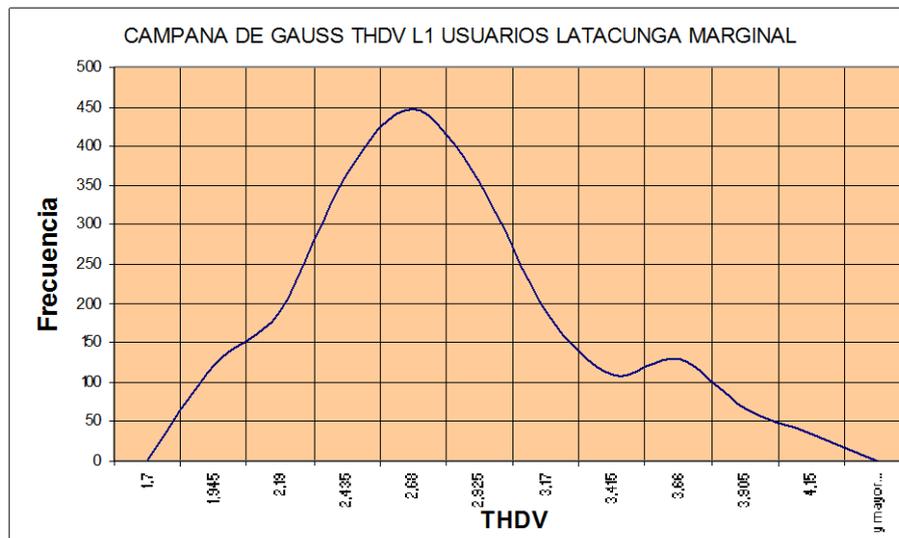
TABLA N° 3.136
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,7	2	0,10%
1,945	122	6,15%
2,19	192	15,67%
2,435	364	33,73%
2,68	448	55,95%
2,925	356	73,61%
3,17	190	83,04%
3,415	110	88,49%
3,66	130	94,94%
3,905	68	98,31%
4,15	34	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.138.
 CAMPANA DE GAUSS DE THD V LÍNEA L1 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA MARGINAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.138 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 4,15 %.

En la Tabla 3.137 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.138.

TABLA N° 3.137
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE
LATACUNGA MARGINAL.

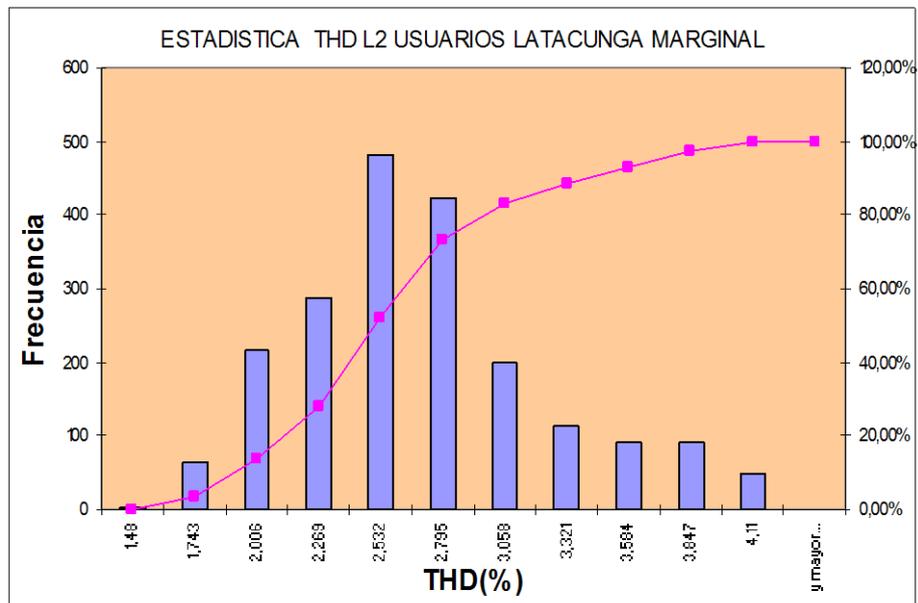
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,7	2	0,10%
1,945	122	6,15%
2,19	192	15,67%
2,435	364	33,73%
2,68	448	55,95%
2,925	356	73,61%
3,17	190	83,04%
3,415	110	88,49%
3,66	130	94,94%
3,905	68	98,31%
4,15	34	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.139.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.139 se representa la distorsión de la línea L2 en porcentaje de los Usuarios de Latacunga Marginal. Se observa que el máximo valor es 4,14 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40$ kV.

En la Tabla 3.138 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.139.

