



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“ESTUDIO TERMOGRAFICO EN LA SUBESTACIÓN PUYO Y EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN DE LA EEASA PARA EL ANALISIS DE CARGABILIDAD EN EL PERIODO 2014”

Tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Autores:

Bernal Reyes Paúl Alejandro

Piedra Arévalo John Alexander

Director:

Ing. Barrera Flores Jaime Marcelo

Latacunga – Ecuador

Marzo, 2015

PÁGINA DE AUTORÍA

Bernal Reyes Paúl Alejandro y Piedra Arévalo John Alexander, declaramos que el presente trabajo de investigación es original, de nuestra autoría, que se han citado fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

.....

Bernal Reyes Paúl Alejandro

C.C.050356972-5

.....

Piedra Arévalo John Alexander

C.C.160048826-4

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes Bernal Reyes Paúl Alejandro y Piedra Arévalo John Alexander, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“ESTUDIO TERMOGRAFICO EN LA SUBESTACIÓN PUYO Y EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN DE LA EEASA PARA EL ANALISIS DE CARGABILIDAD EN EL PERIODO 2014”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, enero del 2015

EL DIRECTOR

.....
Ing. Jaime Marcelo Barrera Flores
C.C. # 1801848779

CERTIFICACIÓN ASESOR METODOLÓGICO

**HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.**

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulante Bernal Reyes Paúl Alejandro y Piedra Arévalo John Alexander han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“ESTUDIO TERMOGRAFICO EN LASUBESTACIÓN PUYO Y EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN DE LA EEASA PARA EL ANALISIS DE CARGABILIDAD EN EL PERIODO 2014”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, enero del 2015

.....
Mirian Susana Pallasco Venegas
C.C. # 050186874
ASESOR METODOLÓGICO DE LA TESIS

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

CERTIFICACIÓN

En calidad de Jefe de la Sección Técnica del Departamento de la Zona Oriental Pastaza de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., a petición verbal de los interesados certifico que:

Los señores Bernal Reyes Paúl Alejandro, portador de la cédula de ciudadanía N°050356972-5 y Piedra Arévalo John Alexander, portador de la cédula de ciudadanía N°160048826-4, realizaron la Tesis de Grado con el tema:

“ESTUDIO TERMOGRAFICO EN LASUBESTACIÓN PUYO Y EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN DE LA EEASA PARA EL ANALISIS DE CARGABILIDAD EN EL PERIODO 2014”, bajo la supervisión de esta Sección, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la EEASA.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a le verdad, facultando a los interesados, hacer uso de este documento en forma de que estimen conveniente.

Puyo, 16 de enero de 2015

Atentamente,

.....

C.I.: 110149178-3

**ING.JARAMILLO VALAREZO MANUEL DE JESUS
JEFE DE SECCIÓN TÉCNICA DZOP**

AVAL DE LA TRADUCCIÓN DEL IDIOMA INGLÉS

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo M.Sc. Amparo Romero con C.C. 050136918-5 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract con el tema: **“ESTUDIO TERMOGRAFICO EN LASUBESTACIÓN PUYO Y EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN DE LA EEASA PARA EL ANALISIS DE CARGABILIDAD EN EL PERIODO 2014”**, cuyos autores son: Bernal Reyes Paúl Alejandro y Piedra Arévalo John Alexander y director de tesis Ing. Marcelo Barrera.

Latacunga, enero del 2015

Docente:

M.Sc. Amparo Romero
C.C. 050136918-5

AGRADECIMIENTO

Primero dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, hermanos y demás familiares ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Bernal Reyes Paúl Alejandro

Piedra Arevalo John Alexander

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mi madre por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar. A mi sobrino quien ha sido y es una mi motivación, inspiración y felicidad.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

Paúl Alejandro Bernal Reyes

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo personal y este logro académico y profesional: A Dios por ser el principio y fin de todo cuanto existe, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado y por ser el inspirador de mi vocación hacia la Ingeniería Eléctrica. De igual forma, a mis padres y hermanos, a quien le debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino. A mis maestros, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

John Alexander Piedra Arevalo

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PRELIMINARES	
PÁGINA DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO.....	iv
CERTIFICADO DE LA EMPRESA.....	v
AVAL DE LA TRADUCCIÓN DEL IDIOMA INGLÉS.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FÓRMULAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESÚMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	
1.1. Cargabilidad.....	3
1.1.1. Metodología para el cálculo de la cargabilidad utilizada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).....	4
1.1.1.1. Diagnóstico del estado actual del Sistema.....	4
1.1.1.2. Evaluación de la nueva carga por incorporación masiva de cocinas de inducción.....	7
1.1.2. Subestación eléctrica.....	8
1.1.2.1. Definición.....	8
1.1.2.2. Componentes de una Subestación eléctrica.....	10
1.1.2.2.1. Transformadores de potencia, de medida y de protección....	10

1.1.2.2.2. Elementos de protección y operación.....	13
1.1.2.2.3. Líneas de distribución eléctrica.....	15
1.1.2.3. Curva de carga.....	17
1.1.2.3.1. Carga instalada.....	17
1.1.2.3.2. Demanda.....	17
1.1.2.3.3. Demanda máxima.....	18
1.1.2.3.4. Demanda promedio.....	18
1.1.2.3.5. Factor de carga.....	18
1.1.2.3.6. Demanda máxima coincidente.....	19
1.1.2.3.7. Factor de diversidad.....	19
1.1.2.3.8. Factor de coincidencia.....	20
1.1.3. Programa CIMDYST	21
1.1.3.1. Características y capacidades.....	24
1.1.3.2. Flujo de carga.....	25
1.1.4. Límite térmico en líneas de transmisión.....	28
1.1.4.1. Rango de temperatura.....	28
1.1.4.2. Rango espectral.....	28
1.1.4.3. Límite por caída de voltaje.....	29
1.1.4.4. Límite de estabilidad.....	29
1.1.4.5. Cargabilidad en transformadores a cargas de corta duración.....	29
29	
1.2. Termografía.....	30
1.2.1. Historia.....	30
1.2.2. Conceptos.....	31
1.2.3. Termografía infrarroja.....	32
1.2.4. Formas de transferencia de calor.....	33
1.2.4.1. Conducción.....	34
1.2.4.2. Convección.....	34
1.2.4.3. Radiación.....	35
1.2.4.4. Inducción.....	35
1.2.5. Emisividad.....	36
1.2.6. Cámara termográfica.....	37

1.2.6.1. Leyes aplicadas a la cámara termográfica.....	39
1.2.6.1.1. Ley del desplazamiento de Wien.....	39
1.2.6.1.2. Ley de Stefan Boltzman.....	39
1.2.6.1.3. Ley de Kirchoff.....	40
1.2.6.1.4. Cuerpo gris.....	40
1.2.6.1.5. Efecto de cavidad.....	41
1.2.7. Aplicaciones de la termografía por infrarrojos.....	41
1.2.7.1. Aplicaciones de la termografía en el sistema eléctrico.....	42
1.2.8. Mantenimiento predictivo en subestaciones eléctricas.....	43
1.2.8.1. Mantenimiento predictivo a base de termografía.....	44
1.2.8.2. Norma ASTM E1934-99a.....	44
1.2.8.3. Ventajas del mantenimiento predictivo mediante termografía..	46
1.2.9. Calidad del producto eléctrico.....	47
1.3. Hipótesis.....	48
1.3.1. Variables de investigación e indicadores.....	48

CAPÍTULO II.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Entorno del Lugar de Investigación.....	50
2.1.1. Antecedente históricos de la EEASA.....	50
2.1.2. Filosofía Institucional.....	52
2.1.2.1. Misión.....	52
2.1.2.2. Visión.....	52
2.1.2.3. Principios.....	52
2.1.3. Análisis de la Infraestructura tecnológica.....	53
2.2. Diseño metodológico.....	54
2.2.1. Métodos de investigación.....	54
2.2.1.1. Método comparativo.....	54
2.2.1.2. Método tendencial.....	55
2.2.2. Tipo de investigación.....	55
2.2.2.1. Investigación de campo.....	55
2.2.2.2. Investigación descriptiva.....	56

2.2.3. Técnicas de Investigación.....	56
2.2.3.1. Observación.....	56
2.2.3.2. Lectura Científica.....	56
2.3. Calculo de la cargabilidad de los transformadores y el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el Alimentador Circunvalación en Microsoft EXCEL.....	57
2.4. Comprobación de resultados:.....	60
2.4.1. Estudio predictivo mediante termografía por infrarrojos Subestación Puyo 69/13.8 kV.....	64
2.4.2. Estudio predictivo mediante termografía por infrarrojos alimentador circunvalación 13.8/7.97 kV – s/e puyo 69/13.8 kV.....	91
2.5. Verificación de la Hipótesis.....	128

CAPÍTULO III.

PROPUESTA

3.1. Presentación.....	130
3.2. Objetivos.....	131
3.2.1. General.....	131
3.2.2. Específicos.....	132
3.3. Análisis de Factibilidad.....	132
3.3.1. Factibilidad Técnica.....	132
3.3.2. Factibilidad Operacional.....	136
3.4. Desarrollo de la Propuesta.....	137
3.4.1. Procedimiento de inspección termográfica en subestaciones.....	137
3.4.2. Diseño esquemático del diseño de la Propuesta.....	138
3.4.3. Factibilidad Económica.....	142
3.4.4. Discusión de Resultados Obtenidos.....	144
3.4.4.1. Conclusiones.....	145
3.4.4.2. Recomendaciones.....	146

GLOSARIO

REFERENCIAS CONSULTADAS

ANEXOS

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
GRAFICO 1. Diferencia entre demanda asignada y demanda máxima del Transformador.....	5
GRAFICO 2. Curva característica de carga sin cocinas de inducción.....	6
GRAFICO 3. Subestación Eléctrica.....	9
GRAFICO 4. Transformadores eléctricos.....	10
GRAFICO 5. Disyuntor.....	13
GRAFICO 6. Seccionador.....	14
GRAFICO 7. Banco de Condensadores	14
GRAFICO 8. Conectores	15
GRAFICO 9. Interfaz de CIMDYST para iniciar un análisis.....	22
GRAFICO 10. Interfaz de CIMDYST para iniciar una simulación.....	23
GRAFICO 11. Flujo de carga.....	25
GRAFICO 12. Interfaz de CIMDYST para simulación de flujo de carga.....	26
GRAFICO 13. Interfaz de CIMDYST para un análisis de flujo de carga.....	27
GRAFICO 14. Emisividad de un cuerpo.....	36
GRAFICO 15. Emisión de Radiación.....	40
GRAFICO 16. Efecto de cavidad.....	41
GRAFICO 17. Diagrama unifilar del Alimentador circunvalación.....	64
GRAFICO 18. TC Entrada.....	66
GRAFICO 19. Conectores de puentes en la barra de 69 kV en el trafo shenda.....	67
GRAFICO 20. Trafo de Potencia Shenda Electric Bushing de 13.8 KV.....	69
GRAFICO 21. Interruptor Totalizador 13.8 Kv del Trafo Shenda.....	70
GRAFICO 22. Conector en barra de 13.8 kV - Subestación Puyo.....	72
GRAFICO 23. Alimentador Tarqui – Palora seccionamiento hacia la línea.....	73
GRAFICO 24. Conector Barra del interruptor 52mt12, Trafo Osaka lado de la barra.....	75
GRAFICO 25. Conector parte inferior del secc. barra hacia – alimentador circunvalación Fase C.....	76

GRAFICO 26. Secc. barra del Alimentador Circunvalación hacia la línea subterránea - Fase B.....	78
GRAFICO 27. Conector ranura paralela de la barra - Subestación del Alimentador Puyo – Macas.....	79
GRAFICO 28. Seccionador barra del interruptor hacia la salida del alimentador central.....	81
GRAFICO 29. Secc. barra hacia el interruptor central.....	82
GRAFICO 30. Conectores de los Bushing del interruptor Shell Mera.....	84
GRAFICO 31. Secc. barra que esta de la barra hacia el interruptor Shell-Mera.....	85
GRAFICO 32. Secc. barra – salida de la Subestación – Alimentador Shell Mera.....	86
GRAFICO 33. Alimentador Capricho – Salida subterránea.....	88
GRAFICO 34. Alimentador Circunvalación -Salida subterránea.....	89
GRAFICO 35. Seccionador 3 ϕ N° 9096.....	92
GRAFICO 36. Los puentes 3 ϕ	93
GRAFICO 37. Seccionador 3 ϕ	95
GRAFICO 38. Puentes 3 ϕ	96
GRAFICO 39. Seccionador 3 ϕ	98
GRAFICO 40. Seccionador 3 ϕ – P241592.....	99
GRAFICO 41. Seccionador 3 ϕ 018.....	101
GRAFICO 42. Puentes 3 ϕ	102
GRAFICO 43. Puentes 3 ϕ	104
GRAFICO 44. Seccionador 3 ϕ – P16067.....	105
GRAFICO 45. Seccionador 3 ϕ N° 025.....	107
GRAFICO 46. Seccionador 3 ϕ – P246636.....	108
GRAFICO 47. Seccionador 3 ϕ N° 038.....	110
GRAFICO 48. Seccionador 3 ϕ N° 051.....	111

GRAFICO 49. Seccionador 3φN° 046.....	113
GRAFICO 50. Seccionador 3φ N° 042.....	114
GRAFICO 51. Seccionador 3φ N° 043.....	116
GRAFICO 52. Puentes 3φ.....	117
GRAFICO 53. Transformador 1φ N° 335.....	119
GRAFICO 54. Transformador 1φ N° 172.....	120
GRAFICO 55. Transformador 1φ N° 1327.....	122
GRAFICO 56. Transformador 1φ N° 389.....	123
GRAFICO 57. Transformador 1φ N° 2135.....	125
GRAFICO 58. Transformador 1φ N° 244.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Valores del Factor de Coincidencia respecto al número de consumidores.....	
21	
TABLA 2. Cargabilidad de transformadores de distribución en el Alimentador Circunvalación en EXCEL.....	58
TABLA 3. Resultados de la simulación en el software CYMDIST de todos los transformadores sobrecargados sin cocinas de inducción.....	61
TABLA 4. Resultados de la simulación en el software CYMDIST de todos los transformadores sobrecargados con cocinas de inducción.....	62
TABLA 5. Acciones que se deben llevar a cabo según su urgencia.....	65
TABLA 6. TC entrada.....	66
TABLA 7. Conectores de puentes en la barra de 69 kV en el trafo shenda.....	68
TABLA 8. Trafo de Potencia Shenda Electric Bushing de 13.8 KV.....	69
TABLA 9. Interruptor Totalizador 13.8 Kv del Trafo Shenda.....	71
TABLA 10. Conector en barra de 13.8 kV - Subestación Puyo.....	
72	
TABLA 11. Alimentador Tarqui – Palora seccionamiento hacia la línea.....	74
TABLA 12. Conector Barra del interruptor 52mt12, Trafo Osaka lado de la barra.....	75
TABLA 13. Conector parte inferior del secc. barra hacia – alimentador circunvalación Fase C.....	77
TABLA 14. Secc. barra del Alimentador Circunvalación hacia la línea subterránea Fase B.....	78
TABLA 15. Conector ranura paralela de la barra - Subestación del Alimentador Puyo Macas.....	80
TABLA 16. Seccionador barra del interruptor hacia la salida del alimentador central..	81
TABLA 17. Secc. barra hacia el interruptor central.....	83
TABLA 18. Conectores de los Bushing del interruptor Shell Mera.....	84
TABLA 19. Secc. barra que esta de la barra hacia el interruptor Shell-Mera.....	85
TABLA 20. Secc. barra – salida de la Subestación – Alimentador Shell Mera.....	87

TABLA 21. Alimentador Capricho – Salida subterránea.....	88
TABLA 22. Alimentador Circunvalación -Salida subterránea.....	90
TABLA 23. Resumen de la Inspección Termográfica a la Subestación Puyo.....	91
TABLA 24. Resultados de inspección del seccionador 3φ N°9096.....	94
TABLA 25. Resultados de inspección Termográfica de los puentes 3φ.....	94
TABLA 26. Resultados de inspección Termográfica del Seccionador 3φ.....	95
TABLA 27. Resultados de inspección Termográfica Puentes 3φ.....	97
TABLA 28. Resultados de inspección Termográfica Seccionador 3φ.....	98
TABLA 29. Resultados de inspección Termográfica Secc.3φ – P241592.....	100
TABLA 30. Resultados de inspección Termográfica Seccionador 3φ 018.....	101
TABLA 31. Resultados de Inspección Termográfica Puentes 3φ.....	103
TABLA 32. Resultados de Inspección Termográfica Puentes 3φ.....	104
TABLA 33. Resultados de Inspección Termográfica Secc 3φ – P16067.....	106
TABLA 34. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φ N° 025.....	107
TABLA 35. Resultados de Inspección Termográfica Secc 3φ –P246636.....	109
TABLA 36. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φ N° 038.....	110
TABLA 37. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φ N° 051.....	112
TABLA 38. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φN° 046.....	113
TABLA 39. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φ N° 042.....	115
TABLA 40. Resultados de Inspección Termográfica Seccionador 3φ N° 043.....	116
TABLA 41. Resultados de Inspección Termográfica Puentes 3φ.....	118
TABLA 42. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 335.....	119
TABLA 43. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 172.....	121
TABLA 44. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 1327.....	122
TABLA 45. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 389.....	124
TABLA 46. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 2135....	125

TABLA 47. Resultados de Inspección Termográfica Transformador 1φ N° 244.....	127
TABLA 48. Resumen de la Inspección al Alimentador Circunvalación.....	128
TABLA 49. Juicio de los Resultados obtenidos de los Estudios.....	129
TABLA 50. Características de la Cámara Termográfica Satir Hotfind-V.....	135
TABLA 51. Costos Conectores y Seccionadores.....	139
TABLA 52. Dimensionamiento De Nuevos Transformadores.....	141
TABLA 53. Costos Transformadores.....	141
TABLA 54. Presupuesto Total.....	143

ÍNDICE DE FÓRMULAS

	Pág.
ECUACIÓN 1. Demanda promedio.....	18
ECUACIÓN 2. Factor de carga.....	18
ECUACIÓN 3. Factor de diversidad.....	19
ECUACIÓN 4. Factor de coincidencia.....	20
ECUACIÓN 5. Potencia máxima.....	29
ECUACIÓN 6. Estabilidad máxima.....	29
ECUACIÓN 7. Longitud de onda máxima.....	39
ECUACIÓN 8. Energía emitida según la ley de Boltzman.....	40
ECUACIÓN 9. Cuerpo gris.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Mapas Ubicación Transformadores.....	157
Anexo 2. Levantamiento y actualización de datos con EXCEL.....	169
Anexo 3. Estudio completo del análisis de cargabilidad de transformadores mediante el software CIMDYST7 sin cocinas de inducción.....	170
Anexo 4. Estudio completo del análisis de cargabilidad en transformadores mediante el software CIMDYST7 con cocinas de inducción.....	186
Anexo 5. Fotografías.....	202
Anexo 6. Capturas de pantalla software CIMDYST.....	207

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta el compendio de un medio sistemático para realizar pruebas de termografía en algunos elementos de la Subestación y Alimentador, elegida de la Empresa Eléctrica Ambato S. A. como propuesta de solución ante una problemática planteada por la unidad de mantenimiento de la empresa, debido a la carencia de un procedimiento que le permita al personal que labora en dicha unidad contar con un instrumento teórico-práctico para realizar de manera eficaz y eficiente las labores de mantenimiento en las subestaciones y Alimentadores, relacionando la técnica de termografía con la cargabilidad específicamente de transformadores. El procedimiento propuesto contiene a lo largo de su desarrollo, un conjunto de elementos vinculados directamente en localizar los puntos calientes que son producidos en cada nivel de la Subestación y distribución por incrementos de corriente, elementos mal ajustados corrosión, alta cargabilidad en transformadores y suciedad de materiales. También se tomaron en cuenta todos los recursos disponibles en la empresa, evitando agregar nuevos elementos para mantener el equilibrio existente antes de su aplicación y garantizar la aceptación del personal que labora en la unidad de mantenimiento de la Subestación y Alimentadores; los cuales participaron directamente en la elaboración del procedimiento, aportando sugerencias y experiencias en la realización de sus labores. Finalmente se expresa la relación entre la temperatura del elemento y su cargabilidad que sugieren un conjunto de recomendaciones de carácter general; garantizando la seguridad del personal técnico que realizará las pruebas aplicando las técnicas de termografía; y al mismo tiempo sirven para apoyar futuras investigaciones en temas asociados con el mantenimiento predictivo y cargabilidad de los transformadores ligado a la termografía, debido a la confiabilidad de los métodos para la optimización de recursos y al mejoramiento del suministro de energía eléctrica de la Subestación.

ABSTRACT

This research presents the summary of a systematic means for thermography testing on some elements of the substation and feeder. It was applied at Ambato SA Electric Company. It is a proposal to get a solution to the problem offered by the maintenance unit of the company. This is a consequence as a lack of a procedure that allows the people who work in the unit. It provides a theoretical and practical tool and effectively and efficiently instrument maintenance work in substations and feeders. This relates thermography technique with the chargeability specifically transformers. The procedure proposed contains along its development, a set of elements linked directly to locate hot spots that are produced at each level of the substation and distribution increments current, ill-fitting elements corrosion, high chargeability in transformers and dirt materials. All available resources were also taken into the company. Also, this process tried to avoid to add new elements in order to maintain the balance before application and ensure acceptance of personnel working in the maintenance unit substation and feeder. They were directly involved in the development process. It provided suggestions and experiences in performing their duties. Finally the relationship between the temperature of the element and its chargeability to suggest a set of general recommendations expressed ensuring the safety of technical personnel performing the tests using thermography techniques. Also, it helps to support further research on issues associated with predictive maintenance and chargeability of linked thermography transformers due to the reliability of methods for optimizing resources and improving the supply of electricity substation.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de investigación, constituye una iniciativa de los autores para darle respuesta a una necesidad planteada por la Empresa Eléctrica Ambato S. A. ante una problemática ocasionada por la carencia de un procedimiento sistemático que permitiera la realización de las labores de mantenimiento predictivo en la Subestación Puyo de la EEASA, mediante la aplicación de las técnicas de termografía infrarroja y la determinar de la cargabilidad en el Alimentador Circunvalación, en vista que a futuro se va incorporar masivamente las cocinas de inducción como norma de Estado.

Debido a la importancia que representa el mantenimiento predictivo en la actualidad para cualquier empresa, y tratando de dar respuesta a la cargabilidad en los transformadores y líneas de conducción especialmente, surgió la idea de proponer un procedimiento que permita sistematizar y facilitar la aplicación de las técnicas de mantenimiento predictivo mediante una cámara termográfica para verificar la cargabilidad en algunos equipos, dispositivos y elementos de la Subestación, determinando los cambios con cocinas y sin cocinas de inducción que están por implementarse en todo el país.

El trabajo está desarrollado en capítulos, en los cuales se mencionan con detalle el contenido según un orden esquemático definido por la Universidad.

Capítulo I, Se presenta el marco teórico sobre las generalidades del mantenimiento predictivo, la cargabilidad en transformadores y líneas de conducción con sus características, ventajas y desventajas, justificación técnica y económica así como las técnicas aplicables de la teoría de termografía infrarroja como método de predicción.

Capítulo II, presenta la parte metodológica de la investigación, que abarca el tipo de investigación, métodos de investigación, la población y muestra, la operacionalización de variables.

Este capítulo se refiere también al análisis e interpretación de los resultados obtenidos luego de la aplicación del instrumento, para validar el procedimiento propuesto con cocinas y sin cocinas de inducción para la parte de Puyo-Centro y Circunvalación. A partir de los datos obtenidos, se puede determinar el índice de confiabilidad del procedimiento; también se graficaron los resultados en frecuencia y porcentaje de las alternativas presentadas para cada uno de los ítems del cuestionario y se realiza un análisis e interpretación de cada caso.

Capítulo III, este capítulo corresponde a la propuesta de solución de la problemática planteada, y consiste en un estudio termográfico realizado bajo las normas especificadas para el uso de la cámara termográfica y sus ventajas para correlacionar límites de cargabilidad en forma precisa y fácil de interpretar.

Se presentan también las conclusiones obtenidas en la investigación y las recomendaciones sugeridas a la unidad de mantenimiento de subestaciones de la empresa.

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Cargabilidad

“La cargabilidad se define como la cantidad máxima de potencia eléctrica que se puede enviar a través de una o de un conjunto de líneas de transmisión manteniendo las condiciones operativas del sistema eléctrico de potencia. Es decir, es el límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores.” (Martínez, 2002: 68) [1]

El efecto del calentamiento cuando se presenta una falla, incrementa en términos generales con el valor de la carga elevada al cuadrado. Se ha demostrado que el exceso de temperatura en un componente, aumenta linealmente con el efecto desarrollado en inspecciones eléctricas.(Martínez, 2002: 68) [2]

La cargabilidad o capacidad se refiere al límite o capacidad térmica del conductor, pues una vez que se ha llegado a la capacidad térmica o límite térmico que es la máxima temperatura que soporta el conductor sin perder sus características eléctricas y mecánicas; el incremento de temperatura es la cargabilidad, y afecta a los conductores en su pérdida de resistencia mecánica.

Para verificar la cargabilidad se aplica la termografía, la misma que funciona de acuerdo a la radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una imagen de un espectro de colores, en el que cada uno de los colores, según una escala, significa una temperatura distinta, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco.

La cargabilidad en los transformadores depende de muchos factores: cuando alimentan cargas no lineales, temperatura del ambiente, ciclo de carga, deterioro del aislamiento, diferencias en altitud, restringida circulación de aire causada por edificios y muros, variaciones en el diseño, desconocimiento del operador.

Similares características hacen que el resto de accesorios de la Subestación se sobrecarguen y excedan sus límites de cargabilidad, lo que ocasiona pérdidas de energía con su consiguiente elevación de costos.

1.1.1. Metodología para el Cálculo de la Cargabilidad utilizada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

1.1.1.1. Diagnóstico del estado actual del Sistema

Se iniciara con el análisis de los registros de carga en la cabecera de los Alimentadores y la participación de usuarios residenciales por primario.

Para evaluar la operación de la red circunvalación sin la utilización de las cocinas de inducción, se recomienda hacer la distribución de la demanda registrada del Alimentador en la modelación con el CYMDIST, empleando como variable de distribución la energía facturada promedio por lo menos de los últimos 3 meses, en cada transformador de distribución. Solo si no se dispone de la información de la energía facturada, se usara la potencia instalada en transformadores como variable de distribución.

“Es importante destacar que cada una de las empresas distribuidoras deberá definir el periodo mínimo de facturación de energía, considerando la posible existencia de variaciones estacionales propias de su área de servicio, a fin de garantizar la confiabilidad y representatividad de la información que se utilizara para la evaluación.”(MEER, 2014:17) [3]

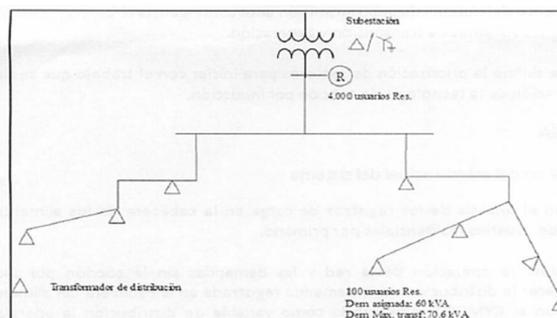
Las demandas asignadas a cada transformador de distribución realizadas por el CYMDIST, son valores diversificados a nivel del Alimentador primario; por tanto, estas demandas son menores que la demanda máxima observada en el transformador, pues los factores de coincidencia son diferentes. Puesto que los factores de coincidencia dependen únicamente del número de usuarios.

A partir del número de usuarios residenciales se puede obtener la relación individual de factores de coincidencia para cada transformador de distribución. Si no se dispone de esta información, se deberá tomar el promedio de usuarios del transformador, ponderado por los KVA nominales, sobre la base del número de usuarios totales del Alimentador.

Para obtener los factores de coincidencia se utilizara un procedimiento ampliamente aceptado a nivel internacional, basado en la metodología desarrollada y probada por la empresa Westinghouse.

A continuación se ejemplifica tener un Alimentador primario con 4.000 usuarios residenciales y que uno de los transformadores de distribución atendidos por ese Alimentador tiene 100 usuarios residenciales. La demanda asignada en el software de modelación de primarios es de 60KVA.

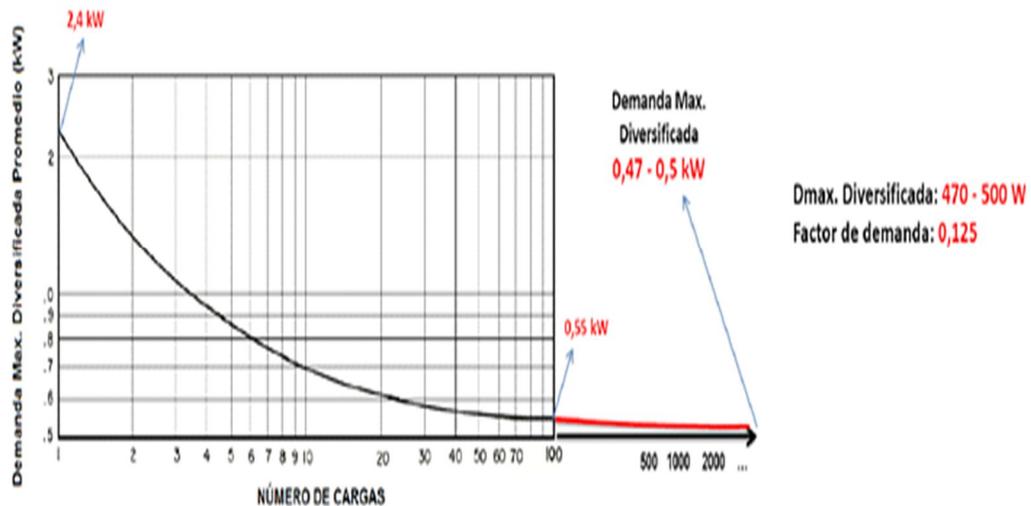
GRAFICO N° 1 DIFERENCIA ENTRE DEMANDA ASIGNADA Y DEMANDA MÁXIMA DEL TRANSFORMADOR



Fuente: Electric Utility Reference Book: distribution Systems, 1965

Puesto que se trata de diagnosticar la demanda sin el uso de las cocinas de inducción, se deberá utilizar la curva correspondiente a iluminación y artefactos misceláneos.

GRAFICO N° 2
CURVA CARACTERÍSTICA DE CARGA SIN COCINAS DE INDUCCIÓN



Fuente: Distribution Coincidence Westinghouse. Maximun Diversified 30 minute Demand Characteristics of various Modern residential Loads.

El factor de coincidencia para los usuarios residenciales a nivel primario se calcula a partir de los valores de demanda que se obtienen de la curva de la fig.2 mediante interpolación:

$$FCoin_{(primario: 4.000usuarios)} : 0,17/0,60$$

$$FCoin_{(transf; 100 usuarios)} : 0,20/0,60$$

$$FCoin_{(transf; 100 usuarios)} / FCoin_{(primario: 4.000usuarios)} : 1,176$$

$$Dem. Max. Transf. : 1,176 * 60KVA : 70,6 kVA$$

Es importante aclarar que la aplicación de la distribución de la demanda por KVA instalados que entrega el CYMDIST, no es la más apropiada cuando el número de usuarios es menor a 5.

1.1.1.2. Evaluación de la nueva carga por incorporación masiva de cocinas de inducción.

Para realizar la evaluación de cocinas, el MEER ha considerado basarse en El National Electrical Code, preparado por la Asociación Nacional de Aseguradores de Incendios de los Estados Unidos de América, para cálculos de circuitos ramales, Alimentadores y acometidas, donde se menciona que una cocina encimera de inducción de 3,5 kW o menos tiene un factor de demanda de 80%, por lo que para el caso de la cocina de 3 kW resulta en una demanda individual de 2,4 kW, valor que se utilizará para el cálculo del reforzamiento de la acometida porque se trata de la demanda individual del equipo.

A partir de la curva base de demandas, relacionado la demanda de una cocina con la de 4.000 cocinas, se obtiene un factor de coincidencia para 4.000 usuarios de algo más de 0.18, ya que las curvas están dibujadas en escalas logarítmicas tanto en el eje de abscisas como en el de ordenadas, lo que significa que con un número mayor a 4.000 usuarios la variación del factor de coincidencia va a ser despreciable.

“La demanda diversificada de cada cocina será de 432 W, fp: 0.95 a nivel de alimentación primario, Subestación y sistema de potencia. Este valor multiplicado por el número de clientes residenciales será ingresado al sistema para la modelación del Alimentador primario. Además, para el caso de los Alimentadores primarios se deberá valorar la coincidencia al pico del medio día con el valor de la demanda máxima diversificada, mientras que el pico de la noche se valorara con el 60% de la demanda máxima diversificada, es decir 260W.” (MEER, 2014: 18) [4]

Para analizar la incidencia de la cocción en los transformadores de distribución, el valor de demanda debe ser afectado por el factor de coincidencia correspondiente al número de usuarios o de equipos, dependiendo del nivel donde se requiere

obtener la demanda máxima coincidente.

La incidencia de la cocción sobre la demanda existente se determinará multiplicando 2,4 kW (fp: 0,95) por el número de cocinas y por el factor de coincidencia correspondiente al número de cocinas que se incorporarían a este transformador, para la condición de la demanda existente al mediodía. Para la demanda existente de la noche se añadirá el 60% del valor calculado para el mediodía. (MEER, 2014: pág. 18) [5]

En resumen, se deben hacer 2 análisis con las cocinas de inducción incorporadas, uno para la demanda del medio día y otro para la demanda nocturna. En el caso de los Alimentadores primarios, se deben realizar 2 corridas de flujo, una para la demanda más alta del medio día del Alimentador primario y otra, para la demanda más alta de la noche del mismo Alimentador y hay que considerar los registros de carga de los 12 meses más recientes. (MEER, 2014: 19). [6]

Es conveniente indicar que el MEER es quien regula el trabajo de todo el sistema eléctrico ecuatoriano, por lo tanto es quien da las directrices para el trabajo a ejecutarse en todo el territorio, es por ello que se ha mencionado lo que en su oficio Nro. MEER-SEREE-2014-0046-OF para el Gerente General de CNEL EP dispone como estrategia de trabajo. Por lo tanto hay que acatar dichos lineamientos y ejecutarlos.

1.1.2. Subestación Eléctrica

1.1.2.1. Definición.

“Son plantas transformadoras que pueden estar junto a las centrales generadoras (Subestación elevadora) y en la periferia de las diversas zonas de consumo

(Subestación reductora), enlazadas entre ellas por la red de transporte.”
(Cajamarca y Sigua, 2010: 83) [7]

Una Subestación eléctrica es un conjunto de elementos eléctricos que se encuentran dentro de un sistema eléctrico para transmitir energía eléctrica. Las subestaciones eléctricas se clasifican de acuerdo a los niveles de potencia o de voltaje, existiendo en el país con las siguientes características:

- Subestación de transmisión mayor a 138KV, 230KV, 500KV
- Subestación de subtransmisión de 138KV.
- Subestación de distribución primaria entre 69KV y 28KV, 22KV
- Subestación de distribución secundaria menor a 4,16KV.

GRAFICO N° 3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA



Fuente:Subestación eléctrica Puyo, 2014

El propósito de una Subestación es tomar determinada potencia de un alto nivel de voltaje de la transmisión, reducir su voltaje y encaminarlo sobre un número de Alimentadores de voltaje primarios para la distribución en el área que lo rodea.

Realiza tareas operativas, de contingencia, conmutación y protección en los niveles de transmisión y distribución, y proporciona un lugar adecuado para los equipos adicionales.

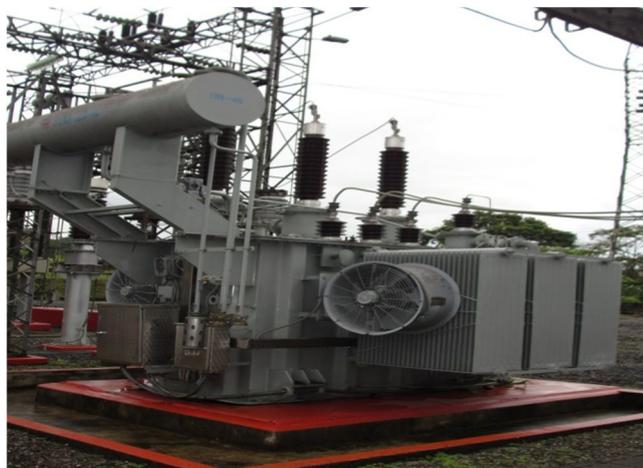
Las Subestaciones representan los puntos de entrega final para el sistema de transmisión, son los sitios a los que el sistema de transmisión debe entregar potencia y sus demandas son las cargas utilizadas en el planeamiento del nivel de transmisión.

1.1.2.2. Componentes de una Subestación Eléctrica

1.1.2.2.1. Transformadores de Potencia, de medida y protección

“Los transformadores se definen como máquinas estáticas que tienen la misión de transmitir, mediante un campo electromagnético alterno la energía eléctrica de un sistema, con determinada voltaje a otro sistema con voltaje deseada.”(Ras, 1994). Son la característica más distintiva de una Subestación, son la razón de ser de las subestaciones y definen su capacidad, y en términos económicos son los que mayor porcentaje representan. (Carmona, 2008: 56) [8]

GRAFICO N° 4.
TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS



Fuente:Subestación eléctrica Puyo, 2014

Transformadores de potencia

Es un dispositivo que no tiene partes móviles, el cual transfiere la energía eléctrica de un circuito u otro bajo el principio de inducción electromagnética. La transferencia de energía la hace por lo general con cambios en los valores de voltajes y corrientes. Convierte la corriente alterna de alta voltaje y débil intensidad con otra de baja voltaje y gran intensidad y viceversa.

Los transformadores de corriente son utilizados para medida y protección, tienen la función de convertir corrientes altas a valores bajos, a los que pueden conectarse los relés e instrumentos de medida. Los conectores terminales del transformador están hechos de planchas de cobre y las superficies están revestidas de una gruesa capa de plata para que su resistencia de contacto sea mínima.

Transformador de medida

Los transformadores de medida traducen las corrientes y voltajes de las líneas de M.V. a valores medibles por contadores y protecciones. Los transformadores cuya función es medir, requieren reproducir fielmente la magnitud y el ángulo de fase de la corriente. Su precisión debe garantizarse desde una pequeña fracción de corriente nominal del orden del 10%, hasta un exceso de corriente del orden del 20%, sobre el valor nominal.

Son transformadores que permiten una señal de información a instrumentos de medición, medidores y dispositivos de protección o control. El término medida incluye a los transformadores de intensidad y los de voltaje; está destinado a alimentar instrumentos de medida como indicadores, registradores, integradores, relés o aparatos análogos.

Esta entre los transformador con fines especiales para instalar instrumentos, contadores y relés protectores en circuitos de alta voltaje o de elevada corriente.

Estos transformadores aíslan los circuitos de medida o relés, permitiendo una mayor normalización en la construcción de contadores, instrumentos y relés.

Los aparatos de medida y los relés de protección no se construyen para soportar altos voltajes ni elevadas corrientes para prevenir accidentes fatales, por esta razón los aparatos de medición se conectan a través de los transformadores de medida, los cuales se dividen en dos clases: transformadores de intensidad o corriente y transformadores de voltaje o voltaje.

Transformadores de Protección

Los transformadores cuya función es proteger un circuito, requieren conservar su fidelidad hasta un valor de veinte veces la magnitud de la corriente nominal, cuando se trata de grandes redes con altas corrientes puede ser necesario requerir treinta veces la corriente nominal. En el caso de los relés de sobrecorriente, sólo importa la relación de transformación, pero en otro tipo de relés, como pueden ser los de impedancia, se requiere además de la relación de transformación, mantener el error del ángulo de fase dentro de valores predeterminados.

La diferencia entre los transformadores de corriente para medida o protección es el comportamiento frente a la sobrecarga que se puede producir en el primario. Los que se aplican en medida a partir de una sobrecarga se saturan para no dañar al equipo del secundario. En protección no se saturan hasta una elevada corriente. Un transformador de protección de clase 5P15 indica que no se satura hasta que pase por el primario 15 veces la corriente nominal.

La cargabilidad en los transformadores depende de muchos factores: cuando alimentan cargas no lineales, temperatura del ambiente, ciclo de carga, deterioro del aislamiento, diferencias en altitud, restringida circulación de aire causada por edificios y muros, variaciones en el diseño, desconocimiento del operador.

Similares características hacen que el resto de accesorios de la Subestación se sobrecarguen y excedan sus límites de cargabilidad, lo que ocasiona pérdidas de energía con su consiguiente elevación de costos.

1.1.2.2. Elementos de protección y operación

Disyuntor (con carga)

Un disyuntor o interruptor de potencia es un dispositivo de maniobra cuya función consiste en interrumpir la conducción de corriente en un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales, así como, bajo condiciones de cortocircuito.

GRAFICO N° 5
DISYUNTOR



Fuente: Subestación eléctrica Puyo, 2014

Seccionador (sin carga)

Los seccionadores o cuchillas son dispositivos que permite conectar y desconectar los circuitos en maniobras de operación y de mantenimiento. Su operación se realiza con circuitos energizados pero sin carga. Las barras de contacto principales y terminales de conexión son de cobre electrolítico duro, y las superficies están revestidas de una gruesa capa de plata.

GRAFICO N° 6
SECCIONADOR



Fuente: Subestación eléctrica Puyo, 2014

Banco de Condensadores

Conjunto de dos o más capacitores interconectados entre sí e integrados en un solo gabinete, es utilizado para compensar el factor de potencia en redes eléctricas o para operar como filtro de armónicas en conjunto con reactores.

GRAFICO N° 7
BANCO DE CONDENSADORES



Fuente: Subestación eléctrica Puyo, 2014

Conectores y Empalmes

Los conectores son dispositivos que sirven para mantener la continuidad eléctrica entre dos conductores. Los conectores emplean medios mecánicos para crear puntos de contacto y mantener la integridad de la conexión, requieren de mantenimiento frecuente para evitar la formación de “puntos calientes”.

GRAFICO N° 8 CONECTORES



Fuente: Subestación eléctrica Puyo, 2014

Un empalme o amarre eléctrico es la unión de 2 o más cables de una instalación eléctrica. Un empalme inadecuado o mal realizado puede hacer mal contacto y producir fallas en la instalación. Si la corriente es alta y el empalme está flojo se calentará. El chisporroteo o el calor producido por un mal empalme es una causa común a muchos incendios en plantas eléctricas. Antes de trabajar en la Subestación eléctrica se debe tener la formación técnica necesaria.

1.1.2.2.3. Líneas de distribución eléctrica.

Dada la gran distancia que puede existir entre centrales y usuarios, el voltaje de las líneas de distribución eléctrica se fija a diferentes valores en las subestaciones

donde es elevada y reducida a los valores generalmente normalizados, de forma que se minimicen las pérdidas eléctricas a la vez que se optimiza el coste de las instalaciones.

Las líneas de distribución eléctrica son las encargadas de unir las centrales eléctricas con los puntos de consumo a través de las subestaciones y centros de transformación.

En función de dicho voltaje de trabajo se habla de líneas de media y alta voltaje, cada una con sus características particulares tanto a nivel técnico (voltaje nominal, altura de las torres, tipo de aisladores, número de líneas, etc.) como de gestión (criticidad, redundancia, disponibilidad, etc.), características que habrá que tener en cuenta a la hora de realizar la inspección termográfica de las mismas.

Uno de los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de considerar la inspección termográfica de cargabilidad en las líneas de distribución será su accesibilidad.

Alimentador Primario.

Los alimentadores primarios son los encargados de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución. Los conductores van soportados en poste cuando se trata de instalaciones aéreas y en ductos o directamente enterrados cuando se trata de instalaciones subterráneas.” (Freire, 2012: 17) [9]

Un Alimentador primario está compuesto por la Troncal y el Ramal. La Troncal, es el tramo de mayor capacidad del Alimentador que transmite la energía eléctrica desde la Subestación de distribución a los ramales.

Un ramal, es la parte del Alimentador primario energizado a través de un troncal, en el cual van conectados los transformadores de distribución y servicios particulares suministrados en medio voltaje. Normalmente son de calibre menor al troncal. (Freire, 2012: 4) [10]

Alimentador secundario.

Un Alimentador o circuito secundario distribuye la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas de los usuarios.

1.1.2.3. Curva de Carga.

La curva de carga es la representación gráfica de la variación de las demandas en un periodo de tiempo determinado que puede ser día, mes o año.

“La curva que relaciona las variaciones de la demanda hora a hora durante las 24 horas del día se denomina curva de carga diaria, se forma por las demandas máximas que se presentan durante el día.” (Tapia y Vilcacundo, 2014: 15) [11]

1.1.2.3.1. Carga instalada.

Es la sumatoria de las potencias nominales de todos los aparatos y equipos que se encuentran conectados a un sistema eléctrico sea que estén en operación ó no, o que potencialmente puedan conectarse al sistema. Se expresa en kVA, kW. (Freire, 2012: 6) [12]

1.1.2.3.2. Demanda.

Es la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo

previamente establecido. Los intervalos de demanda normalmente empleados son 15, 30 y 60 minutos, el más usual es de 15 minutos. (Freire, 2012: 7) [13]

1.1.2.3.3. Demanda máxima

Es la mayor demanda ocurrida en un sistema, durante un periodo específico de tiempo, incluye la potencia de carga y las pérdidas.

1.1.2.3.4. Demanda promedio

La demanda promedio se refiere a la demanda constante en un periodo de tiempo determinado y está dado por:

$$D_{\text{promedio}} = \frac{\text{Energía}}{T} \quad \text{ECUACIÓN 1}$$

Donde:

P_{promedio} Demanda promedio [kW]

Energía Energía suministrada [kWh]

T Tiempo del periodo [h]

1.1.2.3.5. Factor de carga

Es la relación entre la demanda promedio de un periodo establecido y la demanda máxima que se observa en el mismo periodo.

El factor de carga indica el aprovechamiento de la potencia instalada para satisfacer la demanda; así un factor de carga indica picos de demanda excesivamente grandes frente a una demanda promedio que podría ser atendido con equipos de capacidades menores.

$$F_{\text{carga}} = \frac{D_{\text{promedio}}}{D_{\text{maxima}}}$$

ECUACIÓN 2

Donde:

F_{CARGA} : Factor de Carga

D_{PROMEDIO} : Demanda promedio [kW]

D_{MAXIMA} : Demanda máxima del sistema [KW]

Para una carga dada, excepto una en que el ciclo de carga este compuesto de ciclos idénticos, un período mayor dará un factor de carga más pequeño, dado que el consumo de energía se distribuye en un tiempo mayor, el factor de carga anual influido por las estaciones del año será considerablemente menor que el de un factor de carga diario o semanal, asimismo, el factor de carga semanal será menor que un factor de carga diario. (Freire, 2012: 21) [14]

1.1.2.3.6. Demanda Máxima Coincidente:

Es el valor promedio más alto de la carga integrada en un mismo intervalo de tiempo.