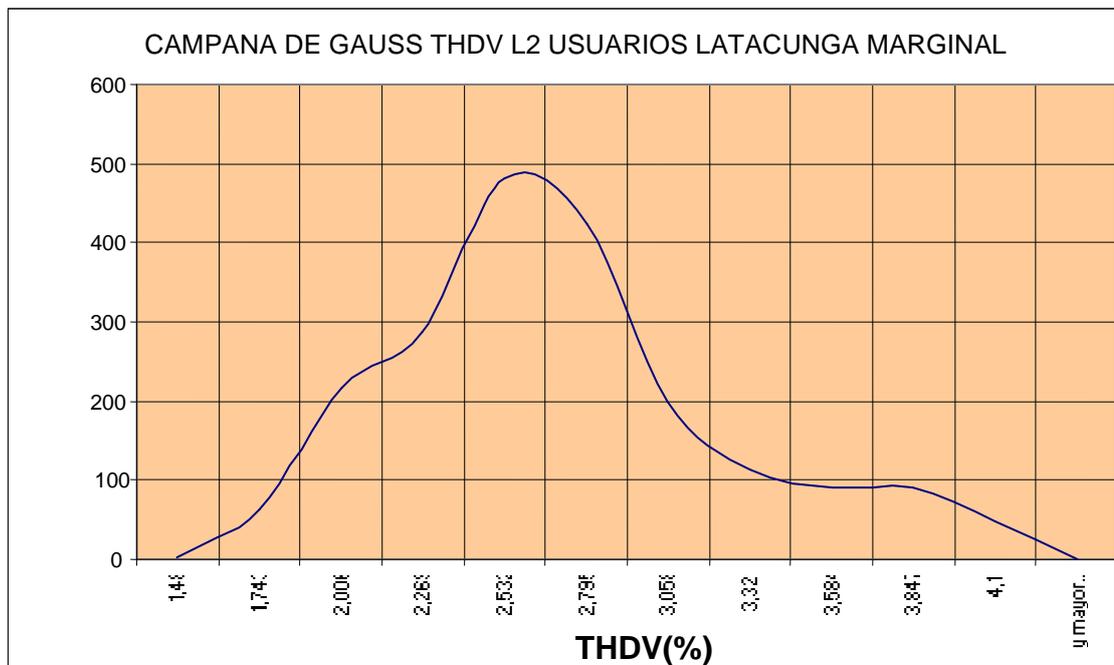
TABLA N° 3.138
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,48	2	0,10%
1,743	64	3,27%
2,006	216	13,99%
2,269	288	28,27%
2,532	482	52,18%
2,795	424	73,21%
3,058	198	83,04%
3,321	114	88,69%
3,584	90	93,15%
3,847	90	97,62%
4,11	48	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.140.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS LATACUNGA
 MARGINAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.140 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ kV}$; siendo valor máximo de 4,14%.

En la Tabla 3.139 Se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.140

TABLA N° 3.139
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS
LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,48	2	0,10%
1,743	64	3,27%
2,006	216	13,99%
2,269	288	28,27%
2,532	482	52,18%
2,795	424	73,21%
3,058	198	83,04%
3,321	114	88,69%
3,584	90	93,15%
3,847	90	97,62%
4,11	48	100,00%
y mayor...	0	100,00%

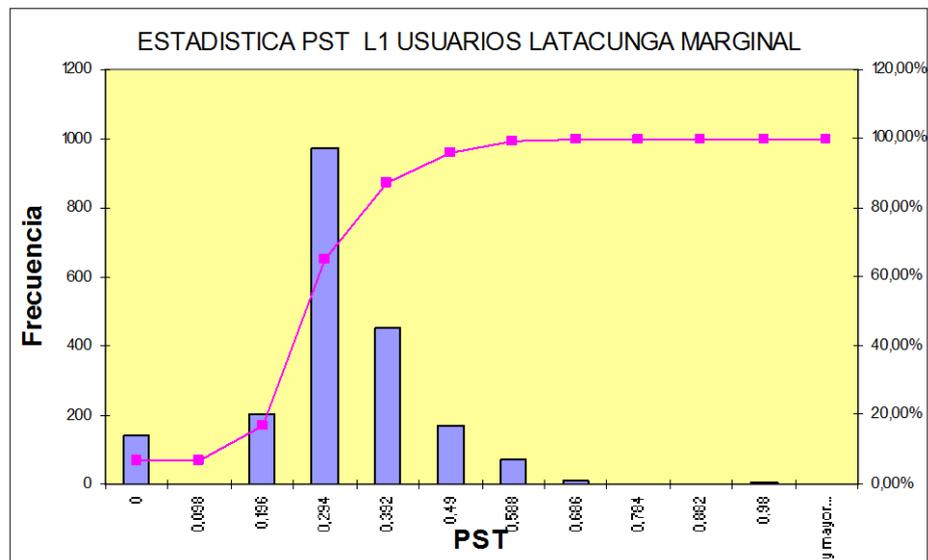
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.10.3. Análisis de PST en usuarios del sector marginal del Cantón Latacunga.

Línea 1.

FIGURA 3.141.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.141 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Latacunga Marginal expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 0,98 y representa 0,05 %; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos no cumple con la regulación.

En la Tabla 3.140 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.141.

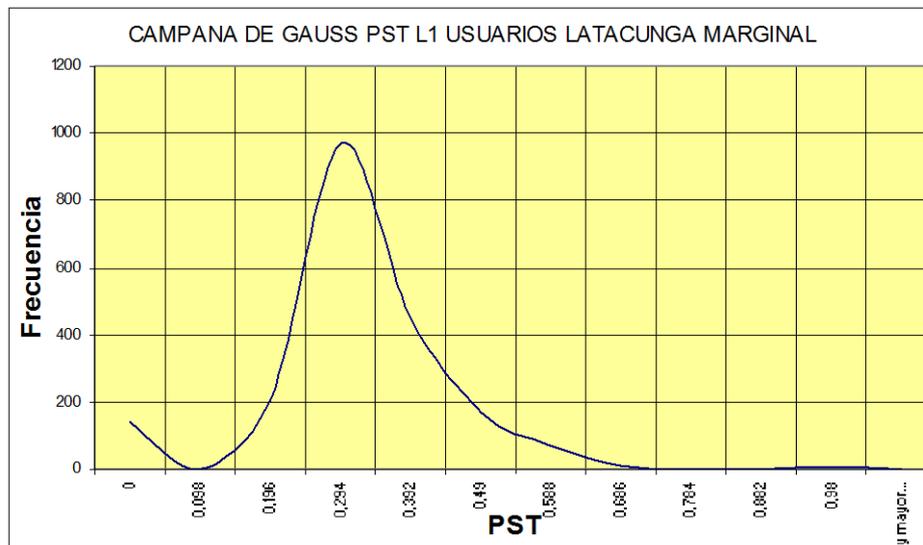
TABLA N° 3.140
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	139	6,88%
0,098	1	6,93%
0,196	202	16,92%
0,294	972	65,02%
0,392	452	87,38%
0,49	168	95,70%
0,588	72	99,26%
0,686	8	99,65%
0,784	2	99,75%
0,882	0	99,75%
0,98	4	99,95%
y mayor...	1	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.142.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.142 se concluye que el 100 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Latacunga Marginal se encuentran dentro de la campana de gauss. Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.141 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.142.

TABLA N° 3.141
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

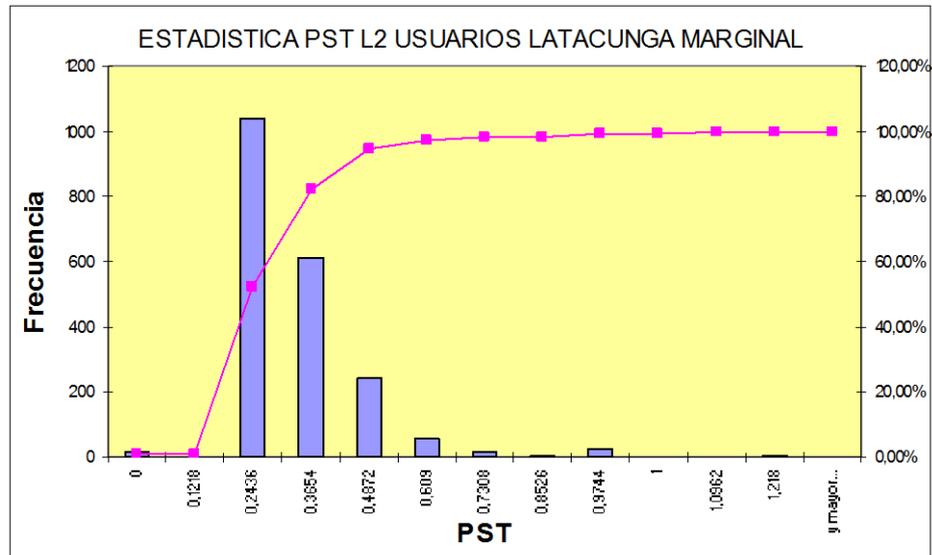
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	139	6,88%
0,098	1	6,93%
0,196	202	16,92%
0,294	972	65,02%
0,392	452	87,38%
0,49	168	95,70%
0,588	72	99,26%
0,686	8	99,65%
0,784	2	99,75%
0,882	0	99,75%
0,98	4	99,95%
y mayor...	1	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.143.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE
USUARIOS LATACUNGA MARGINAL.



Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.143 se representa el flicker de corta duración en la línea L2 de los Usuarios Latacunga Marginal expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,218 y representa 0,45 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la Tabla 3.142 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.143.

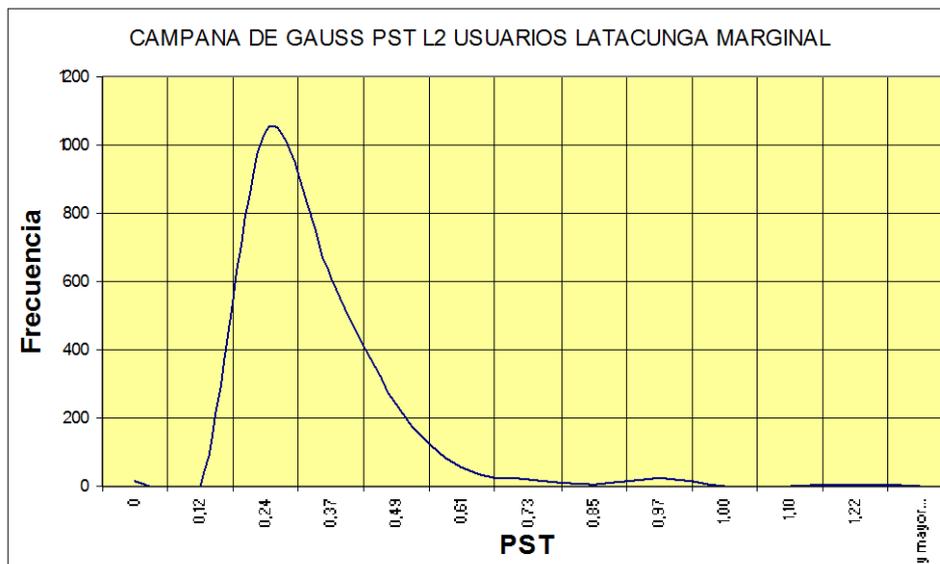
TABLA N° 3.142
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	17	0,84%
0,1218	1	0,89%
0,2436	1040	52,35%
0,3654	608	82,43%
0,4872	242	94,41%
0,609	56	97,18%
0,7308	18	98,07%
0,8526	4	98,27%
0,9744	26	99,55%
1	0	99,55%
1,0962	2	99,65%
1,218	6	99,95%
y mayor...	1	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.144.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA MARGINAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.144 se concluye que el 0,45 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Latacunga Comercial se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.143 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.144.