1.1.2.3.7. Factor de Diversidad

Es la relación entre la suma de las demandas máximas individuales entre la demanda máxima del grupo de cargas. El factor de diversidad se puede referir a dos o más cargas separadas o se pueden incluir todas las cargas de cualquier parte de un sistema de eléctrico o de un sistema de distribución, esto se puede expresar matemáticamente como sigue:

ECUACIÓN 3

$$F_{\text{DIVERSIDAD}} = \frac{\sum D_{\text{INDIVIDUALES}}}{D_{\text{MÁXIMA}}}$$

Donde:

$F_{\text{DIVERSIDAD}}$:	Factor de Diversidad
$D_{\text{INDIVIDUALES}}$:	Demanda individual del conjunto de cargas [kW]
D_{MAXIMA} :	Demanda máxima del conjunto de cargas [kW]

La demanda máxima de un conjunto de cargas es menor que la suma de las demandas máximas individuales. En la mayoría de los casos el factor de diversidad es mayor que la unidad. (Freire, 2012: 21) [15]

1.1.2.3.8. *Factor de coincidencia.*

El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo. El cual trata de reflejar la coincidencia de las cargas.

ECUACIÓN 4

$$F_{\text{COINCIDENCIA}} = \frac{D_{\text{MÁXIMA}}}{D_{\text{MÁXIMA}} - D_{\text{INDIVIDUAL}}}$$

Donde:

$F_{\text{COINCIDENCIA}}$:	Factor de Coincidencia
D_{MAXIMA} :	Demanda máxima del sistema [kW]
$D_{\text{MAXIMA-D INDIVIDUAL}}$:	Demanda máxima individual [kW]

Mientras más grande, el conjunto de cargas debería ser más coincidente, es menor o igual a 1.

El factor de coincidencia decrece rápidamente en un principio y con más lentitud a medida que el número de consumidores se incrementa.

En la siguiente tabla se muestran los distintos valores de factores de coincidencia en función del número de consumidores, cabe señalar que estos valores dependen del tipo de carga.

“La diversidad entre las cargas individuales o grupos separados tiende a incrementarse si las características de la carga difieren, de tal manera que si un grupo de cargas individuales tienen normalmente su demanda máxima por la tarde como las cargas residenciales y se combina con un grupo formado por cargas individuales que normalmente tienen sus demandas máximas en la mañana como en pequeñas o medianas industrias, el factor de diversidad será mayor que si todas las cargas tuvieran su máxima demanda en la tarde o todos sus máximos en las mañanas.”(Freire, 2012: 11, 12) [16]

TABLA N° 1
VALORES DEL FACTOR DE COINCIDENCIA RESPECTO AL NÚMERO DE
CONSUMIDORES.

NÚMERO DE CONSUMIDORES	FACTOR DE COINCIDENCIA
1 a 4	1,00
5 a 9	0,78
10 a 14	0,63
15 a 19	0,53
20 a 24	0,49
25 o más	0,40

Fuente: Freire, (2012)

1.1.3. Programa Informático CYMDIST

“El programa CYMDIST permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con graficación radial, en anillo o mallada. El programa de análisis de redes de distribución CYMDIST es una serie de aplicaciones que consta de un editor de red, de módulos de análisis y de bibliotecas de modelos personalizables desde las cuales el usuario puede obtener la solución más eficiente.”(www.cyme.com/, 2) [17]

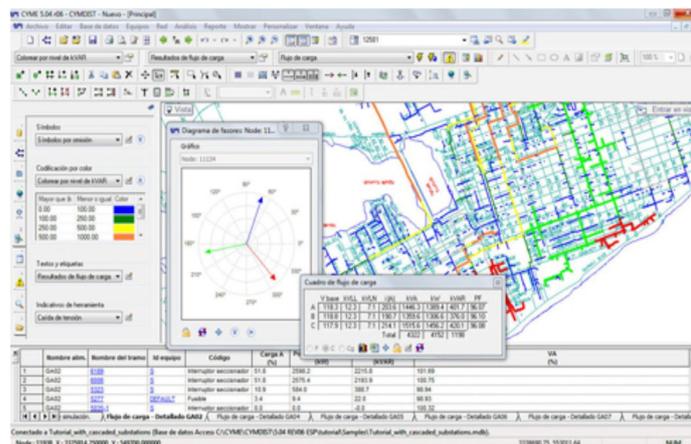
El programa CYMDIST incluye un editor completo de redes y las siguientes funciones: Flujo de potencia desbalanceado, Análisis exhaustivo de fallas, Balance de cargas, Distribución y evaluación de cargas, Ubicación óptima de condensadores

El programa CYMDIST fue diseñado para realizar estudios de planeamiento y simular el comportamiento de las redes de distribución en distintas condiciones de funcionamiento y distintos escenarios. Incluye varias funciones incorporadas necesarias para el planeamiento, la explotación y el análisis de las redes de distribución.

Las funciones de análisis de flujo de carga, cortocircuito y optimización de la configuración eléctrica pueden ejecutarse en sistemas de distribución equilibrados o desequilibrados, con diferentes combinaciones de fases y configuraciones.

El espacio de trabajo del programa puede personalizarse. La representación gráfica de los componentes de la red, los resultados y los reportes puede crearse y modificarse con el fin de satisfacer el nivel de detalle requerido. Los algoritmos de CYMDIST, su flexible interfaz de usuario y sus amplias bibliotecas se basan en tecnologías innovadoras de ingeniería y en las prácticas y normas de la industria. (www.cyme.com/) [18]

GRAFICO N° 9
INTERFAZ DE CYMDIST PARA INICIAR UN ANÁLISIS



Fuente: www.cyme.com/es/software/cymdist/17/09/2014

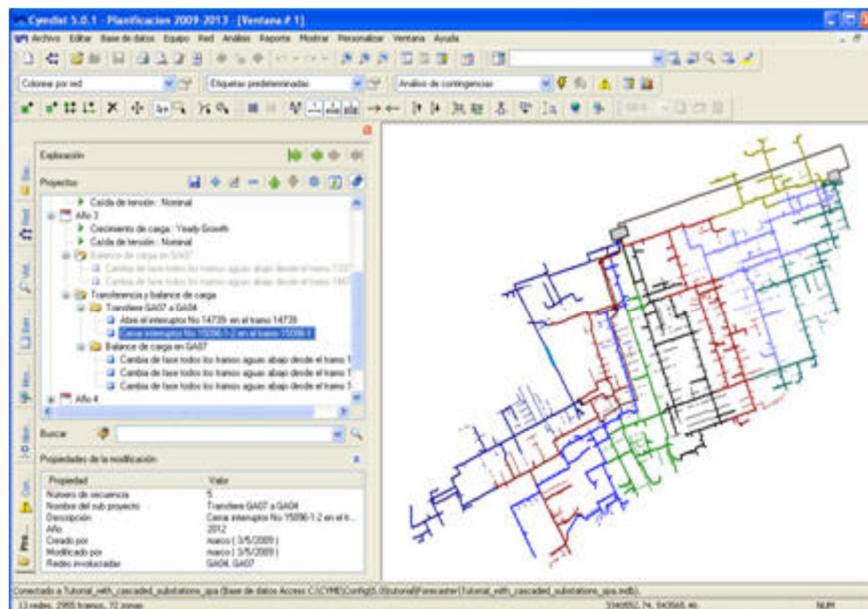
Además el Módulo CYME COM, permite comunicar con el programa CYME para acceder a diferentes funciones y cálculos predefinidos. A continuación se presenta una visión de la pantalla de CYMEDIST al iniciar el trabajo.

Los módulos adicionales del programa CYMDIST permiten realizar estudios más especializados del análisis de confiabilidad, de contingencias, de armónico, de con graficación óptima, entre otros.

“El programa CYMDIST es una herramienta muy potente para crear sus propios estudios predictivos por simulación para evaluar el impacto de los cambios efectuados en la red.” (<http://www.cyme.com/>) [19]

GRAFICO N° 10

INTERFAZ DE CIMDYST PARA INICIAR UNA SIMULACIÓN



Fuente: www.cyme.com/es/software/cymdist/17/09/2014

Para manejar este programa es conveniente saber que todos los datos están almacenados en tablas SQL y archivos XML que pueden poblarse o consultarse

fácilmente desde aplicaciones de terceras partes. Se puede interconectar el programa CYMDIST o incrustarlo en otras aplicaciones como los sistemas AM/FM/GIS, DMS, NMS, OMS y SCADA. El programa está disponible como programa Objeto Componente de Microsoft (Component Object Model (COM)) pudiendo incorporarse a otras aplicaciones compatibles con COM. (<http://www.cyme.com/>, 4) [20]

1.1.3.1. Características y Capacidades

Las características y capacidades del programa son muchas, entre las que se mencionan las siguientes:

- Flujo de carga y caída de tensión
- Cálculo de cortocircuito
- Dimensionamiento y ubicación óptima de condensadores
- Balance, distribución y evaluación de cargas
- Análisis de flujo de carga con perfiles
- Análisis armónico
- Con graficación óptima de la red
- Administrador avanzado de proyectos y Planificador de redes
- Modelación de la generación distribuida
- Análisis dinámico a largo plazo
- Análisis de confiabilidad (Predictiva e histórica)
- Análisis de contingencias simples con restablecimiento
- Modelación de subestaciones y de subredes
- Análisis de redes secundarias malladas
- Evaluación de riesgos por relámpago de arco

- Coordinación de dispositivos de protección

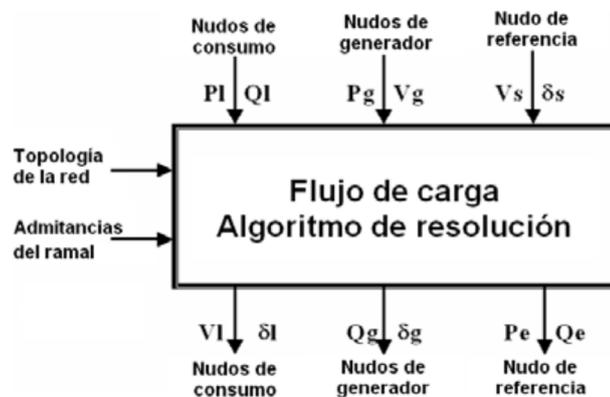
1.1.3.2. Flujo de carga

El análisis de flujo de cargas analiza el desempeño en régimen permanente del sistema de potencia bajo diversas condiciones de funcionamiento. Es la herramienta de análisis de base para el planeamiento, diseño y operación de cualquier sistema eléctrico de potencia. Puede aplicarse a redes de distribución, industriales o de transporte de energía eléctrica.

El cálculo del flujo de carga permite encontrar los valores de voltaje, corriente y potencia de un sistema de transmisión, de subtransmisión o distribución, para el caso nos interesa el de distribución. Ej.

Dado el consumo de energía en todas las barras y la producción de energía en cada generador, encontrar: la amplitud de la tensión y el ángulo de fase en cada barra, así como la potencia que fluye a través cada línea y transformador

GRAFICON°11
FLUJO DE CARGA



Fuente: www.cyme.com/es/software/cymdist/

El módulo Flujo de carga de CYME proporciona al usuario algoritmos de resolución para las redes equilibradas y desequilibradas y resuelve sistemas como el Ej. Indicado. Cuando se trata de redes desequilibradas, se usa el método de cálculo de caída de tensión basado en las iteraciones corrientes como algoritmo de resolución. (<http://www.tradurep.com/>, 3) [21]

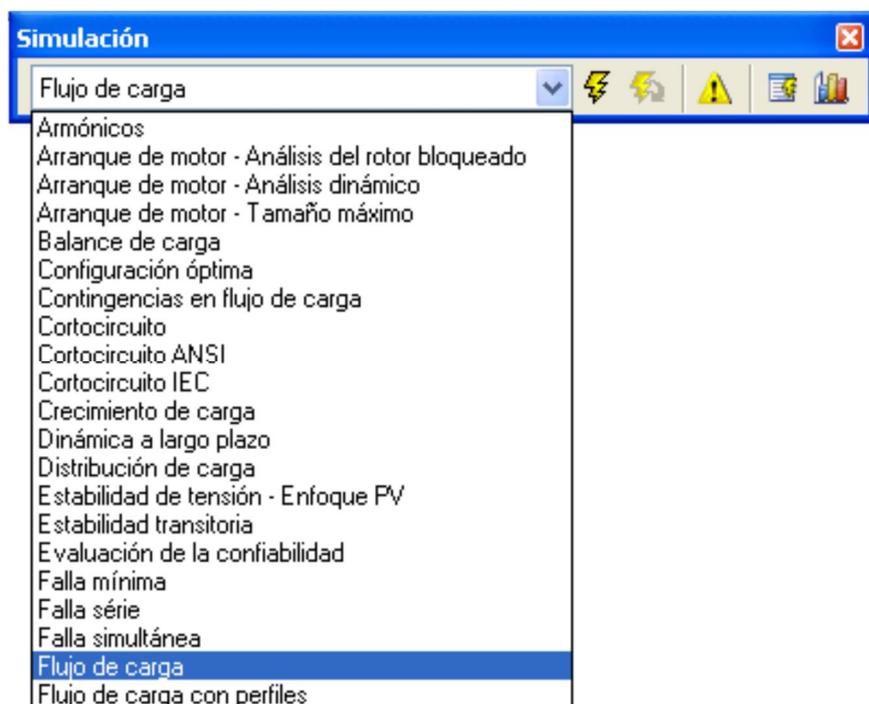
Para la resolución, si el módulo desequilibrado requiere el programa CYMDIST, en cambio en redes equilibradas el usuario tiene la opción de los siguientes métodos de cálculo:

- Caída de tensión (Requiere CYMDIST)
- Fast Decoupled (Requiere CYMFLOW)
- Full Newton-Raphson (Requiere CYMFLOW)
- Gauss-Seidel (Requiere CYMFLOW)

Ya dentro del programa, usando la barra de herramientas Simulación, seleccione Flujo de carga entre los análisis disponibles y pulse después el icono Ejecutar simulación y se despliega la siguiente pantalla:

GRAFICO N° 12

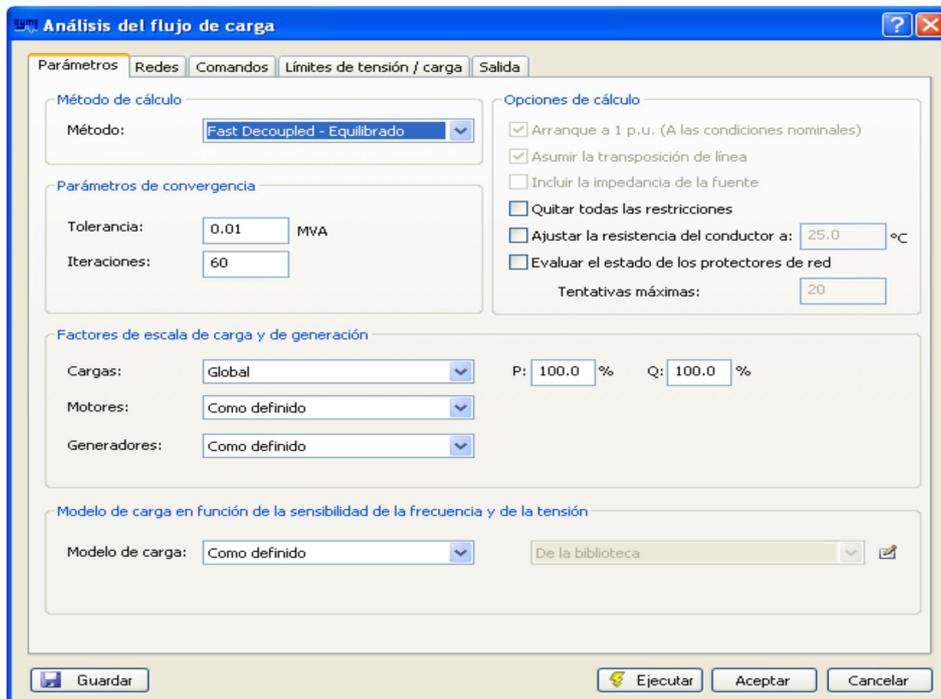
INTERFAZ DE CIMDYST PARA SIMULACIÓN DE FLUJO DE CARGA



Fuente: www.cyme.com/es/software/cymdist/ 17/09/2014

También podrá ejecutar la simulación de Flujo de carga escogiendo el menú Análisis > Flujo de carga. Así obtendrá el cuadro de dialogo Análisis del flujo de carga con la pestaña Parámetros seleccionada.

GRAFICON°13 INTERFAZ DE CYMDIST PARA INICIAR UN ANÁLISIS DE FLUJO DE CARGA



Fuente: www.cyme.com/es/software/cymdist/ 17/09/2014

“El programa CYMDIST proporciona una amplia variedad de reportes gráficos y códigos de colores del diagrama unifilar para indicar condiciones de sobretensión o de su voltaje, equipos sobrecargados, tramos aislados, niveles de falla, niveles de tensión, etc. El utilitario CYMVIEW, común a todos los módulos de simulación, puede interconectarse con el programa CYMDIST y producir los perfiles de la tensión de fase, de la corriente de falla, de la potencia reactiva y de la potencia aparente desde la Subestación hasta el tramo seleccionado.” (<http://www.cyme.com/es/>, p. 5, 2014) [22]

1.1.4. Límite Térmico en líneas de transmisión.

Este límite es determinado por las características mecánicas y eléctricas de los conductores. Al respetarse este límite se conserva la vida útil del elemento conductor, su determinación se basa en la corriente máxima que puede circular a través del conductor sin que el calentamiento producido por efecto Joule altere las características mecánicas y eléctricas. Para determinar este límite en líneas aéreas es importante tomar en cuenta los factores atmosféricos y del medio ambiente, los que pueden incrementar o reducir la capacidad de disipación de calor del conductor. (Vega, s/f: 18) [23]

En redes eléctricas robustas se puede llegar a rebasar el límite térmico en el caso de líneas de corta longitud, debido a que el límite de caída de voltaje permisible no se excede, lo mismo puede decirse del límite por estabilidad o separación angular, siendo la separación angular relativamente pequeña. Este margen térmico se establece en función del tipo de conductor.

1.1.4.1. Rango de temperatura

Es el rango de medición de la temperatura de la cámara termográfica. En el caso de las subestaciones eléctricas, la temperatura más baja en el equipo y las conexiones deben estar cerca de la temperatura ambiente y se puede llegar más alto, en casos extremos, temperatura de fusión de los metales utilizados (por ejemplo, aluminio = 657.7 °C). Sin embargo, el rango de -20 °C a 500 °C, por lo general es suficiente para inspecciones en las subestaciones eléctricas. (Vega, s/f) [24]

1.1.4.2. Rango Espectral

La longitud de onda es uno de los campos que se utiliza para la fabricación de las cámaras termográficas que son aplicables en sistemas eléctricos, que va desde 3 a 5 μm y de 8 a 14 μm . (FLIR, 2008) [25]

1.1.4.3. Límite por Caída de Voltaje

Este índice se relaciona con el servicio a los usuarios, ya que se debe mantener la magnitud de voltaje en los extremos de envío y de recepción, dentro de una banda de valores respecto al voltaje nominal de operación. Con bajo voltaje se incrementa la corriente para suministrar un valor dado de demanda y como consecuencia se aumenta las pérdidas de transmisión y el calentamiento de los equipos que componen el sistema eléctrico. En este caso puede incluso llegarse al límite térmico de la línea de transmisión.

1.1.4.4. Límite de Estabilidad

La estabilidad del sistema eléctrico, se debe mantener un margen de estabilidad que asegure un coeficiente de sincronización positivo, lo suficientemente grande como para conservar la estabilidad del sistema ante disturbios.

Este límite se establece permitiendo que por la línea de transmisión se envíe como máximo una potencia igual al 70 % (este porcentaje puede variar en función del grado de seguridad del sistema), de la potencia máxima, así la ecuación de flujo de potencia está dada por la expresión siguiente.

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{E_s E_r}{X_{eq}} \sin(\delta_{sr}) \quad \text{ECUACIÓN 5}$$

$$ME\% = \frac{P_{m\acute{a}x} - 0,7P_{m\acute{a}x}}{P_{m\acute{a}x}} \times 100 \quad \text{ECUACIÓN 6}$$

1.1.4.5. Cargabilidad en transformadores en base a cargas de corta duración

Los transformadores se pueden cargar por efecto del envejecimiento de un ciclo de carga o su efecto acumulativo de ciclos de carga, los transformadores pueden operar por encima de los 110°C en los puntos más

calientes durante períodos cortos, siempre que operen por períodos mucho más largos a temperaturas por debajo de los 110°C. Esto se debe al hecho de que el envejecimiento térmico es un proceso acumulativo, por tanto permite llevar con seguridad cargas sobre la nominal bajo la mayoría de condiciones sin perjudicar la expectativa normal de vida del transformador, bajo estos conocimientos, la cámara termográfica facilita la prevención de sobrecargas en los transformadores de las subestaciones. (Tipán, 2008: 56) [26]

Cada una de éstas características emitidas en el párrafo de la cita, se consideró durante el estudio de cargabilidad en la Subestación Puyo.

1.2. Termografía

1.2.1. Historia

Hace algo menos de 200 años, ni siquiera se sospechaba la existencia de la región infrarroja del espectro electromagnético. La importancia original del espectro infrarrojo como forma de radiación calorífica es probablemente menos obvia hoy en día que en la época de su descubrimiento por parte de William Herschel en 1800. El descubrimiento fue accidental y se produjo durante la investigación de un nuevo material óptico. Sir William Herschel, astrónomo real del rey Jorge III de Inglaterra y ya famoso anteriormente por haber descubierto el planeta Urano, estaba investigando con el fin de encontrar un material para filtros ópticos que lograra reducir el brillo de la imagen del sol en los telescopios al realizar observaciones solares. (Rangel, 2013: 27) [27]

Al probar diferentes muestras de cristales de colores que proporcionaban similares reducciones del brillo, Herschel se dio cuenta de la necesidad de realizar un experimento sistemático, con el fin de descubrir un material que proporcionara la reducción deseada del brillo y al mismo tiempo la máxima reducción posible del

calor. Empezó el experimento repitiendo el experimento de prismas de Newton, pero buscando el efecto calorífico en lugar de la distribución visual de la intensidad en el espectro.

Por tanto, las bases para el desarrollo de la termografía infrarroja se remontan a Isaac Newton, quien descubrió que la luz blanca no era indivisible y que en cambio, estaba compuesta por un espectro de luces de diferentes colores. Tiempo después William Herschel observó que los diferentes colores del espectro variaban en temperatura siendo las tonalidades azules más frías y las tonalidades rojas más calientes. Posteriormente hizo pasar luz del sol por un prisma de vidrio y con esto se formó un espectro.

Además, observó que fuera del espectro de colores visibles las temperaturas seguían variando, de tal forma que denominó como ultravioleta a la zona situada más allá de los tonos azules, e infrarroja a la ubicada más allá de los tonos rojos. Sir Frederick William Herschel, nacido en Alemania 1738, se interesó en verificar cuanto calor pasaba por filtros de diferentes colores al ser observados al sol. En base a ello pudo determinar que los filtros de diferentes colores dejaban pasar diferente nivel de calor.(Rangel, 2013:34) [28]

1.2.2. Conceptos

“Termografía es la ciencia de adquisición y análisis de la radiación infrarroja emitida por un cuerpo a distancia. Todos los cuerpos emiten radiación infrarroja, la cual no es visible para el ojo humano, ya que emite en una longitud de onda distinta a la luz visible.” (Definiciones ABC, 2014: 1) [29]

“Técnica que permite medir temperaturas exactas a distancia sin necesidad de contacto físico, por la captación de radiación infrarroja del espectro electromagnético utilizando cámaras termográficas, se convierte la energía radiada

en información sobre temperatura, expresada en grados centígrados y Fahrenheit.”
Citado en: (Rangel, 2013: 30) [30]

1.2.3. Termografía Infrarroja

Debido a lo general que resulta la termografía infrarroja, el campo de aplicación de esta tiene un exvoltage que va más lejos de la simple toma de medidas de temperatura, y abarca tanto aplicaciones industriales como de investigación y desarrollo.

La localización de defectos en instalaciones eléctricas, el análisis de laminaciones de materiales compuestos, el control de procesos de fabricación, la vigilancia en condiciones nocturnas o de visibilidad reducida, la detección de pérdidas energéticas en edificación y hornos, o estudio de dispositivos mecánicos son algunos ejemplos en los que se pueden obtener importantes beneficios mediante el uso de la termografía infrarroja.

Las personas no somos sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas si son capaces de medir esta energía con sus sensores infrarrojos, capacitados para ver en estas longitudes de onda. Esto permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de una superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto alguno. (Flir, 2008:2) [31]

“La Termografía infrarroja es una técnica que permite ver la temperatura de una superficie con precisión sin tener que tener ningún contacto con ella. Gracias a la Física se puede convertir las mediciones de la radiación infrarroja en mediciones de temperatura, esto es posible midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.” (NIVELA, 2014: 1) [32]

La termografía infrarroja entonces permite mediciones eléctricas que ayudan a ver cambios de temperatura que pueden afectar al sistema eléctrico, al cual se hace mención en éste trabajo de grado.

La termografía no es una tecnología nueva, existiendo equipos termográficos varias décadas, y su uso se ha popularizado en los últimos años debido a los avances técnicos en miniaturización electrónica que han dado lugar a la aparición de equipos de prestaciones mejoradas con una reducción importante en su tamaño y precio. Esta situación está dando lugar a un incremento del uso de la termografía de forma general y de forma particular en la inspección de sistemas de distribución eléctrica.

“La termografía permite visualizar los patrones de temperatura de los sistemas e instalaciones eléctricas, teniendo en cuenta que una causa de fallo en los sistemas eléctricos es un exceso de temperatura provocado por diferentes motivos que conllevan a la cargabilidad.” (Flir, 2008: 8) [33]

Una vez detectada una diferencia apreciable de temperatura en un elemento, se puede pasar a la inspección cuantitativa midiendo de forma precisa la temperatura de los elementos.

1.2.4. Formas de Transferencia de Calor

El calor es un estado de la temperatura, el mismo que determina la eficiencia de los aparatos que trabajan en determinado lugar, lo que es importante conocer para aplicar en este estudio termográfico objeto de investigación.

La transferencia de calor es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura. Cuando un cuerpo, un objeto sólido o un fluido, está a una temperatura diferente de la de su

entorno u otro cuerpo, la transferencia de energía térmica, también conocida como transferencia de calor o intercambio de calor, ocurre de tal manera que el cuerpo y su entorno alcancen equilibrio térmico. La transferencia de calor siempre ocurre desde un cuerpo más caliente a uno más frío, como resultado de la segunda ley de la termodinámica. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos en proximidad uno del otro, la transferencia de calor no puede ser detenida; solo puede hacerse más lenta. (Incropera, 1999: 1) [34]

La explicación sobre transferencia de calor emitida por el autor clarifica los conceptos que se van a determinar al momento de aplicar la termografía en la Subestación eléctrica de Puyo, sitio al cual se hace referencia este proyecto.

Los modos de transferencia son diferentes procesos de transporte de calor, usualmente son: conducción, convección y radiación.

1.2.4.1. Conducción

La conducción es la transferencia de energía desde un objeto a otro mediante el contacto directo. La conducción es un método de transferencia de calor en escala atómica a través de la materia por actividad molecular mediante el contacto directo, por el choque de unas moléculas con otras, donde las partículas más energéticas le entregan energía a las menos energéticas, produciéndose un flujo de calor desde las temperaturas más altas a las más bajas.

1.2.4.2. Convección

La convección es el mecanismo de transferencia de calor por movimiento de masa o circulación dentro de la sustancia, es decir es la transferencia de calor que se produce cuando las moléculas se mueven y las corrientes de aire, gases o fluidos circulan entre las regiones calientes y frías.

La convección puede ser natural producida solo por las diferencias de densidades de la materia; o forzada, cuando la materia es obligada a moverse de un lugar a otro. Sólo se produce en líquidos y gases donde los átomos y moléculas son libres de moverse en el medio.

1.2.4.3. Radiación

La radiación es el movimiento del calor que se manifiesta cuando la energía radiante (ondas electromagnéticas) se mueve sin que exista un medio directo de transferencia. Cuando una máquina se calienta o se enfría, el calor se transfiere de manera inestable. (Incropera, 1999: 1) [35]

1.2.4.4. Inducción

El calentamiento por inducción es un método para obtener calor continuo y rápido para aplicaciones industriales en las que haya que soldar o alterar las propiedades de los metales u otros materiales conductores de la electricidad. El proceso utiliza las corrientes eléctricas inducidas en el material para producir calor.

Aunque los principios básicos de la inducción son bien conocidos, los últimos avances en la tecnología del estado sólido han simplificado notablemente el calentamiento por inducción, haciendo de ella un método de calentamiento muy rentable para aplicaciones que impliquen empalmes, tratamiento, calentamiento y prueba de materiales. (Dahake, 2014, p 15) [36]

En cumplimiento de la decisión del presidente de la república del Ecuador de reemplazar el gas licuado por la electricidad para la cocción en el sector residencial utilizando cocinas de inducción de alta eficiencia, se ha implementado una serie de procesos que ayudaran a mejorar y aumentar el servicio eléctrico suministrado en el país.

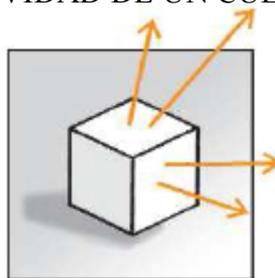
La evaluación del impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el sistema eléctrico de distribución debe realizarse mediante una metodología adecuada, para lo cual es práctico el uso del software de análisis de sistemas de distribución CIMDIST que permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos con graficación radial en anillo o mallada, permitiendo a las empresas distribuidoras diagnosticar el estado actual del sistema, evaluar el impacto de la incorporación de la carga de cocinas de inducción en cada Alimentador primario y determinar las necesidades de adecuación y medidas para la implementación. (Ministerio de Electricidad y energía Renovable, 2014: 1) [37]

1.2.5. Emisividad

“La Emisividad (ϵ) es el cociente entre la energía emitida por un objeto y aquella que emitiría si este fuese cuerpo negro a la misma temperatura. Es una medida de la capacidad de un material en absorber y de irradiar energía. No tiene dimensiones ni unidades.” (Torcal, citado por Tipán, 2013:12) [38]

De acuerdo a lo enunciado por el autor en la cita, cabe destacar que la Emisividad es un parámetro que mide la cantidad de radiación que emite un cuerpo real y se lo compara con lo que emitiría un cuerpo negro, este concepto es importante para interpretar correctamente un termograma que capta una cámara termográfica.

GRAFICO N°14
EMISIVIDAD DE UN CUERPO



Fuente: (Tipán, 2011)

Metales como el aluminio, cobre y el acero son ampliamente utilizados en los equipos de una Subestación, debido a sus características de conductividad. Sin embargo, estos metales generalmente tienen una superficie de baja Emisividad, dificultando una inspección con la termografía infrarroja.

La Emisividad es una propiedad de la superficie que determina la capacidad de emitir radiación infrarroja, la cual puede variar con la calidad de la superficie, con la longitud de onda, la forma del objeto, la temperatura y el ángulo de visión. La Emisividad es un factor que debe considerarse seriamente en las inspecciones, en subestaciones existe una gran dificultad en la determinación de la Emisividad. (Tipán, 2011:70) [39]

Este estudio pondrá en consideración todas estas aclaraciones hechas por el autor, para alcanzar las mediciones correctas y entregar un estudio capaz de aportar con datos efectivos y útiles en la detección de fallas eléctricas por efecto de la temperatura.

En subestaciones la mayoría de los componentes que se inspeccionan se encuentra a una altura por encima del termógrafo y a menudo la medida de temperatura se realiza en un ángulo diferente de la línea normal. Para eliminar los errores debidos a un ángulo de visión, el termógrafo debe buscar el punto de vista perpendicular como sea posible con la superficie de componente que se inspecciona.(Tipán, 2011: 72). [40]

1.2.6. Cámara Termográfica

La mayoría de los problemas y averías eléctricas, están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de la temperatura mediante Cámaras Termográficas. Resulta útil tener una comprensión general cómo funcionan las Cámaras Termográficas porque es muy importante

que el termógrafo trabaje dentro de las limitaciones del equipo. Esto permite detectar y analizar los problemas potenciales con mayor precisión.

Las cámaras termográficas utilizan tecnología de infrarrojos para medir la temperatura de la superficie de los objetos, sin necesidad de tocar el objeto con seguridad a altas temperaturas y de difícil acceso sin contaminar o dañar el objeto. Cuando se mide la temperatura mediante la cámara termográfica, la radiación infrarroja emitida por el objeto converge debido a la óptica de la cámara, el detector realiza un cambio de voltaje o de resistencia eléctrica, la cual es leída por los elementos electrónicos de la cámara termográfica. La señal producida por la cámara termográfica se convierte en una imagen electrónica (termograma) en la pantalla. (Flir, 2008: 8) [41]

El presente estudio, se basa en la tecnología que brinda la cámara termográfica para el análisis de la Subestación, por cuanto, cada enunciado sobre sus usos y características fueron muy considerados.

Con la cámara termográfica se va a poder examinar cada uno de los elementos que componen el sistema de distribución eléctrica en busca de patrones de calentamiento, lo cual le va a permitir detectar y resolver un posible problema antes que dé lugar a un fallo o interrupción en la línea.

En este sentido se puede hablar de dos tipos de inspecciones bien diferenciadas: por un lado las inspecciones cualitativas y por otro las inspecciones cuantitativas. En el primer caso no se busca en primera instancia el medir con gran precisión la temperatura de los elementos, sino realizar una comparación de los patrones de temperatura de los elementos que estén trabajando en las mismas condiciones.

La distribución eléctrica se basa en sistemas trifásicos, de forma que este método es perfectamente válido para la inspección de sistemas de distribución ya se va a

poder comparar los elementos de una fase con los de las otras fases, lo cual proporciona una herramienta de inspección muy potente, rápida y fácil de utilizar.

1.2.6.1. Leyes aplicadas al principio de la cámara termográfica

La cámara termográfica tiene principios físicos que están basados en leyes de la física que, los cuales se describen a continuación:

1.2.6.1.1. La ley del desplazamiento de Wien

Al aumentar la temperatura de un cuerpo negro, la cantidad de energía que emite se incrementa y se desplaza a longitudes de onda más corta. Este desplazamiento obedece a la relación llamada ley del desplazamiento de Wien.

Derivando la ecuación de Planck con respecto a la longitud de onda (λ) y resolviendo para su máximo resultado, obtenemos una relación sencilla entre longitud de onda ($\lambda_{\text{máx}}$).

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{0,0028978}{T} \qquad \text{ECUACIÓN 7}$$

Donde:

$\lambda_{\text{máx}}$: Longitud de onda máximo de la curva en (m)

T: Temperatura absoluta (°K)

1.2.6.1.2. Ley de Stefan-Boltzmann

Todos los objetos emiten energía radiante, cualquiera sea su temperatura. La energía emitida (E) de una superficie en (W/m^2), es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta esto se conoce como la Ley de Stefan-Boltzmann que se escribe de la siguiente manera:

$$E = \varepsilon * \sigma * T^4$$

Donde:

E: Energía

ε : Emisividad ($0 < \varepsilon < 1$)

σ : Constante de Stefan-Boltzmann, ($\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$)

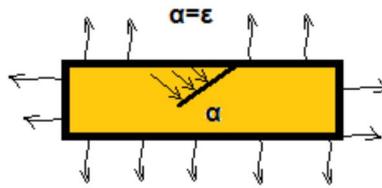
T: Temperatura

1.2.6.1.3. Ley de Kirchhoff

De acuerdo con la ley de Kirchhoff, para que un cuerpo mantenga su temperatura constante la radiación emitida deberá estar equilibrada con la radiación que absorbe.

GRAFICO N°15

EMISIÓN DE RADIACIÓN



Fuente: (Tipán, 2011)

1.2.6.1.4. Cuerpo gris

Los cuerpos con emisividades entre $0 < \varepsilon < 1$ se llaman cuerpos grises, son los objetos reales. La radiación emitida es idéntica de un cuerpo negro pero con menos amplitud. Dado que en la práctica la transmisividad juega un papel inapreciable.

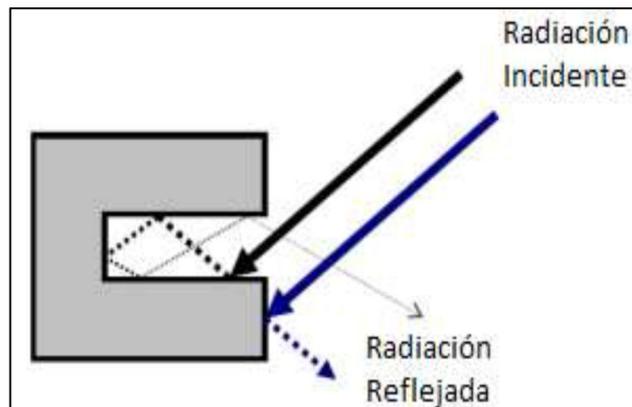
$$\varepsilon + \rho + \overset{0}{\tau} = 1$$

$$\varepsilon + \rho = 1.$$

1.2.6.1.5. Efecto de cavidad

Las reflexiones múltiples tienen un efecto enorme en la intensidad de luz reflejada. Este hecho, conocido como el "efecto de cavidad" funciona como un medio de aumento de la Emisividad de las superficies de baja Emisividad.

GRAFICON°16
EFECTO DE CAVIDAD



Fuente: Tipán, 2011)

En la teoría de la transferencia de Calor con frecuencia se asume que la temperatura de una superficie es una variable independiente, pero no es así, de modo que a mayor temperatura del cuerpo mayor radiación en el infrarrojo.

1.2.7. Aplicaciones de la termografía por infrarrojos

La Termografía por infrarrojos es una técnica que permite ver la temperatura de una superficie con precisión sin tener ningún contacto con ella. Gracias a la Física se puede convertir las mediciones de la radiación infrarroja en mediciones de temperatura. Debido a lo general que resulta la termografía por infrarrojos, donde el campo de aplicación es amplio, solo se abarcara aplicaciones eléctricas. Algunos ejemplos en los que se pueden obtener importantes beneficios mediante el uso de la termografía por infrarrojos.(Tipán, 2011:38). [42]

1.2.7.1. Aplicaciones de la termografía infrarroja en el sistema eléctrico

Las cámaras termográficas son una herramienta indispensable en el mantenimiento predictivo y preventivo, al detectar anomalías invisibles al ojo humano, con el objetivo de prevenir errores y fallos que puedan suponer grandes pérdidas económicas.

Las cámaras infrarrojas se han convertido en sistemas similares a las cámaras de vídeo, son sencillas de usar y producen imágenes de muy alta resolución en tiempo real. En todo el mundo son muchas las industrias que han descubierto en la termografía infrarroja las ventajas que puede traerles en sus programas de mantenimiento preventivo. (Tipán, 2011; 38). [43]

Las Cámaras de infrarrojos con respecto a alta voltaje detectan: oxidación de los conmutadores de alta voltaje, conexiones mal fijadas, defectos en aislantes, conexiones sobrecalentadas, inspección en líneas de alta voltaje, conexiones de alta voltaje defectuosas.

Baja voltaje: conexión de alta resistencia, daños en fusibles internos, mala conexión y daños internos, corrosión en conexiones, fallos en ruptores internos, conexiones de cables sueltos.

Mecánicas: sobrecalentamiento de motores, bombas sobrecargadas, cojinetes calientes, rodillos sospechosos, eje de motor sobrecalentado, motores eléctricos.

Su importancia radica en lo siguiente:

- Son tan fáciles de usar como una cámara de vídeo
- Dan una imagen completa de la situación
- Realizan inspecciones con los sistemas funcionando bajo carga
- Identifican y localizan el problema

- Miden temperaturas
- Almacenan información
- Dicen exactamente las medidas a tomar
- Encuentran el problema antes de que éste se produzca
- Ahorran un tiempo y dinero valiosísimos. (Flir, 2008) [44]

1.2.8. Mantenimiento Predictivo en Subestaciones Eléctricas

El mantenimiento predictivo se ha introducido para identificar problemas potenciales y reducir costos. La termografía en mantenimiento se basa en el hecho de que la mayoría de los componentes muestran un incremento de temperatura cuando existe un mal funcionamiento y la falta se detecta antes de que se produzca el fallo, ello es lo que pretende alcanzar en la Subestación Puyo, la cual es objeto de estudio.

Se considera entonces que el objetivo del mantenimiento predictivo es reducir los costos de operación y de mantenimiento, incrementando la confiabilidad de los equipos.

La base del mantenimiento predictivo radica en la monitorización de los equipos, ya que se debe evaluar los parámetros de temperatura, nivel de aislamiento y otros, cuando la empresa esté operando en funcionamiento normal. Por lo tanto, no es necesario hacer interrupciones en los procesos o una parada en el funcionamiento de los equipos, para poder evaluar la condición de los mismos; es decir, se puede conocer el estado de los equipos, máquinas o elementos mientras están trabajando. (Cajamarca y Sigua, 2010: 75)[45]

Cuando se realiza un mantenimiento, las fallas se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planeación y la programación de las acciones correctivas paros programados y bajo condiciones

controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que además garanticen una mejor calidad de reparaciones en la Subestación.

1.2.8.1. Mantenimiento predictivo a base de termografía

Es importante el diseño de una plan de mantenimiento predictivo para el equipo de subestaciones mediante el análisis estadísticos de los datos de temperatura obtenidos en un estudio termográfico, cuyos datos se presentan de manera gráfica a partir de los cuales se realiza el análisis pertinente.

1.2.8.2. Norma ASTM E1934 – 99a

Para examinar los equipos eléctricos mediante la termografía infrarroja, es necesario realizar la verificación siguiendo la norma ASTM E1934 – 99a para especificar las inspecciones infrarrojas del equipo mecánico y eléctrico que una cámara termográfica debe realizar. Esta norma en forma textual dice:

Alcance

- a) Esta guía enumera las responsabilidades comunes del usuario final y del termógrafo infrarrojo al usar la termografía infrarroja.
- b) Esta guía contornea el contenido específico requerido documentar inspecciones infrarrojas cualitativas y cuantitativas del equipo eléctrico y mecánico
- c) Esta guía puede implicar el uso del equipo y de los materiales en presencia de equipo eléctricamente energizado o en movimiento.
- d) Las inspecciones infrarrojas no son remediadoras.

- e) En el equipo eléctrico, los defectos calientes son creadas generalmente por un aumento en la resistencia causada por las conexiones flojas o deterioradas, los cortocircuitos, las sobrecargas, los desequilibrios de la carga o los componentes defectuosos, unidos mal o incorrectamente instalados. Los defectos fríos son causados generalmente por los componentes estropeados.
- f) En el equipo mecánico, los defectos calientes son creados generalmente por la fricción causada por la lubricación incorrecta, el desalineamiento, componentes usados o anomalías mecánicas del cargamento.
- g) Los defectos fríos son causados generalmente por los componentes estropeados.
- h) Los defectos en sistemas del aislamiento son causadas generalmente por la falta o por los materiales deteriorados, instalación incorrecta o cantidades escasas de material.
- i) Las inspecciones infrarrojas proporcionan datos sobre el equipo a la hora de la inspección solamente.
- j) Una inspección infrarroja del equipo eléctrico y mecánico no asegura su operación apropiada. Otras pruebas y el mantenimiento apropiado son necesarios para asegurar su funcionamiento confiable.
- k) Los inspectores deben de estar certificados por instituciones que tengan reconocimiento y adicionalmente tengan la certificación para realizar estos cursos, principalmente avalados por las normativas ISO correspondientes.

La certificación obtenida a través de los cursos de formación y certificación del ITC cumplen los requisitos según las Normas ISO correspondientes a cada nivel:

- El Nivel 1 del ITC está validado de acuerdo con los requerimientos Bindt para la formación estructurada de usuarios de mantenimiento preventivo (conforme con ISO 18436-1)
- El Nivel 2 del ITC cumple con las partes correspondientes al mantenimiento preventivo de maquinaria de la ISO 18436-1 y la ISO 18436-7. (Paniagua, 2014) [46]

Hay que tener en cuenta que las inspecciones infrarrojas no son remediadoras, no asegura la operación apropiada de los equipos sino que permite ver defectos en los sistemas para tomar los correctivos necesarios para asegurar su funcionamiento confiable.

1.2.8.3. Ventajas del mantenimiento predictivo mediante termografía.

- a) Se realiza a distancia, no es necesaria una parada. La seguridad y el ahorro económico es total, ya que no supone riesgo para las personas o cosas y no requiere parada en la línea de producción.
- b) Rápida localización de puntos calientes. Un incremento anómalo de temperatura significa un problema, defecto, deterioro, sobre carga, etc, que se debe estudiar y realizar acciones de mantenimiento.
- c) Correcta planificación de paradas de mantenimiento. Al analizar el estado y la prioridad del fallo se programa una para de mantenimiento para el arreglo o sustitución del elemento dañado.
- d) Se vé, lo que el ojo no puede ver. Pérdidas térmicas, rozamientos mecánicos, sobrecalentamientos eléctricos, tuberías defectuosas, llaves de paso deterioradas, humedades, fallos de aislamiento, etc.

- e) Disminución de riesgo de incendio. Con la temprana localización de puntos calientes, se reduce considerablemente el riesgo de incendio. El 70% de los incendios en industrias, viviendas, etc, se producen por fallos eléctricos fácilmente localizables mediante la termografía.
- f) Informe detallado de la instalación. El personal de mantenimiento mediante los informes, puede realizar un histórico de la instalación adelantándose a posibles fallos.
- g) Inspecciones de prevención de riesgos y seguridad laboral. El informe justifica un correcto sistema de mantenimiento predictivo, ya que verifica el estado de los elementos de seguridad de la instalación eléctrica, protegiendo de daños a personas e incendios en las instalaciones.
- h) Bonificación por parte de la aseguradora. Algunas compañías de seguros otorgan bonificaciones en las primas de sus seguros a empresas que posean un sistema consolidado de mantenimiento predictivo. (Mghelectricidad, 2014: 1). [47]

1.2.9. Calidad del Producto Eléctrico

Se entiende por calidad del producto eléctrico a la ausencia de desviaciones en la forma de onda de voltaje de la fuente de suministro, esto significa que se deben mantener constantes tanto la amplitud como la frecuencia. La mayoría de los aparatos eléctricos se adaptan a las perturbaciones leves en la calidad del producto eléctrico, sin embargo estos se verán afectados en su vida útil.