TABLA N° 3.143
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
USUARIOS DE LATACUNGA MARGINAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	17	0,84%
0,1218	1	0,89%
0,2436	1040	52,35%
0,3654	608	82,43%
0,4872	242	94,41%
0,609	56	97,18%
0,7308	18	98,07%
0,8526	4	98,27%
0,9744	26	99,55%
1	0	99,55%
1,0962	2	99,65%
1,218	6	99,95%
y mayor...	1	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

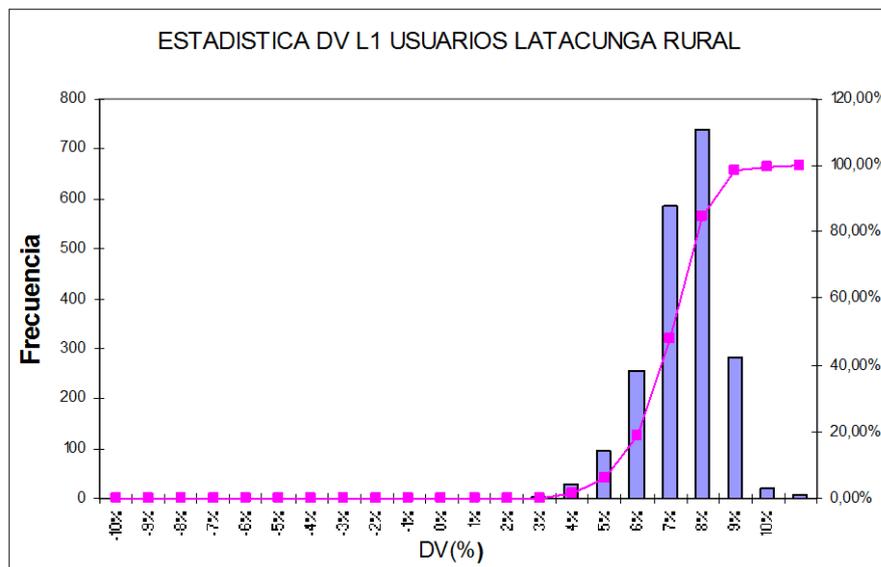
3.7.11. Usuarios Sector Rural del Cantón Latacunga

3.7.11.1. Análisis de la Variación de Voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.145.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L1 USUARIOS LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.145 se representa la variación de voltaje de la línea L1 en porcentaje de los usuarios del Sector Latacunga Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0\%$.

En la tabla 3.144 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.145

TABLA N° 3.144

DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L1
DE LOS USUARIOS LATACUNGA RURAL.

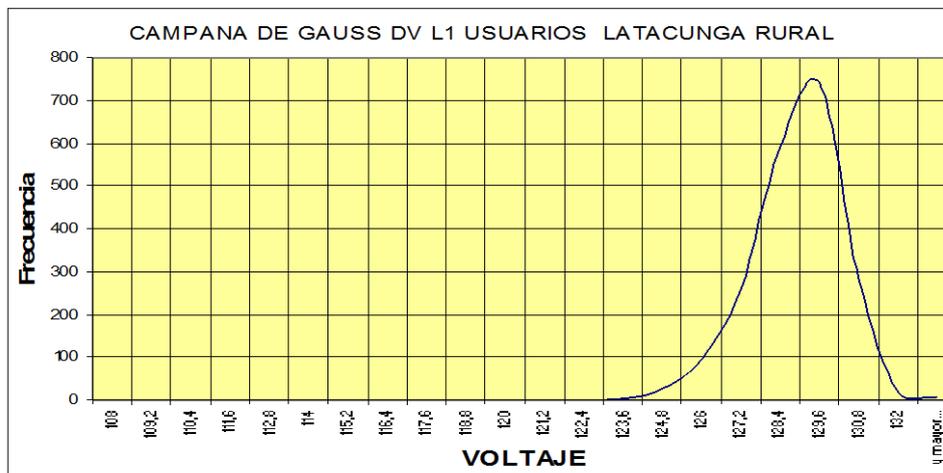
Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	0	0,00%	-10%
109,2	0	0,00%	-9%
110,4	0	0,00%	-8%
111,6	0	0,00%	-7%
112,8	0	0,00%	-6%
114	0	0,00%	-5%
115,2	0	0,00%	-4%
116,4	0	0,00%	-3%
117,6	0	0,00%	-2%
118,8	0	0,00%	-1%
120	0	0,00%	0%
121,2	0	0,00%	1%
122,4	0	0,00%	2%
123,6	2	0,10%	3%
124,8	28	1,49%	4%
126	94	6,17%	5%
127,2	254	18,81%	6%
128,4	584	47,86%	7%
129,6	738	84,58%	8%
130,8	284	98,71%	9%
132	20	99,70%	10%
Y mayor...	6	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.146.

CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.146 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Latacunga Rural se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.145 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.146

TABLA N° 3.145
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L1 DE USUARIOS
LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	0	0,00%
109,2	0	0,00%
110,4	0	0,00%
111,6	0	0,00%
112,8	0	0,00%
114	0	0,00%
115,2	0	0,00%
116,4	0	0,00%
117,6	0	0,00%
118,8	0	0,00%
120	0	0,00%
121,2	0	0,00%
122,4	0	0,00%
123,6	2	0,10%
124,8	28	1,49%
126	94	6,17%
127,2	254	18,81%
128,4	584	47,86%
129,6	738	84,58%
130,8	284	98,71%
132	20	99,70%
Y mayor...	6	100,00%

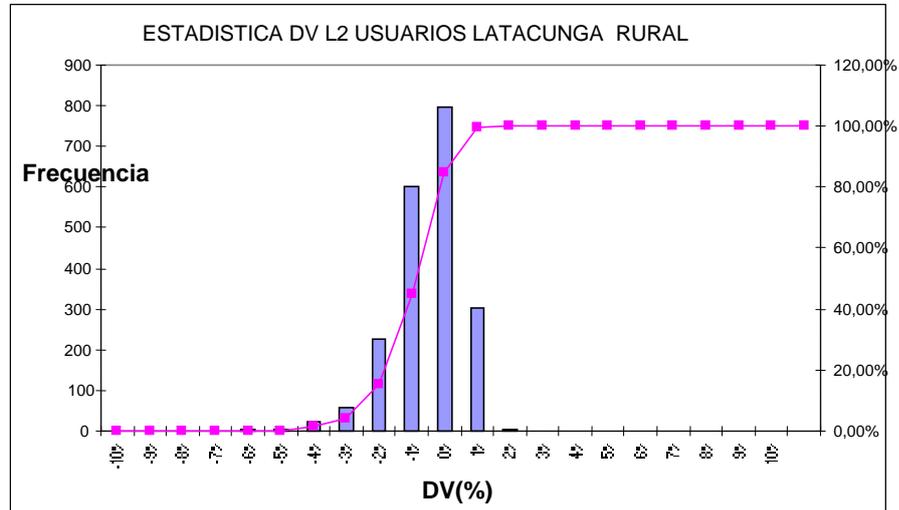
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.147.

**HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE DV L2 USUARIOS
LATACUNGA RURAL.**



Fuente: Analizadores de redes
Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.147 se representa la variación de voltaje de la línea L2 en porcentaje de los usuarios de Latacunga Rural. Se observa que la variación de voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos por la regulación vigente CONELEC 004/01, la cual establece una variación de $\pm 10,0 \%$.

En la tabla 3.146 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.147.

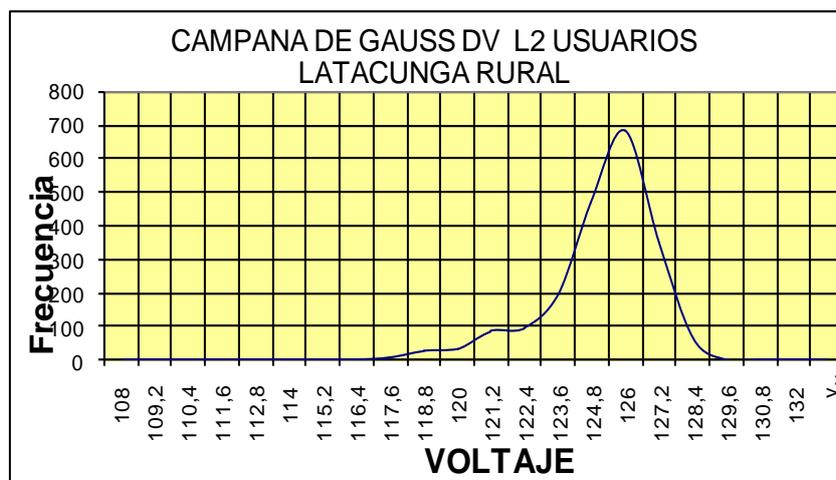
TABLA N° 3.146
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DV DE L2
 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

Clase	Frecuencia	% acumulado	Porcentaje
108	2	0,10%	-10%
109,2	0	0,10%	-9%
110,4	2	0,20%	-8%
111,6	2	0,30%	-7%
112,8	2	0,40%	-6%
114	0	0,40%	-5%
115,2	0	0,40%	-4%
116,4	0	0,40%	-3%
117,6	6	0,70%	-2%
118,8	26	1,99%	-1%
120	34	3,68%	0%
121,2	86	7,96%	1%
122,4	94	12,64%	2%
123,6	196	22,39%	3%
124,8	468	45,67%	4%
126	682	79,60%	5%
127,2	348	96,92%	6%
128,4	62	100,00%	7%
129,6	0	100,00%	8%
130,8	0	100,00%	9%
132	0	100,00%	10%
y mayor...	0	100,00%	

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.148.
 CAMPANA DE GAUSS DV L2 USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.148 se concluye que el 100% de la mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Latacunga Rural se encuentran dentro del margen permitido por la Regulación vigente CONELEC 004/01 (108 V – 132 V).

En la tabla 3.147 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.148.

TABLA N° 3.147
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE DV L2 USUARIOS DE
LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
108	2	0,10%
109,2	0	0,10%
110,4	2	0,20%
111,6	2	0,30%
112,8	2	0,40%
114	0	0,40%
115,2	0	0,40%
116,4	0	0,40%
117,6	6	0,70%
118,8	26	1,99%
120	34	3,68%
121,2	86	7,96%
122,4	94	12,64%
123,6	196	22,39%
124,8	468	45,67%
126	682	79,60%
127,2	348	96,92%
128,4	62	100,00%
129,6	0	100,00%
130,8	0	100,00%
132	0	100,00%
y mayor...	0	100,00%

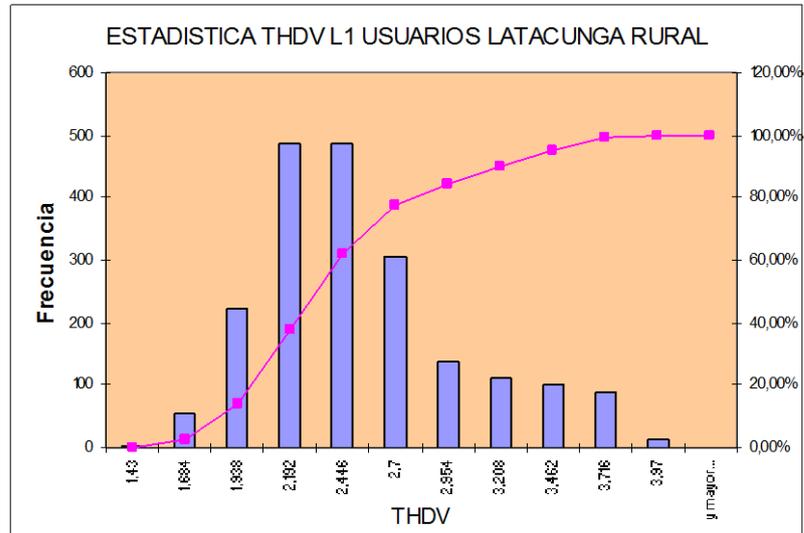
Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

3.7.11.2. Análisis de distorsión armónica de voltaje

Línea 1.