Las empresas de distribución tratan de mantener los niveles de voltaje dentro de los índices establecidos en las diferentes normas del sector eléctrico.

Elementos a inspeccionar

Los elementos a examinar son típicamente los puntos de unión y distribución de las líneas. De esta forma se revisarán.

- a. grapas de amarre.
- b. elementos de suspensión en estructuras de aislamiento
- c. pasos aéreos a subterráneo
- d. botellas de paso a tierra
- e. seccionadores tripolares
- f. cortacircuitos
- g. fallos en aisladores debido a suciedad, deposiciones salinas.

1.3. Hipótesis

El análisis de cargabilidad en el Alimentador Circunvalación con la aplicación del software CIMDYST 7, el programa EXCEL y la aplicación de un estudio termográfico en la Subestación Puyo y el Alimentador Circunvalación, mediante la aplicación de los resultados obtenidos en el estudio mejorara la calidad de entrega de la energía eléctrica.

1.3.1. Variables de investigación e indicadores

1.3.1.1. Variable independiente:

- Análisis de cargabilidad

Indicadores

- Corriente máxima que puede circular a través del conductor sin el calentamiento.

- Envío y recepción, caída máxima de voltaje del 5%
- Margen de estabilidad.
- Potencia máxima que se puede transmitir 70%.

1.3.1.2. *Variable dependiente:*

- Estudio termográfico en la Subestación Puyo y en el Alimentador Circunvalación de la EEASA.

Indicadores:

- Grados Centígrados.
- Rango de temperatura de (-20 °C a 500 °C).

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Entorno del Lugar de Investigación

2.1.1. Antecedentes Históricos de la EEASA

El sector eléctrico ecuatoriano en sus inicios, se desarrollaba fundamentalmente a través de pequeñas empresas, en las que la mayor responsabilidad recaía en los municipios, es así como se conforma la Empresa Eléctrica Ambato un dos de julio del año 1959, luego de que se suscribiera la escritura de constitución el veintinueve de abril del mismo año.

Al principio no fue muy fácil puesto que tuvieron que superar muchas dificultades de negociación para transformar lo que entonces era la Empresa Municipal.

La Empresa Eléctrica Ambato vino a ser el ente catalizador del desarrollo, en primera instancia de la Provincia de Tungurahua, encargándose de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

En este entorno, la EEASA se promueve con la participación del I. Municipio de Ambato y la ex-Honorable Junta de Reconstrucción de Tungurahua, dotándola de una apropiada autonomía. Su capital inicial fue de 97 millones de sucres, de ellos 64 correspondían al Municipio y el resto a la ex Honorable Junta de Reconstrucción. Los activos iniciales se sustentaron en la Central Hidroeléctrica

Miraflores de 1.400 KW, que estaba en servicio desde 1914 y los terrenos y bienes de la Central Río Verde, así como la Central Hidroeléctrica La Península, que en ese momento se encontraba en construcción, además de todas las redes que constituían el sistema de distribución en la parte urbana de la ciudad de Ambato y que servían a aproximadamente 6.000 clientes, con ciento diez trabajadores. Como era lógico, empezó a funcionar en un local arrendado.

A la presente fecha, el área de concesión de la EEASA, se circunscribe a gran parte de la zona central del País en una superficie de aproximadamente 41.000 Km² y 700.000 habitantes, que comprende las Provincias de Tungurahua y Pastaza, en su totalidad; los Cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto en la Provincia de Morona Santiago y la parte sur de la Provincia de Napo, que incluye su capital Tena y los Cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola.

La nueva área geográfica de concesión otorgada por el CONELEC se legalizó el 29 de diciembre del 2004, incorporando al ex Sistema Eléctrico Tena, que había sido expresamente excluido, conforme lo establecido en la disposición transitoria de la cláusula octava del contrato de concesión del servicio público de distribución otorgada por el CONELEC, mediante escritura pública de fecha 31 de julio de 2001.

En el año 1974, el ex INECCEL encarga a la EEASA la administración del Sistema Eléctrico Pastaza, condición que se mantiene hasta que, en el año 1987, se añade al paquete accionario una porción del Oriente Ecuatoriano, ingresando tres accionistas de la Provincia de Pastaza: I. Municipio de Pastaza, I. Municipio de Mera y H. Consejo Provincial de esa Provincia, lo que le valió su estatus actual de Empresa Regional; precisamente por este hecho, en ese mismo año, cambia su denominación a Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A. Nótese que a esta fecha son once los accionistas.

Finalmente, el 25 de junio del 2004, se incorpora el Sistema Eléctrico Tena que

brindaba el servicio en la parte sur de la Provincia de Napo, concretándose la inclusión de cuatro nuevos accionistas, en virtud de la resolución de la Junta General realizada en el mes de diciembre de 2007, siendo ellos: I. Municipio de Tena, H. Consejo Provincial de Napo, I. Municipios de Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola, totalizando con esta última reforma estatutaria, veintidós accionistas.

2.1.2. Filosofía Institucional

2.1.2.1. Misión

“Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social”.

2.1.2.2. Visión

"Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país".

2.1.2.3. Principios

Disponer de recursos humanos capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos constitucionales.

Practicar una gestión gerencial moderna, dinámica, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.

Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada.

Tener procesos automatizados e integrados.

2.1.3. Análisis de la Infraestructura Tecnológica de la Institución

La subestación eléctrica Puyo entró en funcionamiento en el año 1986, con el objetivo fundamental de brindar un mejor servicio eléctrico en parte de la zona oriental. El sistema de distribución cubre la zona occidental de la provincia de Pastaza, sirviendo a sus cuatro cantones: Pastaza, Mera, Santa Clara y Arajuno.

Esta subestación está ubicada en el barrio El Dorado, cantón y provincia de Pastaza, dada por las siguientes coordenadas: en X[UTM] 831747,696 en Y [UTM] 9834449,756 y en Z [UTM] 978,29.

Esta subestación tiene seis alimentadores primarios, que brindan energía eléctrica tanto al sector urbano como al rural, estos son: Central, Circunvalación, Shell-Mera, Capricho, Macas y Tarqui.

Cada uno de los alimentadores primarios constituyen circuitos radiales aéreos cuya cobertura es urbana y rural, los mismos que están compuestos de uno, dos y tres conductores de fase y un conductor neutro continuo, sólidamente puesto a tierra, a partir del punto neutro de la subestación de distribución y común para los circuitos secundarios.

Los alimentadores que forman parte de la subestación eléctrica Puyo cubren aproximadamente 3262 km², esto se debe a que la mayoría del territorio de Pastaza está constituido por bosques primarios y secundarios en los que habitan grupos étnicos que no disponen de servicio eléctrico de distribución nacional, debido a la falta de construcción de vías de acceso y por la idiosincrasia misma de los pueblos que habitan en dicho territorio.

2.1.3.1. Alimentador circunvalación

Este alimentador es primario y cubre aproximadamente el 55% del área urbana de la ciudad de Puyo; sin embargo es uno de los alimentadores de menor longitud.

Este alimentador cubre las zonas residenciales y comerciales de la ciudad, y cuenta con una carga instalada de 6332,5 kVA; lo que lo convierte en uno de los alimentadores con mayor carga instalada. En cuyos componentes cuenta con transformadores monofásicos de 10 kVA, 15 kVA y 25 kVA. Respecto a los transformadores trifásicos no llegan a ser tan representativos y por lo general son particulares que no cuentan con red de bajo voltaje.

El nivel de voltaje es de 15 KV, dispone de cuatro nodos de transferencia de carga, los mismos que son usados para realizar maniobras de operación y mantenimiento, estos también se conectan con los nodos Macas, Tarqui, Central y Obrero.

Aproximadamente cuenta con 5000 clientes, de los cuales la mayoría son de tipo residencial y cuya cobertura abarca los barrios: El Recreo, El Dorado, Santo Domingo de Guzmán, México, 12 de Mayo, Mariscal, Amazonas, Obrero, Simón Bolívar, La Merced, Nuevos Horizontes.

La longitud del alimentador Circunvalación es en la línea trifásica 19,75Km, línea monofásica 16,19Km. La potencia instalada es de 6332,5 KVA. Los trafos monofásicos son en total 251, y los trafos trifásicos son 24.

2.2.Diseño Metodológico

2.2.1.Métodos de investigación

2.2.1.1. Método Comparativo

Utilizamos el método comparativo para analizar los resultados que obtuvimos del cálculo realizado en Excel mediante fórmulas teóricas y metodologías impuestas a

las empresas eléctricas por el MEER versus una simulación en estado normal de operación del Alimentador realizado en el software CIMDIST.

El método comparativo se presta para ser combinado con metodologías observacionales y de descubrimiento mediante la problematización de la sobrecarga de los transformadores del Alimentador Circunvalación, comparando los niveles de temperatura según la termografía realizada.

2.2.1.2. Método tendencial

La tendencia térmica es un proceso que utilizamos para comparar la distribución de la temperatura en el mismo componente en función del tiempo, se utiliza sobre todo en inspecciones de equipos eléctricos como en los transformadores, puentes, conectores, etc. en los que las firmas térmicas habituales pueden resultar complejas. También es útil cuando las firmas térmicas con las que se detectan las averías se suelen desarrollar con lentitud.

2.2.2. Tipo de Investigación

2.2.2.1. Investigación de campo

Esta investigación se llevó a efecto en la toma de temperaturas en cada una de los componentes de la Subestación Puyo y en el Alimentador Circunvalación, obteniendo una situación provocada por el investigador para introducir las variables de estudio, y poder controlar el aumento o disminución de las temperaturas y sus efectos en las conductas observadas de los equipos y materiales, es decir el límite de cargabilidad.

Con éste tipo de investigación se recorrerá las instalaciones de la Subestación y el Alimentador de la circunvalación midiendo las temperaturas de cada componente con la cámara termográfica.

2.2.2.2. Investigación descriptiva

Esta investigación descriptiva se aplicara en la Subestación Puyo y el Alimentador Circunvalación ya que se describirá en un sistema de información en Microsoft Excel los parámetros térmicos encontrados en dichas instalaciones.

Además, a lo largo de la presente investigación se describe, analiza e interpreta cada parte del plan de mantenimiento preventivo por el estudio termográfico realizado, llegando a una conclusión general por medio del análisis de los hechos observados como la realización de las actividades de mantenimiento por parte del personal encargado, generando conclusiones acertadas y proponiendo recomendaciones que ayudaran a aumentar cada vez más la calidad de servicio de la Subestación Puyo.

2.2.3. Técnicas de Investigación

2.2.3.1. Observación

Se aplicó la observación en la Subestación Puyo y el Alimentador Circunvalación ya que se reconoció las instalaciones y las líneas observando el estado de los elementos.

2.2.3.2. Lectura científica

“La lectura científica es una técnica de la investigación basada en la comprensión de un tema o hechos científicos comprobados, esto se utilizara para realizar una

hipótesis sobre el funcionamiento de la implementación del proyecto.”(Herrera, 2004: 26) [48]

Cabe destacar también que la lectura de textos científicos brinda información clara y necesaria sobre los avances en tecnología e investigación realizados sobre termografía, cámaras termográficas, y así poder aprender nuevas palabras, nuevos saberes y conocimientos, además de un amplio vocabulario y visión crítica frente al tema en cuestión.

2.3. Calculo de la cargabilidad de los transformadores y el impacto de la incorporación masiva de cocinas de inducción sobre el Alimentador Circunvalación en Microsoft EXCEL

Se inició con el análisis del Alimentador en estado estable de operación de la red (sin cocinas), según el CECON identificamos el número de clientes residenciales por cada transformador, su capacidad (KVA) y el consumo (KWh) con la ayuda de una tabla dinámica.

Para el siguiente paso calculamos la demanda máxima sin cocinas utilizando la formula # 2 (factor de carga) a partir del consumo (Demanda Promedio) ya obtenidos anteriormente y el factor de carga del Alimentador dado en 0,73.

El impacto de la incorporación de las cocinas de inducción calculando la Demanda máxima por cocina coincidente utilizando el número de clientes y la Demanda máxima unitaria de las cocinas de inducción fue homologada para todas las empresas distribuidoras de la EEASA basándose en la metodología del MEER, para así obtener la demanda máxima con cocinas y su cargabilidad. Estos datos se presentan en la siguiente tabla.

TABLA N° 2

CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN
EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN EN EXCEL

# Trafo	Capacidad Transformador [kVA]	Cientes Residenciales	Total Clientes	Consumo [kWh]	Dmáx sin cocina [kW]	Dmáx cocina coincidente [kW]	Dmáx con cocina [kW]	Cargabilidad sin cocinas [%]	Cargabilidad con cocinas [%]
124	T3C45	53	89	18782	35,65	22,59	58,25	79%	129%
135	T1A75	55	129	37823	71,80	23,33	95,13	96%	127%
140	T1C10	17	25	2661	5,05	10,53	15,58	51%	156%
145	T1A15	15	20	3683	6,99	9,66	16,65	47%	111%
148	T1A10	13	14	2118	4,02	8,69	12,72	40%	127%
152	T3C45	67	86	12032	22,84	28,00	50,84	51%	113%
153	T1C15	25	30	3515	6,67	12,30	18,98	44%	127%
154	T1A25	39	56	7739	14,69	17,36	32,05	59%	128%
157	T1A25	46	54	4708	8,94	20,00	28,93	36%	116%
160	T1A75	35	102	41185	78,18	16,05	94,23	104%	126%
161	T1C37,5	0	51	27511	52,23	0,00	52,23	139%	139%
163	T1C25	26	43	7434	14,11	12,70	26,82	56%	107%
172	T3C30	48	70	14447	27,43	20,73	48,16	91%	161%
175	T1C10	35	45	9137	17,35	16,05	33,39	173%	334%
193	T1C25	43	45	4619	8,77	18,84	27,61	35%	110%
244	T1A37,5	27	64	20458	38,84	13,10	51,93	104%	138%
246	T1C10	12	16	2131	4,05	8,18	12,22	40%	122%
254	T1C25	35	45	6239	11,84	16,05	27,89	47%	112%
256	T1C25	49	54	7044	13,37	21,13	34,50	53%	138%
257	T1C25	26	41	9805	18,61	12,70	31,32	74%	125%
260	T1C15	39	45	7705	14,63	17,36	31,99	98%	213%
335	T1C15	34	46	7559	14,35	15,71	30,06	96%	200%
365	T1C25	38	41	5819	11,05	17,05	28,10	44%	112%
369	T1A25	17	20	6253	11,87	10,53	22,40	47%	90%
384	T1A10	15	19	2245	4,26	9,66	13,92	43%	139%
389	T1C15	71	93	8906	16,91	29,67	46,58	113%	311%
392	T1C15	39	42	4019	7,63	17,36	24,99	51%	167%
400	T1C15	42	75	14024	26,62	18,46	45,09	177%	301%
439	T1C10	11	13	1446	2,75	7,64	10,38	27%	104%
456	T1C15	42	64	8894	16,88	18,46	35,35	113%	236%
458	T1C25	43	52	7875	14,95	18,84	33,79	60%	135%
466	T1C10	9	23	3309	6,28	6,59	12,88	63%	129%
468	T1C25	27	31	6846	13,00	13,10	26,09	52%	104%
469	T1C25	36	37	4474	8,49	16,41	24,90	34%	100%

479	T1C15	18	22	3328	6,32	10,92	17,23	42%	115%
481	T1C25	38	45	5952	11,30	17,05	28,35	45%	113%
502	T1C25	36	44	5272	10,01	16,41	26,41	40%	106%
504	T1C25	40	51	6081	11,54	17,70	29,24	46%	117%
589	T1C25	40	42	4831	9,17	17,70	26,87	37%	107%
594	T1C15	48	50	4858	9,22	20,73	29,95	61%	200%
661	T1C10	20	32	4777	9,07	11,62	20,68	91%	207%
681	T1C25	34	50	6914	13,13	15,71	28,83	53%	115%
685	T1C25	32	36	5256	9,98	14,99	24,96	40%	100%
693	T1C15	18	18	2934	5,57	10,92	16,48	37%	110%
724	T1C15	25	28	3735	7,09	12,30	19,39	47%	129%
726	T1C15	26	29	4016	7,62	12,70	20,33	51%	136%
801	T1C15	20	23	2852	5,41	11,62	17,03	36%	114%
937	T1C15	30	35	4234	8,04	14,26	22,30	54%	149%
948	T1C15	23	24	2632	5,00	11,46	16,46	33%	110%
1026	T1C10	14	23	3550	6,74	9,20	15,93	67%	159%
1073	T1C25	28	34	8396	15,94	13,48	29,42	64%	118%
1086	T1C15	22	25	2308	4,38	11,04	15,42	29%	103%
1088	T1C15	26	28	2641	5,01	12,70	17,72	33%	118%
1117	T1C10	18	21	2699	5,12	10,92	16,04	51%	160%
1118	T1C15	16	20	4150	7,88	10,10	17,98	53%	120%
1144	T1C10	21	23	2621	4,98	10,61	15,59	50%	156%
1175	T1C15	23	23	2336	4,43	11,46	15,90	30%	106%
1176	T1C15	26	26	1661	3,15	12,70	15,86	21%	106%
1275	T1C10	10	13	1953	3,71	7,07	10,78	37%	108%
1276	T1C10	10	13	1953	3,71	7,07	10,78	37%	108%
1285	T1C15	67	88	13247	25,15	28,00	53,15	168%	354%
1286	T1C15	58	77	12660	24,03	24,36	48,39	160%	323%
1287	T1C10	16	27	4002	7,60	10,10	17,70	76%	177%
1291	T1C10	14	23	2802	5,32	9,20	14,51	53%	145%
1292	T1C10	18	30	4104	7,79	10,92	18,71	78%	187%
1295	T1C10	16	21	4432	8,41	10,10	18,51	84%	185%
1296	T1C10	16	21	4432	8,41	10,10	18,51	84%	185%
1327	T1C15	27	43	9726	18,46	13,10	31,56	123%	210%
1677	T3A75	39	108	31519	59,83	17,36	77,20	80%	103%
1855	T1A25	44	46	4279	8,12	19,22	27,34	32%	109%
1961	T1C25	5	37	19599	37,21	4,55	41,75	149%	167%
2125	T1A10	24	25	2782	5,28	11,88	17,16	53%	172%
2140	T1A10	19	21	2486	4,72	11,28	16,00	47%	160%
2681	T1A25	27	39	6358	12,07	13,10	25,17	48%	101%

Elaborado por: Los autores

Fuente: Subestación Puyo y Alimentador Circunvalación

Análisis

De acuerdo a los datos presentados en esta tabla se observa que existen seis transformadores sobre cargados en la actualidad pero cuando se incorporen las cocinas de inducción el número de transformadores sobrecargados asciende a setenta y cuatro transformadores que están por encima del 125% lo cual se comprueban realizando pruebas de laboratorio en la EEASA con lo que se determina lo máximo que puede soportar un transformador por un tiempo limitado.

Interpretación

Mediante la corrida de los datos respecto a la cargabilidad de los transformadores de distribución se presentan datos considerando la utilización de cocinas de inducción decretadas por el gobierno central ecuatoriano, esta tabla fue elaborada manualmente por los postulantes para determinar la cargabilidad de todos los transformadores de distribución existentes en el Alimentador circunvalación con lo cual se realizó una comparación de resultados utilizando corridas de flujos de potencia en el software CYMDIST 7, verificándose que los datos si tienen una correlación entre sí, respecto a la cargabilidad y el consumo de energía.

Ante los transformadores sobrecargados cabe mencionar que es necesario cambiarlos o a su vez incrementar los transformadores de distribución para igualar la carga generada y distribuida.

2.4.Comprobación de resultados:

Para comprobar los resultados obtenidos en la tabla 2 hemos decidido determinar la cargabilidad de los transformadores con ayuda del software CYMDIST que nos permitirá diagnosticar el estado actual del sistema, evaluar el impacto de la incorporación de la carga de cocinas de inducción en el Alimentador Circunvalación.

TABLA N° 3

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE CYMDIST DE TODOS LOS TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS SIN COCINAS DE INDUCCIÓN.

Nro. Equipo	Nudo origen	Nudo destino	Carga (%)
389	P047_780	164	112,7
161	P047_832	179	102,4
160	P047_832	180	103,5
1327	P047_844	182	120,4
456	P047_859	186	110
244	P047_907	193	101,4
400	P047_1054	229	108,1
175	P047_991	250	112,9

Elaborado por: Los autores

Fuente: Subestación Puyo y Alimentador Circunvalación

Análisis

En la tabla se observa los 8 transformadores que tienden a estar sobrecargados que aunque no todos sobrepasan el límite establecido de cargabilidad que corresponde al 125%, procuran tener cierto riesgo.

Interpretación

En estado normal de operación de los transformadores según el estudio realizado, en la actualidad no existe una excesiva sobrecarga, sin embargo cabe destacar que cuando haya la implementación de las cocinas de inducción el consumo va ser mayor, por tanto se necesitará mayor número de transformadores, o en su defecto es necesario cambiar los transformadores por unos cuya carga sea mayor y soporte las cargas de distribución acordes a las necesidades de la población.

TABLA N° 4

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE CYMDIST DE
 TODOS LOS TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS CON COCINAS
 DE INDUCCIÓN

# Trafo	Capacidad Transformador [kVA]	Cargabilidad con cocinas [%]
124	T3C45	129%
135	T1A75	127%
140	T1C10	156%
148	T1A10	127%
153	T1C15	127%
154	T1A25	128%
160	T1A75	126%
161	T1C37,5	139%
165	T1C25	177%
172	T3C30	161%
175	T1C10	334%
244	T1A37,5	138%
256	T1C25	138%
257	T1C25	125%
260	T1C15	213%
335	T1C15	200%
384	T1A10	139%
389	T1C15	311%
392	T1C15	167%
400	T1C15	301%
456	T1C15	236%
458	T1C25	135%
463	T1C25	146%
466	T1C10	129%
594	T1C15	200%
661	T1C10	207%
724	T1C15	129%
726	T1C15	136%
937	T1C15	149%
1026	T1C10	159%
1117	T1C10	160%
1144	T1C10	156%
1285	T1C15	354%
1286	T1C15	323%

1287	T1C10	177%
1291	T1C10	145%
1292	T1C10	187%
1295	T1C10	185%
1296	T1C10	185%
1327	T1C15	210%
1365	T1C37,5	139%
1366	T1C37,5	139%
1961	T1C25	167%
2125	T1A10	172%
2140	T1A10	160%

Elaborado por: Los autores
Fuente: Subestación Puyo y Alimentador Circunvalación

Análisis

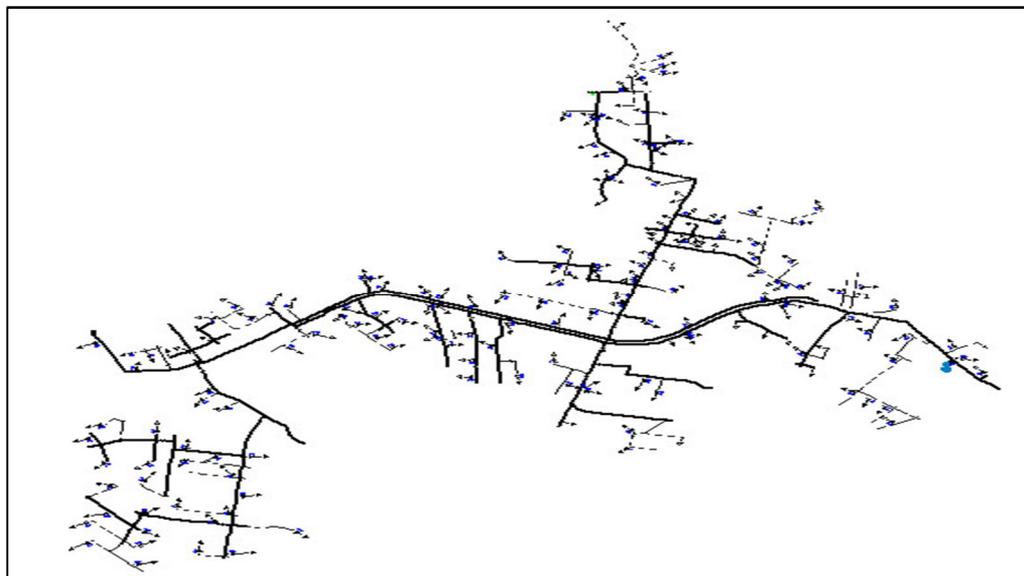
Se observa que con la implementación de masiva de cocinas de inducción existen 45 transformadores que superan el nivel del 125% de carga y los restantes los cuales se recomiendan ser cambiados.

Interpretación

Es conocido que la utilización de las cocinas de inducción es inevitable en nuestro país es por eso que se ha realizado un estudio de cargabilidad de transformadores que con la ayuda del software CYMDIST, a través de lo cual se determina que en un futuro con la implementación de las cocinas de inducción se sobrecargarán y cómo se puede observar existen transformadores que sobrepasan el límite establecido de 125% que se sugiere a la EEASA reemplazarlos.

GRAFICO N° 17

DIAGRAMA UNIFILAR. ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN



Fuente: Subestación Puyo y Alimentador Circunvalación

Este diagrama presenta cómo está constituido y como están repartidas las cargas en el Alimentador circunvalación ya graficado y simulado en el software CYMDIST.

2.4.1. ESTUDIO PREDICTIVO MEDIANTE TERMOGRAFÍA POR INFRARROJOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO R.C.N.S.A.

Subestación Eléctrica: Subestación Puyo 69/13.8 kV

Introducción

En el presente informe se presentan las imágenes termográficas y visibles juntamente con la relevancia y la urgencia de cada una de las acciones. El sistema de valoración que se ha usado es el comparativo entre un punto en condiciones

normales y un punto crítico o caliente, por eso se ha considerado la siguiente nomenclatura:

$$T_{PC} = \text{Temperatura de Punto Crítico Caliente. (}^{\circ}\text{C)}$$

$$T_{CN} = \text{Temp. equivalente en Condiciones Normales de trabajo. (}^{\circ}\text{C)}$$

Según las directrices típicas para aplicaciones eléctricas en instalaciones de distribución aérea, se plantean las siguientes conclusiones, aunque no definitivas:

$$T_{PC} - T_{CN} \leq 5^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{RELEVANCIA NORMAL}$$

$$5^{\circ}\text{C} < T_{PC} - T_{CN} \leq 10^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{RELEVANCIA MEDIO}$$

$$11^{\circ}\text{C} < T_{PC} - T_{CN} \leq 20^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{RELEVANCIA GRAVE}$$

$$21^{\circ}\text{C} < T_{PC} - T_{CN} \leq 30^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{RELEVANCIA CRÍTICA}$$

$$T_{PC} - T_{CN} > 31^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{RELEVANCIA SEVERA}$$

Después de valorar todos los aspectos nombrados se llega a una conclusión de las acciones que se tiene que llevar a cabo y que se enumera de menor a mayor urgencia:

TABLA N° 5

ACCIONES QUE SE DEBEN LLEVAR A CABO SEGÚN SU URGENCIA

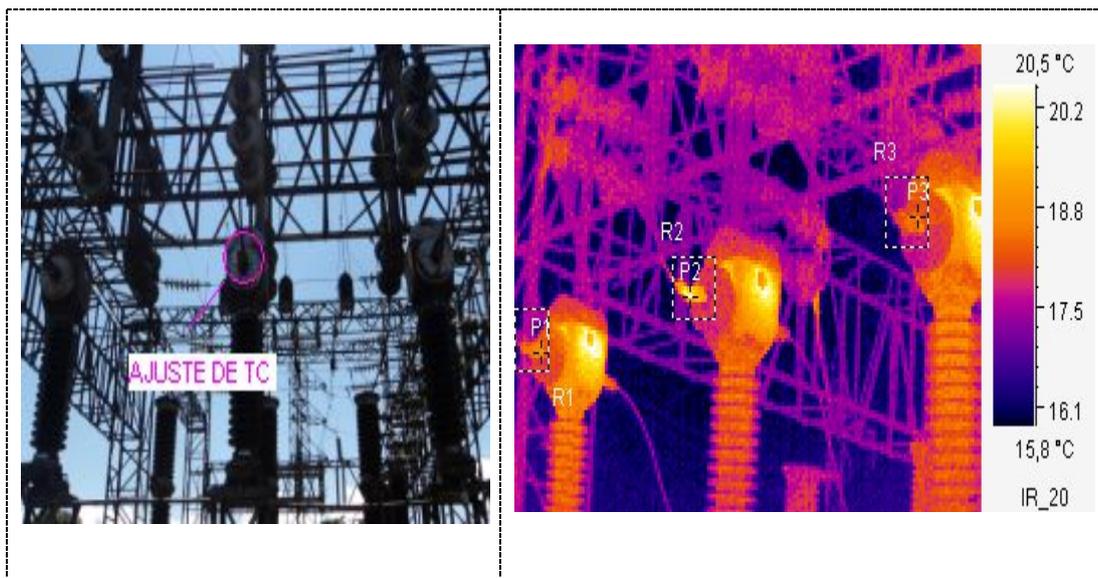
NORMAL	Próximo predictivo:	No es necesaria ninguna actuación hasta el próximo estudio predictivo.
MEDIO	Realizar seguimiento:	Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado.
GRAVE	Lo antes posible:	Actuar lo antes posible teniendo en cuenta la dinámica de cada empresa y sus turnos de trabajo, se aprovechará el paro más inmediato para corregir el problema.
CRÍTICA	Urgente:	Estudiar la posibilidad de interrupción para corregir el problema.

SEVERA	Muy urgente:	Interrupción inmediata para corregir el problema.
---------------	--------------	---

Fuente: Manual de la Cámara Termográfica

GRÁFICO N° 18

TC ENTRADA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 6
ENTRADATC

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	20,6 °C
File Name	IR_20 - SAT01911.SAT
Shooting Time	26/09/2014 19:03:34
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	18,9 °C
P2:Max	20,6 °C
P3:Max	18,6 °C
R1:Max Temp	18,9 °C
R2:Max Temp	20,6 °C

R3:Max Temp	18,8 °C
DELTA T	2.0

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: TC ENTRADA

Clasificación del problema: Medio.

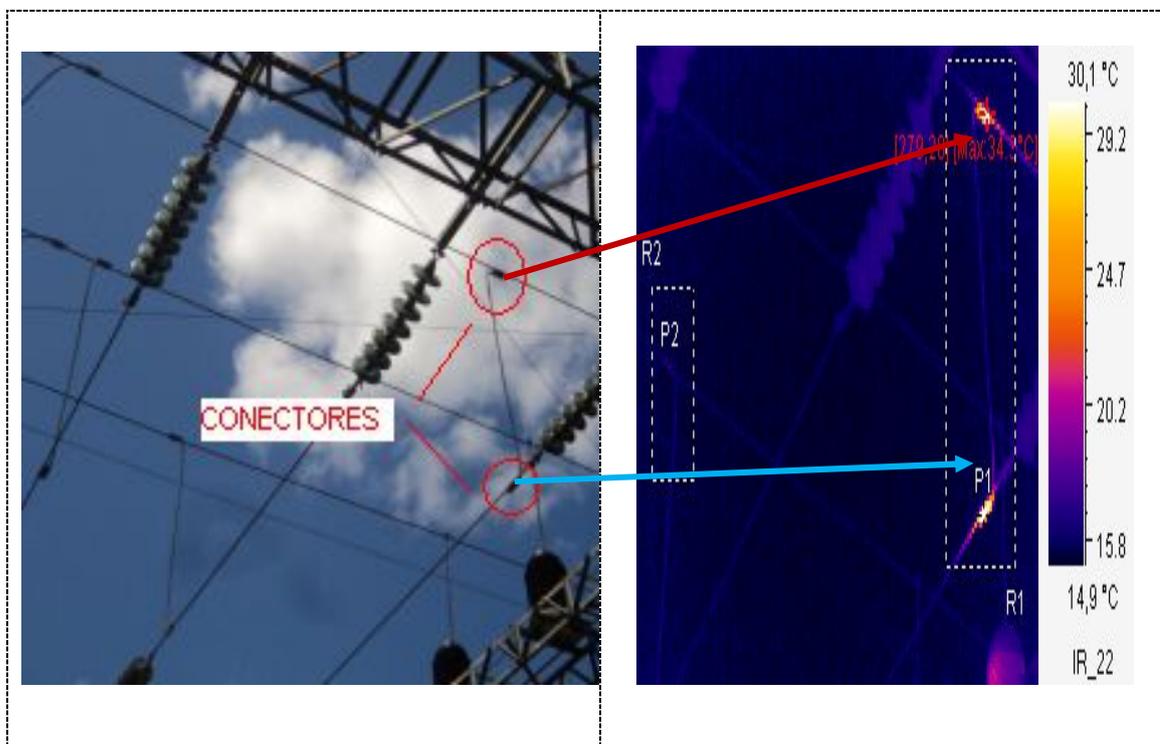
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y conector del TC.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en el TC de entrada, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 19

CONECTORES DE PUENTES EN LA BARRA DE 69 KV EN EL TRAF0 SHENDA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 7

CONECTORES DE PUENTES EN LA BARRA DE 69 KV EN EL TRAFIO SHENDA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	34,3 °C
File Name	IR_22 - SAT01912.SAT
Shooting Time	26/09/2014 19:08:46
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	33,1 °C
P2:Max	16,6 °C
R1:Max Temp	34,3 °C
R2:Max Temp	16,6 °C
DELTA T	17.7

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: conectores de puentes en barra de 69 kV en el trafo shenda.

Clasificación del problema: medio.

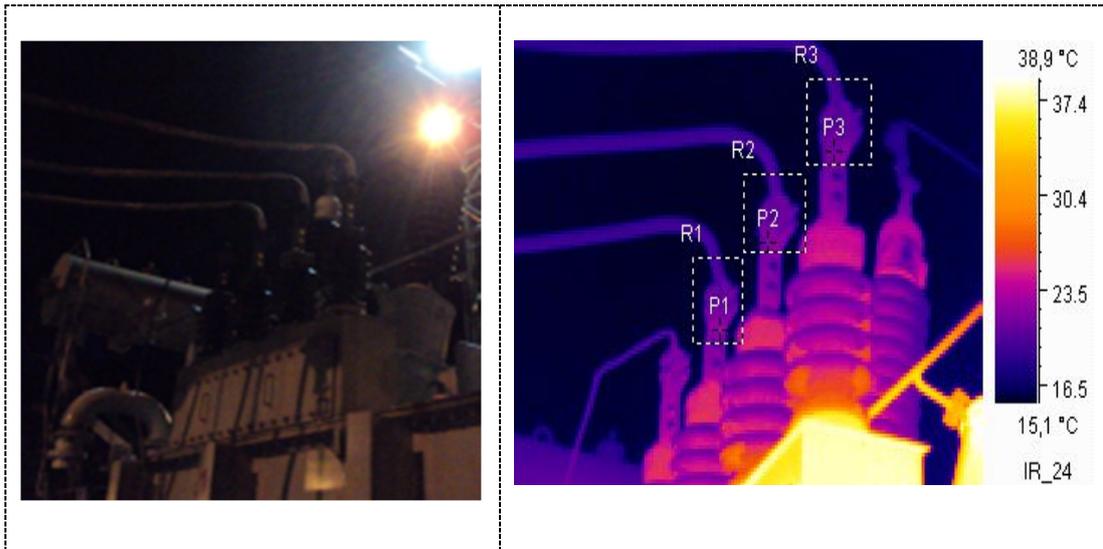
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y conector del puente de la Barra.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los puentes trifásicos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 20

TRAFO DE POTENCIA SHENDA ELECTRIC BUSHING DE 13.8 KV



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 8

TRAFO DE POTENCIA SHENDA ELECTRIC BUSHING DE 13.8 KV

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	24,5 °C
File Name	IR_24 - SAT01913.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:17:50
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	24,5 °C
P2:Max	23,0 °C
P3:Max	22,4 °C
R1:Max Temp	25,9 °C

R2:Max Temp	25,0 °C
R3:Max Temp	22,7 °C
DELTA T	2.1

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la Falla: Trafo de potencia Shenda Electric Bushing de 13.8 kV.

Clasificación del Problema: Medio.

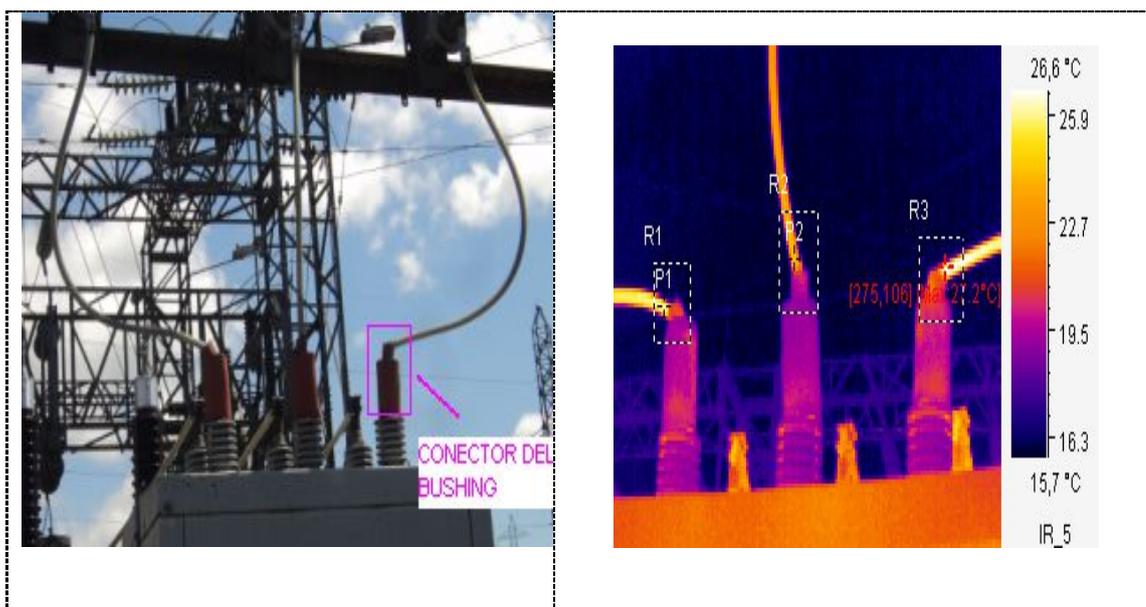
Causa del Problema: Contacto deficiente entre el conductor y el terminal de bushing.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos del bushing del transformador, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos

GRÁFICO N° 21

INTERRUPTOR TOTALIZADOR 13.8 KV DEL TRAF0 SHENDA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 9
INTERRUPTOR TOTALIZADOR 13.8 KV DEL TRAF0 SHENDA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	27,2 °C
File Name	IR_5 - SAT01914.SAT
Shooting Time	29/08/2014 19:34:49
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	25,8 °C
P2:Max	24,2 °C
R1:Max Temp	26,1 °C
R2:Max Temp	24,2 °C
R3:Max Temp	27,2 °C
DELTA T	3.0

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la Falla: Interruptor totalizador 13.8kv del Trafo Shenda.

Clasificación del Problema: Medio.

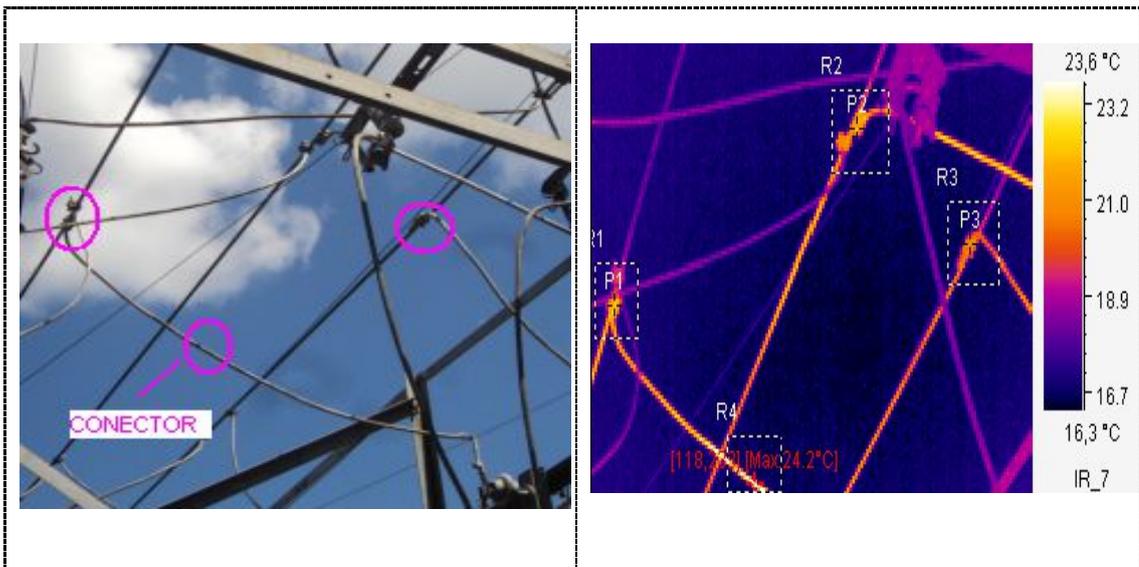
Causa del Problema: Contacto deficiente entre el conductor y el terminal de bushing

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos del bushing del transformador, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos

GRÁFICO N° 22

CONECTOR EN BARRA DE 13.8 KV - SUBESTACIÓN PUYO



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 10
CONECTOR EN BARRA DE 13.8 KV - SUBESTACIÓN PUYO

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	24,2 °C
File Name	IR_7 - SAT01916.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:36:35
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	22,3 °C
P2:Max	22,0 °C
P3:Max	20,6 °C
R1:Max Temp	22,3 °C
R2:Max Temp	22,2 °C

R3:Max Temp	20,9 °C
R4:Max Temp	24,2 °C
DELTA T	3.6

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la Falla: conector en barra de 13.8 KV.

Clasificación del Problema: Medio.

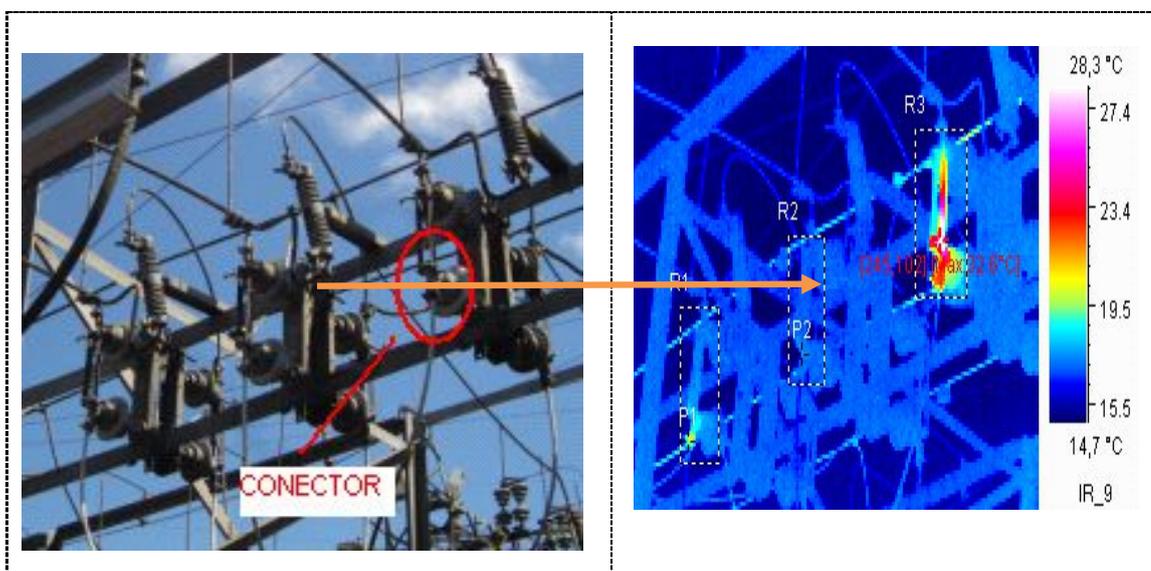
Causa del Problema: Contacto deficiente entre el conductor y conector del puente de la Barra

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los puentes de la Barra, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 23

ALIMENTADOR TARQUI – PALORA SECCIONAMIENTO HACIA LA LÍNEA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 11

ALIMENTADOR TARQUI – PALORA SECCIONAMIENTO HACIA LA LÍNEA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	32,6 °C
File Name	IR_9 - SAT01917.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:39:26
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	20,2 °C
P2:Max	17,7 °C
R1:Max Temp	20,2 °C
R2:Max Temp	18,7 °C
R3:Max Temp	32,6 °C
DELTA T	14.9

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la Falla: seccionamiento hacia la línea.

Clasificación del Problema: Medio.

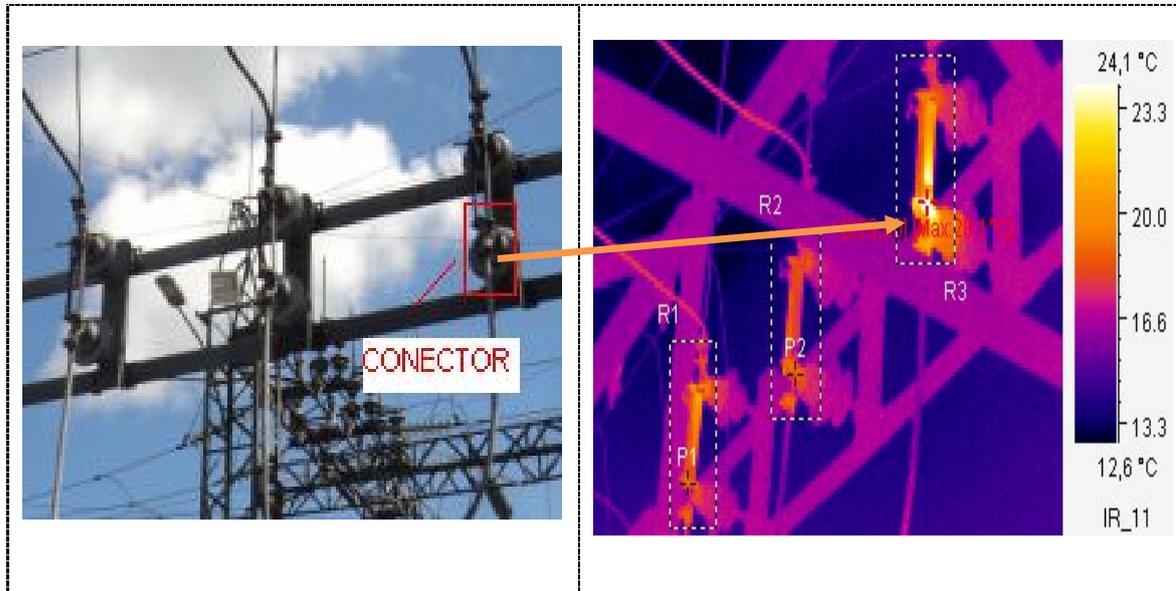
Causa del Problema: Contacto deficiente entre el conductor y el seccionador.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionadores, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos

GRÁFICO N° 24

CONECTORBARRA DEL INTERRUPTOR 52MT12, TRAF0 OSAKA LADO DE LA BARRA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

TABLA 12

CONECTORBARRA DEL INTERRUPTOR 52MT12, TRAF0 OSAKA LADO DE LA BARRA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	28,1 °C
File Name	IR_11 - SAT01918.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:45:08
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	18,8 °C
P2:Max	18,6 °C
R1:Max Temp	21,3 °C
R2:Max Temp	19,4 °C
R3:Max Temp	28,1 °C
DELTA T	9.9

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: conector barra del interruptor 52MT12, TRAFIO OSAKA lado de la barra.