FIGURA 3.149.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L1 DE
USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

En la grafica 3.149 se representa la distorsión armónica de voltaje de la línea L1 en porcentaje de usuarios de Latacunga Rural. Se observa que la máximo valor es 3,97 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$;

En la Tabla 3.148 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.149.

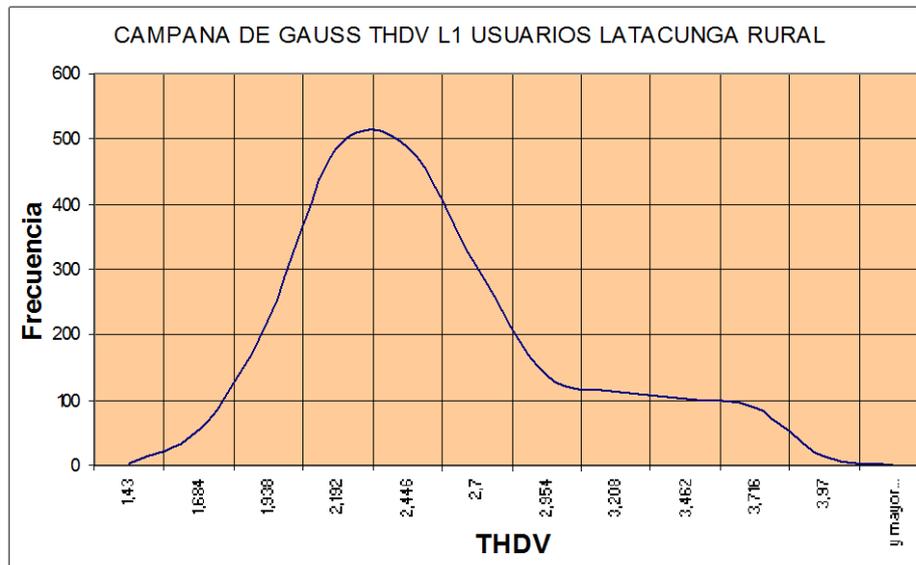
TABLA N° 3.148
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L1 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,43	2	0,10%
1,684	54	2,79%
1,938	222	13,83%
2,192	486	38,01%
2,446	486	62,19%
2,7	306	77,41%
2,954	138	84,28%
3,208	112	89,85%
3,462	102	94,93%
3,716	88	99,30%
3,97	14	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.150.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L1 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigador

De la grafica 3.150 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; siendo valor máximo de 3,97 %.

En la Tabla 3.149 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.150

TABLA N° 3.149
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L1 DE USUARIOS DE
LATACUNGA RURAL.

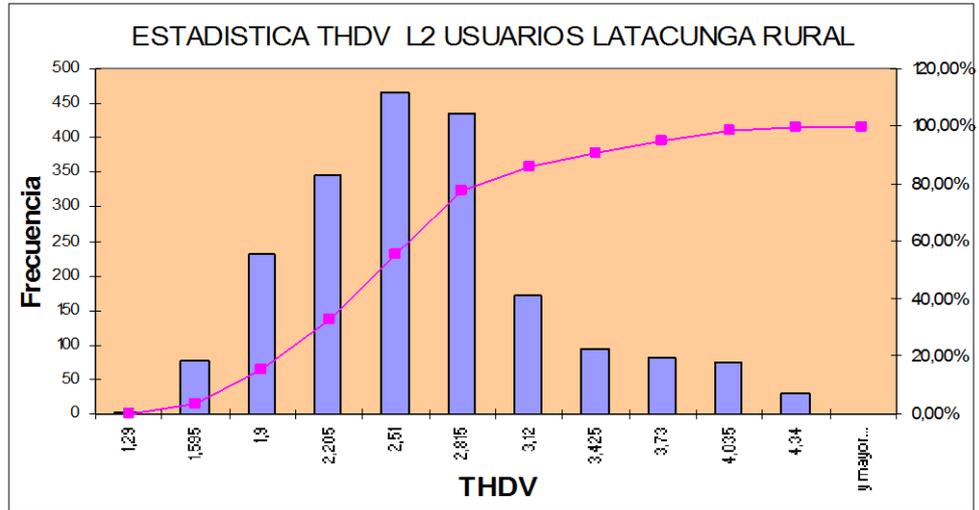
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,43	2	0,10%
1,684	54	2,79%
1,938	222	13,83%
2,192	486	38,01%
2,446	486	62,19%
2,7	306	77,41%
2,954	138	84,28%
3,208	112	89,85%
3,462	102	94,93%
3,716	88	99,30%
3,97	14	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.151.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DE THDV L2
USUARIOS LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.151 se representa la distorsión de la línea L2 en porcentaje de los Usuarios de Latacunga Rural. Se observa que el máximo valor es 4,34 % , el mismo que se encuentra dentro del margen permitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 que admite un máximo de 8 % para $V \leq 40 \text{ KV}$.

En la tabla 3.150 se representa los datos correspondientes a la grafica 3.151.