Clasificación del Problema: Medio.

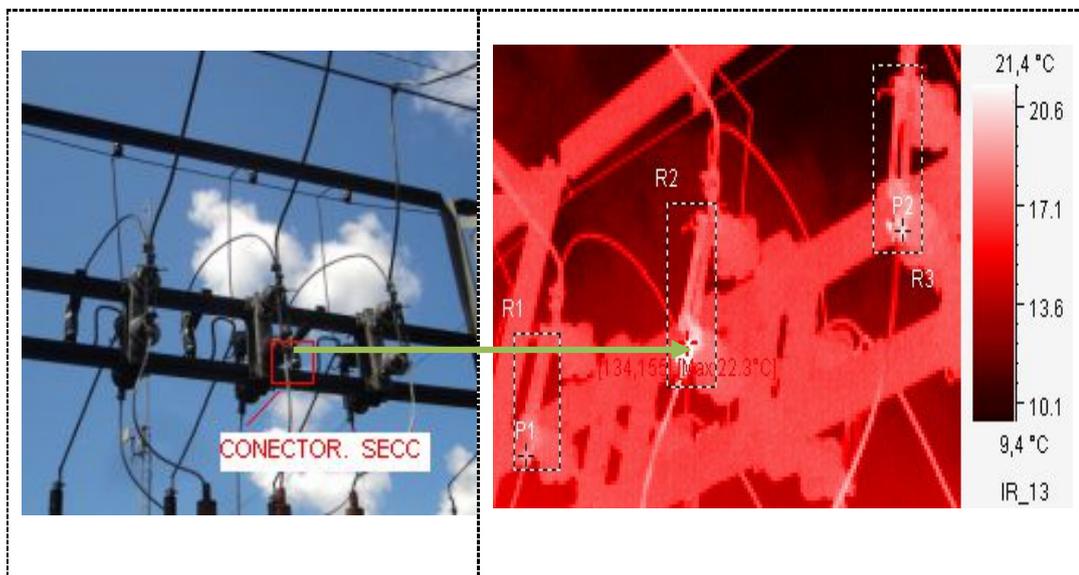
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y el seccionador.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionadores, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 25

CONECTOR PARTE INFERIOR DEL SECC. BARRA HACIA –
ALIMENTADOR CICUNVALACIÓN FASE C



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 13

CONECTOR PARTE INFERIOR DEL SECC. BARRA HACIA –
ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN FASE C

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	22,3 °C
File Name	IR_13 - SAT01919.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:50:02
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	19,1 °C
P2:Max	21,1 °C
R1:Max Temp	19,1 °C
R2:Max Temp	22,3 °C
R3:Max Temp	21,1 °C
DELTA T	3.2

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: seccionamiento conector puente inferior de la barra hacia alimentador circunvalación fase.

Clasificación del problema: Medio.

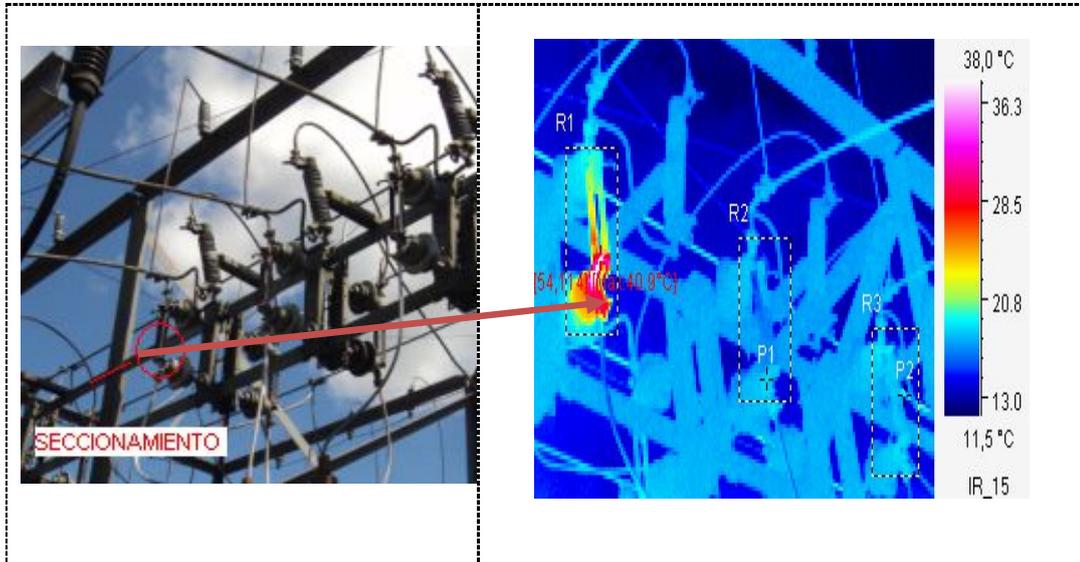
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y el seccionador.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionadores, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 26

SECC. BARRA DEL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN HACIA LA LÍNEA SUBTERRÁNEA - FASE B



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 14

SECC. BARRA DEL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN HACIA LA LÍNEA SUBTERRÁNEA - FASE B

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	40,9 °C
File Name	IR_15 - SAT01920.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:51:46
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	19,2 °C
P2:Max	20,1 °C
R1:Max Temp	40,9 °C
R2:Max Temp	19,3 °C
R3:Max Temp	20,1 °C
DELTA T	21,7

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: seccionamiento barra del alimentador circunvalación hacia la línea subterránea fase B.

Clasificación del problema: Crítico.

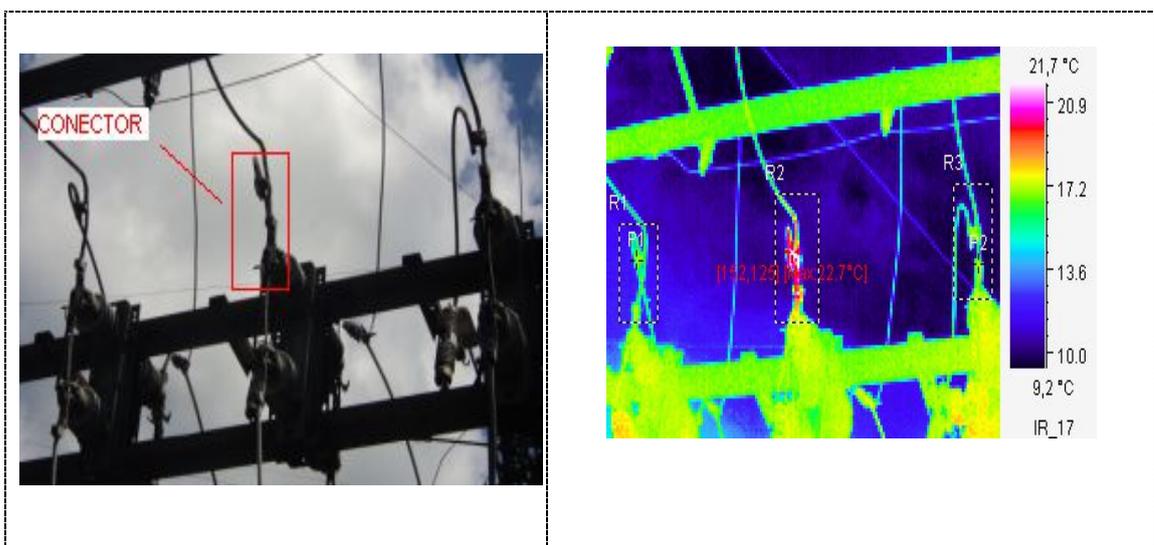
Causa del problema: Contacto deficiente en el seccionamiento.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en el seccionamiento, si se identifica el daño en el elemento se recomienda su cambio, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 27

CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA - SUBESTACIÓN DEL ALIMENTADOR PUYO – MACAS



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 15

CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA - SUBESTACIÓN
DEL ALIMENTADOR PUYO – MACAS

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	22,7 °C
File Name	IR_17 - SAT01921.SAT
Shooting Time	28/08/2014 19:58:49
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	17,0 °C
P2:Max	17,2 °C
R1:Max Temp	17,1 °C
R2:Max Temp	22,7 °C
R3:Max Temp	17,4 °C
DELTA T	5,7

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: conector ranura paralela de la barra a la Subestación del Alimentador Puyo - Macas.

Clasificación del problema: Medio.

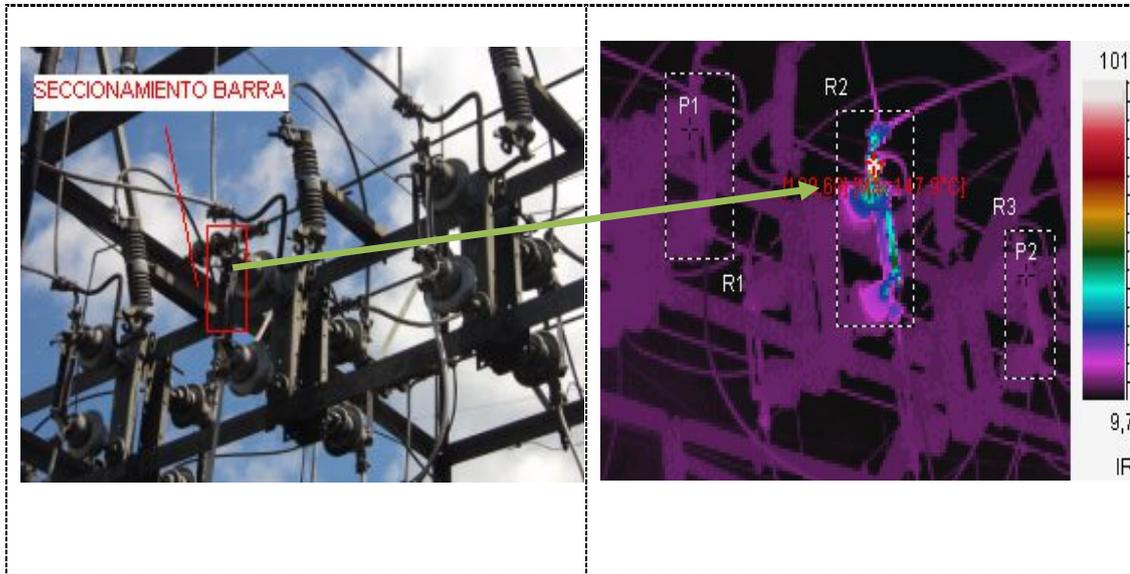
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y conector.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de conector, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 28

SECCIONADOR BARRA DEL INTERRUPTOR HACIA LA SALIDA DEL ALIMENTADOR CENTRAL



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 16

SECCIONADOR BARRA DEL INTERRUPTOR HACIA LA SALIDA DEL ALIMENTADOR CENTRAL

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	147,9 °C
File Name	IR_7 - SAT01922.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:03:46
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	17,4 °C
P2:Max	19,4 °C
R1:Max Temp	18,4 °C
R2:Max Temp	147,9 °C
R3:Max Temp	20,1 °C
DELTA T	130,5

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: Seccionador barra del interruptor - Alimentador Central.

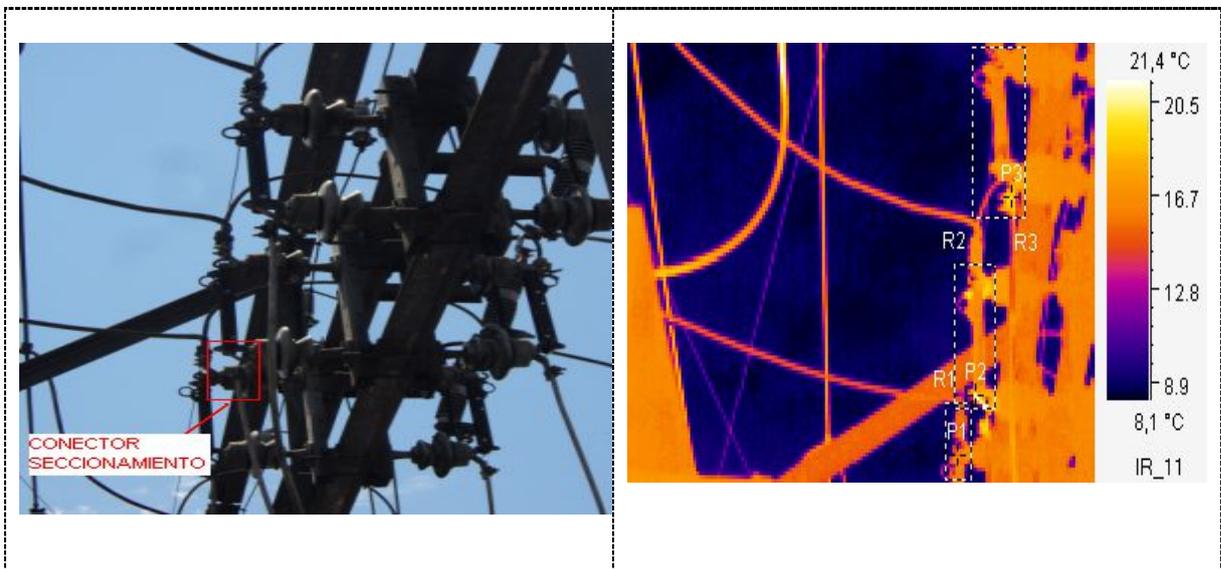
Clasificación del problema: Muy Crítico.

Causa del problema: Contacto deficiente en el seccionamiento Barra.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en el seccionamiento, si se identifica el daño en el elemento se recomienda su cambio, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 29
SECC. BARRA HACIA EL INTERRUPTOR CENTRAL



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 17
SECC. BARRA HACIA EL INTERRUPTOR CENTRAL

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	22,8 °C
File Name	IR_11 - SAT01923.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:05:23
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	15,4 °C
P2:Max	20,7 °C
P3:Max	18,9 °C
R1:Max Temp	16,5 °C
R2:Max Temp	22,8 °C
R3:Max Temp	19,2 °C
DELTA T	7.4

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: seccionamiento barra.

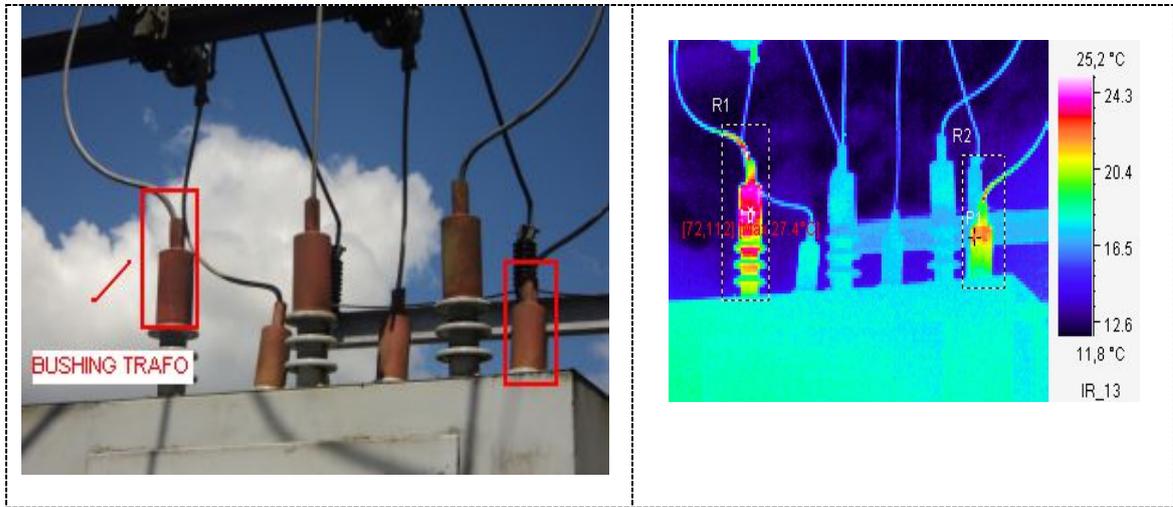
Clasificación del problema: medio.

Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y la parte inferior del seccionamiento.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionamientos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 30
 CONECTORES DE LOS BUSHING DEL INTERRUPTOR SHELL MERA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 18
 CONECTORES DE LOS BUSHING DEL INTERRUPTOR SHELL MERA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	27,4 °C
File Name	IR_13 - SAT01924.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:08:24
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	22,5 °C
R1:Max Temp	27,4 °C
R2:Max Temp	23,7 °C
DELTA T	4,9

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: conectores de los Bushing del Int Shell Mera.

Clasificación del problema: Medio.

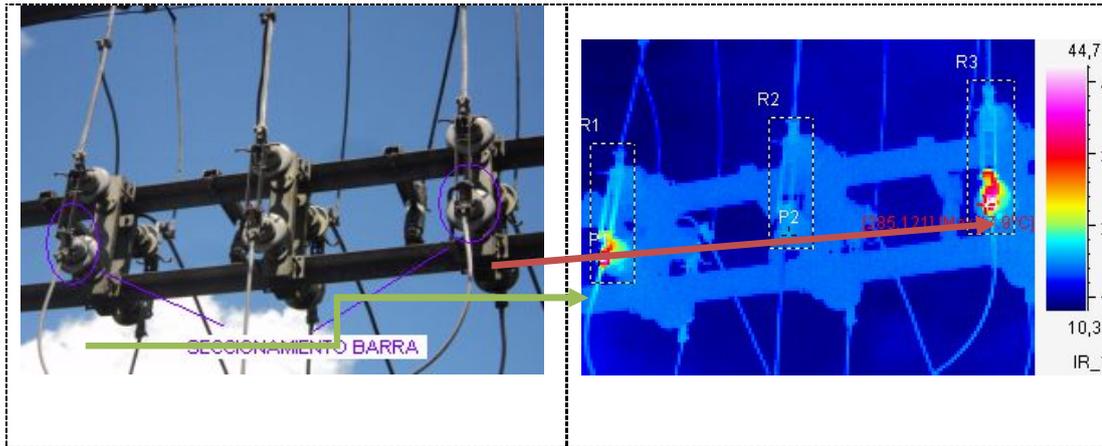
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y el terminal de bushing.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de conectores del bushing del transformador, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 31

SECC. BARRA QUE ESTA DE LA BARRA HACIA EL INTERRUPTOR SHELL-MERA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 19

SECC. BARRA QUE ESTA DE LA BARRA HACIA EL INTERRUPTOR SHELL-MERA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	47,9 °C
File Name	IR_15 - SAT01925.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:09:40
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	46,0 °C
P2:Max	19,4 °C
R1:Max Temp	46,0 °C
R2:Max Temp	19,6 °C
R3:Max Temp	47,9 °C
DELTA T	28,5

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
 Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: seccionador barra que esta hacia interruptor Shell Mera.

Clasificación del problema: severo.

Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y terminal del seccionador

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionamientos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos

GRÁFICO N° 32

SECC. BARRA – SALIDA DE LA SUBESTACIÓN – ALIMENTADOR SHELL MERA



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA 20

SECC. BARRA SALIDA DE LA SUBESTACIÓN – ALIMENTADOR SHELL MERA

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	21,2 °C
File Name	IR_25 - SAT01926.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:11:17
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	17,6 °C
P2:Max	17,9 °C
P3:Max	20,4 °C
R1:Max Temp	18,3 °C
R2:Max Temp	18,2 °C
R3:Max Temp	21,2 °C
DELTA T	3.6

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: seccionamiento barra.

Clasificación del problema: medio.

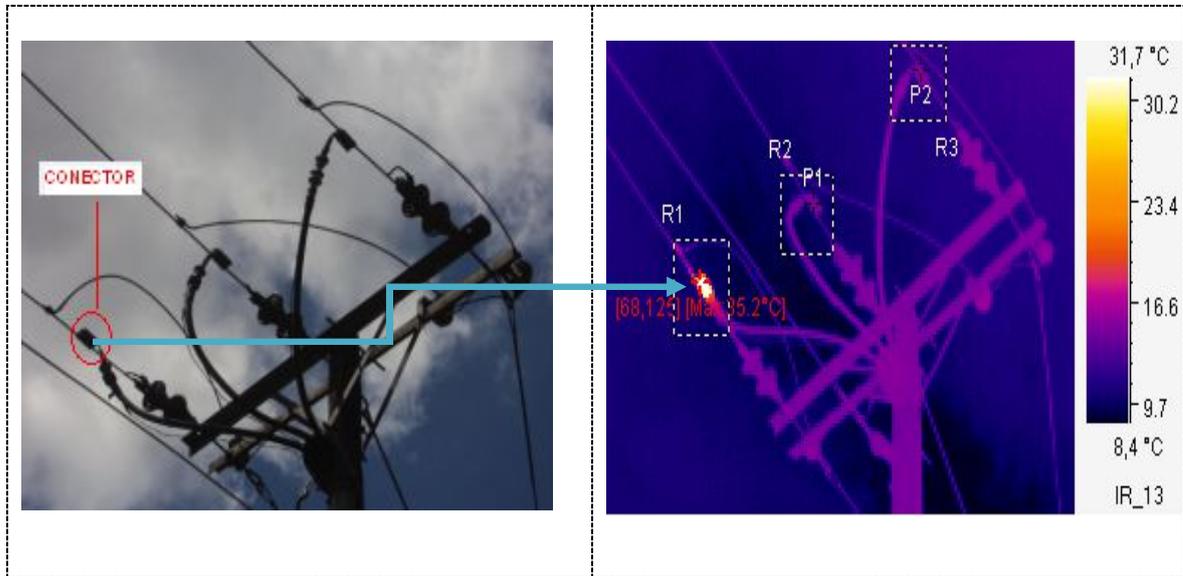
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y terminal del seccionador.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los seccionamientos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos

GRÁFICO N° 33

ALIMENTADOR CAPRICHIO – SALIDA SUBTERRÁNEA (SUBESTACIÓN PUYO)



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

TABLA 21

ALIMENTADOR CAPRICHIO – SALIDA SUBTERRÁNEA (SUBESTACIÓN PUYO)

gen Info	Valor
Max Temp	35,2 °C
File Name	IR_13 - SAT01927.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:15:58
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	14,9 °C
P2:Max	15,3 °C
R1:Max Temp	35,2 °C
R2:Max Temp	15,0 °C
R3:Max Temp	15,3 °C
DELTA T	20.3

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: puentes en barra de 69 kV en el trafo shenda.

Clasificación del problema: medio.

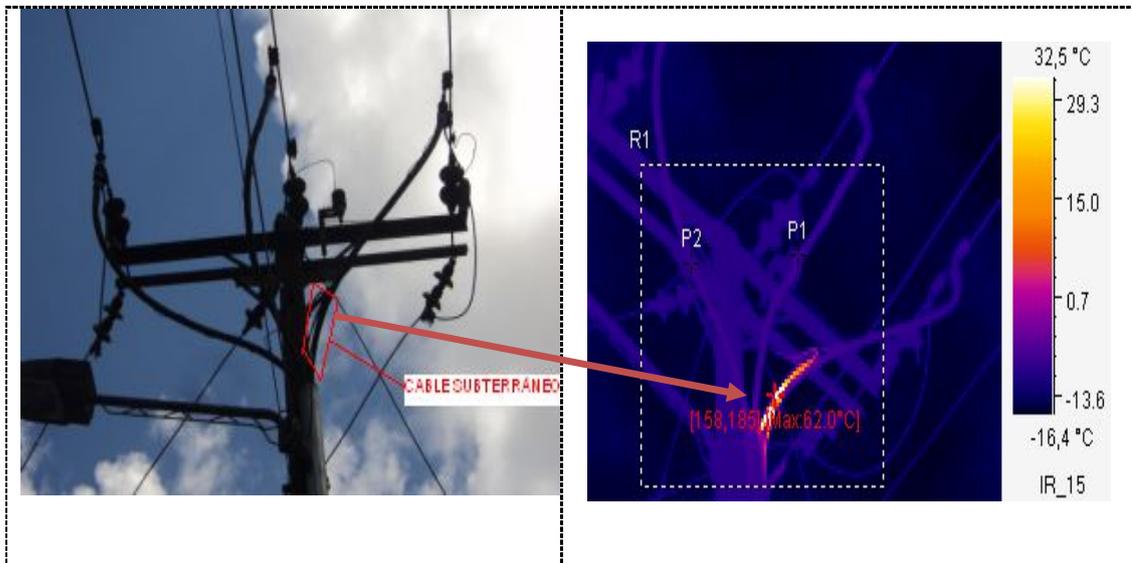
Causa del problema: Contacto deficiente entre el conductor y conector del puente.

Recomendaciones

Se plantea el ajuste de contactos en los puentes trifásicos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

GRÁFICO N° 34

ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN – SALIDA SUBTERRÁNEA (SUBESTACIÓN PUYO)



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 22

ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN – SALIDA SUBTERRÁNEA
(SUBESTACIÓN PUYO)

Imagen Info	Valor
Emissivity	0,95
Max Temp	62,0 °C
File Name	IR_15 - SAT01928.SAT
Shooting Time	28/08/2014 20:21:54
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	17,4 °C
P2:Max	16,7 °C
R1:Max Temp	72,7 °C
R1:Avg Temp	12,7 °C
DELTA T	44.6

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA
Elaborado por: Los autores

Análisis

Localización de la falla: conductor subterráneo.

Clasificación del problema: crítico.

Causa del problema: Posible daño del cable subterráneo.

Recomendaciones

Se plantea realizar un diagnóstico de sus características, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

TABLA N° 23

RESUMEN DE LA INSPECCIÓN TERMOGRAFICA A LA SUBESTACIÓN PUYO

REPORTE	LOCALIZACIÓN	EQUIPO	SEVERIDAD
1	SUBESTACIÓN PUYO	CONECTORES DE PUENTES EN LA BARRA DE 69 KV EN EL TRAFOSHENDA.	GRAVE
2	SUBESTACIÓN PUYO	ALIMENTADOR TARQUI - PALORA SECCIONAMIENTO HACIA SALIDA SUBTERRÁNEA.	GRAVE
3	SUBESTACIÓN PUYO	CONECTOR DEL SECC. BARRA DEL INTERRUPTOR 52MT12, A LADO DEL TRAFOSAKA.	MEDIO
4	SUBESTACIÓN PUYO	SECC. BARRA DEL ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN HACIA LA LÍNEA SUBTERRÁNEA - FASE B.	CRÍTICO
5	SUBESTACIÓN PUYO	CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA - SUBESTACIÓN DEL ALIMENTADOR PUYO - MACAS.	MEDIO
6	SUBESTACIÓN PUYO	SECC. BARRA DEL INTERRUPTOR HACIA LA SALIDA SUBTERRÁNEA DEL ALIMENTADOR CENTRAL.	SEVERO
7	SUBESTACIÓN PUYO	SECC. BARRA QUE ESTA ENTRE LA BARRA 13.8 KV Y EL INTERRUPTOR DEL ALIM. CENTRAL.	MEDIO
8	SUBESTACIÓN PUYO	CONECTORES DE LOS BUSHING DEL INTERRUPTOR EN EL ALIMENTADOR SHELL MERA.	MEDIO
9	SUBESTACIÓN PUYO	SECC. BARRA QUE ESTA ENTRE LA BARRA 13.8 KV Y EL INTERRUPTOR DEL ALIM. - SHELL MERA.	CRÍTICO
10	SUBESTACIÓN PUYO	ALIMENTADOR CAPRICO - SALIDA SUBTERRÁNEA.	CRÍTICO
11	SUBESTACIÓN PUYO	ALIMENTADOR CIRCUNVALACIÓN - SALIDA SUBTERRÁNEA.	SEVERO

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

2.4.2. ESTUDIO PREDICTIVO MEDIANTE TERMOGRAFÍA POR INFRARROJOS

EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO R.C.N.S.A.

Alimentador primario de distribución eléctrica:

Circunvalación 13.8/7.97 kV – s/e puyo 69/13.8 kV

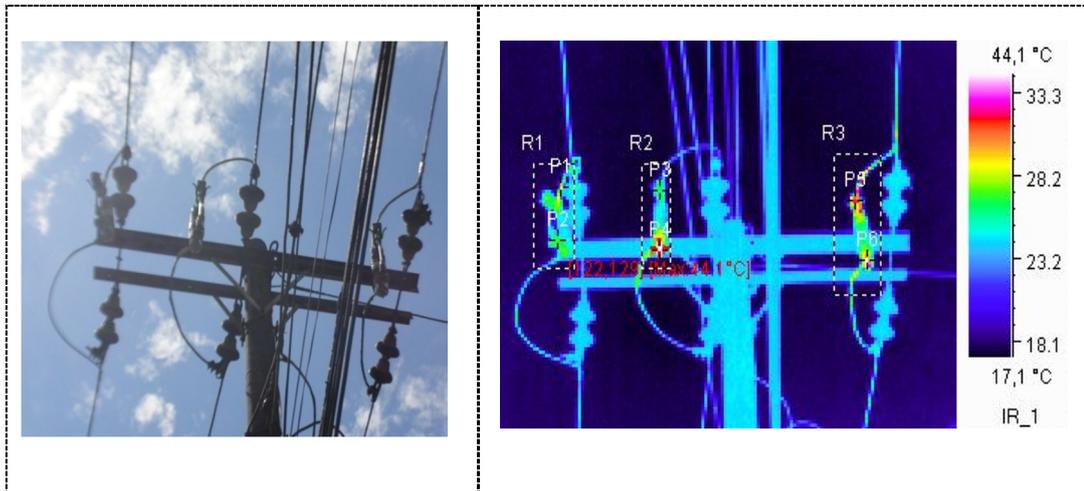
Introducción

En el presente informe se presentan las imágenes termográficas y visibles juntamente con la relevancia y la urgencia de cada una de las acciones. El sistema

de valoración que se ha usado es el comparativo entre un punto en condiciones normales y un punto crítico o caliente.

GRÁFICO N° 35

SECCIONADOR 3φ N° 9096



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N ° 24

RESULTADOS DE INSPECCIÓN DEL SECCIONADOR 3φ N° 9096

Ima en Info	Valor
Max Temp	44,1 °C
File Name	IR_40 - SAT04107.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:37:15
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	29,2 °C
P2:Max	26,2 °C
P3:Max	26,2 °C
P4:Max	44,1 °C
P5:Max	32,0 °C
P6:Max	34,4 °C
R1:Max Temp	30,0 °C
R2:Max Temp	44,1 °C
R3:Max Temp	35,3 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis:

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3 supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en 17,9 °C en Δt , se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación:

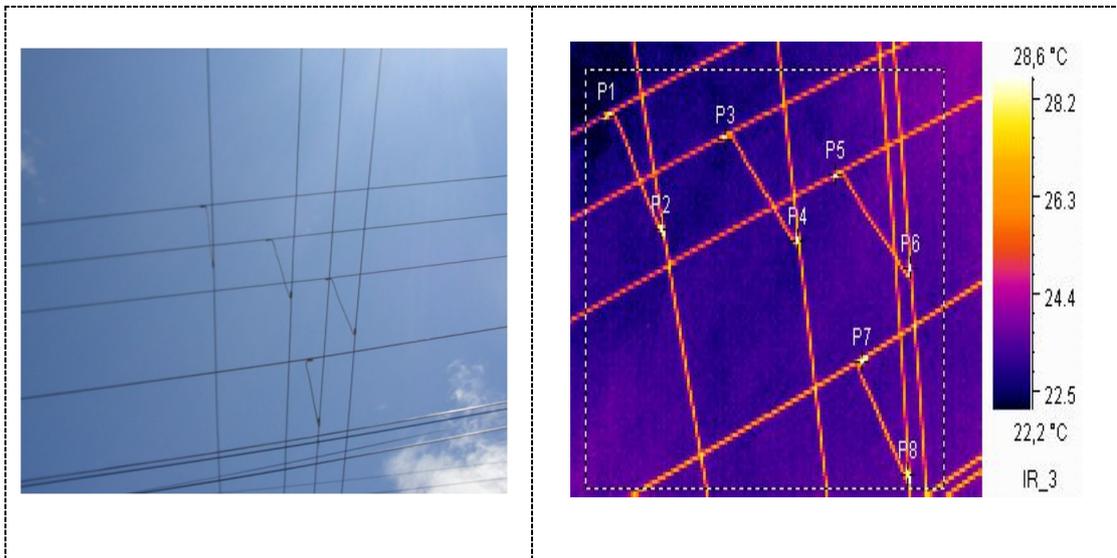
Leve y no se deben realizar acciones correctivas programadas.

Acciones a tomar

Se plantea un seguimiento periódico a los seccionadores ya que se encuentran con un incremento de temperatura. Esperar el próximo mantenimiento predictivo.

GRÁFICO N° 36

LOS PUENTES 3 ϕ



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N ° 25

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE LOS PUENTES 3φ

Imagen I fo	Valor
Max Temp	29,1 °C
File Name	IR_3 - SAT04108.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:42:29
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	26,6 °C
P2:Max	28,9 °C
P3:Max	23,1 °C
P4:Max	28,6 °C
P5:Max	28,5 °C
P6:Max	28,9 °C
P7:Max	29,1 °C
P8:Max	28,0 °C
R1:Max Temp	29,1 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 6,0$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

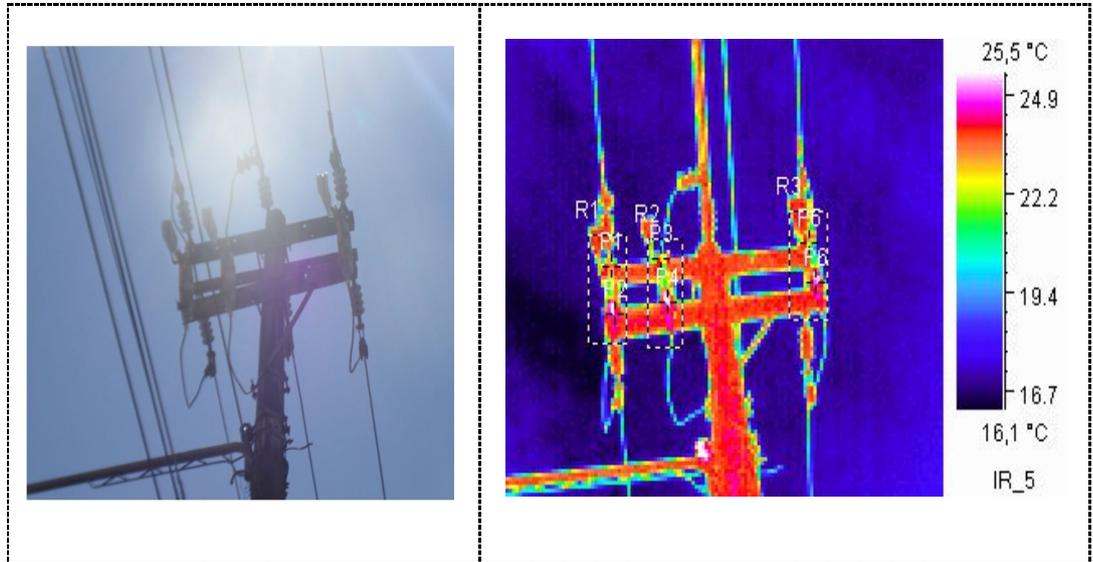
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones a tomar

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 37

SECCIONADOR 3φ



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 26

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	27,0 °C
File Name	IR_5 - SAT04109.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:43:26
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	23,5 °C
P2:Max	24,2 °C
P3:Max	22,7 °C
P4:Max	25,5 °C
P5:Max	22,6 °C
P6:Max	24,9 °C
R1:Max Temp	25,7 °C
R2:Max Temp	25,6 °C
R3:Max Temp	25,8 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 3,2 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

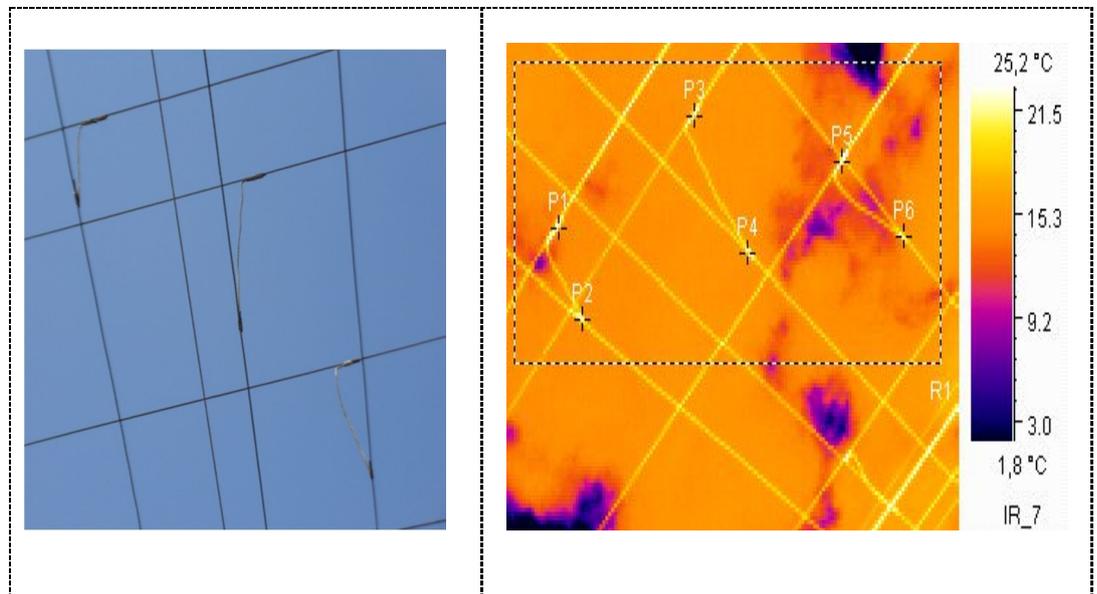
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones:

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 38

PUENTES 3 ϕ .



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 27

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA PUENTES 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	25,2 °C
File Name	IR_7 - SAT04111.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:46:15
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	15,3 °C
P2:Max	21,8 °C
P3:Max	18,0 °C
P4:Max	16,9 °C
P5:Max	23,5 °C
P6:Max	21,7 °C
R1:Max Temp	25,2 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 8,3$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C

Interpretación

Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 39

SECCIONADOR 3φ



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 28

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	29,4 °C
File Name	IR_9 - SAT04112.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:49:42
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	27,8 °C
P2:Max	27,8 °C
P3:Max	27,7 °C
P4:Max	27,8 °C
P5:Max	27,7 °C
P7:Max	27,9 °C
R1:Max Temp	28,1 °C
R2:Max Temp	28,1 °C
R3:Max Temp	28,1 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 0,4 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

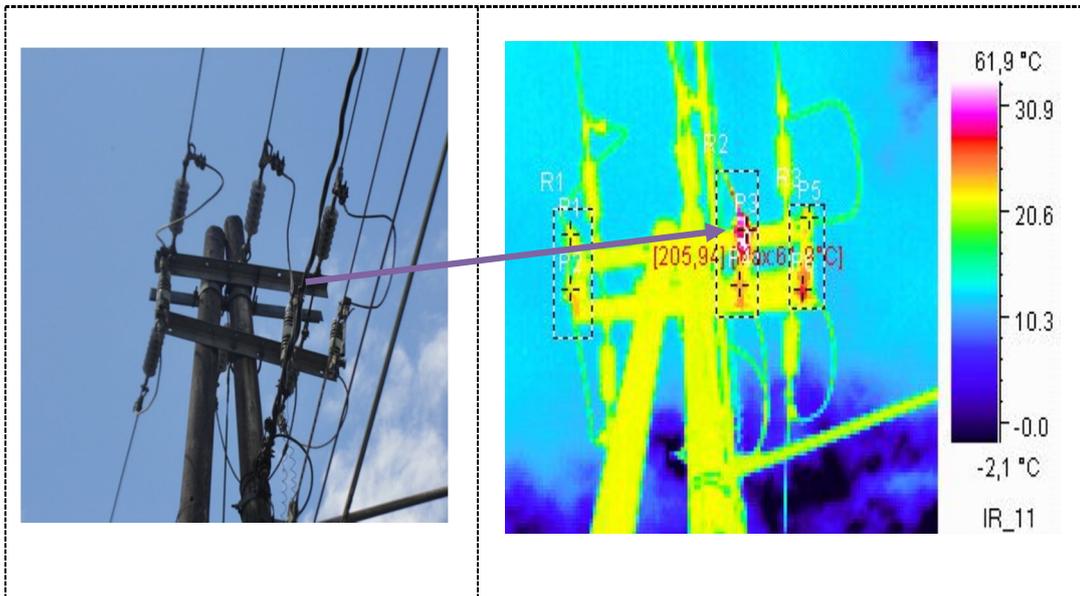
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 40

SECCIONADOR 3 ϕ – 1592



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 29

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ- P241592

Imagen Info	Valor
Max Temp	61,9 °C
File Name	IR_11 - SAT04115.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:55:02
HERRAMI NTA	Valor
P1:Max	22,6 °C
P2:Max	23,3 °C
P3:Max	61,3 °C
P4:Max	24,5 °C
P5:Max	21,3 °C
P6:Max	27,7 °C
R1:Max Temp	24,0 °C
R2:Max Temp	61,9 °C
R3:Max Temp	28,6 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A2, supera el valor de relevancia grave, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 40,6$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

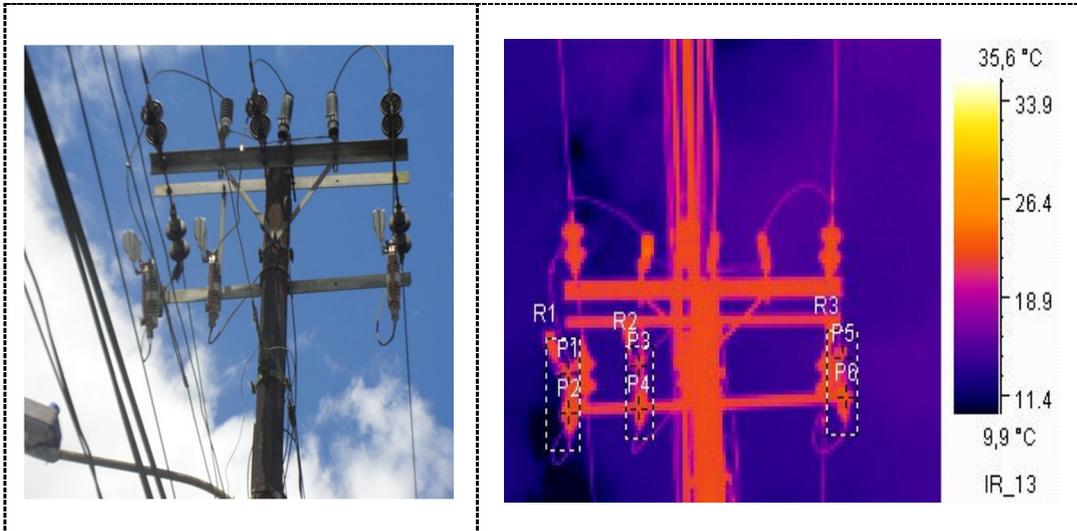
Interpretación

Crítica y se deben realizar acciones correctivas inmediatas.

Acciones

Correctivas, se plantea en primer plano el ajuste de contactos en todos los seccionadores, y si es necesario realizar el cambio de seccionador o de la barra ya que existe un incremento de temperatura con relación a los demás.

GRÁFICO N° 41
SECCIONADOR 3φ 018.



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 30

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ 018

Imagen Info	Valor
Max Temp	38,1 °C
File Name	IR_13 - SAT04114.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:53:13
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	21,8 °C
P2:Max	22,5 °C
P3:Max	20,9 °C
P4:Max	22,1 °C
P5:Max	21,3 °C
P6:Max	23,1 °C
R1:Max Temp	23,7 °C
R2:Max Temp	23,0 °C
R3:Max Temp	23,2 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 2,8 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

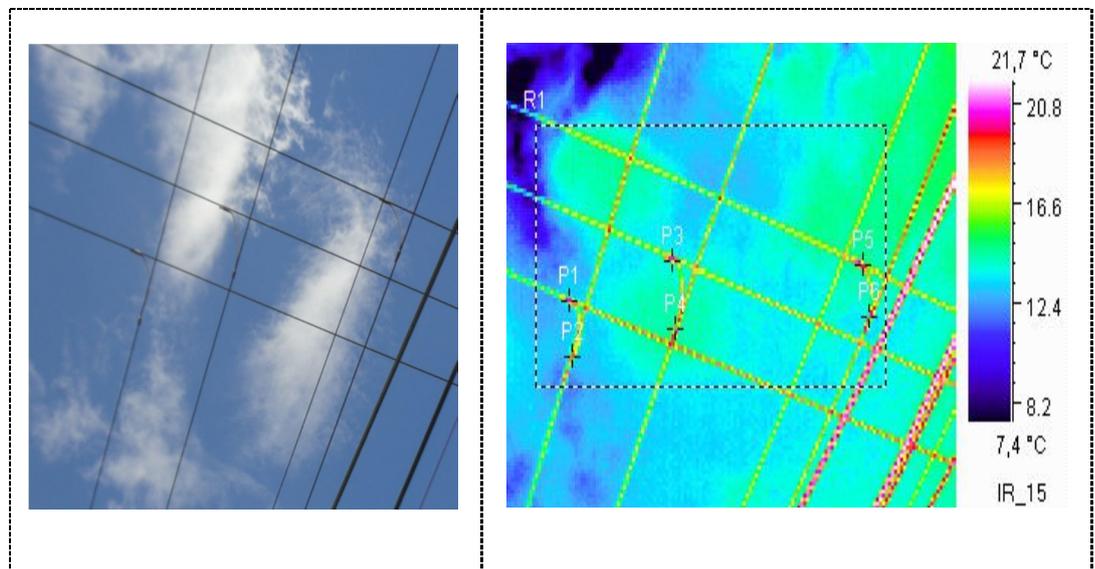
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 42

PUENTES 3 ϕ



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 31

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA PUENTES 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	22,0 °C
File Name	IR_15 - SAT04116.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:55:40
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	20,3 °C
P3:Max	16,7 °C
P2:Max	19,1 °C
P4:Max	18,5 °C
P5:Max	9,7 °C
P6:Max	14,9 °C
R1:Max Temp	21,5 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 6,6$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

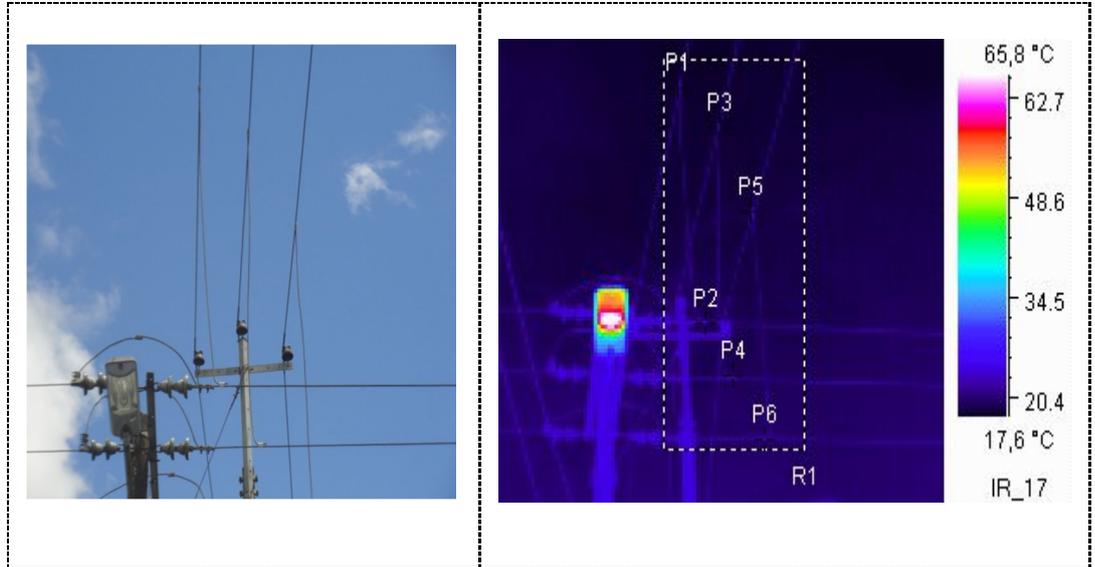
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones:

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 43

PUENTES 3φ.



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 32

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA PUENTES 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	72,2 °C
File Name	IR_17 - SAT04113.SA
Shooting Time	21/10/2014 19:52:07
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	18,4 °C
P2:Max	23,6 °C
P3:Max	22,4 °C
P4:Max	20,3 °C
P5:Max	19,1 °C
P6:Max	23,6 °C
R1:Max Temp	26,1 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 7,7 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

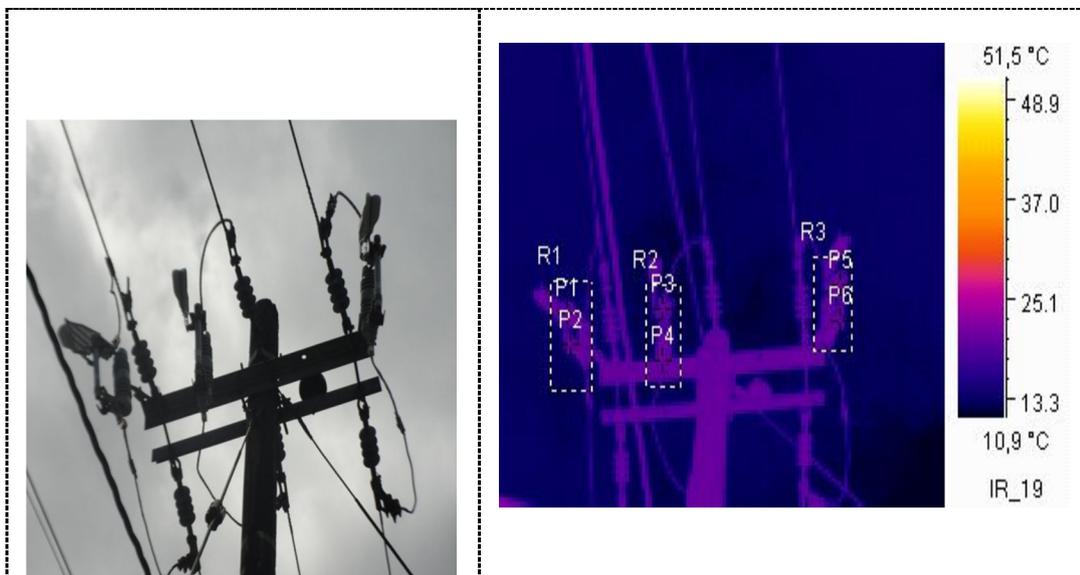
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 44

SECCIONADOR 3 ϕ – P16067



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 33

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ – P16067

Imagen Info	Valor
Max Temp	57,9 °C
File Name	IR_19 - SAT04117.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:56:45
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	21,6 °C
P2:Max	21,9 °C
P3:Max	21,8 °C
P4:Max	22,3 °C
P5:Max	22,2 °C
P6:Max	21,6 °C
R1:Max Temp	22,6 °C
R2:Max Temp	22,5 °C
R3:Max Temp	22,4 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 1,0 \text{ °C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ °C}$.

Interpretación

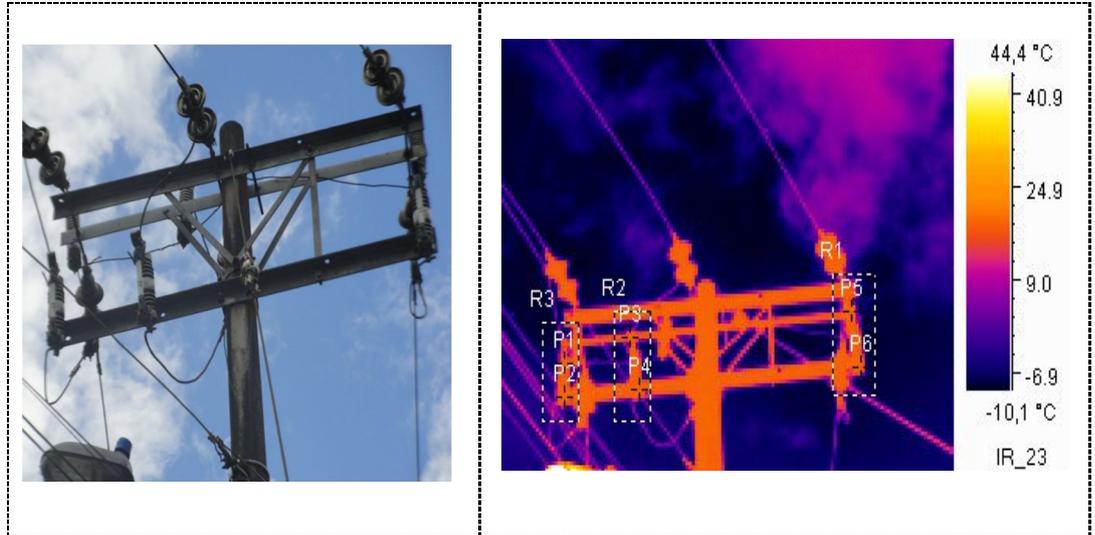
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 45

SECCIONADOR 3φ N° 025



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 34

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ N° 025

Imagen Info	Valor
Max Temp	54,4 °C
File Name	IR_23 - SAT04118.SAT
Shooting Time	21/10/2014 19:59:12
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	21,5 °C
P2:Max	22,2 °C
P3:Max	21,8 °C
P4:Max	21,6 °C
P5:Max	21,8 °C
P6:Max	21,4 °C
R1:Max Temp	22,3 °C
R2:Max Temp	22,0 °C
R3:Max Temp	22,2 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Interpretación

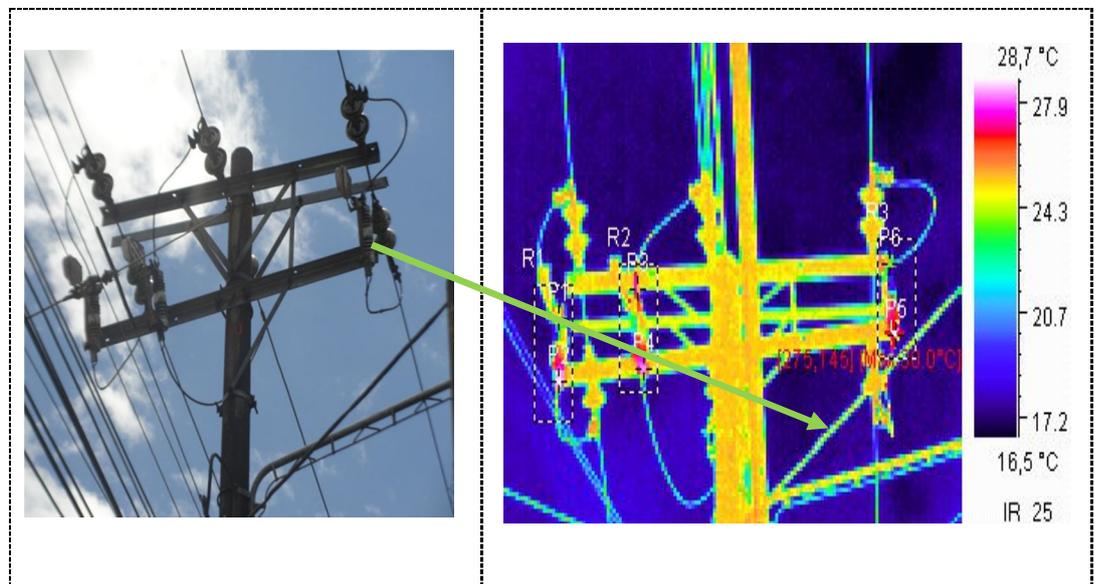
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 46

SECCIONADOR 3 ϕ – P246636



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación
13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 35

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ – P246636

Imagen Info	Valor
Max Temp	30,0 °C
File Name	IR_25 - SAT04119.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:03:32
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	24,3 °C
P2:Max	29,1 °C
P3:Max	25,3 °C
P4:Max	28,3 °C
P5 Max	30,0 °C
P6:Max	23,8 °C
R1:Max Temp	29,1 °C
R2:Max Temp	28,3 °C
R3:Max Temp	30,0 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 6,2$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

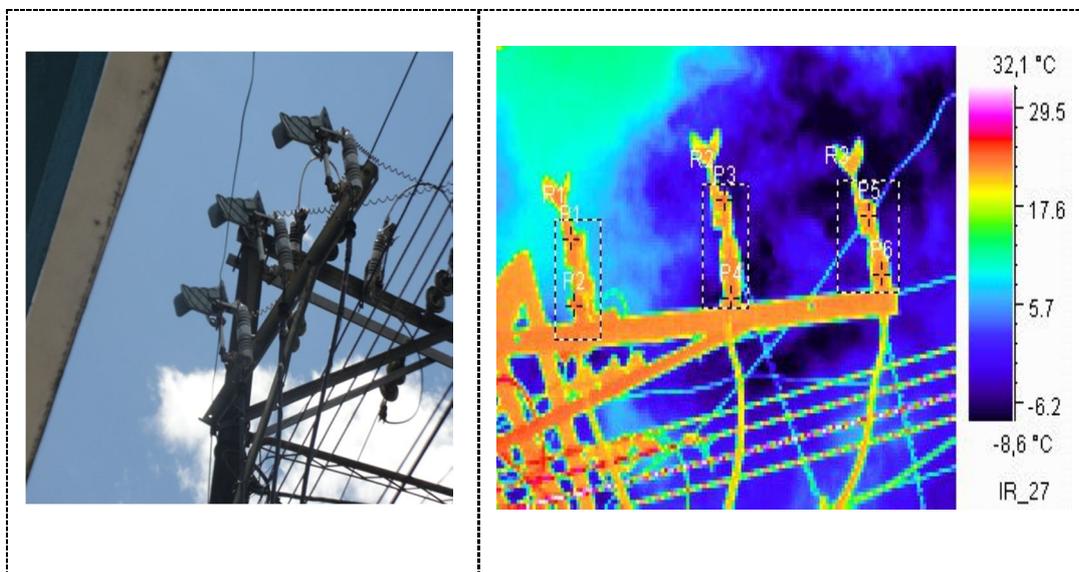
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo

GRÁFICO N° 47

SECCIONADOR 3φ N° 038



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

TABLA N° 36

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ 038

magen Info	Valor
Max Temp	34,2 °C
File Name	IR_27 - SAT04120.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:07:38
HERRAM ENTA	Valor
P1:Max	23,1 °C
P2:Max	24,0 °C
P3:Max	24,3 °C
P4:Max	22,7 °C
P5:Max	22,9 °C
P6:Max	23,3 °C
R1:Max Temp	24,2 °C
R2:Max Temp	24,3 °C
R3:Max Temp	24,1 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 2,6 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

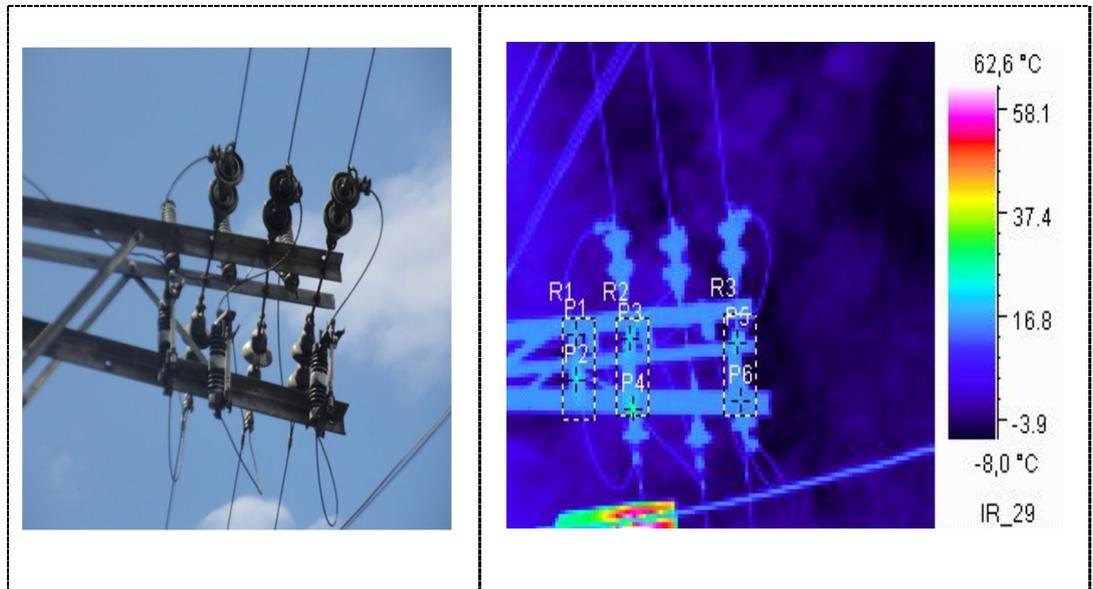
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 48

SECCIONADOR 3 ϕ N° 051



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación
13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 37

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ 051

Imagen Info	Valor
Max Temp	74,4 °C
File Name	IR_29 - SAT04121.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:08:45
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	22,5 °C
P2:Max	27,6 °
P3:Max	24,9 °C
P4:Max	30,6 °C
P5:Max	23,9 °C
P6:Max	21,5 °C
R1:Max Temp	27,9 °C
R2:Max Temp	34,2 °C
R3:Max Temp	25,9 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A2 supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en 12,7 °C en Δt , se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

Leve y no se deben realizar acciones correctivas programadas.

Acciones

Se plantea un seguimiento periódico a los seccionadores ya que se encuentran con un incremento de temperatura. Esperar el próximo mantenimiento predictivo.

GRÁFICO N° 49

SECCIONADOR 3φN° 046



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 38

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ
N°046

Imagen Info	Valor
Max Temp	24,9 °C
File Name	IR_37 - SAT04128.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:28:10
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	21,2 °C
P2:Max	22,4 °C
P3:Max	22,3 °C
R1:Max Temp	22,4 °
R2:Max Temp	22,5 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Interpretación

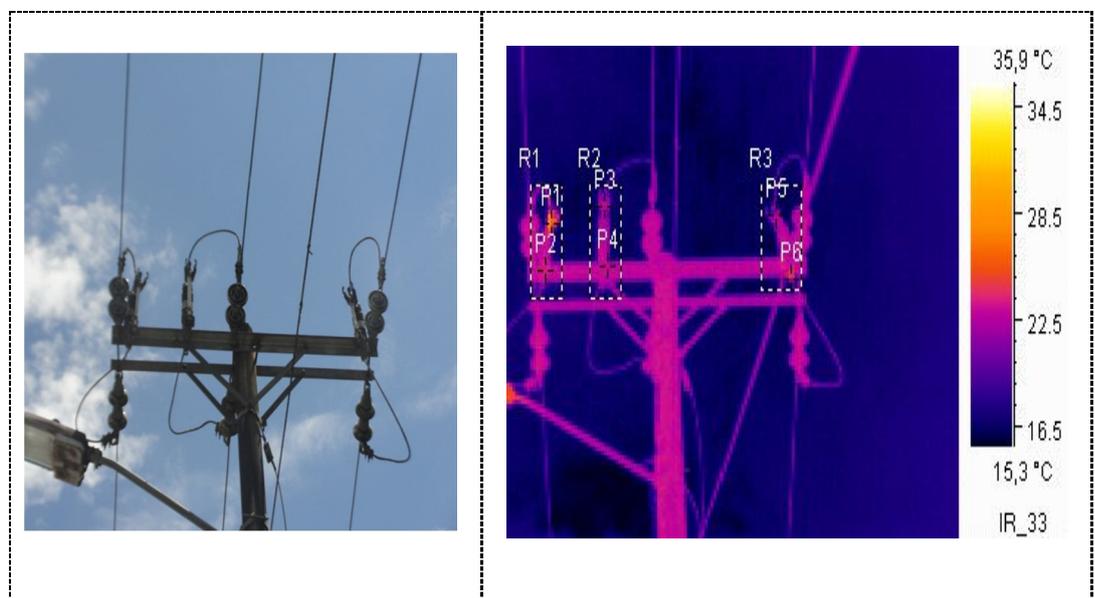
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 50

SECCIONADOR 3 ϕ N° 042.



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 39

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ N° 042

Imagen Info	Valor
Max Temp	36,9 °C
File Name	IR_33 - SAT04124.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:18:06
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	24,6 °C
P2:Max	23,4 °C
P3:Max	22,7 °C
P4:Max	23,1 °C
P5:Max	22,6 °C
P6:Max	21, °C
R1:Max Temp	28,9 °C
R2:Max Temp	23,3 °C
R3:Max Temp	24,8 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 3,3$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 51

SECCIONADOR 3φ N° 043.



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 40

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA SECCIONADOR 3φ N° 043

Imagen Info	Valor
Max Temp	71,8 °C
File Name	IR_35 - SAT04125.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:19:08
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	23,8 °C
P2:Max	23,8 °C
P3:Max	23,4 °C
P4:Max	23,7 °C
P5:Max	23,6 °C
P6:Max	24,2 °C
R1:Max Temp	24,2 °C
R2:Max Temp	24,0 °C
R3:Max Temp	24,3 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1, A2 y A3, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 0,9 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

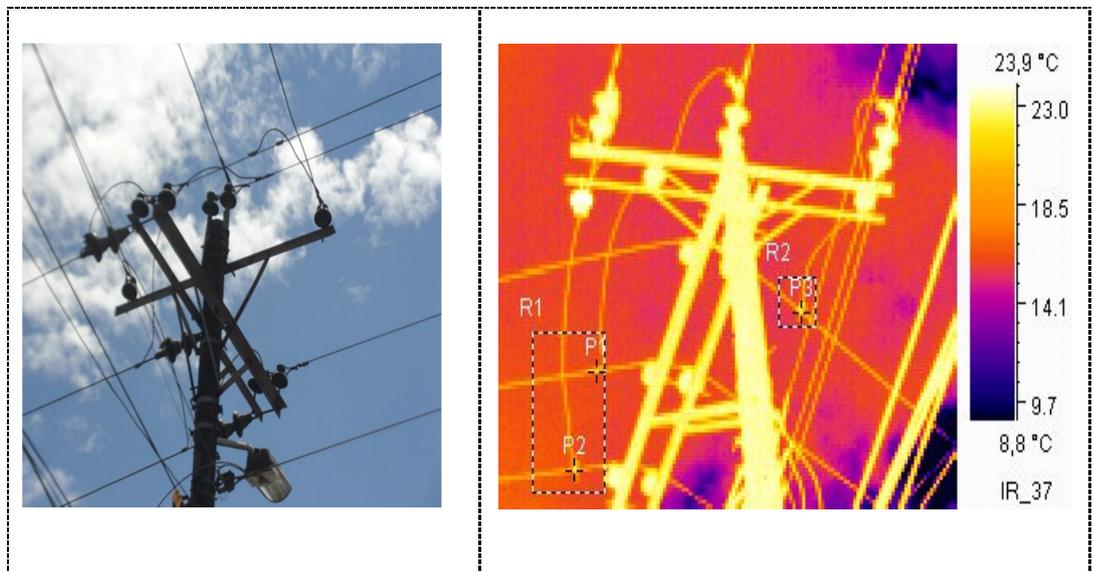
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 52

PUENTES 3 ϕ



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 41

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA PUENTES 3φ

Imagen Info	Valor
Max Temp	24,9 °C
File Name	IR_37 - SAT04128.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:28:10
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	21,2 °C
P2:Max	22,4 °C
P3:Max	22,3 °C
R1:Max Temp	22,4 °
R2:Max Temp	22,5 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área A1 y A2, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 1,3$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

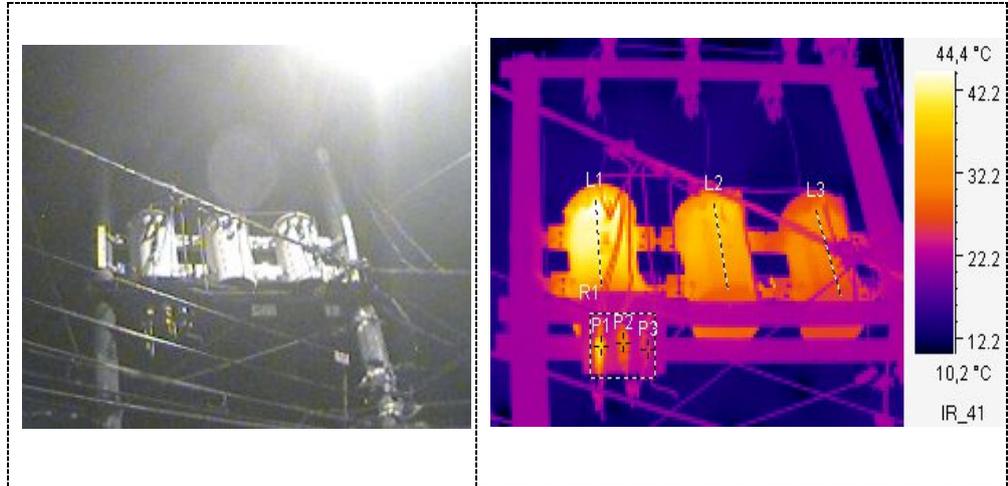
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 53

TRANSFORMADOR 1φ N° 335



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 42

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ
N° 335

Imagen Info	Valor
Max Temp	44,9 °C
File Name	IR_41 - SA 04129.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:30:41
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	38,8 °C
P2:Max	31,0 °C
P3:Max	26,3 °C
L1:Max	44,9 °C
L2:Max	39,5 °C
L3:Max	33,3 °C
R1:Max Temp	41,4 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en la línea L1 supera a la línea L2 y L3 y se puede decir que el trafo 1 está sobrecargado levemente en relación a los demás, el breaker P1 también está sobrecargado, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

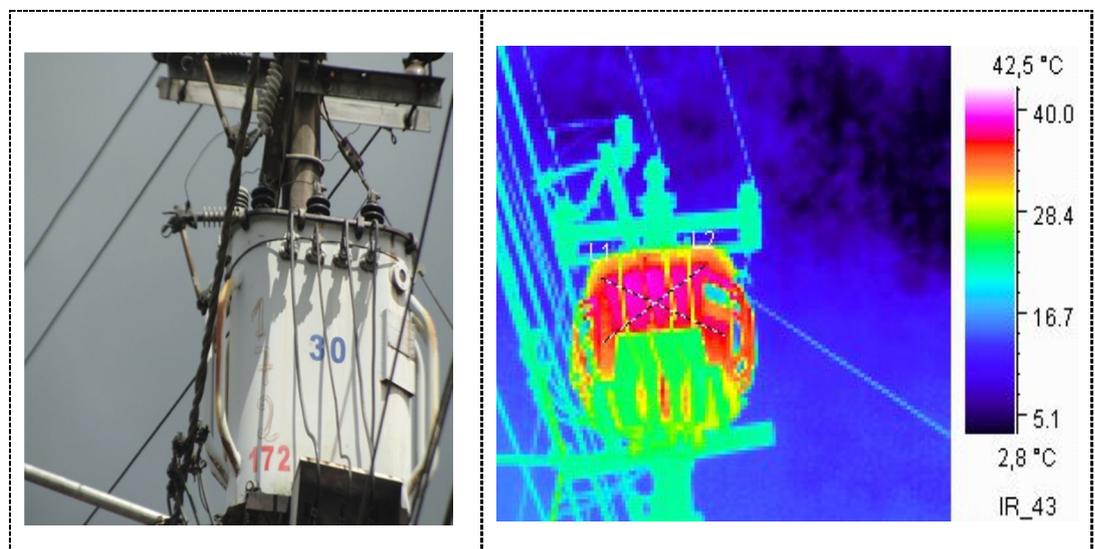
Leve y no se deben realizar acciones correctivas programadas.

Acciones

Un seguimiento periódico a los trafos y breakers ya que se Encuentran con un incremento de temperatura, se recomienda realizar el balance de carga. Esperar el próximo mantenimiento predictivo

GRÁFICO N° 54

TRANSFORMADOR 3 ϕ N° 172. CARGABILIDAD: 89.3%



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

TABLA N° 43

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ N° 172

Imagen Info	Valor
Max Temp	44,3 °C
File Name	IR_43 - SAT04127.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:25:26
HERRAMIENTA	Valor
L1:Max	39,6 °C
2:Max	39,3 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
 Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área L1 y L2, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Interpretación

Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 55

TRANSFORMADOR 1φ N° 1327.CARGABILIDAD: 120.4%



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 44

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ
N° 1327

Imagen Info	Valor
Max Temp	58,9 °C
File Name	IR_45 SAT04122.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:11:17
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	36,4 °C
P2:Max	28,9 °C
L1:Max	58,1 °C
L2:Max	43,2 °C
R1:Max Temp	36,5 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área L1, supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 14,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Interpretación

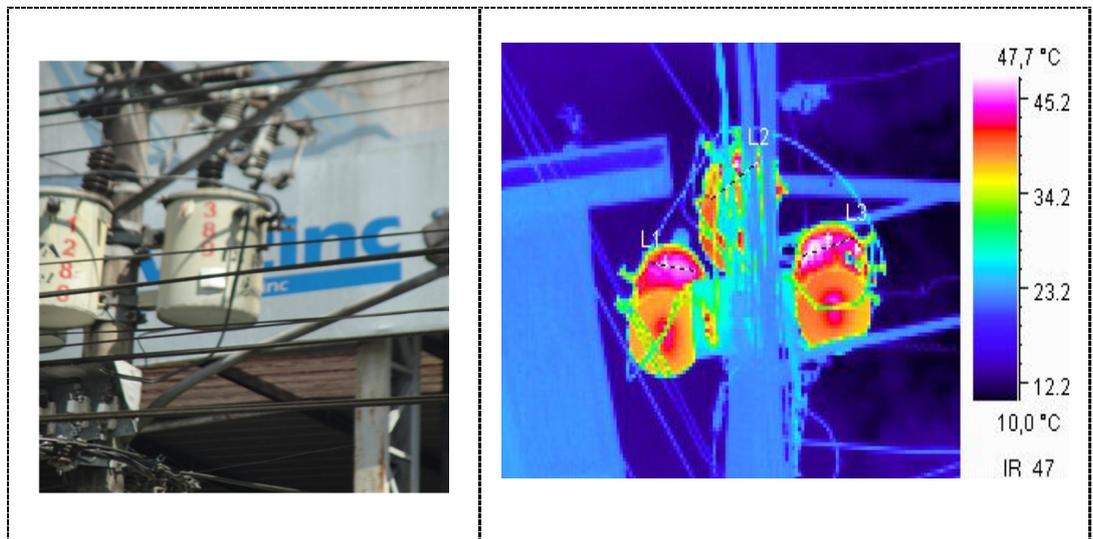
Leve y se verifica un incremento de temperatura y se puede concluir q el trafo se encuentra en etapa de sobrecarga.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 56

TRANSFORMADOR 1 ϕ N° 389.CARGABILIDAD: 112.7%



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 45

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ N° 389

Imagen Info	Valor
Max Temp	49,0 °C
File Name	IR_47 - SAT04130.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:35:37
HERRAMIENTA	Valor
P1:Max	42,2 °C
L1:Max	47,5 °C
L2:Max	41,7 °C
L3:Max	47,9 °C
R1:Max Temp	42,8 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área L1 y L2, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 6,2$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

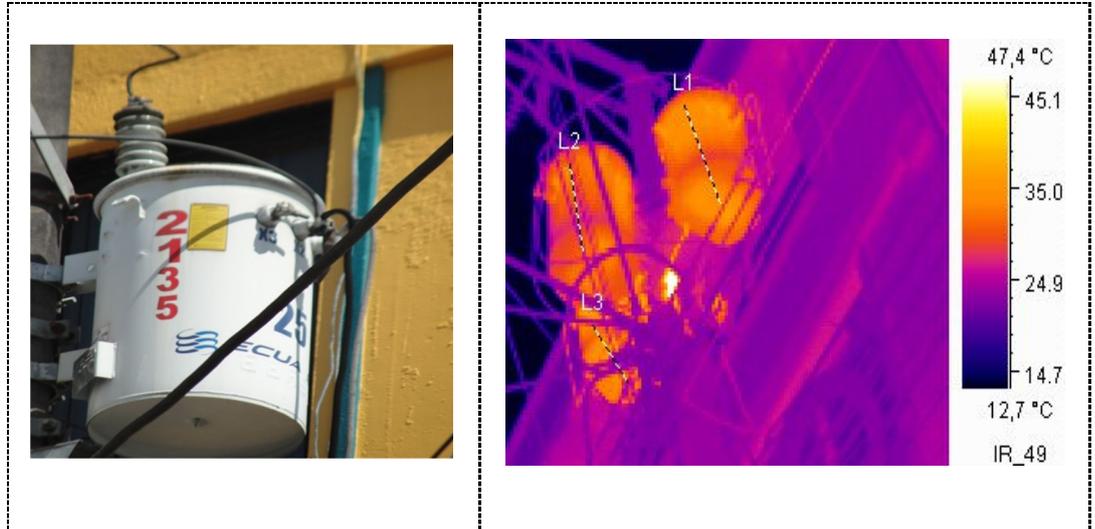
Normal y se verifica un incremento de temperatura y se puede concluir que el trafo L3 se encuentra en etapa de sobrecarga.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 57

TRANSFORMADOR 1φ N° 2135. CARGABILIDAD: 93.6%



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 46

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ
N° 2135

Imagen Info	Valor
Max Temp	62,4 °C
File Name	IR_49 - SAT04133.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:44:43
HERRAMIENTA	Valor
L3:Max	37,9 °C
L2 Max	34,2 °C
L1:Max	36,9 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área L1 y L2, no supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, se considera una temperatura de condiciones normales de $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Interpretación

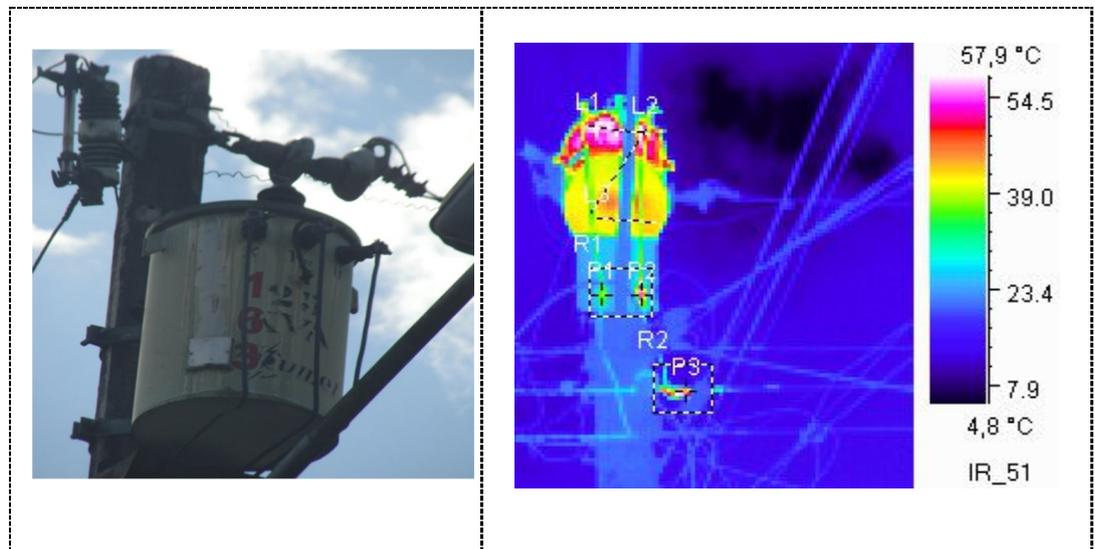
Normal y se espera al próximo estudio.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

GRÁFICO N° 58

TRANSFORMADOR 1 ϕ N° 244.CARGABILIDAD: 101.4%



Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

TABLA N° 47

RESULTADOS DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA TRANSFORMADOR 1φ
N° 244

Imagen Info	Valor
Max Temp	74,6 °C
file Name	IR_51 - SAT04131.SAT
Shooting Time	21/10/2014 20:38:53
HERRAMIENTA	Valor
P3:Max	46,5 °C
P2:Max	55,3 °C
P1:Max	39,9 °C
L1:Max	60,7 °C
L2:Max	57,9 °C
L3:Max	45,3 °C
R1:Max Temp	58,3 °C
R2:Max Temp	74,6 °C

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV
Elaborado por: Los autores

Análisis

La diferencia de temperatura en el área L1, supera el valor de relevancia normal, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 15,6$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C.

Interpretación

Leve y se verifica un incremento de temperatura y se puede concluir q el trafo se encuentra en etapa de sobrecarga.

Acciones

Ninguna acción hasta el próximo estudio predictivo.

TABLA N° 48

RESUMEN DE LA INSPECCIÓN A EL ALIMENTADOR CIRCUNVALACION

REPORTE	LOCALIZACIÓN	EQUIPO	SEVERIDAD
1	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	SECCIONADOR 3φ N° 9096.	MEDIO
2	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	SECCIONADOR 3φ - 1592.	GRAVE
3	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	SECCIONADOR 3φ N° 051.	MEDIO
4	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	TRANSFORMADOR 1φ N° 335.	MEDIO
5	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	TRANSFORMADOR 1φ N° 1327.	MEDIO
6	ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	TRANSFORMADOR 1φ N° 244.	MEDIO

Fuente: Estudio Predictivo en la EEASA Red de distribución Primario Circunvalación 13,8 KV

Elaborado por: Los autores

2.5. Verificación de la Hipótesis

De acuerdo a la hipótesis planteada en la presente investigación, que dice: “El análisis de cargabilidad en el Alimentador Circunvalación con la aplicación del software CIMDYST 7, el programa EXCEL y la aplicación de un estudio termográfico en la Subestación Puyo y el Alimentador Circunvalación, mediante la aplicación de los resultados obtenidos en el estudio mejorara la calidad de entrega de la energía eléctrica.” para su verificación se sometió al juicio de los beneficiarios, la misma que según el juicio realizado se determinó que es positiva y viable de ejecutar; es decir que un análisis de cargabilidad permite verificar posibles anomalías en el Alimentador Circunvalación y sus redes de distribución, con ello se logra disminuir costos de penalizaciones por no suministro de energía, eficiencia en la distribución de energía, un mantenimiento correcto de los equipos de la Subestación Puyo.

TABLA N° 49

JUCIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ESTUDIOS

Estudio Termográfico	Resultados Software vs Cálculos Excel	Estudio de cargabilidad con la incorporación masiva de cocinas de inducción
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de elementos en mal estado. • Identificar transformadores con excesiva temperatura. • Comparar la temperatura de elementos de similares características en las mismas condiciones de operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación teoría y práctica de los resultados obtenidos. • Veracidad de los resultados calculados y simulados. 	<p>De acuerdo a la consideración de las cocinas de inducción próximas a introducirse, la cargabilidad es mayor. Aplicando acciones correctivas dadas por el estudio de cargabilidad ayudara notablemente a la disminución de posibles sobrecargas en los transformadores de distribución del alimentador.</p>

Fuente: Estudio termográfico realizado por los autores

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1.Presentación

Un estudio termográfico utilizando la cámara de infrarrojos para el análisis de cargabilidad en los transformadores de distribución eléctrica es una alternativa que se presenta para un mejor rendimiento en la calidad de energía eléctrica de la Subestación Puyo y el Alimentador Circunvalación de la empresa Eléctrica Ambato S. A.

Las cámaras termográficas son una herramienta que sirve para determinar cuando y donde se necesita mantenimiento en las instalaciones eléctricas. Al descubrir estos puntos críticos calientes con la cámara termográfica se puede llevar a cabo una medida preventiva que evitan alta cargabilidad en los transformadores y por ende averías, incendios y otras alteraciones que significan costos y en algunos casos, pérdidas humanas.

Verificados los resultados, emitidos en el capítulo anterior, cabe enunciar que la utilización de una cámara termográfica resulta importante para proporcionar un mantenimiento predictivo en la Subestación, con la finalidad de reducir costos de mantenimiento y operación en el Alimentador, lo que conlleva a entregar un producto de calidad a los usuarios de ésta Subestación.

Se da a conocer a través de una descripción estilizada la factibilidad de ser aplicada, los objetivos que concretan la propuesta, el diseño esquemático y las conclusiones y recomendaciones obtenidos del estudio investigativo realizado sobre la importancia de la cámara termográfica como instrumento predictivo de sobrecargas en la Subestación, especialmente cuando a nivel nacional se están realizando estudios de sobrecarga debido a la implementación de cocinas de inducción implementadas por el Gobierno Nacional.

Como herramienta para el usuario, se describe la importancia de la cámara como accesorio determinante de riesgos de cargabilidad en el Alimentador, dentro de éste mismo contexto se da a conocer su funcionamiento, características y la aplicación como mantenimiento predictivo realizado.

Debido a su gran rentabilidad y confiabilidad varias industrias han incorporado a su sistema predictivo las cámaras infrarrojas, para que a través de sus imágenes y datos se pueda interpretar y evaluar los datos. En éste compendio se pretende contribuir con la Subestación Puyo de la EASSA para ofrecer un mejor servicio a la colectividad de Pastaza. En el documento se describe el funcionamiento de la cámara termográfica y algunas consideraciones sobre su uso y el mantenimiento predictivo que brinda.

3.2. Objetivos de la propuesta.

3.2.1. General

- Analizar los puntos más críticos según el sistema de predicción termográfica y en los elementos de la Subestación Eléctrica Puyo y el Alimentador Circunvalación además la cargabilidad de los transformadores del Alimentador Circunvalación en estado operativo actual y con la incorporación masiva de cocinas de inducción para

alcanzar mayor efectividad en la entrega de la energía eléctrica en la provincia de Pastaza.

3.2.2. Específicos

- Detectar los puntos críticos a través de una inspección termográfica de la Subestación y Alimentador Circunvalación, utilizando para ello la cámara termográfica.
- Identificar la cargabilidad actual de operación en los transformadores de distribución del Alimentador Circunvalación.
- Analizar la cargabilidad de los transformadores de distribución del Alimentador Circunvalación con la incorporación de las cocinas de inducción.

3.3. Análisis de Factibilidad

3.3.1. Factibilidad Técnica

El análisis de factibilidad técnica respecto a la implementación de un sistema predictivo de cargabilidad mediante una cámara termográfica es positivo, por cuanto al evaluar el equipo, se determina que la cámara y el software están disponibles y si tienen las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando para utilizarse en la Subestación Puyo.

Los estudios de factibilidad técnica también consideran las interfaces entre los sistemas actuales de la cámara y los componentes de la Subestación, poniéndose de manifiesto que nuevos modelos de cámaras a futuro tienen características de funcionamiento y de calidad de imágenes similares, pero con los alcances tecnológicos futuros, es decir, los componentes que tienen diferentes

especificaciones de circuito pueden interconectarse, y los programas de software pueden pasar datos a otros programas porque si tienen los mismos formatos en los datos o sistemas de codificación; tales componentes y programas son compatibles técnicamente.

En cuyo defecto de no haber compatibilidad, puede hacerse una simulación, que es un programa de cómputo que establece compatibilidad, pero con frecuencia estas formas de factibilidad técnica no están disponibles o son demasiado costosas, pero alternativas sugeridas como factibles de realizar.

Dentro del estudio de factibilidad técnica también se considera que la organización tiene el personal que posee la experiencia técnica requerida para diseñar, implementar, operar y dar el mantenimiento predictivo de la Subestación con el uso de la cámara termográfica.

Si el personal no tiene esta experiencia, puede entrenársele o pueden emplearse nuevos o consultores que la tengan, en cuyo caso los investigadores de éste proyecto son los encargados de dar la capacitación necesaria.

A continuación se presenta como evidencias una evaluación que demuestra que el proyecto puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y opciones para mantenerlo en funcionamiento.

Correcto funcionamiento del producto o servicio.

Se han hecho mediciones con la cámara termográfica, el número suficiente en los períodos adecuados para verificar la eficiencia. Se mantendrá contacto con el proveedor del producto para acceder a un soporte técnico por parte de la empresa fabricante. También se dispone de una Cámara digital SONY 10 megapixel

Proyectos complementarios para desarrollar el estudio.

Las tecnologías, y el asesoramiento técnico se mantendrán con el proveedor de la cámara, y un contacto continuo con subestaciones que ya manejen éste sistema operativo de predicción de cargabilidad de los elementos de la Subestación y el Alimentador circunvalación.

La capacitación a los operadores de la Subestación será con los técnicos que suministran la cámara, por internet o en directo. Además será punto de apoyo los investigadores de éste proyecto.

Se ha determinado que hay suficiente número de proveedores que ofrecen productos de características requeridas para la Subestación como alternativas a los equipos seleccionados.

Especificaciones técnicas de la cámara termográfica.

La cámara termográfica es un dispositivo de imagen que mide la radiación procedente de un objeto para calcular su temperatura. Cuando se mide la temperatura mediante la cámara termográfica, la radiación infrarroja emitida por el objeto converge debido a la óptica de la cámara, el detector realiza un cambio de voltaje o de resistencia eléctrica, la cual es leída por los elementos electrónicos de la cámara termográfica. La señal producida por la cámara termográfica se convierte en una imagen electrónica llamada termograma que describe en la pantalla.

Una cámara termográfica registra la intensidad de la radiación en la zona infrarroja del espectro electromagnético y la convierte en una imagen visible.

Las características técnicas de la cámara termográfica en resumen se presentan a continuación:

TABLA N° 50
 CARACTERISTICAS DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICASATIR HOTFIND-
 V

Rendimiento de imagen	
FOV / min. distancia de enfoque	20 ° x 15 ° / 0,1 m
Resolución espacial	2,2 mrad
Sensibilidad térmica	80mK @ 30 °C
Tipo de detector	FPA, microbolómetro uncooled
Resolución	160 x 120
Rango espectral	8-14 um
Foco	Manual
Presentación de imagen	
Modo de imagen	-VN: IR-VT / VG: IR / CCD / Duo-visión
Pantalla LCD	"Pantalla TFT de 3,5"
Cámara digital	-VN: No disponible-VT / VG: 640 x 480 a todo color
Medición de la temperatura	
Rango de medición	-20 °C ~ + 250 °C, hasta + 1500 °C (Optionl)
Precisión	± 2 °C o ± 2 de lecturas
Modo de medición	-VN: 1 punto móvil, auto caliente / punto-VT frío: 4 puntos móviles, auto Hot Spot / calor, isoterma-VG: 9 puntos móviles, auto Hot Spot / calor, perfil, 5 cajas de área, isoterma
Delta T	Sí
Alarma	Sí
Almacenamiento de imagen	
Tipo	2 GB de tarjeta SD extraíble
Formato de archivo térmica	* .sat
Formato de archivo de Visual	* .ccd
Grabar vídeo térmica	N / A
Anotación	Anotación de voz a través de Bluetooth (-VG solamente)
Sistema de batería	
Voltaje de funcionamiento	DC 8V-11V
Duración de la batería	2,5 horas
Especificación del ambiente	
Temperatura de funcionamiento	-20 °C ~ + 50 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ + 70 °C
Humedad	10% ~ 95%, sin condensación
La encapsulación	IP54
Choque	25G
Vibración	2G

Característica física	
Peso	Menos de 600 g (batería incluida)
Tamaño	215mm x 80mm x 219mm
Iluminador	Sí (-VT / VG solamente)
Puntero láser	Sí (-VT / VG solamente)
Datos térmicos de transferencia en tiempo real a través de USB 2.0	Sí (-VG solamente)
Bluetooth	Sí (-VG solamente)
Interfaz de red / GPS / Wi-Fi	No
Lentes opcionales disponibles	6.4 °, 9 °, 28 °, 38 °

Fuente: Manual de la cámara termográfica

3.3.2. Factibilidad Operacional

Esta factibilidad comprende una determinación de la probabilidad de que un nuevo sistema se use como se supone. Se han considerado cuatro aspectos de la factibilidad operacional:

Primero, el nuevo sistema de análisis de cargabilidad de corriente no es demasiado complejo para los usuarios de la organización o los operadores del sistema, razón por la cual se cuenta con el apoyo de los trabajadores de la Subestación.