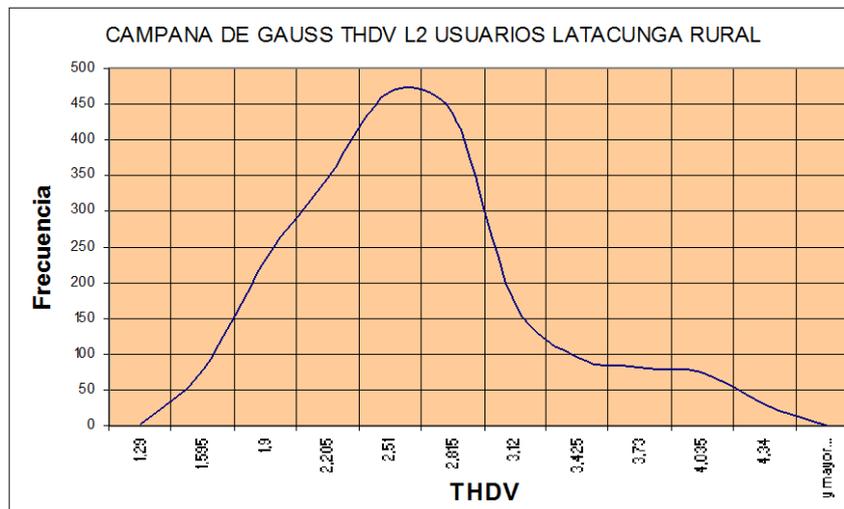
TABLA N° 3.150
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA THDV DE
 L2 DE USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,29	2	0,10%
1,595	76	3,88%
1,9	232	15,42%
2,205	346	32,64%
2,51	466	55,82%
2,815	436	77,51%
3,12	172	86,07%
3,425	94	90,75%
3,73	82	94,83%
4,035	74	98,51%
4,34	30	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.152.
 CAMPANA DE GAUSS DE THDV LÍNEA L2 USUARIOS LATACUNGA
 RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.152 se concluye que el 100% de las mediciones realizadas de THDV se encuentran en el rango admitido por la regulación vigente CONELEC 004/01 (máximo 8% para $V \leq 40 \text{ KV}$; siendo valor máximo de 4,34%.

En la tabla 3.151 Se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.152.

TABLA N° 3.151
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE THDV L2 DE USUARIOS
LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
1,29	2	0,10%
1,595	76	3,88%
1,9	232	15,42%
2,205	346	32,64%
2,51	466	55,82%
2,815	436	77,51%
3,12	172	86,07%
3,425	94	90,75%
3,73	82	94,83%
4,035	74	98,51%
4,34	30	100,00%
y mayor...	0	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

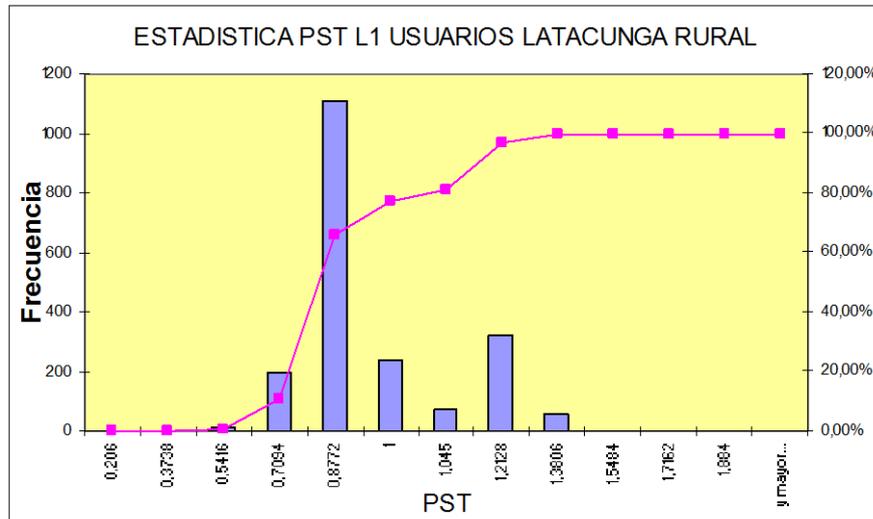
Realizado Por: Los Investigadores

3.7.11.3. Análisis de PST en Usuarios Latacunga Rural.

Línea 1.

FIGURA 3.153.

HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L1 DE USUARIOS LATACUNGA RURAL



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.153 se representa el flicker de corta duración en la línea L1 de los Usuarios Latacunga Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,884 y representa 0,10 %; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos no cumple con la regulación.

En la tabla 3.152 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.153.

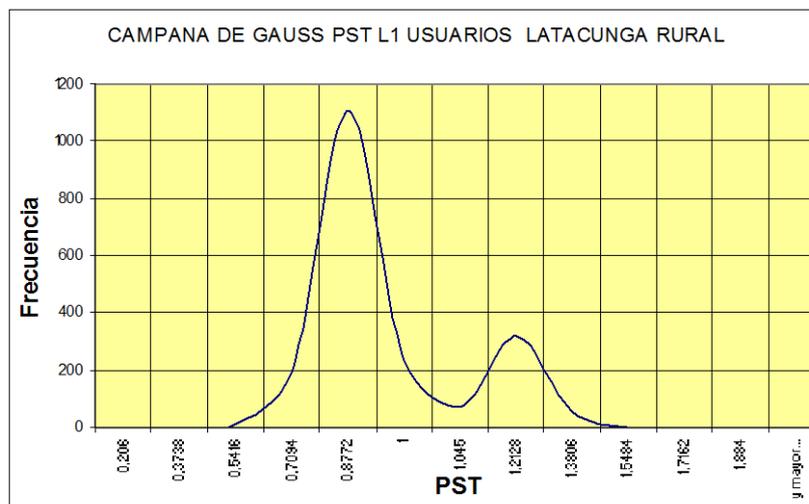
TABLA N° 3.152
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L1 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,206	2	0,10%
0,3738	2	0,20%
0,5416	12	0,80%
0,7094	196	10,55%
0,8772	1108	65,67%
1	234	77,31%
1,045	74	81,00%
1,2128	320	96,92%
1,3806	56	99,70%
1,5484	2	99,80%
1,7162	2	99,90%
1,884	0	99,90%
y mayor...	2	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.154.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L1 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.154 se concluye que el 22,69 % de las mediciones realizadas en la línea L1 de los Usuarios de Latacunga Marginal se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.153 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.154.