Segundo, el sistema implementado puede hacer que los empleados optimicen su trabajo sin miedo a ser desplazados, tengan intereses en el sistema antiguo u otras razones, sin ninguna posibilidad de resistirse al cambio al nuevo sistema de uso de la cámara termográfica como dispositivo preventivo.

Tercero, éste nuevo sistema implementado no va introducir cambios demasiado rápidos o complejos para permitir al personal adaptarse a él y aceptarlo sin crear resistencia.

“Sin importar qué tan atractivo pueda ser un sistema en su aspecto económico si la factibilidad operacional indica que tal vez los usuarios no aceptarán el sistema o que uso resultará en muchos errores o en una baja en la moral, el sistema no debe implantarse.” (Sojo, 2008: 2)

Cuarto, una última consideración es la probabilidad de que la cámara no sea obsoleta y subsecuente en el sistema. Po tanto la tecnología que ha sido anunciada será muy útil operativa y administrativamente.

3.4.Desarrollo de la Propuesta

3.4.1. Procedimiento de inspección termográfica en la subestación Puyo

Entre los pasos seguidos tenemos los siguientes:

- a) Elaborar una ruta de inspección de acuerdo con el diagrama de la Subestación.
- b) Planear las actividades a realizarse para la seguridad en el área de inspección.
- c) Obtener autorización para trabajar en el área de inspección.
- d) Llevar el equipo de seguridad para trabajar en instalaciones eléctricas.
- e) Comunicar a sala de control el ingreso al patio de maniobras.
- f) Calibrar la cámara termográfica dependiendo del equipo a ser inspeccionado.
- g) Realizar la inspección de todos los equipos implicados de acuerdo con la ruta de inspección preestablecida.

h) Al finalizar la inspección comunicar a la sala de control la salida.

3.4.2. Diseño esquemático de la implementación de la propuesta

Análisis de los puntos críticos o calientes de la inspección termográfica a la Subestación Puyo.

- En el Alimentador Tarqui – Palora específicamente en el seccionamiento hacia salida subterránea se plantea el ajuste de contactos en los seccionadores, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.
- Para el conector barra del interruptor 52MT12, TRAF0 OSAKA lado de la barra se plantea el ajuste de contactos en los seccionadores.
- Para el seccionamiento de la barra del alimentador circunvalación hacia la línea subterránea fase B se plantea el ajuste de contactos en el seccionamiento, si se identifica el daño en el elemento se recomienda su cambio.
- En la barra del interruptor - Alimentador Central se plantea el ajuste de contactos en el seccionamiento, si se identifica el daño en el elemento se recomienda su cambio.
- En el seccionador barra del interruptor - Alimentador Central se recomienda el ajuste de contactos en el seccionamiento, si se identifica el daño en el elemento se recomienda su cambio.
- Para los puentes en barra de 69 kV en el trafo shenda se plantea el ajuste de contactos en los puentes trifásicos, ya que la temperatura aumenta en consideración de los demás puntos.

- Para el conductor subterráneo se plantea realizar un diagnóstico de sus características o su respectivo cambio.

Nota: Para los demás puntos se recomienda dar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la termografía y el personal más adecuado.

Análisis de los puntos críticos o calientes de la inspección termográfica en el Alimentador Circunvalación.

- Para el Seccionador 3φ – 1592 la diferencia de temperatura supera el valor de relevancia grave, la máxima temperatura se establece en $\Delta t = 40,6$ °C, se considera una temperatura de condiciones normales de 2,0 °C, se recomienda realizar acciones correctivas inmediatas, se plantea en primer plano el ajuste de contactos en todos los seccionadores, y si es necesario realizar el cambio de seccionador o de la barra ya que existe un incremento de temperatura con relación a los demás.

Nota: Para los demás puntos se recomienda dar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la termografía y el personal más adecuado.

3.4.2.1. Presupuesto 1:

TABLA N° 51
COSTOS CONECTORES Y SECCIONADORES

Descripción	Unidades	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
SECCIONADOR BARRA, S/E PUYO	5	250,25	1251,25
CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA, S/E PUYO	8	85,5	684
SECCIONADOR 3φ, ALIMENTADOR CIRCUNVALACION	3	76,5	229,5
MANO DE OBRA DESMONJE	5	18,6	93

SECCIONADOR BARRA, S/E PUYO			
MANO DE OBRA MONTAJE SECCIONADOR BARRA, S/E PUYO	5	25,8	129
MANO DE OBRA DESMONJE CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA, S/E PUYO	8	15,25	122
MANO DE OBRA MONTAJE CONECTOR RANURA PARALELA DE LA BARRA, S/E PUYO	8	17,2	137,6
MANO DE OBRA DESMONJE SECCIONADOR 3 ϕ	3	18,65	55,95
MANO DE OBRA MONTAJE SECCIONADOR 3 ϕ	3	21,5	64,5

SUBTOTAL 1 2766,8

Elaborado por: los autores

En la TABLA N presenta los costos de seccionadores y conectores pertenecientes a la subestación Puyo y al Alimentador Circunvalación, donde al ser cambiados por parte de la EEASA mejorara la continuidad de servicio y la calidad de energía.

Beneficios:

Al cambiar estos elementos o puntos calientes se evitara que haya desconexiones intempestivas ayudando al buen desenvolvimiento del comercio y mejorando así la calidad de vida de los habitantes.

Servirá de mucha ayuda si es que la empresa decide tener un historial de las termografías realizadas ya que con esto podremos identificar los elementos que han sido cambiados, coordinar las próximas termografías, y sobre todo poder tener una noción del tiempo de vida útil de los elementos.

Análisis de cargabilidad de los transformadores de distribución en estado actual de operación.

Con los datos obtenidos de cargabilidad de los transformadores de distribución del Alimentador Circunvalación según la TABLA N° 3 se puede observar q existen

ocho transformadores sobrecargados pero que no exceden el 125% de cargabilidad establecido por la empresa por lo cual no es factible cambiarlos por el momento pero se recomienda hacer un seguimiento a dichos transformadores tomando en cuenta los costos de la TABLA N° 58.

Análisis de cargabilidad de los transformadores de distribución

En los resultados obtenidos en la tabla 4 se denota que existen 45 transformadores que sobrepasan el 125% de carga con el ingreso de las cocinas de inducción, analizando estos resultados se recomienda a la EEASA el cambio de estos transformadores de:

TABLA N° 52

DIMENSIONAMIENTO DE NUEVOS TRANSFORMADORES

Potencia actual (kVA)	Potencia recomendada (kVA)
10	15
15	30
25	30
30	45
37,5	45
45	75
75	100

Elaborado por: los autores

3.4.2.2. Presupuesto 2:

TABLA N° 53

COSTOS TRANSFORMADORES

Descripción	Unidades	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD)
TRANSFORMADOR 1F AUTOPROTEG. 15 KVA 13800 GRDY/7970/240/120V	16	1285,59	20569,44
TRANSFORMADOR 3F AUTOPROTEG. 30 KVA 13800 GRDY/7970/240/120V	21	2570,81	53987,01
TRANSFORMADOR 3F AUTOPROTEG. 45 KVA 13800 GRDY/7970/240/120V	5	2850,21	14251,05
TRANSFORMADOR 3F AUTOPROTEG. 75 KVA 13800 GRDY/7970/240/120V	1	4228,5	4228,5
TRANSFORMADOR 3F AUTOPROTEG. 100 KVA 13800 GRDY/7970/240/120V	2	4789,56	9579,12
MANO DE OBRA DESMONJE	45	95,5	4297,5
MANO DE OBRA MONTAJE	45	105,5	4747,5

SUBTOTAL 2 **111660,12**

Elaborado por: los autores

En la TABLA N° 58 presenta los costos de los transformadores a ser cambiados, para el correcto funcionamiento de la nueva carga a implementarse.

Beneficio:

De acuerdo a la consideración de las cocinas de inducción próximas a introducirse, la cargabilidad es mayor. Aplicando las acciones correctivas dadas por el estudio de cargabilidad ayudara notablemente a la disminución de posibles sobrecargas en los transformadores de distribución del alimentador.

3.4.3. Factibilidad Económica

Nuestro estudio es factible socialmente ya que al realizar el estudio y su respectiva implementación ayudara a reducir fallas producidas por el sobrecalentamiento de los elementos en las Subestación Puyo y Alimentador Circunvalación que por ende producen suspensiones del servicio eléctrico que afectan a los habitantes de Pastaza, si por parte de la EEASA se realizan estas correcciones se reducirá

notablemente los cortes de energía y esto ayudara a que la sociedad tengan un servicio adecuando y que tengan unas condiciones de vida.

En la descripción de ésta factibilidad se demuestra que el proyecto es factible ya que mejorara la calidad de energía que se suministra a los consumidores, lo que significa que la inversión que se está realizando es justificada, conjuntamente con la disminución de cortes de energía. Para ello es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y los beneficios determinados.

Costos: Aquí se presenta la estructura de los costos contemplando costos directos e indirectos.

TABLA N°54
PRESUPUESTO TOTAL

Descripción	Costos (USD)	Valor Total (USD)
COSTOS CONECTORES Y SECCIONADORES	2766,8	2766,8
COSTOS TRANSFORMADORES	111660,12	111660,12
TOTAL		114426,92

Elaborado por: los autores

Para realizar la repotenciación de los transformadores que se encuentran sobre cargados por el ingreso masivo de las cocinas de inducción y cambio de elementos como seccionadores y conectores del Alimentador Circunvalación y Subestación Puyo existentes para su correcto funcionamiento a futuro, se ha tomado los precios referenciales de pliegos de materiales utilizados por la EEASA.

3.4.4. Discusión de resultados obtenidos

- Con los datos obtenidos en el programa CIMDYST y los datos calculados en Excel se puede observar que no se puede obtener una relación exacta entre temperatura y cargabilidad pero si presenta una tendencia a mayor cargabilidad mayor temperatura, considerando el medio ambiente, condiciones y tiempo de utilización del transformador que influyen directamente en las imágenes térmicas.

- De acuerdo a los gráficos obtenidos de la cámara termográfica, se puede apreciar la radiación absorbida durante el día, que es irradiada por el poste y los herrajes, que de cierta manera afecta a la radiación propia de conectores y seccionamiento.

- En lo que respecta a la temperatura de fondo (Background) se considera un valor de 7,97 °C que afecta únicamente a la desviación estándar y no la temperatura del elemento bajo estudio.

- En cuanto a la emisividad del material se considera un valor de 0.85, la emisividad para conectores y puntos de contactos está en el rango de 0.85-0.95.

- En conectores, se aprecia valores negativos de temperatura, esto se debe a la contrastación que sufre una pequeña cantidad de temperatura en relación a una muy baja temperatura de la atmósfera.

- Luego de haber realizado el estudio de cargabilidad tomando en cuenta la incorporación masiva de cocinas de inducción se ha concluido que en un futuro 45 transformadores sobrepasaran en 125% de cargabilidad lo cual se deberá tomar en cuenta para dimensionar los nuevos transformadores.

- Para el flujo de potencia que se lo realiza en el software CIMDYST, hay que tener todos los datos necesarios como: número de usuarios, potencia de los

transformadores, consumo por transformador, ubicación y codificación en poste.

- Con relación a la cargabilidad de los elementos como: conectores, puentes y conexiones no han sido tomadas en cuenta ya que la temperatura de estos elementos son producidos por sobrecargas en las líneas, las cuales solo pueden ser calculadas realizando pruebas destructivas.

3.4.4.1. Conclusiones

- En la termografía realizada en la Subestación Puyo hemos encontrado once puntos calientes entre los cuales existen dos que son muy urgentes, que se encuentran localizados el primero en el seccionador barra del interruptor hacia la salida subterránea del Alimentador central y el siguiente en Alimentador circunvalación – salida subterránea.
- Se encuentran puntos críticos o calientes con ponderación crítica y grave con acción correctiva inmediata, en la subestación. Ninguna referencia puede reemplazar a la experiencia y el sentido común, simplemente se puede apreciar como un indicador del estado de un proceso.
- No se pudo obtener una relación exacta entre temperatura y cargabilidad por motivo de que la temperatura varía con el clima, el tiempo de utilización del elemento, el tipo de material y por causas que no se pueden considerar como son la humedad, la distancia, y la dificultad de acercarse al objeto.
- Dentro del mismo estudio de cargabilidad se determinó que no hay cargabilidad en la actualidad, sin las cocinas de inducción, de modo que los parámetros técnicos de cada uno de los equipos y accesorios de la subestación están regulados correctamente para evitar sobrecalentamiento.
- Se pudo observar que la temperatura de los transformadores que presentaban una cargabilidad elevada también tenían una temperatura alta, mientras que la

temperatura de los transformadores que tenían una cargabilidad normal su temperatura era baja en comparación a las temperaturas que presentaban los transformadores sobrecargados.

3.4.4.2. Recomendaciones:

- En el Alimentador Circunvalación se recomienda una interrupción inmediata para corregir los dos puntos calientes más severos para poder así eliminar el problema, siendo necesario cambiar lo más pronto posible los transformadores que presentan cargabilidades elevadas ya que es inevitable la incorporación de cocinas de inducción en todo el país.
- Determinadas las anomalías térmicas encontradas se debe generar un registro identificando puntos críticos, altos, medios y bajos, para realizar un mantenimiento continuo que ayude a predecir cuándo se volverán puntos de consideración, de manera que la subestación esté siempre protegida de posibles anomalías y cuente una base histórica de los elementos que son cambiados previo a la inspección termográfica, recomendándose cambiar los dispositivos que provocan sobrecalentamiento en el seccionador y el interruptor.
- Se debe realizar mantenimientos preventivos programados mediante inspecciones termográficas frecuentes para la detección de anomalías térmicas en etapas iniciales, y evitar así un mantenimiento correctivo futuro que demanda mayores costos y pérdidas a la empresa, recomendándose realizar una inspección termográfica de la subestación y alimentadores cada tres meses en la zona oriental por motivo de la humedad y el clima muy cambiante de la región.
- Es recomendable realizar siempre un estudio de cargabilidad previo a la termografía ya que nos ayuda a identificar o a focalizarnos específicamente en elementos y puntos críticos, ya que la cargabilidad y la temperatura están relativamente vinculados, considerar la experiencia y el historial predictivo.

- Se recomienda realizar la inspección termográfica en horas pico según el comportamiento del Alimentador, ya que estos cambios influyen en los resultados a obtener.
- Se recomienda para el flujo de potencia que se lo realiza en el software CIMDYST, tener todos los datos necesarios, como: número de usuarios, potencia de los transformadores, consumo por transformador, ubicación y codificación en poste de los mismos.
- Se recomienda que al determinar las anomalías térmicas encontradas se debe generar un registro identificando puntos críticos, altos, medios y bajos, para realizar un mantenimiento continuo que ayude a predecir cuándo se volverán puntos de consideración.
- Se recomienda tener una base histórica de los elementos que son cambiados previo a la inspección termográfica.
- Es necesario cambiar lo más pronto posible los transformadores que presentan cargas elevadas ya que es inevitable la incorporación de cocinas de inducción.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS

Termografía.- es una técnica que permite medir temperaturas a distancia, con exactitud y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar.

Infrarrojo.-El infrarrojo es un tipo de luz que no podemos ver con nuestros ojos.

Radiación.-es la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

Energía Calórica.- es la manifestación de la energía en forma de calor.

Espectro.- Un espectro electromagnético es el resultado que se obtiene cuando se dispersa un haz de radiación electromagnética a través de un medio dispersante y transparente.

Laminación.-es el proceso industrial por medio del cual se reduce el espesor de una lámina de metal o de materiales semejantes con la aplicación de presión mediante el uso de distintos procesos

Termovisión.-Sistema que capta las imágenes en la oscuridad por medio de rayos infrarrojos

Sensores.-es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas

Actividad molecular.-es el número de moléculas de sustrato transformadas por minuto por una sola molécula de enzima, o por un solo centro activo.

Convección.-Transmisión de calor en un fluido por movimiento de capas desigualmente calientes.

Cargabilidad.-Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Precisión.-es la necesidad y obligación de exactitud y concisión a la hora de ejecutar algo.

Termograma.-Reproducción en imagen de los datos obtenidos por un termógrafo

Emisividad.- La emisividad es un factor que debe considerarse seriamente en las inspecciones

Efecto de cavidad.-es la intensidad de radiación emitida por un cuerpo negro, con frecuencias resonantes naturales.

Alto voltaje.-Voltaje con que la energía eléctrica pasa de un cuerpo a otro. Voltaje de voltaje superior a los 650 voltios.

Subestación.- son los sitios a los que el sistema de transmisión debe entregar potencia

Sistema eléctrico.-Un sistema eléctrico es el recorrido de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo.

EEASA.-Empresa Eléctrica Ambato Sociedad Anónima.

Mantenimiento predictivo.- El mantenimiento predictivo es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que las fallas se manifiesten catastróficamente durante operación y que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos causando impacto financiero negativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRANK, P. Fundamentos de transferencia de calor. Incropera, 1999. 4ta. edición. México: Prentice Hall. p. 912.
2. JÁTIVA, Jesús y Noboa Napoleon. Estudio de las características de Cargabilidad de Líneas de Transmisión y la Influencia del soporte de Potencia Reactiva. Escuela Politécnica Nacional. Jornadas en Ingeniería eléctrica y electrónica, 1985. Vol. 6, 155-166
3. UTE, Norma de distribución N°-DIS-MA-5108 de Cámaras Termográficas. 2011. 25 p

REFERENCIAS CITADAS

- [1] MARTINEZ, Alberto. Analisis y estudio de lineas de distribucion en C.A desbalancaeas”. Tesis de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolas de los Garza-Nuevo Leon. 2002. P. 3
- [2] ibidem
- [3] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE. MEER. Programa de cocción eficiente. 2014. Quito. p. 17.
- [4] ibídem, p 18
- [5] ibídem, p 18
- [6] ibídem, p 19
- [7] CAJAMARCA E. y Sigua X. Cargabilidad en transformadores de potencia, incidencia en la vida útil, pérdidas de energía y condiciones operativas. [en línea]. Tesis (Ingeniero Eléctrico) Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Ecuador: 2010. [consultado 3 de septiembre del 2014]. Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1105/13/UPS-CT00199> p, 83

[8] CARMONA, Francisco y Ochoa José. Procedimiento para el mantenimiento predictivo en subestaciones de 115/34,5/13,8 Kv, utilizando técnicas de Termografía y Ultrasonido. Caso de Estudio. Empresa de Electricidad de Valencia. [En línea]. Tesis de Ingeniero Electricista. Universidad de Carabobo. Valencia. 2008. [Consulta: 05 julio 2014] Disponible en: www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/53/1/10912%20.pdf, p. 56

[9] FREIRE, Byron. Análisis Técnico de la Operación del Alimentador N° 2 de la S/E Otavalo de la Empresa Eléctrica EMELNORTE S.A. [en línea]. Tesis de Ingeniero Eléctrico. Quito, 2012. [consulta: 08 mayo 2014]. Disponible en: <file:///C:/Users/pc/Downloads/CD-4092.pdf> [9] p. 17

[10] ibidem, p. 17

[11] TAPIA, Andrés y Vilcacundo Marco. Estudio de la Proyección y determinación del Crecimiento de la Demanda por tipo de Usuario, con la inclusión de la cocina de inducción en el Alimentador Pichhua a 13,8 kV de la subestación Oriente, perteneciente a la empresa eléctrica Ambato regional Centro Norte S.A. [en línea]. Tesis de ingeniero eléctrico en sistemas eléctricos de Potencia. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, 2014. [Consulta: 13 de agosto 2014]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1890/1/T-UTC-1780.pdf>, p. 15

[12] FREIRE, Byron. Ob. Cit. p. 6

[13] FREIRE, Byron. Ob. Cit. p. 7

[14] FREIRE, Byron. Ob. Cit. p. 21

[15] FREIRE, Byron. Ob. Cit. p. 21

[16] FREIRE, Byron. Ob. Cit. p. 11, 12

- [17] CYME, Soluciones y software para sistemas eléctricos de potencia. SYMEDIST - Análisis de sistemas de distribución. [en línea]. [consulta:21 septiembre 2014]. Disponible en: <http://www.cyme.com/es/software/cymdist> y <http://www.tradurep.com/docs/cymdistan>. p. 2
- [18] ibídem
- [19] ibídem
- [20] ibídem, p. 4
- [21] ibídem, p. 3
- [22] ibídem, p. 5
- [23] VEGA, Luis. Manual de operación de la Subárea de control Metropolitana. [en línea]. Tesina de Ingeniero Eléctrico Electrónico. Universidad Nacional Autónoma de México. [consulta: 12 agosto 2014]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2627/Tesina.pdf?sequence=1>, p. 18
- [24] ibídem, p. 24
- [25] FLIR Systems, Inc. Termografía y sus aplicaciones. 2008. [en línea]. Madrid. [consulta: 12 de agosto del 2014]. Disponible en <http://www.nivelatermografia.net/termografiayhttp://www.monografias.com/trabajos92/termografiamantenimiento/termografiamantenimiento.shtml#ixzz37mUGptKR>.
- [26] TIPÁN, César. “Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para el equipo de subestaciones mediante el análisis estadísticos de los datos de temperatura obtenidos en un estudio termográfico” [en línea]. Tesis Ingeniero eléctrico. Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 2011. [consultado: 19 julio 2014] Disponible en: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33984/1/Norma_ISO_Doctorado.pdf, p. 56

- [27] RANGEL, D. Manual de Termografía. Instituto Universitario Politécnico. [en línea]. Maracay-Venezuela. 2013. [consulta: 16 septiembre 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/196927527/Manual-de-Termografia>, p. 27
- [28] ibídem, p. 34
- [29] Diccionario Definición ABC. 2014. [en línea]. [consulta: 14 agosto 2014] Disponible en: <http://www.definicionabc.com/general/espectro.php#ixzz37HWWb662>, p. 1.
- [30] RANGEL, D. ob. Cit. p. 30
- [31] FLIR Systems, Inc. Ob. Cit. p. 2
- [32] NIVELA. Equipos de Termografía Acústica y Termografía. Termografía y sus aplicaciones. [en línea]. Madrid, 2008. [consulta: 16 09 mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.nivela>, p. 1)
- [33] FLIR Systems, Inc. Ob. Cit., p. 8
- [34] Incropera, Frank P. Fundamentos de transferencia de calor. 1999. 4a. ed. edición. México: Prentice Hall. p. 912 p. 1
- [35] ibídem
- [36] DAHAKE. Fundamentos del calentamiento por inducción. Ambrell. Compañía Ameritherm. 2014 [en línea]. [consulta: 15 julio 2014]. Disponible en: <http://es.ambrell.com/acerca-de-induccion.html>.
- [37] Ministerio De Electricidad Y Energía Renovable. Ob. Cit., p. 1
- [38] TIPÁN, César. Ob. Cit. p. 12
- [39] TIPÁN, César. Ob. Cit. p. 70
- [40] TIPÁN, César. Ob.Cit. p. 72

- [41] FLIR Systems, Inc. Ob. Cit. 8
- [42] TIPÁN, César. Ob. Cit. p.38
- [43] ibídem Ob. Cit. p. 38
- [44] FLIR Systems, Inc. Ob. Cit.
- [45] CAJAMARCA E. y Sigua X. ob. Cit. P. 75
- [46] PANIAGUA, Resumen de las normas ISO y algunas prácticas recomendadas por la ASTM International. Norma ASTM E1934-99a. [en línea]. 2005. [consulta: 18 de agosto del 2014]. Disponible en www.paniagua.com.
- [47] Mghelectricidad. Termografía y Ventajas del mantenimiento Predictivo termográfico. [en línea]. Madrid. 2014. [consulta: 16 junio del 2014]. Recuperado de: <http://www.mghelectricidad.com/termografia/ventajas-del-mantenimiento/> , p. 1
- [48] HERRERA, Luis, MEDINA, Arnaldo y NARANJO Galo. *Tutoría de la Investigación Científica*. 4ta ed. Ambato, Ed. Graficas Corona. 2004. ISBN. 9978-981-25-x , p. 26

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. ARROYO MURILLO, José. Análisis y Diseño de Redes de Baja Tensión a partir de la Medición de Cargabilidad de los Transformadores de distribución. Tesis de Bachiller en Ingeniería eléctrica. Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 2009.
2. ÁVALOS, Federico. Diagnóstico de estado y Control del Mantenimiento de los Transformadores de la Subestación 19 de Cotocollao. [en línea]. Tesis de Ingeniero eléctrico. Escuela politécnica Nacional. Quito, 2008. [consulta: 07 mayo de 2014]. Disponible en:

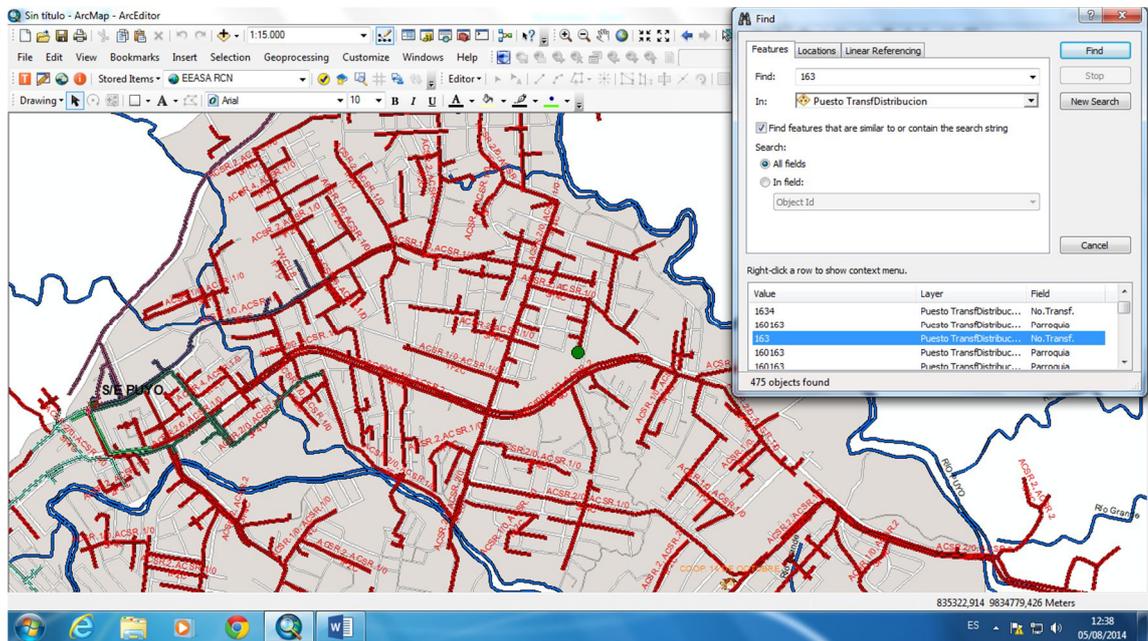
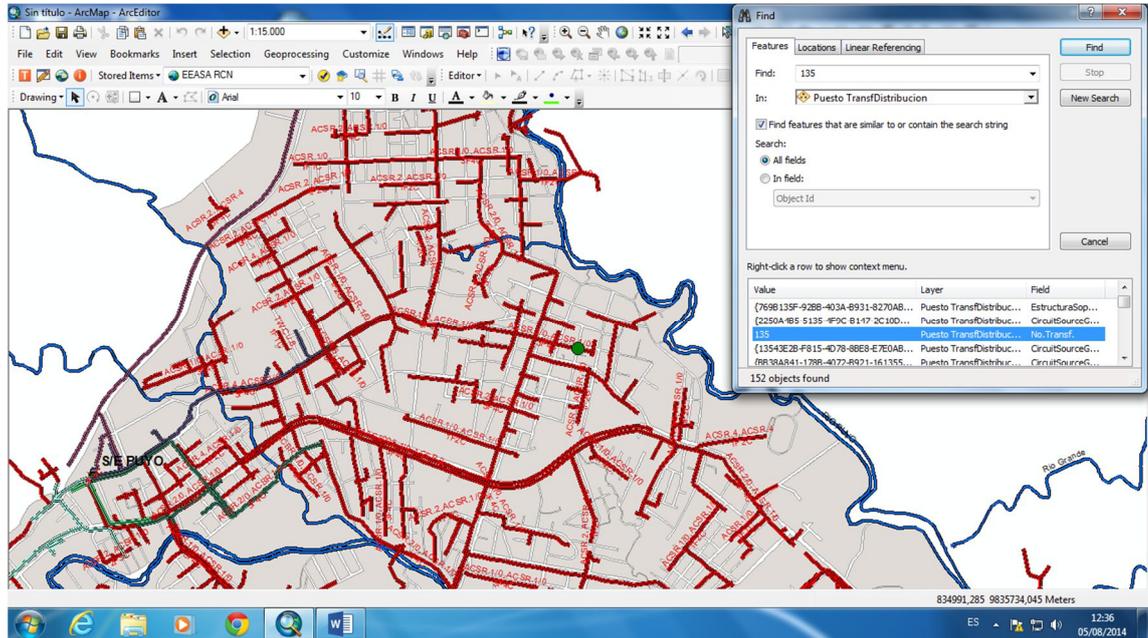
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/697/2/CD-1643%282008-07-28-11-30-38%29.pdf>

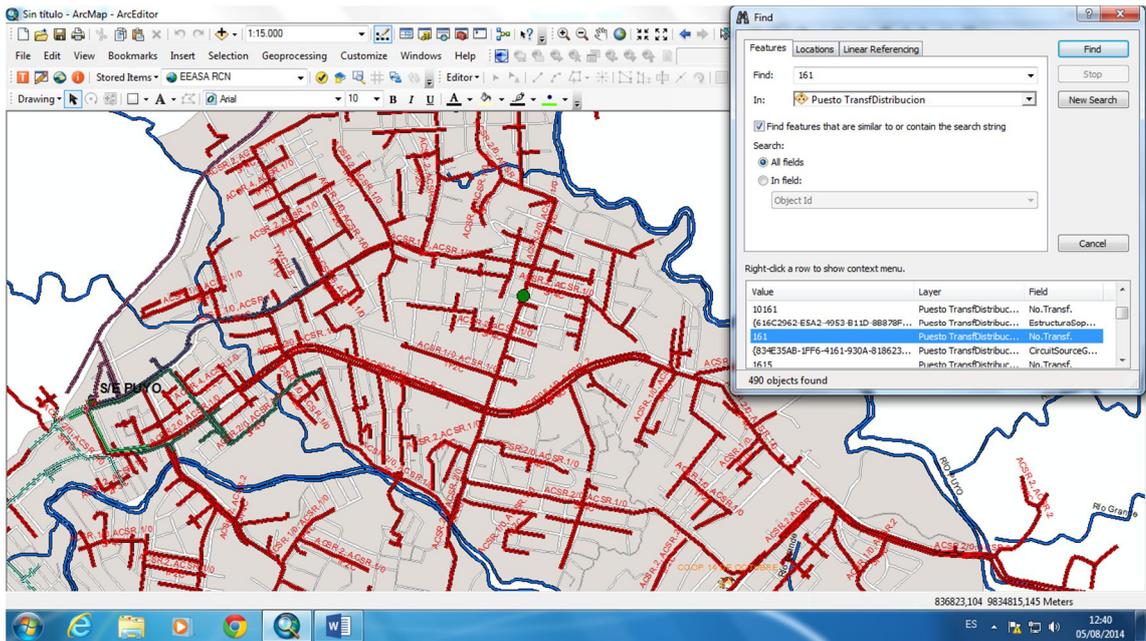
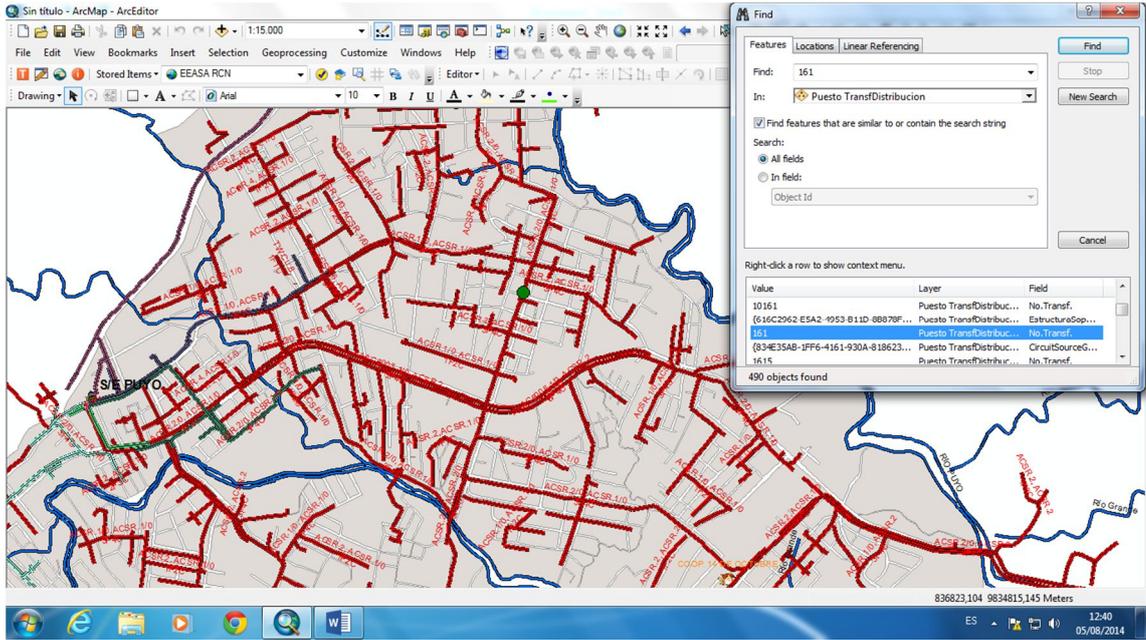
3. BALAGEAS, Daniel. Termografía Infrarroja: una técnica multifacética para la Evaluación No Destructiva (END). IV Conferencia Panamericana de END Asociación Argentina de Ensayos no Destructivos Y estructurales (AAENDE).[En línea]. Buenos Aires, 2007. [consulta: 11 julio 2014]. Disponible en: <http://www.ndt.net/article/panndt2007/papers/128.pdf.2-14>.
4. BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Guías de la BUS. Bibliografía y citas: UNE-ISO 690:2013. 13 febrero 2015, 11:02. [consulta: 14 febrero 2015, 14:28] Disponible en: <http://guiasbus.us.es/bibliografiaycitas/estilounoise>
5. CAÑIZALEZ, Oscar. Investigación Descriptiva. [en línea]. [consulta: 02 julio 2014] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/47429622/investigacion-descriptiva>.
6. CINTRÓN, G., Lugo, A. E., Pool, D. J. & Morris, G. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica*, 10(2),110-121. [en línea]. 1978. [consulta: 26 junio 2014] Disponible en: <http://www.jstor.org/pss/2388013>
7. FERNÁNDEZ, Gloria y Maya Juan. Efecto de la Temperatura elevada en las Propiedades Mecánicas de los Conectores de Alta Tensión. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. [En línea] 2004, 143(71). Universidad Nacional de Colombia. 37-43 [consulta: 21/08/2014] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49614304>
8. LARA, A. La radiación. 2011. [en línea]. [consulta: 15 junio 2014] Disponible en <http://alejandrolaradiacion.blogspot.com/2011/02/radiacion-3.html>.

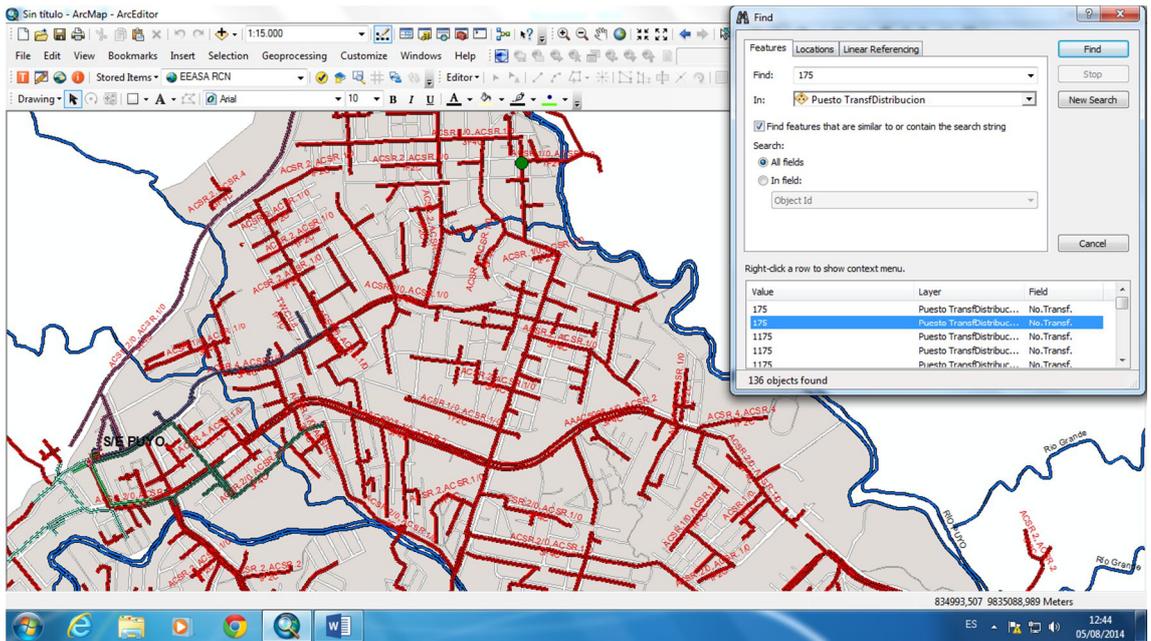
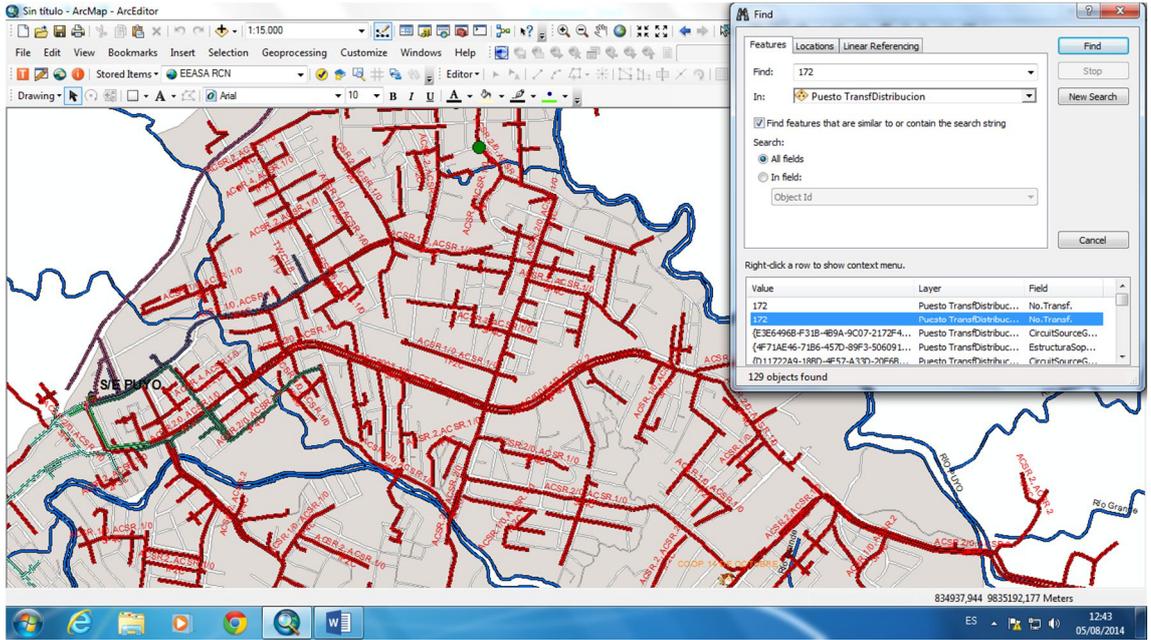
9. M.G.H. S.L Energías Alternativas y Electricidad. Que es la termografía. 2014. [en línea]. [consulta: 09 agosto 2014] Disponible en <http://www.mghelectricidad.com/termografia/que-es-la-termografia/>
10. CALLE Henry y Castillo Patricio. Evaluación y Prevención de Riesgos Eléctricos en una Subestación. [en línea]. Tesis de Ingeniero en Electricidad. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador, 2010. [consulta: 26 junio 2014]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../10935/4/TESIS%20CC.doc>
11. POYATO, Roberto. Termografía en Sistemas de Distribución Eléctrica. Soporte técnico de Fluke Iberica. [imágenes digitales]. 2012. [consulta: 02 de julio de 2014]. Disponible en: <http://es.rs-online.com/es/pdf/RSFLUKEELECTRICIDAD02.pdf>
12. SOJO, Eric. Definición Técnica, Económica y Operativa. 2008. [en línea]. [consulta: 7 agosto 2014] Disponible en: <http://ersmsystem.blogspot.com/2008/05/definicion-de-factibilidad-tnica.html>.
13. VILLA Andrés y Holguín Juan. Aplicación de Proyección de Demanda y Estudio de Cargabilidad en el sistema eléctrico de Potencia de la Ciudad de Pereira. [En línea]. Tesis de Tecnólogo en electricidad. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, 2008. [consulta: 07 de mayo de 2014]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1085/1/62131H731.pdf>
14. SKAPE. Cargabilidad en las líneas de transmisión. 2011. [en línea]. [consulta: 11 julio 2011]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cargabilidad-En-Las-Lineas-De-Transmision/3154533.html>

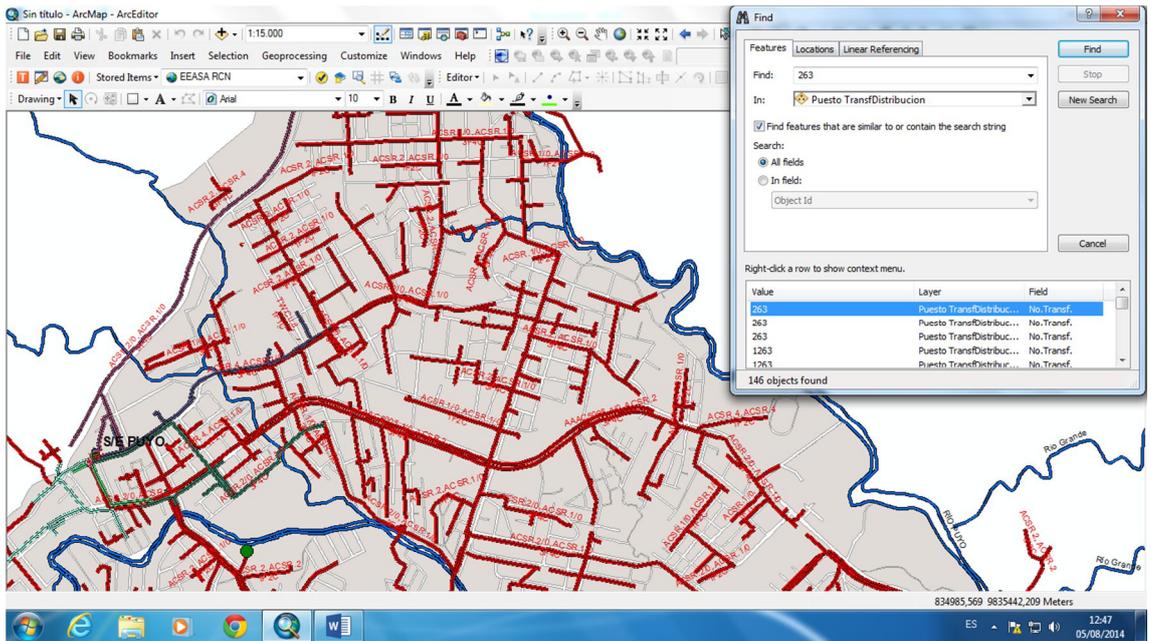
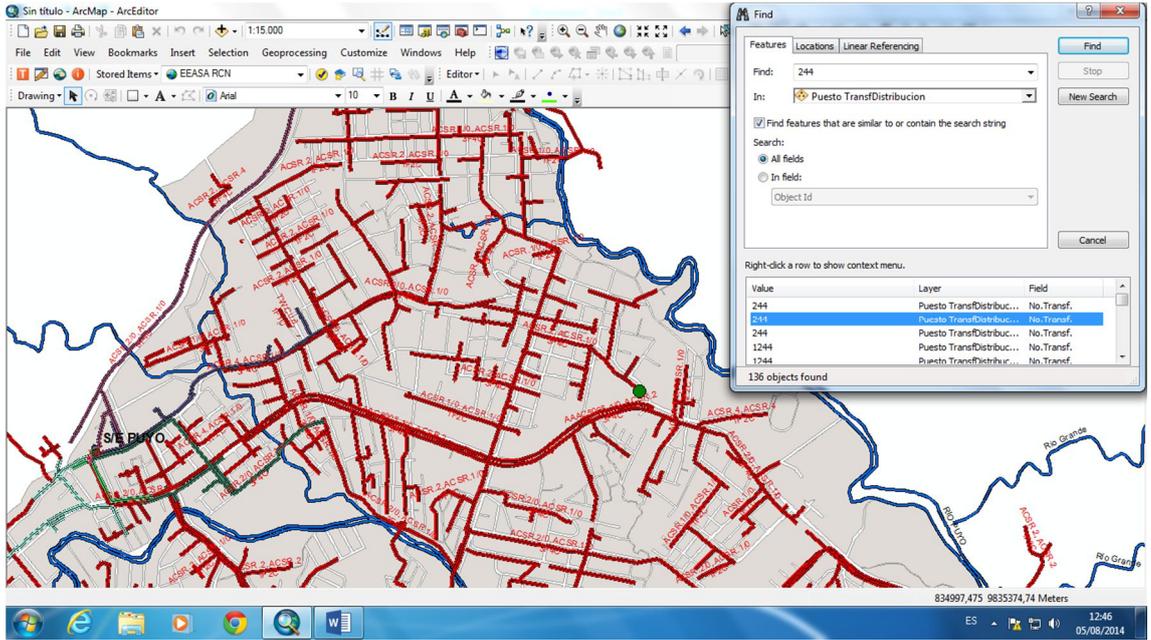
ANEXOS

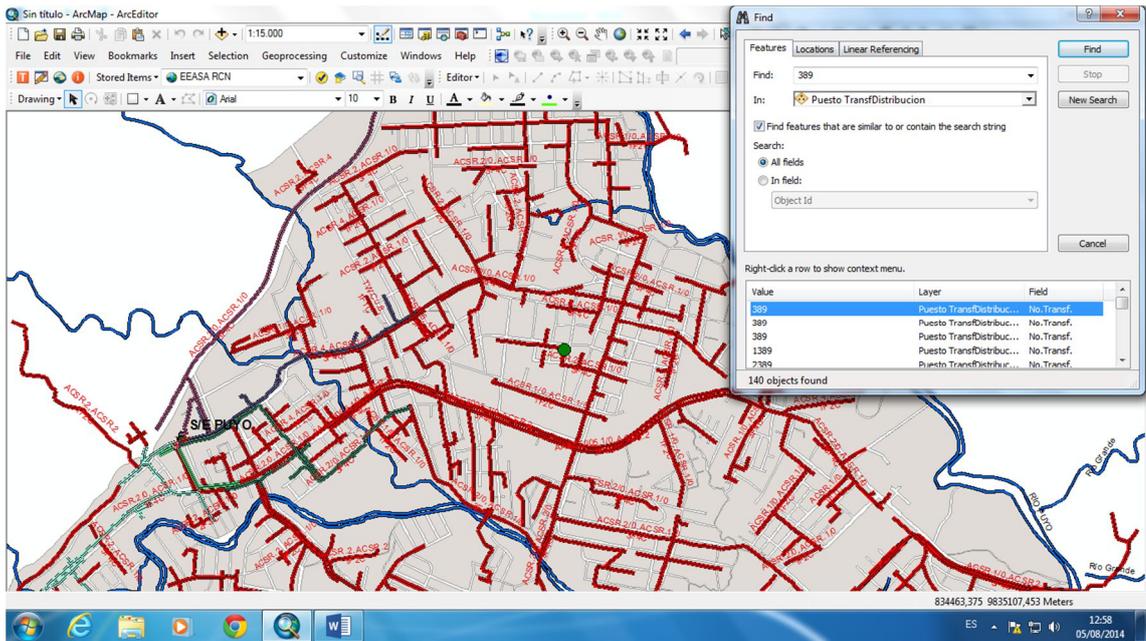
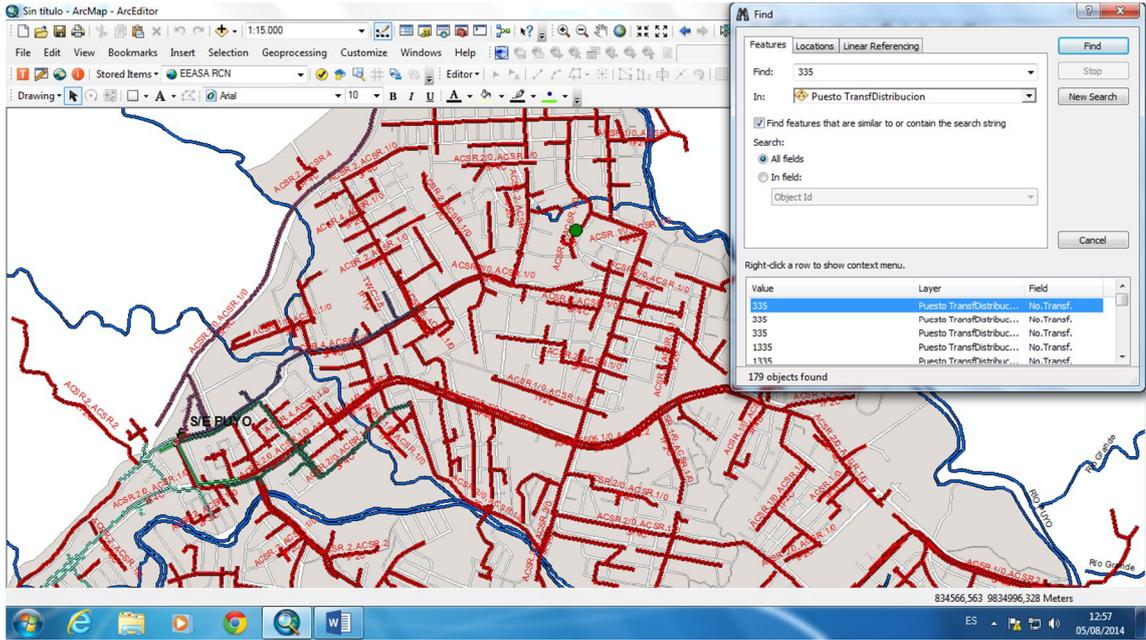
Anexo 1. Mapas Ubicación Transformadores

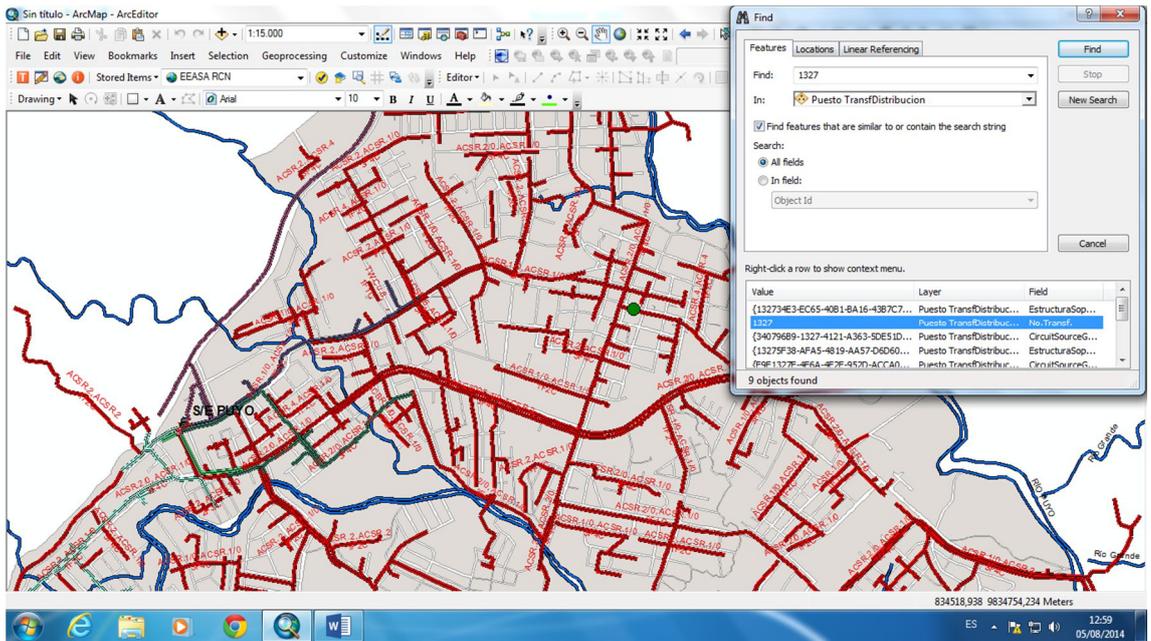
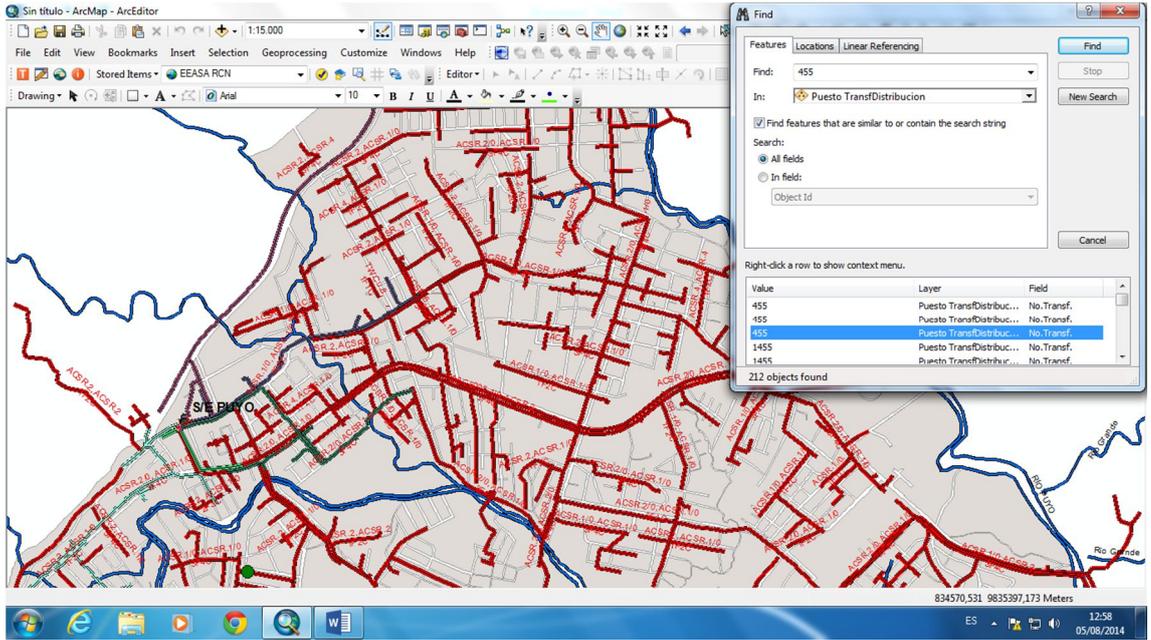


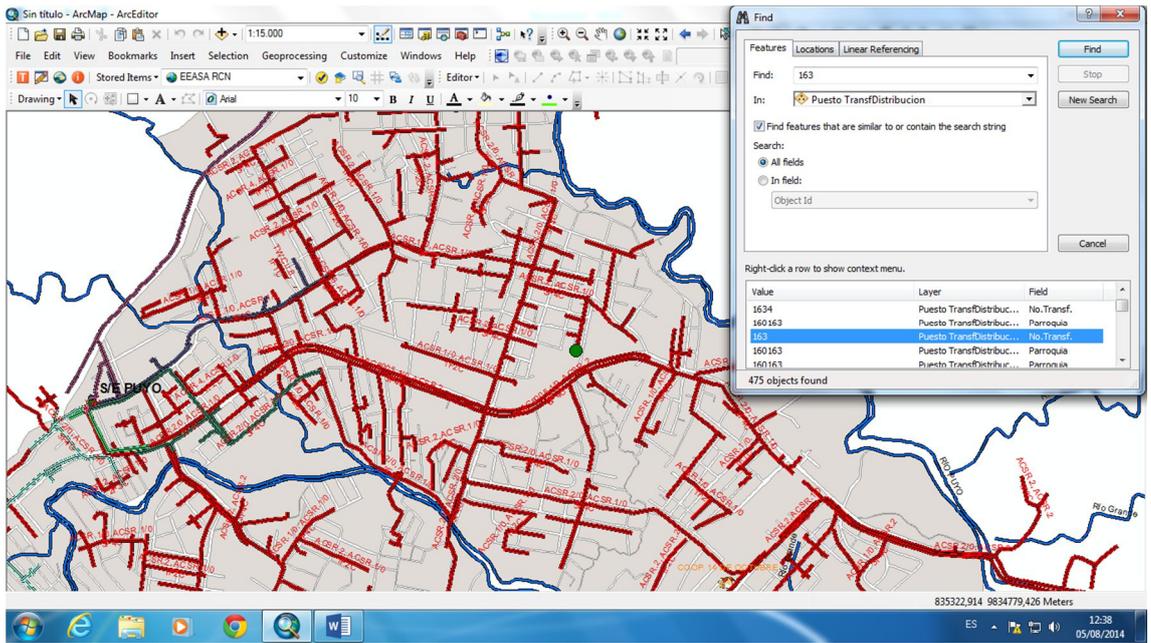
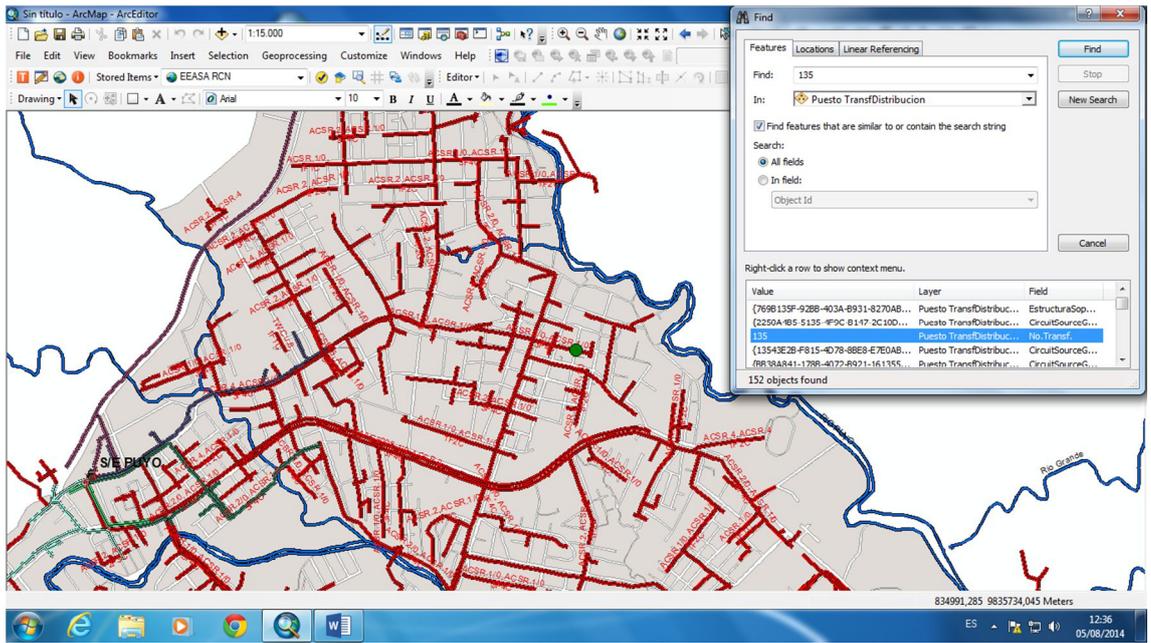


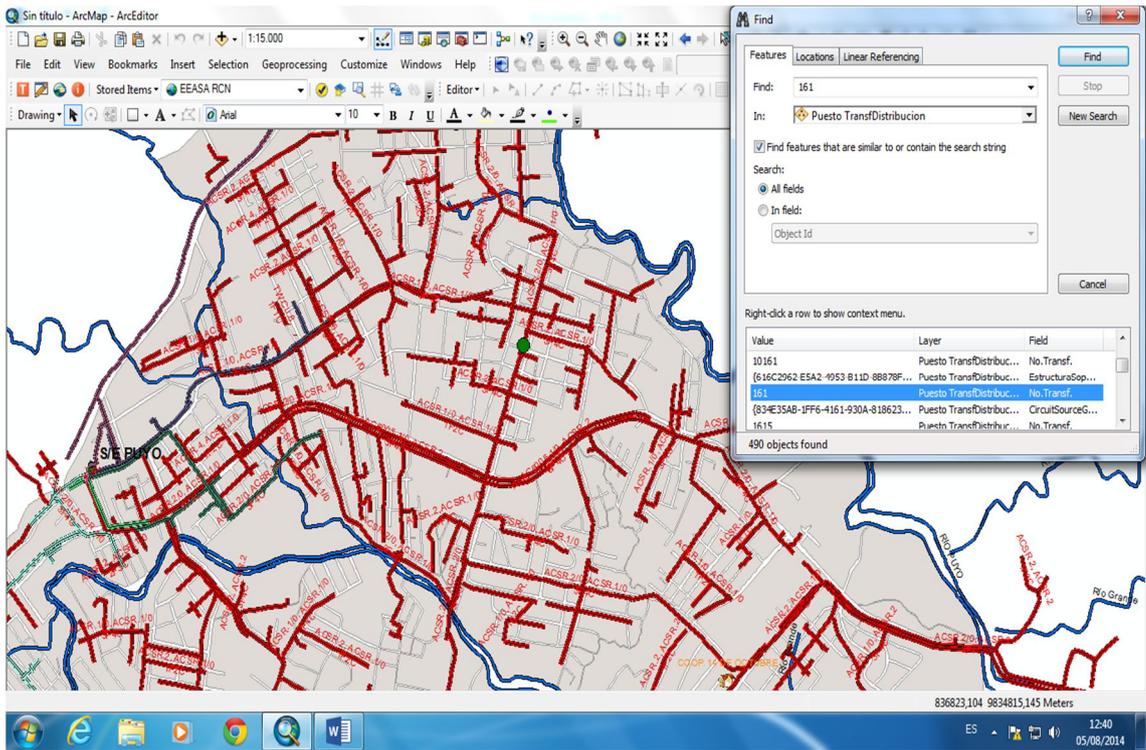
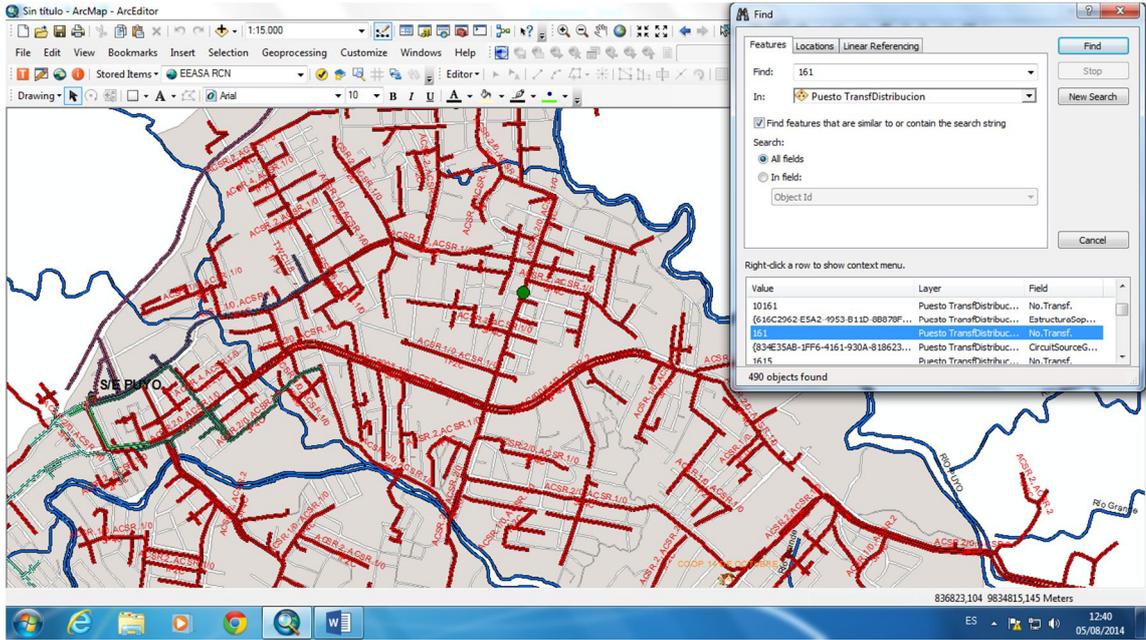


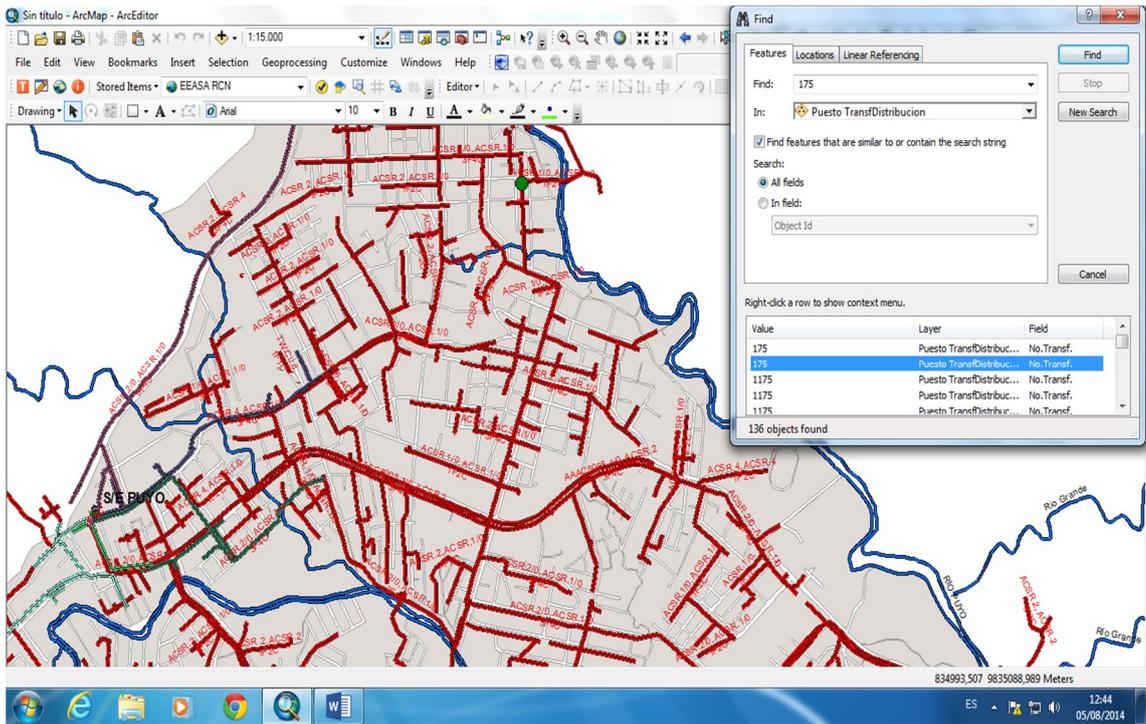
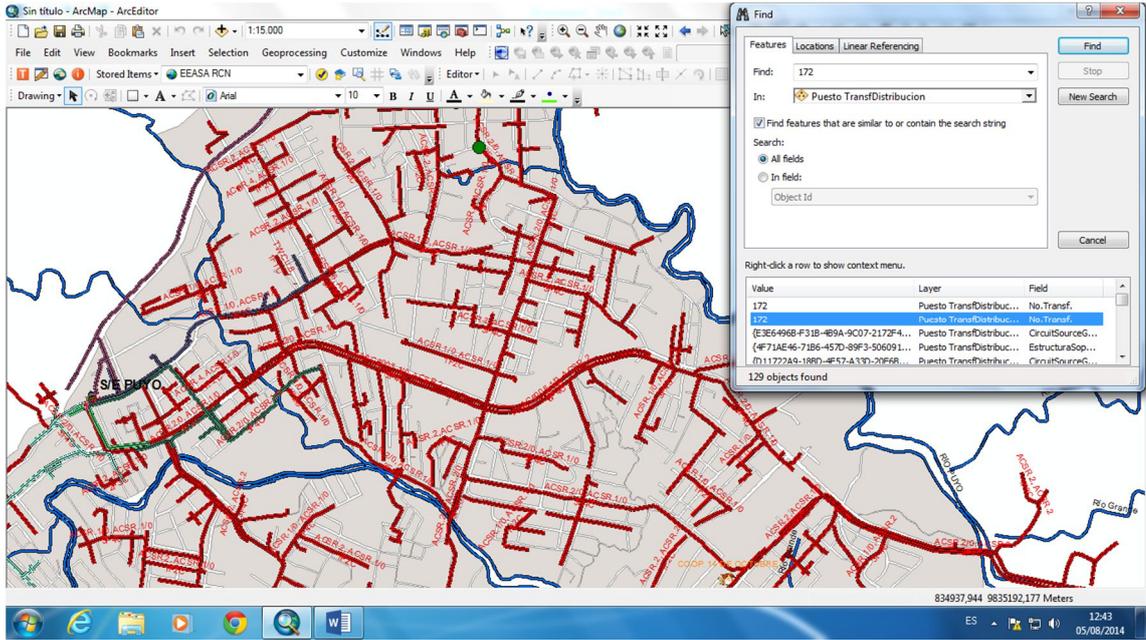


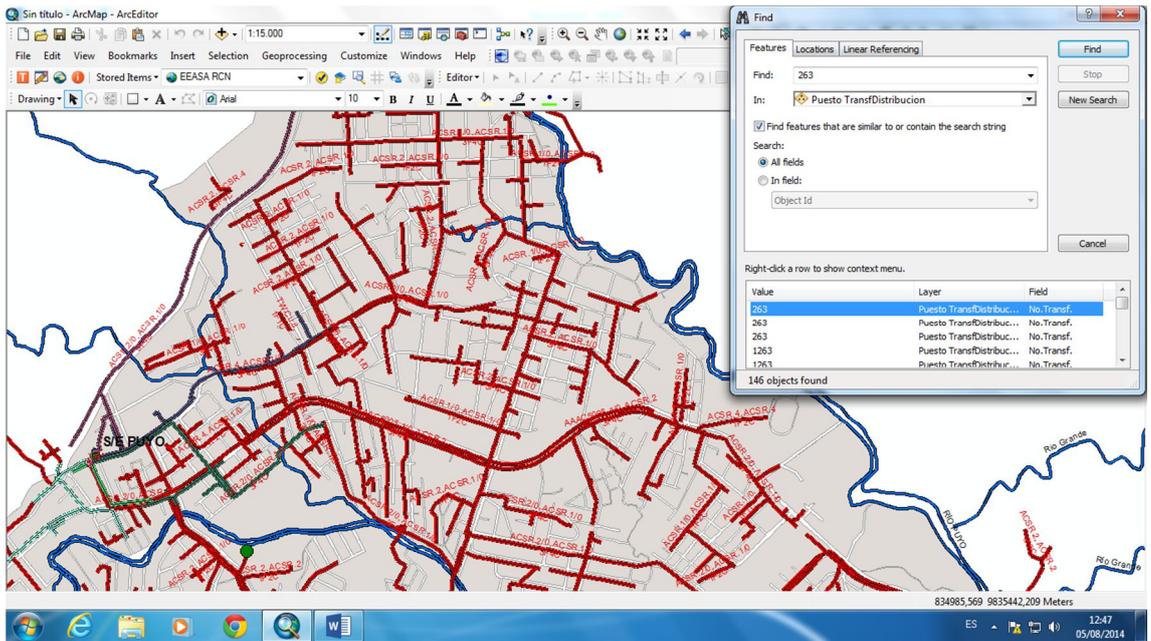
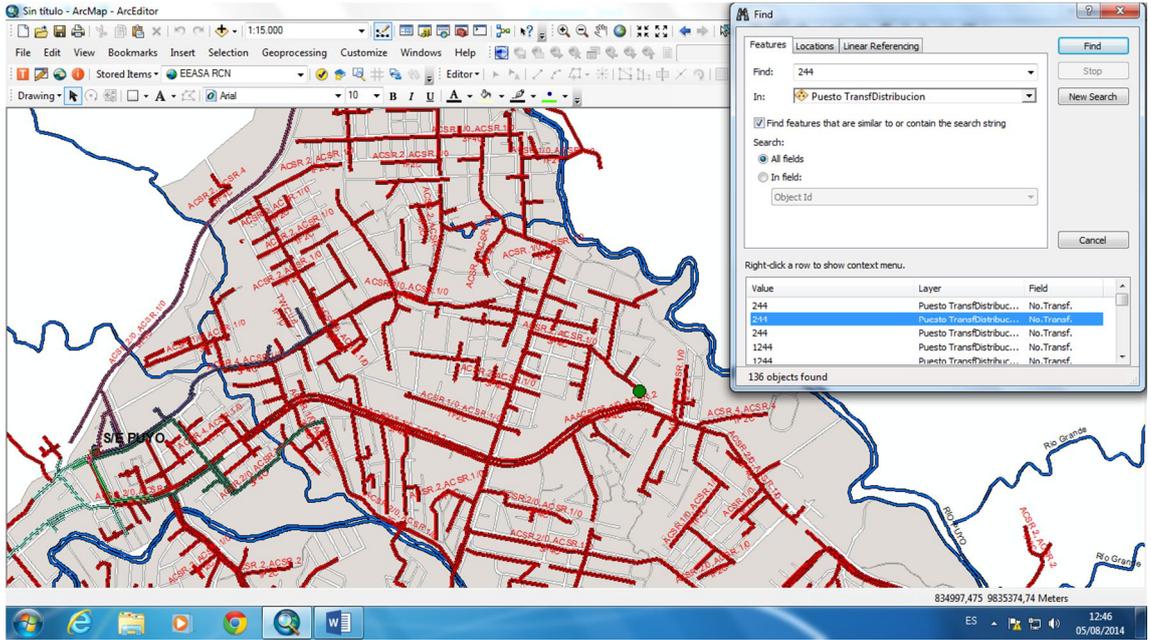


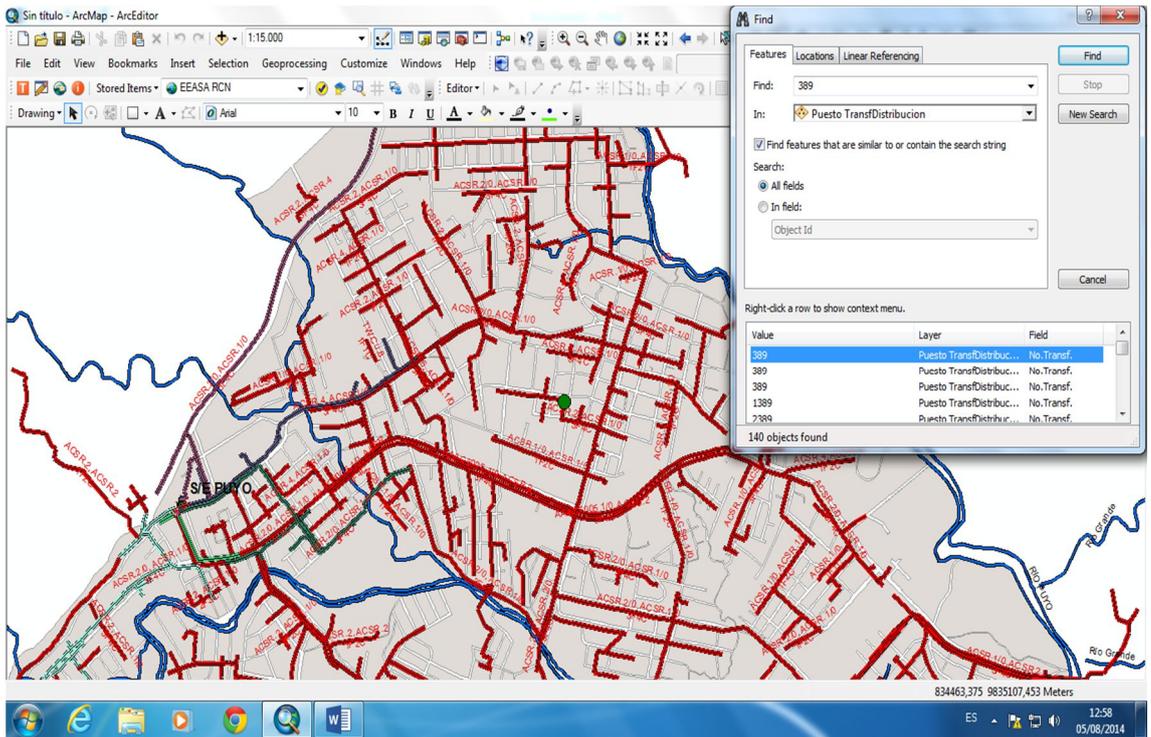
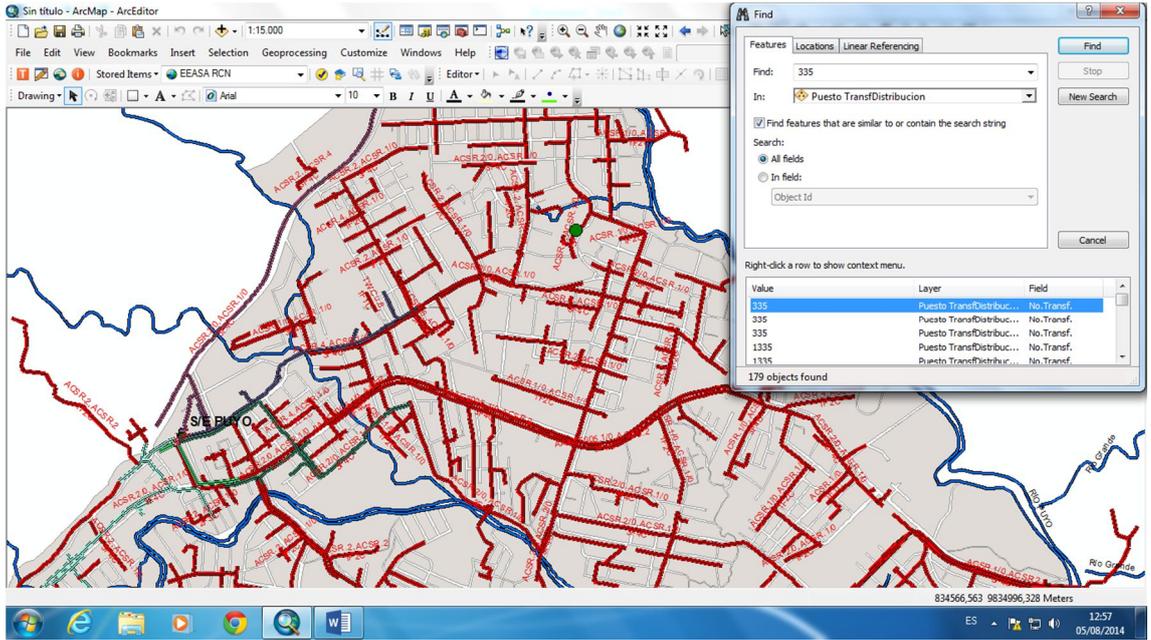


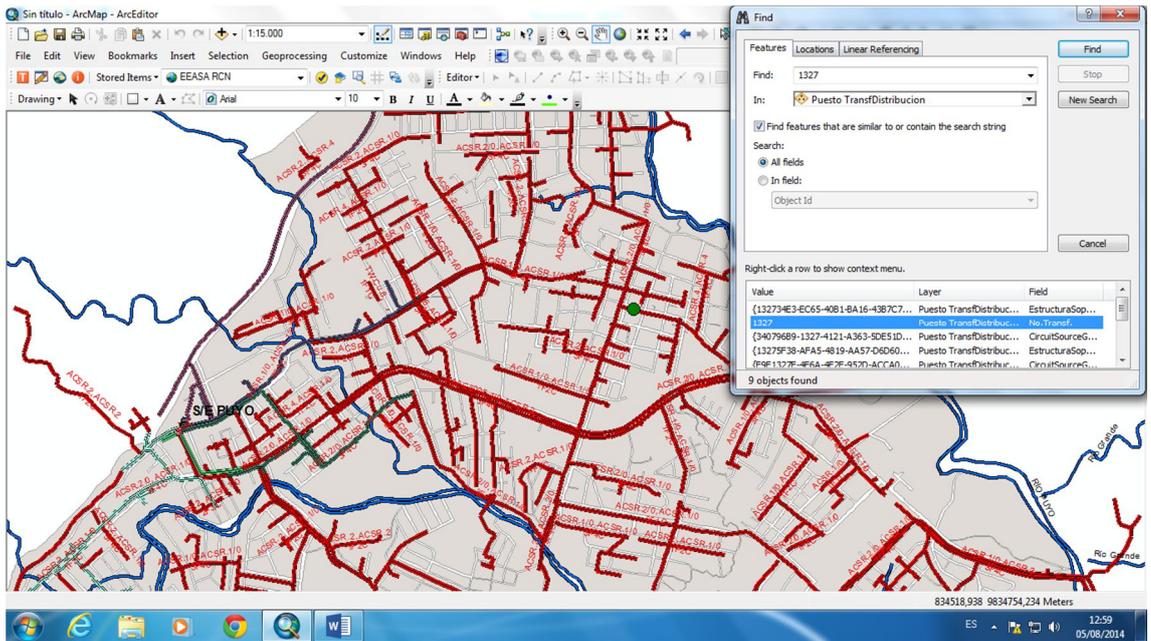
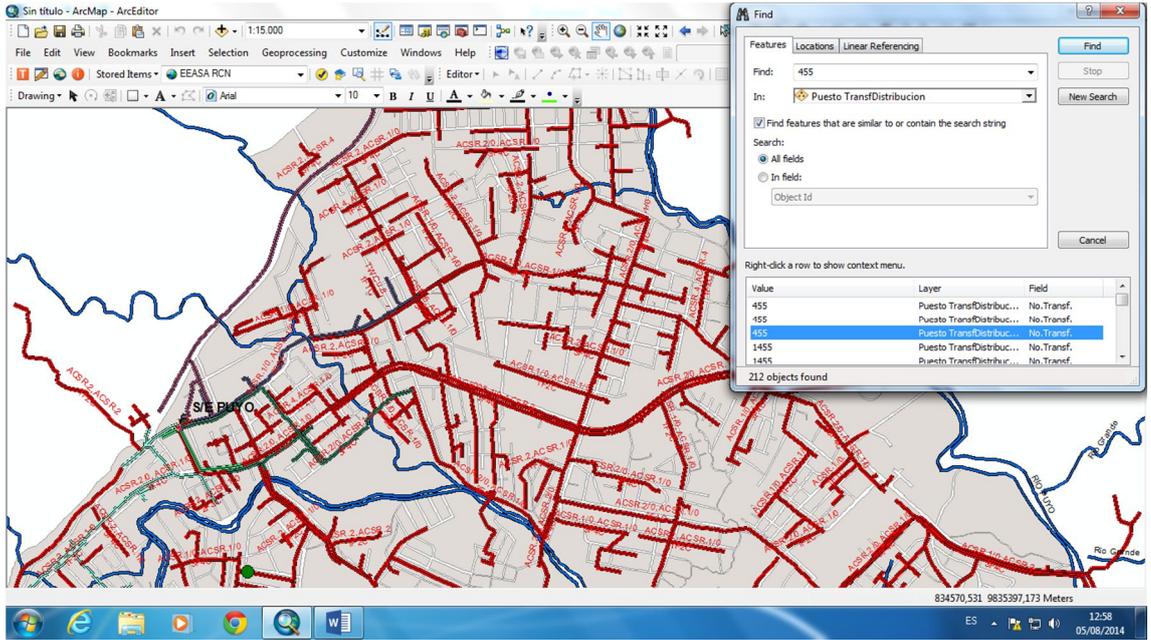












**ANEXO 2. Levantamiento y actualización de datos utilizando
EXCEL en resumen**

Subestación	Alimentador	Trafos 1 Φ	Trafos 3 Φ	Total Trafos	# Trafos sobrecargados > 125%	% Trafos Sobrecargados
Mushullacta	Consuelo	46	0	46	15	33%
Mushullacta	Palora	180	2	182	33	18%
Mushullacta	Simón Bolívar	101	1	102	36	35%
Puyo	Central	137	16	153	28	18%
Puyo	Capricho	199	5	204	43	21%
Puyo	Circunvalación	218	16	234	41	18%
Puyo	Macas	294	5	299	52	17%
Puyo	Tarqui	131	4	135	23	17%
Puyo	Shell-Mera	209	9	218	33	15%

ANEXO 3.

Estudio completo del análisis de cargabilidad de transformadores mediante el software SIMDIST7 sin cocinas de inducción

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Id equipo	Cap. Nom (kVA)	Tens prim (kVLL)	Tens sec (kVLL)	Potencia total de paso (kW)	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	Fp promedio (%)	IEquil (A)	Pérdidas totales (kW)	Pérdidas totales (kvar)	Carga (%)
143	P047_1	1	TRIFASICO_500KVA	500	13,8	0,44	200	28	202	99	8,4	1,7	2,5	40
148	P047_5	2	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	99,04	0,5	0,1	0	40,2
693	P047_19	3	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,89	0,7	0,1	0	37,3
685	P047_54	4	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	1	13	99,43	1,7	0,1	0,1	51,9
468	P047_222	5	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,58	1,3	0,1	0	40,2
145	P047_224	6	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	7	99,05	0,9	0,1	0	46,7
2253	P047_229	7	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	0	0	0	99,51	0	0,1	0	1,1
471	P047_233	8	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,13	1,6	0,1	0,1	51,2
469	P047_246	9	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	2	9	97,65	1,1	0,1	0	34,6
150	P047_251	47	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,13	1,7	0,1	0,1	52,5
480	P047_259	51	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	1	7	98,07	0,9	0,1	0	28

140	P047_265	52	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,43	0,6	0,1	0	50,2
470	P047_269	53	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	1	9	98,82	1,1	0,1	0	35,7
152	P047_272	49	TRIFASICO_45KVA	45	13,8	0,22	23	2	23	99,42	1	0,1	0,3	50,5
2000	P047_275	50	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	94,25	0,4	0,1	0	20,8
479	P047_291	54	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	99,16	0,8	0,1	0	42,1
1275	P047_339	67	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,32	0,5	0,1	0	37,3
1276	P047_339	68	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,4	0,5	0,1	0	37,3
246	P047_339	69	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	99,12	0,5	0,1	0	40,4
1935	P047_346	70	MONOFASICO_5KVA	5	13,8	0,24	0	0	0	48,12	0	0	0	6,3
2382	P047_350	73	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	25	3	25	99,41	1	0,5	0,1	16,2
720	P047_353	74	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	89,45	0,2	0,1	0	12,2
155	P047_356	81	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	1	3	87,93	0,4	0,1	0	11,5
1255	P047_356	82	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	96,75	0,3	0,1	0	26,8
1929	P047_361	91	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	1	1	1	82,26	0,1	0,1	0	9,4
1930	P047_366	118	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	48,53	0,1	0,1	0	7,6
1933	P047_369	123	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	97,87	0,6	0,1	0	32

535	P047_382	92	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	1	1	2	68,38	0,2	0,1	0	7,5
550	P047_387	93	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	54,68	0,2	0,1	0	8
1109	P047_390	94	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	93,41	0,2	0,1	0	18,9
534	P047_394	95	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,65	1,3	0,1	0	40,9
848	P047_400	96	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	4	88,45	0,5	0,1	0	14,2
948	P047_404	97	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	98,07	0,6	0,1	0	33,6
1278	P047_410	100	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	94,48	0,2	0,1	0	16,3
439	P047_410	99	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	97,2	0,4	0,1	0	28
654	P047_416	101	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	4	86,9	0,5	0,1	0	13,9
652	P047_419	102	MONOFASICO_5KVA	5	13,8	0,24	0	1	1	25,78	0,1	0	0	21,9
1073	P047_427	103	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	16	2	16	99,47	2	0,2	0,1	63,1
1854	P047_432	107	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	96,93	0,9	0,1	0	27,6
1852	P047_543	111	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	50,28	0,2	0,1	0	8
1853	P047_548	110	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	0	1	1	36,72	0,1	0,1	0	7,5
1851	P047_559	108	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	95,43	0,4	0,1	0	22,6
2125	P047_563	109	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,23	0,7	0,1	0	52,3

369	P047_435	104	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	1	12	99,39	1,5	0,1	0,1	47,2
34	P047_438	105	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	0	2	2	14,63	0,3	0,1	0	8,5
370	P047_442	106	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	1	4	92,91	0,5	0,1	0	14,7
248	P047_725	10	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	3	92,15	0,3	0,1	0	17,5
458	P047_729	56	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,43	1,9	0,2	0,1	59,2
758	P047_732	57	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	5	93,53	0,6	0,1	0	18,7
1026	P047_736	98	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	7	1	7	99,55	0,9	0,1	0,1	66,4
489	P047_742	48	TRIFASICO_45KVA	45	13,8	0,22	5	2	6	89,2	0,2	0	0	12,3
660	P047_745	125	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	99,14	0,8	0,1	0	39,9
464	P047_745	153	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,13	1,3	0,1	0	39,9
1229	P047_750	137	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,38	0,5	0,1	0	25,3
1894	P047_753	157	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,13	1,3	0,1	0	39,9
967	P047_756	159	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,48	1,2	0,1	0	38,3
1118	P047_763	160	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,51	1	0,1	0	52
2002	P047_770	161	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	1	0	1	98,38	0,1	0,1	0	10,2
1027	P047_4501	162	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	0	2	99,22	0,2	0,1	0	10

2658	P047_774	163	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,53	1,3	0,1	0	39,2
389	P047_780	164	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	29	1	29	99,98	3,6	0,4	0,3	112,7
1285	P047_780	165	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	25	1	25	99,95	3,2	0,3	0,3	98,6
1286	P047_780	166	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	24	1	24	99,94	3	0,3	0,2	94,3
2153	P047_791	167	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	5	97,53	0,6	0,1	0	29,6
520	P047_794	170	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	8	1	8	98,72	1,1	0,1	0	33,2
1731	P047_798	171	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	93,18	0,2	0,1	0	18,1
449	P047_805	168	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	6	95,75	0,7	0,1	0	22,8
847	P047_808	169	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	0	1	1	7,01	0,1	0,1	0	6,9
1288	P047_801	172	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	96,62	0,3	0,1	0	20,6
466	P047_801	173	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,48	0,8	0,1	0	61,9
1287	P047_801	174	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	8	1	8	99,66	1	0,1	0,1	74,7
157	P047_816	175	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	2	9	98,26	1,2	0,1	0	35,9
128	P047_819	176	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	97,05	0,9	0,1	0	28
383	P047_824	177	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	9	1	9	99,59	1,1	0,1	0,1	56,2
158	P047_828	178	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	8	1	8	98,63	1	0,1	0	32

161	P047_832	179	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	52	2	52	99,92	6,6	0,6	0,8	102,4
160	P047_832	180	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	78	15	79	98,2	3,3	1,2	1,9	103,5
1327	P047_844	182	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	18	1	18	99,93	2,3	0,3	0,2	120,4
407	P047_845	183	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,14	1,3	0,1	0	39,8
809	P047_851	184	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	4	90,93	0,5	0,1	0	16,4
392	P047_856	185	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,18	1	0,1	0	50,4
456	P047_859	186	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	17	1	17	99,86	2,1	0,2	0,2	110
164	P047_865	187	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	10	3	10	96,8	1,3	0,1	0	26,8
163	P047_869	188	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	14	2	14	99,34	1,8	0,2	0,1	55,8
310	P047_873	194	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	1	6	97,76	0,8	0,1	0	25,3
2285	P047_878	195	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	1	2	75,97	0,3	0,1	0	8,3
937	P047_882	196	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,54	1	0,1	0	53
594	P047_886	197	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	9	1	9	99,66	1,2	0,1	0,1	60,7
593	P047_891	198	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	1	3	85,53	0,3	0,1	0	10,4
14977	P047_895	189	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	12	2	12	99,17	1,6	0,1	0,1	32,7
1090	P047_898	190	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	7	99,17	0,9	0,1	0	48,9