TABLA N° 3.153
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L1 DE LOS
USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

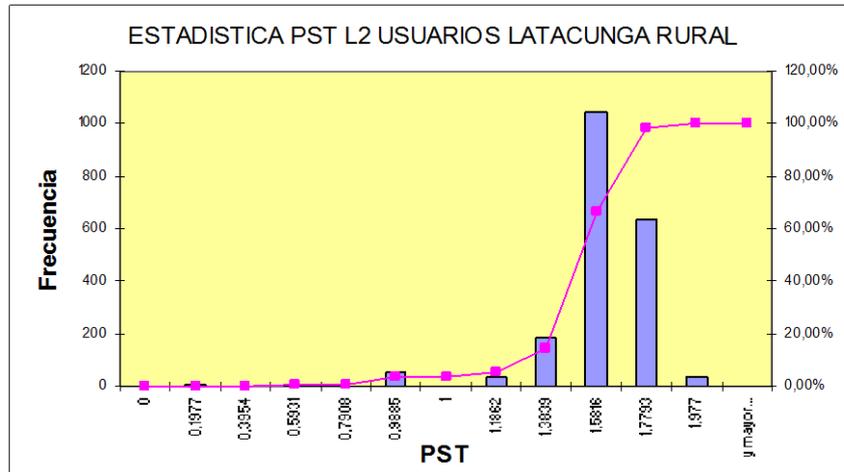
<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0,206	2	0,10%
0,3738	2	0,20%
0,5416	12	0,80%
0,7094	196	10,55%
0,8772	1108	65,67%
1	234	77,31%
1,045	74	81,00%
1,2128	320	96,92%
1,3806	56	99,70%
1,5484	2	99,80%
1,7162	2	99,90%
1,884	0	99,90%
y mayor...	2	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

Línea 2.

FIGURA 3.155.
HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA DEL PST LÍNEA L2 DE
USUARIOS LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

En la grafica 3.155 se representa el flicker de corta duración en la línea L2 de los Usuarios Latacunga Rural expresado en unidades. Se observa que el flicker máximo tiene un valor de 1,977 y representa 0,10 % ; tomando en cuenta la regulación vigente CONELEC 004/01 la misma que considera incumplimiento si supera el valor de 1 en un porcentaje superior al 5 % de mediciones en el período de 7 días continuos cada 10 minutos.

En la tabla 3.154 se representan los datos correspondientes a la grafica 3.155

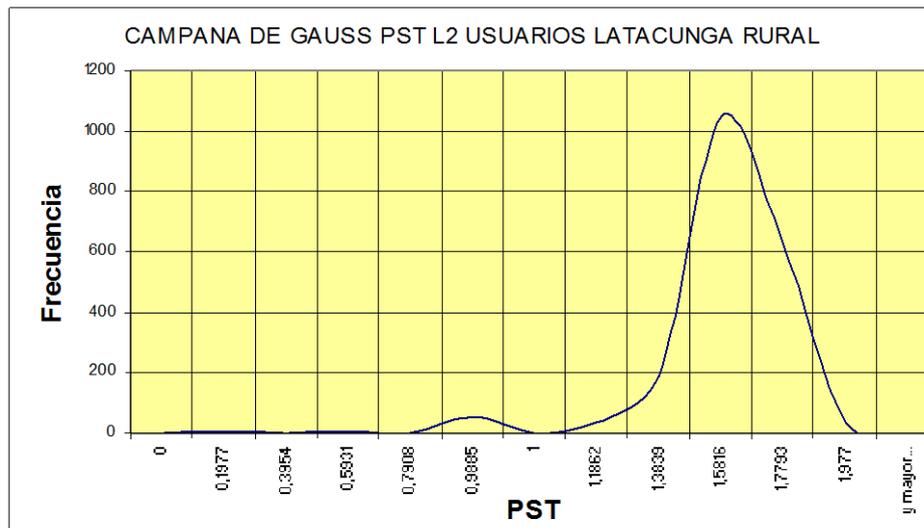
TABLA N° 3.154
 DATOS DEL HISTOGRAMA Y DISTRIBUCIÓN ACUMULADA PST DE LA
 LÍNEA L2 DE LOS USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	2	0,10%
0,1977	4	0,30%
0,3954	0	0,30%
0,5931	4	0,50%
0,7908	2	0,60%
0,9885	56	3,38%
1	0	3,38%
1,1862	38	5,27%
1,3839	188	14,63%
1,5816	1044	66,57%
1,7793	634	98,11%
1,977	36	99,90%
y mayor...	2	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

FIGURA 3.156.
 CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LA LINEA L2 DE USUARIOS DE
 LATACUNGA RURAL.



Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

De la grafica 3.156 se concluye que el 96,62 % de las mediciones realizadas en la línea L2 de los Usuarios de Latacunga Rural se encuentran fuera de la campana de gauss. Por lo tanto no cumple con la regulación vigente CONELEC 004/01.

En la tabla 3.155 se presentan los datos correspondientes a la grafica 3.156.

TABLA N° 3.155
DATOS DE LA CAMPANA DE GAUSS DE PST DE LÍNEA L2 DE LOS
USUARIOS DE LATACUNGA RURAL.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% acumulado</i>
0	2	0,10%
0,1977	4	0,30%
0,3954	0	0,30%
0,5931	4	0,50%
0,7908	2	0,60%
0,9885	56	3,38%
1	0	3,38%
1,1862	38	5,27%
1,3839	188	14,63%
1,5816	1044	66,57%
1,7793	634	98,11%
1,977	36	99,90%
y mayor...	2	100,00%

Fuente: Analizadores de redes

Realizado Por: Los Investigadores