504	P047_901	191	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	11	2	12	99,04	1,5	0,1	0,1	45,9
1134	P047_904	192	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	2	12	99,16	1,6	0,1	0,1	49
244	P047_907	193	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	38	1	38	99,94	4,9	0,4	0,6	101,4
721	P047_910	181	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	9	4	10	91,36	0,4	0	0	13,5
1896	P047_916	203	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	0	4	4	3,37	0,2	0	0	5,6
1677	P047_919	204	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	59	4	59	99,81	2,5	0,5	1,1	78,2
135	P047_922	205	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	71	3	71	99,88	3	0,8	1,6	93,7
2858	P047_925	206	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	10	1	10	99,16	1,3	0,2	0	20
133	P047_929	200	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	0	2	2	13,41	0,2	0,1	0	6,9
1284	P047_929	201	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,15	1,3	0,1	0	39,8
932	P047_934	202	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	99,15	0,8	0,1	0	39,8
760	P047_914	199	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,23	1,7	0,1	0,1	52
2554	P047_937	207	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	0	7	99,77	0,9	0,1	0	28,9
2387	P047_943	208	TRIFASICO_125KVA	125	13,8	0,22	49	7	50	99,13	2,1	0,2	0,5	39,5
169	P047_947	209	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	29	3	30	99,64	1,3	0,5	0,1	19,4
1215	P047_950	210	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,23	0,7	0,1	0	51,9

2150	P047_950	211	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	20	3	20	99,17	0,9	0,4	0	13,2
380	P047_955	212	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	20	3	20	99,17	0,9	0,4	0	13,2
124	P047_958	213	TRIFASICO_45KVA	45	13,8	0,22	35	2	35	99,81	1,5	0,3	0,7	77,7
2728	P047_958	215	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	10	2	10	97,26	0,4	0,4	0	6,7
541	P047_962	218	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	6	95,91	0,7	0,1	0	23,1
1297	219	222	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	98,28	0,7	0,1	0	34,7
1298	219	223	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	95,27	0,3	0,1	0	17,6
335	219	224	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	14	1	14	99,88	1,8	0,2	0,1	93,8
14600	P047_1036	225	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	6	91,87	0,3	0,3	0	8
174	P047_1050	226	TRIFASICO_50KVA	50	13,8	0,22	20	3	20	99,14	0,8	0,1	0,2	39,5
172	P047_1051	227	TRIFASICO_30KVA	30	13,8	0,22	27	1	27	99,87	1,1	0,3	0,6	89,3
400	P047_1054	229	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	26	7	27	96,31	3,5	0,3	0,3	108,1
701	P047_1054	230	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	99,17	0,8	0,1	0	40,3
1289	P047_1054	231	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	7	99,45	0,3	0,2	0	48,2
502	P047_1056	232	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	99,15	1,3	0,1	0	39,8
233	P047_1059	233	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	10	0	10	99,9	1,3	0,2	0	20,1

1246	P047_1083	235	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	2	12	99,17	1,6	0,1	0,1	48,9
1247	P047_1086	236	MONOFASICO_5KVA	5	13,8	0,24	1	0	1	97,2	0,2	0	0	27,4
805	P047_1087	237	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	97,03	0,9	0,1	0	26,8
599	P047_1088	238	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	1	1	1	79,31	0,1	0,1	0	10,8
260	P047_1089	239	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	14	1	15	99,82	1,8	0,2	0,1	95,4
661	P047_971	240	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	9	1	9	99,78	1,1	0,1	0,1	88,8
1291	P047_971	241	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,29	0,7	0,1	0	52,6
1292	P047_971	242	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	8	0	8	99,81	1	0,1	0,1	76,5
1293*	P047_980	243	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	99,16	0,5	0,1	0	39,8
434*	P047_980	244	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,17	0,6	0,1	0	48,9
1294*	P047_980	245	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,24	0,7	0,1	0	51,9
1129	P047_987	246	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	1	1	1	83,95	0,1	0,1	0	9,8
1296	P047_991	248	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,91	0,6	0,1	0	43,8
1295	P047_991	249	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	8	0	8	99,84	1,1	0,1	0,1	82,5
175	P047_991	250	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	17	1	17	99,95	2,2	0,3	0,2	112,9
257	P047_1013	251	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	18	2	19	99,64	2,4	0,2	0,1	73,3

852	P047_1018	252	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	5	94,79	0,7	0,1	0	21,3
1166	P047_1023	253	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	47,88	0,1	0,1	0	7,8
256	P047_999	247	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	1	13	99,54	1,7	0,1	0,1	52,9
254	P047_767	156	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	2	12	99,02	1,5	0,1	0,1	47,1
481	P047_281	11	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	11	2	11	98,91	1,4	0,1	0,1	45,3
482	P047_285	42	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	5	93,96	0,6	0,1	0	19,6
2626	P047_473	55	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	94,72	0,4	0,1	0	21,6
1934	P047_468	58	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	98,03	0,7	0,1	0	34
738	P047_301	59	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	3	83,76	0,4	0,1	0	12,8
739	P047_304	60	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	3	85,79	0,4	0,1	0	13,1
153	P047_312	61	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	7	98,87	0,9	0,1	0	44,6
740	P047_315	62	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	7	96,24	0,8	0,1	0	25,7
775	P047_323	64	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	96,66	0,4	0,1	0	21,4
774	P047_326	63	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	1	2	74	0,3	0,1	0	8,2
773	P047_331	65	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	1	4	92,52	0,5	0,1	0	14,5
2457	P047_335	66	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	77,45	0,3	0,1	0	14,5

1961	P047_459	75	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	37	1	37	99,94	4,7	0,4	0,5	97,9
154	P047_456	76	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	17	1	17	99,7	2,2	0,2	0,1	68,8
974	P047_449	89	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	1	5	96,43	0,7	0,1	0	20,7
1931	P047_449	90	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	7,6	0,1	0,1	0	7,1
1932	P047_521	117	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	60,76	0,1	0,1	0	6,8
1279	P047_525	114	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	99,08	0,5	0,1	0	39,8
1280	P047_525	115	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	97,56	0,4	0,1	0	30,5
841	P047_525	116	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,7	0,5	0,1	0	42,5
1117	P047_535	113	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,11	0,7	0,1	0	51
1855	P047_539	112	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	8	2	8	97,76	1,1	0,1	0	32,9
663	P047_569	119	TRIFASICO_30KVA	30	13,8	0,22	1	2	2	31,58	0,1	0	0	6
517	P047_572	120	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	6	94,85	0,7	0,1	0	22
518	P047_575	121	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	1	2	77,01	0,3	0,1	0	8,6
519	P047_581	122	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	1	3	86,78	0,4	0,1	0	11
1987	P047_584	124	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	97,13	0,6	0,1	0	28,9
1988	P047_584	126	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	2	74,55	0,2	0,1	0	10,1

1989	P047_584	127	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	80,74	0,2	0,1	0	9,2
1304	P047_592	128	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	92,69	0,2	0,1	0	18,3
2235	P047_599	129	TRIFASICO_30KVA	30	13,8	0,22	1	2	2	59,71	0,1	0	0	7
682	P047_602	130	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	11	2	11	98,8	1,4	0,1	0,1	44,5
726	P047_605	132	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,14	1	0,1	0	50,7
2252	P047_612	133	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	9	4	10	90,1	0,4	0	0	12,9
770	P047_615	131	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	1	4	92,29	0,5	0,1	0	14,2
681	P047_619	134	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	1	13	99,47	1,7	0,1	0,1	52,2
764	P047_626	135	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	1	4	93,46	0,5	0,1	0	15,4
763	P047_633	136	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	96,85	0,4	0,1	0	22
673	P047_637	138	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	36,7	0,1	0,1	0	5,9
2681	P047_640	139	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	1	12	99,65	1,5	0,1	0,1	47,9
193	P047_644	140	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	2	9	98,21	1,1	0,1	0	35,4
384	P047_655	141	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,78	0,5	0,1	0	42,6
748	P047_662	142	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	2	9	98,4	1,2	0,1	0	37,3
749	P047_666	143	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	6	95,33	0,7	0,1	0	22,2

909	P047_671	144	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	3	91,38	0,3	0,1	0	16,5
908	P047_674	145	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	3	92,12	0,3	0,1	0	17,2
1020	P047_681	146	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	2	76,72	0,2	0,1	0	10,4
363	P047_688	154	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	0	1	1	41,27	0,1	0,1	0	6,1
472	P047_691	155	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	98,51	0,4	0,1	0	31,4
1281	P047_694	P047_698	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	3	73,52	0,1	0,3	0	8,6
1160	P047_695	151	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	90,67	0,3	0,1	0	13
1979	P047_703	148	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	2	72,49	0,2	0,1	0	10
588	P047_706	149	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	6	94,95	0,7	0,1	0	22,1
589	P047_712	150	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	2	9	98,24	1,2	0,1	0	37
506	P047_717	152	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	98,33	0,4	0,1	0	29,6
826	P047_507	86	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	4	91,45	0,5	0,1	0	16,6
827	P047_511	87	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	96,58	0,9	0,1	0	26,9
1114	P047_517	88	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	8	97,45	1	0,1	0	29,9
2154	P047_496	83	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	4	95,7	0,4	0,1	0	23,2
336	P047_499	84	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	1	5	96,11	0,6	0,1	0	19,9

2210	P047_502	85	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	2	84,5	0,2	0,1	0	10,2
724	P047_478	77	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	7	99	0,9	0,1	0	47,3
587	P047_478	78	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	95,14	0,2	0,1	0	17,6
781	P047_484	79	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	1	4	94,3	0,5	0,1	0	16,5
780	P047_489	80	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	4	90,56	0,5	0,1	0	16,4
1419	P047_463	71	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	2	4	88,39	0,5	0,1	0	25
495	P047_463	72	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	2	3	71,96	0,3	0,1	0	10,1
349	P047_27	12	TRIFASICO_45KVA	45	13,8	0,22	7	3	8	93,98	0,3	0	0	17,5
802	P047_31	P047_32	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	97,99	0,5	0,1	0	27,7
801	P047_38	P047_39	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	6	98,27	0,7	0,1	0	36,5
362	P047_44	13	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,39	1,3	0,1	0	39,2
2140	P047_49	14	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	98,91	0,6	0,1	0	47,3
182	P047_67	15	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	81,75	0,2	0,1	0	12,1
365	P047_71	16	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	11	1	11	99,22	1,4	0,1	0	44,2
454	P047_169	17	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	1	3	90,66	0,4	0,1	0	13,1
455	P047_174	18	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	90,97	0,3	0,1	0	16,2

877	P047_184	38	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	3	2	3	86,03	0,4	0,1	0	13,2
459	P047_188	31	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	97,13	0,9	0,1	0	29,5
828	P047_193	32	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	4	97,12	0,4	0,1	0	23,2
1412	P047_196	33	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	50,92	0,1	0,1	0	6,4
829	P047_199	34	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	96,43	0,8	0,1	0	26,6
1197	P047_205	37	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	97	0,4	0,1	0	22,8
1198	P047_208	36	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	5	2	5	94,33	0,7	0,1	0	20,4
2264	P047_213	35	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	18,8	0,1	0,1	0	7
762	P047_74	P047_76	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	93,59	0,4	0,1	0	19,1
607	P047_82	19	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,47	1,2	0,1	0	38,7
1144	P047_86	20	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,39	0,6	0,1	0	49,7
478	P047_91	21	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	6	95,68	0,7	0,1	0	23,3
236	P047_94	22	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	95,42	0,4	0,1	0	22,6
843	P047_101	26	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	6	2	6	95,82	0,8	0,1	0	23,7
678	P047_104	27	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	2	2	3	75,66	0,3	0,1	0	10,7
679	P047_107	29	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	1	8	98,25	1	0,1	0	29,8

782	P047_115	30	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	85,52	0,3	0,1	0	13
783	P047_119	28	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	4	89,34	0,5	0,1	0	15,6
677	P047_126	23	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	1	9	98,82	1,2	0,1	0	36,1
784	P047_129	24	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	2	4	90,24	0,5	0,1	0	16,3
1186	P047_132	25	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	5	98,23	0,6	0,1	0	29,6
1174	P047_138	41	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	92,65	0,3	0,1	0	18
1088	P047_141	40	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	98	0,7	0,1	0	33,9
1175	P047_147	39	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	5	97,46	0,6	0,1	0	30,1
2256	P047_162	46	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	63,34	0,2	0,1	0	8,7
2255	P047_165	45	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	0	1	1	38,62	0,1	0,1	0	7,4
1176	P047_152	44	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	3	1	3	95,18	0,4	0,1	0	22
1177	P047_155	43	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,4	0,5	0,1	0	25,5

ANEXO 4.

Estudio completo del análisis de cargabilidad en transformadores mediante el software SIMDIST7 con cocinas de inducción

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Id equipo	Cap. Nom (kVA)	Tens prim (kVLL)	Tens sec (kVLL)	Potencia total de paso (kW)	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	Fp promedio (%)	IEquil (A)	Pérdidas totales (kW)	Pérdidas totales (kvar)	Carga (%)
147	P047_1	1	TRIFASICO_500KVA	500	13,8	0,44	219	34	222	98,81	9,3	1,9	3	43,9
148	P047_5	2	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	13	2	13	98,82	1,7	0,2	0,2	128,4
693	P047_19	3	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	17	3	17	98,69	2,1	0,2	0,2	111,1
685	P047_54	4	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	25	3	25	99,3	3,2	0,3	0,3	100,4
468	P047_222	5	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	26	5	27	98,36	3,4	0,3	0,3	105,9
145	P047_224	6	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	17	3	17	98,86	2,2	0,2	0,2	112
2253	P047_229	7	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	2	0	2	99,99	0,3	0,1	0	13,9
471	P047_233	8	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	24	3	24	98,97	3,1	0,3	0,2	95,6
469	P047_246	9	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	25	6	26	97,38	3,3	0,3	0,3	102
150	P047_251	47	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,01	1,7	0,1	0,1	52,9
480	P047_259	51	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	20	2	20	99,68	2,5	0,2	0,2	78,6

140	P047_265	52	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	16	1	16	99,85	2	0,3	0,3	155,7
470	P047_269	53	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	22	2	22	99,72	2,8	0,2	0,2	86,5
152	P047_272	49	TRIFASICO_45 KVA	45	13,8	0,22	51	7	52	99,01	2,2	0,6	1,6	113,5
2000	P047_275	50	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	10	1	10	99,36	1,3	0,1	0,1	67,1
479	P047_291	54	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	17	1	18	99,81	2,2	0,3	0,2	114,9
1275	P047_339	67	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	11	1	11	99,69	1,4	0,2	0,1	107,9
1276	P047_339	68	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	11	1	11	99,71	1,4	0,2	0,1	107,9
246	P047_339	69	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	13	1	13	99,82	1,6	0,2	0,2	124,2
1935	P047_346	70	MONOFASICO _5KVA	5	13,8	0,24	0	0	0	47,52	0	0	0	6,4
2382	P047_350	73	MONOFASICO _50KVA	50	13,8	0,24	25	3	25	99,32	1,1	0,4	0,1	16,3
720	P047_353	74	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	89,12	0,2	0,1	0	12,3
155	P047_356	81	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	6	1	6	97,26	0,8	0,1	0	24,5
1255	P047_356	82	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	96,49	0,4	0,1	0	27,1
1929	P047_361	91	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	99,05	0,5	0,1	0	42,2
1930	P047_366	118	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	95,61	0,3	0,1	0	23,5
1933	P047_369	123	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,57	1,6	0,2	0,1	82,8

535	P047_382	92	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	6	1	6	97,11	0,8	0,1	0	23,8
550	P047_387	93	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	97,1	0,6	0,1	0	29,2
1109	P047_390	94	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	7	1	7	99,34	0,9	0,1	0,1	66,2
534	P047_394	95	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	21	2	21	99,55	2,7	0,2	0,2	83,5
848	P047_400	96	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	12	2	12	98,89	1,5	0,1	0,1	47,8
948	P047_404	97	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	17	1	17	99,72	2,1	0,2	0,2	109,8
1278	P047_410	100	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,51	0,8	0,1	0	61,2
439	P047_410	99	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	11	1	11	99,69	1,4	0,2	0,1	103,9
654	P047_416	101	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	98,94	1,7	0,1	0,1	51,2
652	P047_419	102	MONOFASICO _5KVA	5	13,8	0,24	4	1	4	95,84	0,5	0,1	0	76,6
1073	P047_427	103	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	30	2	30	99,73	3,8	0,4	0,4	117,7
1854	P047_432	107	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,61	3	0,3	0,2	91,4
1852	P047_543	111	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,86	0,6	0,1	0	28,8
1853	P047_548	110	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,21	0,5	0,1	0	26,2
1851	P047_559	108	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,56	1,6	0,2	0,1	83,3
2125	P047_563	109	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	18	1	18	99,81	2,2	0,4	0,4	171,3

369	P047_435	104	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,74	2,9	0,3	0,2	89,7
34	P047_438	105	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	2	2	3	71,91	0,4	0,1	0	12,1
370	P047_442	106	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,36	1,7	0,1	0,1	52,6
248	P047_725	10	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	2	1	3	91,71	0,3	0,1	0	17,7
458	P047_729	56	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	34	2	34	99,79	4,4	0,5	0,5	135,1
758	P047_732	57	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	14	2	14	99,19	1,8	0,2	0,1	56,6
1026	P047_736	98	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	16	1	16	99,81	2,1	0,4	0,3	159,1
489	P047_742	48	TRIFASICO_45 KVA	45	13,8	0,22	5	3	6	88,68	0,2	0	0	12,4
660	P047_745	125	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,96	0,8	0,1	0	40,4
464	P047_745	153	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	98,96	1,3	0,1	0	40,4
1229	P047_750	137	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,04	0,5	0,1	0	25,7
1894	P047_753	157	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	98,96	1,3	0,1	0	40,4
967	P047_756	159	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	19	2	19	99,47	2,4	0,2	0,2	75,3
1118	P047_763	160	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	18	1	18	99,82	2,3	0,3	0,2	119,8
2002	P047_770	161	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	98,01	0,4	0,1	0	29,9
1027	P047_4501	162	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,97	0,8	0,1	0	40,8

2658	P047_774	163	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	20	2	20	99,33	2,6	0,2	0,2	80,4
389	P047_780	164	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	60	3	60	99,86	7,6	1,3	1,5	233
1285	P047_780	165	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	54	3	54	99,79	6,9	1,1	1,2	212,2
1286	P047_780	166	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	49	3	49	99,78	6,3	0,9	1	193,3
2153	P047_791	167	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	14	1	14	99,65	1,8	0,2	0,1	93,8
520	P047_794	170	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	18	2	18	99,61	2,3	0,2	0,1	70,1
1731	P047_798	171	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	7	1	7	99,39	0,9	0,1	0,1	67,3
449	P047_805	168	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,08	1,7	0,1	0,1	53
847	P047_808	169	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	88,33	0,3	0,1	0	14,6
1288	P047_801	172	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,44	0,7	0,1	0	56,6
466	P047_801	173	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	13	1	13	99,75	1,7	0,3	0,2	128,7
1287	P047_801	174	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	18	1	18	99,82	2,3	0,4	0,4	176,6
157	P047_816	175	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	29	2	29	99,73	3,8	0,4	0,4	115,7
128	P047_819	176	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,62	3	0,3	0,2	91,8
383	P047_824	177	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,72	1,7	0,2	0,1	87,2
158	P047_828	178	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	21	2	21	99,71	2,7	0,2	0,2	84,4

161	P047_832	179	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	53	4	53	99,78	6,8	0,6	0,8	104,4
160	P047_832	180	TRIFASICO_75KVA	75	13,8	0,22	96	22	98	97,43	4,2	1,7	3	127,8
1327	P047_844	182	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	32	2	32	99,88	4,1	0,7	0,7	209,8
407	P047_845	183	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	98,96	1,3	0,1	0	40,4
809	P047_851	184	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	7	2	8	96,97	1	0,1	0	29,6
392	P047_856	185	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	25	2	25	99,82	3,3	0,5	0,5	166,3
456	P047_859	186	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	36	2	36	99,84	4,6	0,9	0,9	234,9
164	P047_865	187	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	26	3	26	99,35	3,3	0,3	0,3	68,4
163	P047_869	188	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	27	2	27	99,7	3,5	0,3	0,3	107,3
310	P047_873	194	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	21	2	21	99,7	2,7	0,2	0,2	82,1
2285	P047_878	195	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	4	1	4	92,74	0,5	0,1	0	15
937	P047_882	196	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	23	1	23	99,85	2,9	0,4	0,4	148,4
594	P047_886	197	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	31	2	31	99,87	3,9	0,7	0,7	199,2
593	P047_891	198	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	14	2	14	99,39	1,8	0,1	0,1	54,2
14977	P047_895	189	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	12	2	13	98,97	1,6	0,1	0,1	33,2
1090	P047_898	190	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	7	1	8	98,97	1	0,1	0	49,8

504	P047_901	191	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	30	2	30	99,75	3,8	0,4	0,4	116,9
1134	P047_904	192	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	12	2	13	98,97	1,6	0,1	0,1	49,8
244	P047_907	193	MONOFASICO _37.5	37,5	13,8	0,24	53	3	53	99,86	6,8	0,7	1,1	138,2
721	P047_910	181	TRIFASICO_75 KVA	75	13,8	0,22	9	4	10	90,84	0,4	0	0	13,7
1896	P047_916	203	TRIFASICO_75 KVA	75	13,8	0,22	0	4	4	2,39	0,2	0	0	5,7
1677	P047_919	204	TRIFASICO_75 KVA	75	13,8	0,22	78	6	78	99,69	3,3	0,9	1,9	102,8
135	P047_922	205	TRIFASICO_75 KVA	75	13,8	0,22	96	7	97	99,72	4,1	1,4	2,9	126,6
2858	P047_925	206	MONOFASICO _50KVA	50	13,8	0,24	10	1	10	98,98	1,3	0,2	0	20,2
133	P047_929	200	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	0	2	2	12,3	0,2	0,1	0	7
1284	P047_929	201	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	98,96	1,3	0,1	0	40,4
932	P047_934	202	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,96	0,8	0,1	0	40,4
760	P047_914	199	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	13	2	13	99,01	1,7	0,1	0,1	52,9
2554	P047_937	207	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	11	1	11	99,84	1,4	0,1	0	43
2387	P047_943	208	TRIFASICO_12 5KVA	125	13,8	0,22	50	8	50	98,86	2,2	0,2	0,5	40,1
169	P047_947	209	MONOFASICO _50KVA	50	13,8	0,24	44	3	44	99,76	1,9	0,5	0,2	29,1
1215	P047_950	210	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,01	0,7	0,1	0	52,9

2150	P047_950	211	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	20	3	20	99	0,9	0,4	0	13,4
380	P047_955	212	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	20	3	20	99	0,9	0,4	0	13,4
124	P047_958	213	TRIFASICO_45 KVA	45	13,8	0,22	59	5	59	99,7	2,5	0,8	2,1	129,1
2728	P047_958	215	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	10	3	11	96,98	0,5	0,4	0	6,8
541	P047_962	218	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	18	2	19	99,49	2,4	0,2	0,1	73,4
1297	219	222	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	15	1	15	99,66	1,9	0,2	0,2	96
1298	219	223	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	10	1	10	99,55	1,3	0,1	0,1	64,3
335	219	224	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	31	2	31	99,87	3,9	0,7	0,7	199,9
14600	P047_1036	225	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	17	3	17	98,88	0,7	0,3	0	22,9
174	P047_1050	226	TRIFASICO_50 KVA	50	13,8	0,22	20	3	20	98,87	0,9	0,1	0,2	40,1
172	P047_1051	227	TRIFASICO_30 KVA	30	13,8	0,22	49	4	49	99,73	2,1	1,1	1,9	159,9
400	P047_1054	229	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	46	14	48	95,59	6,2	0,9	1	187,3
701	P047_1054	230	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	11	1	11	99,64	1,4	0,1	0,1	74
1289	P047_1054	231	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	14	1	14	99,75	0,6	0,3	0,1	92,7
502	P047_1056	232	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	27	2	27	99,79	3,4	0,3	0,3	105,6
233	P047_1059	233	MONOFASICO_50KVA	50	13,8	0,24	10	1	10	99,83	1,3	0,2	0	20,3

1246	P047_1083	235	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	12	2	13	98,97	1,6	0,1	0,1	49,8
1247	P047_1086	236	MONOFASICO _5KVA	5	13,8	0,24	1	0	1	96,88	0,2	0	0	27,8
805	P047_1087	237	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	96,71	0,9	0,1	0	27,2
599	P047_1088	238	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	96,97	0,4	0,1	0	28,4
260	P047_1089	239	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	33	2	33	99,85	4,2	0,8	0,8	212,7
661	P047_971	240	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	21	1	21	99,83	2,7	0,6	0,5	206,2
1291	P047_971	241	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	15	1	15	99,79	1,9	0,3	0,3	144,9
1292	P047_971	242	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	19	1	19	99,86	2,5	0,5	0,4	186,6
1293*	P047_980	243	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,96	0,5	0,1	0	40,4
434*	P047_980	244	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	98,97	0,6	0,1	0	49,8
1294*	P047_980	245	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	5	1	5	99,01	0,7	0,1	0	52,9
1129	P047_987	246	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	97,91	0,4	0,1	0	27,8
1296	P047_991	248	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	19	1	19	99,82	2,4	0,5	0,4	184,6
1295	P047_991	249	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	19	1	19	99,86	2,4	0,5	0,4	184,6
175	P047_991	250	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	34	2	34	99,9	4,4	0,8	0,8	221,9
257	P047_1013	251	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	32	2	32	99,75	4,1	0,4	0,4	125,2

852	P047_1018	252	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	5	2	5	94,34	0,7	0,1	0	21,6
1066	P047_1023	253	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	95,37	0,3	0,1	0	23,6
256	P047_999	247	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	35	2	35	99,85	4,5	0,5	0,5	137,8
254	P047_767	156	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	28	2	28	99,71	3,6	0,4	0,3	111,6
481	P047_281	11	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	29	2	29	99,74	3,6	0,4	0,3	113,5
482	P047_285	42	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,29	2	0,2	0,1	61
2626	P047_473	55	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	10	1	10	99,32	1,2	0,1	0,1	64,8
1934	P047_468	58	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	12	1	12	99,56	1,6	0,2	0,1	81
738	P047_301	59	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	8	2	9	97,66	1,1	0,1	0	33,8
739	P047_304	60	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	12	2	12	98,83	1,5	0,1	0,1	46,5
153	P047_312	61	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	19	1	19	99,77	2,4	0,3	0,3	126,6
740	P047_315	62	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	17	2	17	99,36	2,2	0,2	0,1	67,7
775	P047_323	64	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	11	1	11	99,66	1,5	0,1	0,1	75,4
774	P047_326	63	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	6	1	6	96,84	0,7	0,1	0	22,8
773	P047_331	65	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	10	1	10	98,95	1,3	0,1	0	40,2
2457	P047_335	66	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	5	1	6	96,55	0,7	0,1	0	36,6

1961	P047_459	75	MONOFASICO_37.5	37,5	13,8	0,24	42	2	42	99,88	5,4	0,5	0,7	111,3
154	P047_456	76	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	32	2	33	99,84	4,1	0,4	0,4	128,2
974	P047_449	89	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	9	1	9	98,75	1,2	0,1	0	36,7
1931	P047_449	90	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	0	1	1	7,05	0,1	0,1	0	7,2
1932	P047_521	117	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	97,13	0,3	0,1	0	23,7
1279	P047_525	114	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,48	0,8	0,1	0	59,2
1280	P047_525	115	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,24	0,8	0,1	0	59,4
841	P047_525	116	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,26	0,8	0,1	0	62
1117	P047_535	113	MONOFASICO_10KVA	10	13,8	0,24	16	1	16	99,8	2,1	0,4	0,3	160,3
1855	P047_539	112	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	28	2	28	99,71	3,5	0,3	0,3	109,5
663	P047_569	119	TRIFASICO_30 KVA	30	13,8	0,22	1	2	2	31,15	0,1	0	0	6
517	P047_572	120	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	16	2	17	99,33	2,1	0,2	0,1	65,5
518	P047_575	121	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	8	1	8	98,3	1	0,1	0	31,2
519	P047_581	122	MONOFASICO_25KVA	25	13,8	0,24	12	1	12	99,2	1,5	0,1	0,1	46,6
1987	P047_584	124	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,02	1	0,1	0	53
1988	P047_584	126	MONOFASICO_15KVA	15	13,8	0,24	1	1	2	74,2	0,2	0,1	0	10,1

1989	P047_584	127	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	1	1	1	80,38	0,2	0,1	0	9,3
1304	P047_592	128	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	4	1	4	98,06	0,5	0,1	0	36,9
2235	P047_599	129	TRIFASICO_30 KVA	30	13,8	0,22	1	2	2	59,3	0,1	0	0	7,1
682	P047_602	130	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,61	2,9	0,3	0,2	90,6
726	P047_605	132	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	21	1	21	99,79	2,6	0,3	0,3	135,5
2252	P047_612	133	TRIFASICO_75 KVA	75	13,8	0,22	9	4	10	89,8	0,4	0	0	13
770	P047_615	131	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,51	2	0,2	0,1	60,9
681	P047_619	134	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	29	2	29	99,81	3,7	0,4	0,4	115,3
764	P047_626	135	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	13	1	13	99,34	1,7	0,1	0,1	51,5
763	P047_633	136	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,72	1,7	0,2	0,1	85,9
673	P047_637	138	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	96,58	0,3	0,1	0	21,6
2681	P047_640	139	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	25	1	25	99,86	3,2	0,3	0,3	100,7
193	P047_644	140	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	28	2	28	99,73	3,6	0,4	0,3	110,5
384	P047_655	141	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	14	1	14	99,78	1,8	0,3	0,2	139,1
748	P047_662	142	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	24	2	24	99,66	3	0,3	0,2	94,2
749	P047_666	143	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	21	2	21	99,58	2,7	0,2	0,2	82,9

909	P047_671	144	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,61	1,7	0,2	0,1	88,1
908	P047_674	145	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	14	1	14	99,65	1,8	0,2	0,1	93,5
1020	P047_681	146	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	99,14	1,1	0,1	0	55,4
363	P047_688	154	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	2	1	2	93,64	0,3	0,1	0	16
472	P047_691	155	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	7	1	7	99,63	0,9	0,1	0,1	71,9
1281	P047_694	P047_698	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	5	2	5	94,18	0,2	0,3	0	21
1160	P047_695	151	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	99,05	0,8	0,1	0	42,4
1979	P047_703	148	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	8	1	8	98,97	1	0,1	0	51,5
588	P047_706	149	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	18	2	18	99,41	2,3	0,2	0,1	70,7
589	P047_712	150	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	27	2	27	99,7	3,5	0,3	0,3	107,6
506	P047_717	152	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	3	1	3	98,18	0,4	0,1	0	29,9
826	P047_507	86	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	14	2	14	99,17	1,8	0,2	0,1	56
827	P047_511	87	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	18	2	18	99,42	2,3	0,2	0,1	71,5
1114	P047_517	88	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	24	2	24	99,66	3,1	0,3	0,2	95,1
2154	P047_496	83	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	11	1	11	99,48	1,4	0,1	0,1	73,7
336	P047_499	84	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	16	2	17	99,56	2,1	0,2	0,1	65,3

2210	P047_502	85	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	5	1	5	98,7	0,7	0,1	0	35,9
724	P047_478	77	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	20	1	20	99,78	2,5	0,3	0,3	129,3
587	P047_478	78	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	6	1	6	99,53	0,8	0,1	0	62,4
781	P047_484	79	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	14	2	14	99,43	1,8	0,2	0,1	56,2
780	P047_489	80	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,2	1,9	0,2	0,1	59,5
1419	P047_463	71	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	3	2	4	88,23	0,5	0,1	0	25,3
495	P047_463	72	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	7	2	7	96,64	0,9	0,1	0	28,1
349	P047_27	12	TRIFASICO_45 KVA	45	13,8	0,22	12	4	13	93,69	0,5	0	0,1	28,3
802	P047_31	P047_32	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	3	14	97,73	1,7	0,2	0,1	90,4
801	P047_38	P047_39	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	17	1	17	99,74	2,2	0,3	0,2	113,7
362	P047_44	13	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	16	3	16	98,23	2	0,2	0,1	64,2
2140	P047_49	14	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	16	3	17	98,61	2,1	0,4	0,3	161,7
182	P047_67	15	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,39	0,8	0,1	0	40,7
365	P047_71	16	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	28	2	28	99,81	3,6	0,4	0,3	112,5
454	P047_169	17	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	12	1	12	99,21	1,5	0,1	0,1	46,9
455	P047_174	18	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	11	5	12	90,3	1,5	0,2	0,1	80,3

877	P047_184	38	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,29	1,9	0,2	0,1	60,9
459	P047_188	31	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	22	2	22	99,58	2,7	0,2	0,2	86,1
828	P047_193	32	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	13	1	13	99,73	1,7	0,2	0,1	87,2
1412	P047_196	33	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	97,65	0,5	0,1	0	26,4
829	P047_199	34	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	17	5	18	96,15	2,3	0,2	0,1	70,4
1197	P047_205	37	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	14	1	14	99,74	1,7	0,2	0,1	89,7
1198	P047_208	36	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	19	2	19	99,49	2,4	0,2	0,1	73,5
2264	P047_213	35	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	2	1	2	94,59	0,3	0,1	0	21,2
762	P047_74	P047_76	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	11	1	11	99,47	1,4	0,1	0,1	72,8
607	P047_82	19	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,65	3	0,3	0,2	92,5
1144	P047_86	20	MONOFASICO _10KVA	10	13,8	0,24	16	1	16	99,85	2	0,3	0,3	155,8
478	P047_91	21	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	14	2	15	99,21	1,8	0,2	0,1	57,5
236	P047_94	22	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	10	1	10	99,37	1,3	0,1	0,1	65,9
843	P047_101	26	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,27	1,9	0,2	0,1	59,9
678	P047_104	27	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	10	2	10	98,25	1,3	0,1	0	39,2
679	P047_107	29	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	20	2	20	99,68	2,5	0,2	0,2	78,8

782	P047_115	30	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	9	1	9	99,31	1,2	0,1	0,1	62,3
783	P047_119	28	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	15	2	15	99,23	1,9	0,2	0,1	60,8
677	P047_126	23	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	23	2	23	99,75	2,9	0,3	0,2	91,6
784	P047_129	24	MONOFASICO _25KVA	25	13,8	0,24	7	4	8	89,85	1	0,1	0	32,6
1086	P047_132	25	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	16	1	16	99,78	2	0,2	0,2	102,9
1174	P047_138	41	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	12	1	12	99,53	1,5	0,2	0,1	78,2
1088	P047_141	40	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	18	1	18	99,75	2,3	0,3	0,2	118,2
1175	P047_147	39	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	16	1	16	99,71	2	0,2	0,2	106,1
2256	P047_162	46	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	6	1	6	98,37	0,8	0,1	0	39,2
2255	P047_165	45	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	4	1	4	96,46	0,5	0,1	0	26,3
1176	P047_152	44	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	16	1	16	99,71	2	0,2	0,2	105,9
1177	P047_155	43	MONOFASICO _15KVA	15	13,8	0,24	15	1	15	99,67	1,9	0,2	0,2	97,6

ANEXO 5. FOTOGRAFIAS



Subestación Puyo





Cámara termográfica utilizada



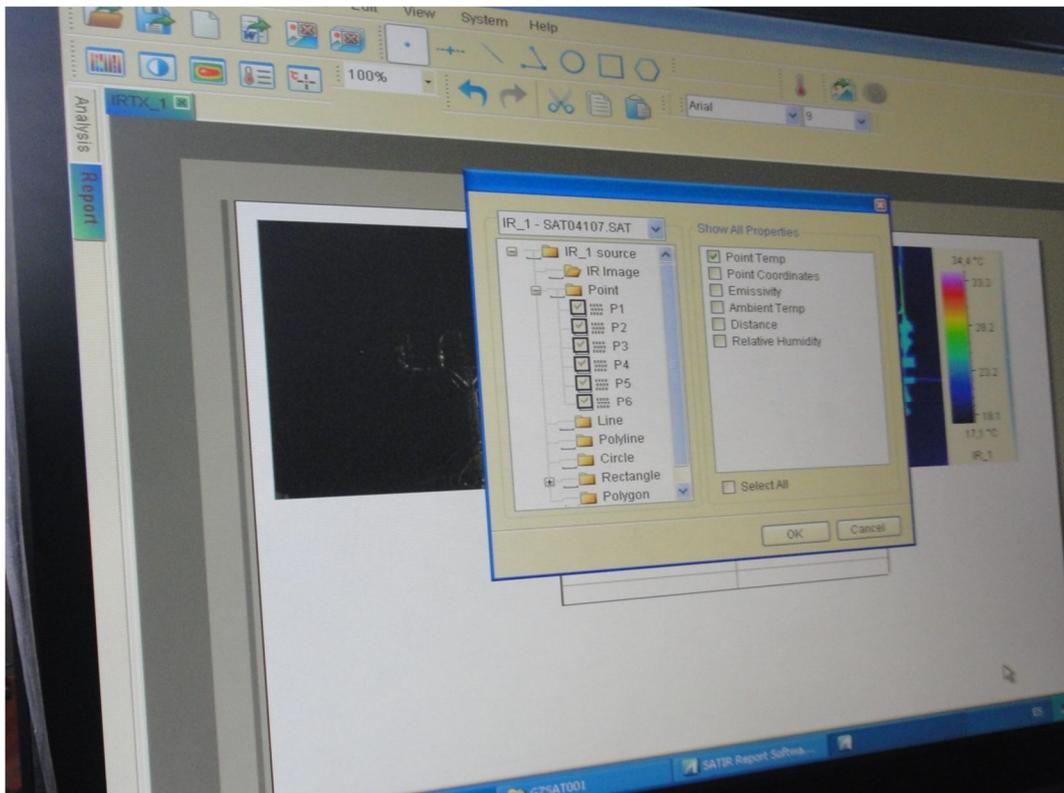


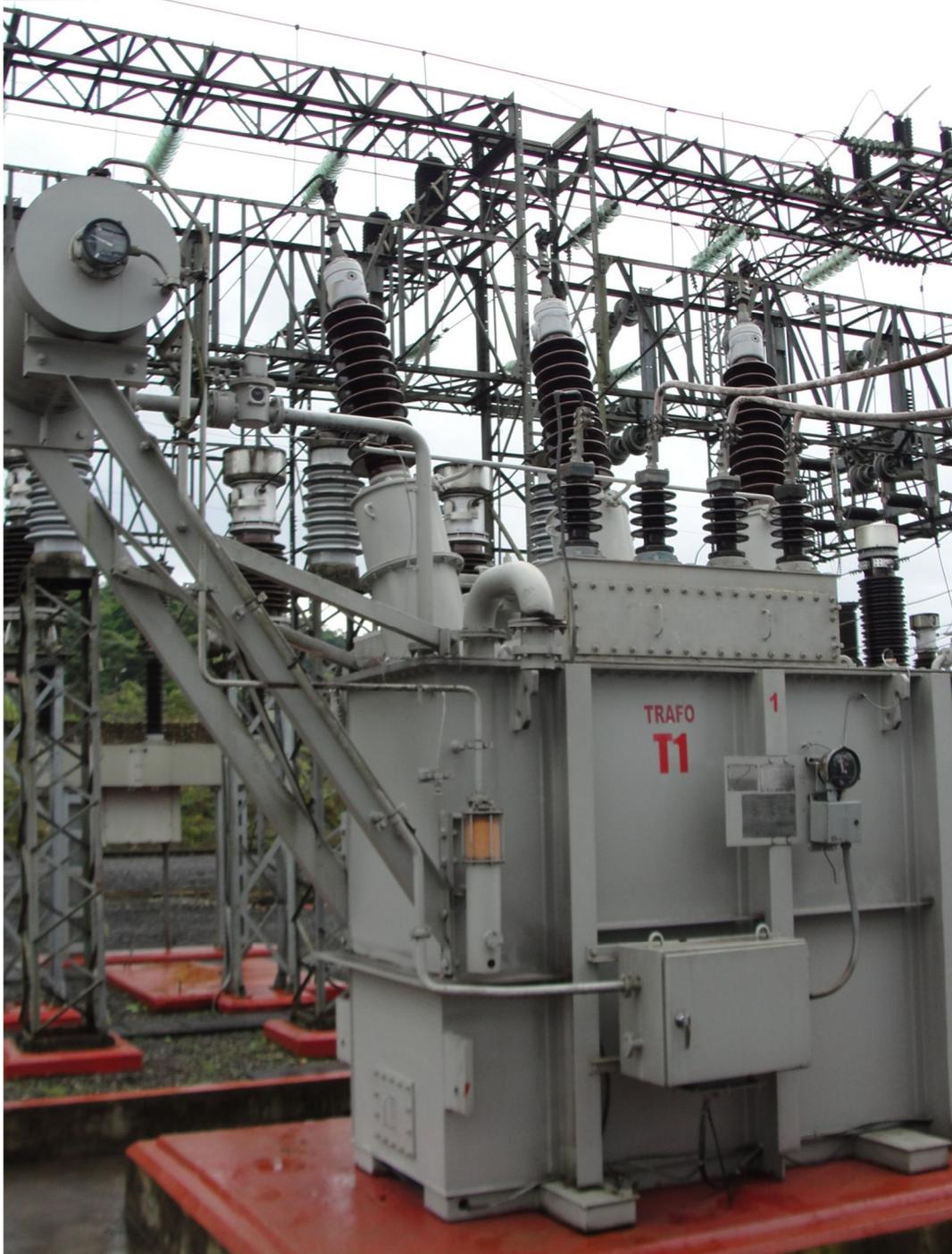
Realizando las mediciones térmicas





Interpretación de datos en el software de la cámara termográfica.





Transformador de la Subestación Eléctrica Puyo

ANEXO 6. CAPTURAS DE PANTALLA SOFTWARE CIMDYST.

CYME 7.0 r02 - CIMDYST - C:\Users\GMI\Documents\Tesis\para la tesis programa john\alm.circunvalacion\Circunvalacion con cocinas 1xst - [Principal]

Archivo Editar Base de datos Equipos Red Analisis Reporte Mostrar Personalizar Ventana Ayuda

Colorear por red (aleatorio) Etiquetas predeterminadas Flujo de carga

Vista

Fuentes
Maniobra y protección
Armónicos
Electrónica de potencia

1 mi

	Iro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Potencia total de paso (MVA)	Carga (%)
1	148	P047_5	2	0	128.4
2	693	P047_19	3	0	111.1
3	685	P047_54	4	0	100.4
4	468	P047_222	5	0	105.9
5	145	P047_224	6	0	112.0
6	469	P047_246	9	0	102.0
7	140	P047_265	52	0	165.7
8	152	P047_272	49	0	113.5
9	479	P047_291	54	0	114.9
10	1275	P047_339	67	0	107.9
11	1276	P047_339	68	0	107.9
12	246	P047_339	69	0	124.2
13	948	P047_404	97	0	109.8
14	439	P047_410	99	0	103.9
15	1073	P047_427	103	0	117.7
16	2126	P047_563	109	0	171.3
17	458	P047_729	56	0	135.1
18	1026	P047_736	98	0	159.1
19	1118	P047_763	160	0	119.8
20	389	P047_780	164	0	233.0
21	1265	P047_780	165	0	212.2
22	1286	P047_780	166	0	193.3
23	466	P047_801	173	0	128.7
24	1287	P047_801	174	0	176.6

Reporte de errores de edición. Flujo de carga - Transformadores Flujo de carga - Transformadores sobrecargados

Conectado a TESIS_PUYO (Base de datos Access C:\Users\GMI\Desktop\para la tesis programa\TESIS_PUYO.mdb).

1 redes, 1024 tramos, 0 zonas

825384.75, 9834483.30 NUM

10:35 13/11/2014

CYME 7.0 r02 - CIMDYST - C:\Users\GMI\Documents\Tesis\para la tesis programa john\alm.circunvalacion\Circunvalacion con cocinas 1xst - [Principal]

Archivo Editar Base de datos Equipos Red Analisis Reporte Mostrar Personalizar Ventana Ayuda

Colorear por red (aleatorio) Etiquetas predeterminadas Flujo de carga

Vista

Fuentes
Maniobra y protección
Armónicos
Electrónica de potencia

1 mi

	Iro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Id equipo	Código	Cap Nom (kVA)	Tens prim (kVLL)	Tens sec (kVLL)	Potencia total de paso (kW)	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	Fp promedio (%)	I _{Equil} (A)	Desfase I	P _{er}
1	147	P047_1	1	TRIFASICO_300KVA	Transformador	500.00	13.80	0.44	219	34	222	98.81	9.3	-8.88	1.9
2	148	P047_5	2	MONOFASICO_10KVA	Transformador	10.00	13.80	0.24	13	2	13	98.82	11.7	-9.98	0.2
3	693	P047_19	3	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	17	3	17	98.69	2.1	-9.52	0.2
4	685	P047_54	4	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	25	3	25	99.30	3.2	-7.03	0.3
5	468	P047_222	5	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	26	5	27	98.36	3.4	-10.73	0.3
6	145	P047_224	6	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	17	3	17	98.86	2.2	-9.00	0.2
7	2253	P047_229	7	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	2	0	2	99.99	0.3	-4.91	0.1
8	471	P047_233	8	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	24	3	24	98.97	3.1	-8.58	0.3
9	469	P047_246	9	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	25	6	26	97.38	3.3	-13.44	0.3
10	150	P047_251	47	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	13	2	13	99.01	1.7	-8.47	0.1
11	480	P047_259	51	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	20	2	20	99.68	2.5	-5.10	0.2
12	140	P047_265	52	MONOFASICO_10KVA	Transformador	10.00	13.80	0.24	16	1	16	99.85	2.0	-3.62	0.3
13	476	P047_269	53	MONOFASICO_25KVA	Transformador	25.00	13.80	0.24	22	2	22	99.72	2.8	-4.78	0.2
14	152	P047_272	49	TRIFASICO_45KVA	Transformador	45.00	13.80	0.22	51	7	52	99.01	2.2	-8.56	0.6
15	2000	P047_275	50	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	10	1	10	98.36	1.3	-6.97	0.1
16	479	P047_291	54	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	17	1	18	99.81	2.2	-4.04	0.3
17	1275	P047_339	67	MONOFASICO_10KVA	Transformador	10.00	13.80	0.24	11	1	11	99.69	1.4	-5.10	0.2
18	1276	P047_339	68	MONOFASICO_10KVA	Transformador	10.00	13.80	0.24	11	1	11	99.71	1.4	-4.98	0.2
19	246	P047_339	69	MONOFASICO_10KVA	Transformador	10.00	13.80	0.24	13	1	13	99.82	1.6	-4.04	0.2
20	1335	P047_346	70	MONOFASICO_5KVA	Transformador	5.00	13.80	0.24	0	0	0	47.52	0.0	-62.26	0.0
21	2382	P047_350	73	MONOFASICO_50KVA	Transformador	50.00	13.80	0.24	25	3	25	99.32	1.1	-7.40	0.4
22	720	P047_353	74	MONOFASICO_15KVA	Transformador	15.00	13.80	0.24	2	1	2	89.12	0.2	-27.68	0.1
23	146	P047_362	81	TRIFASICO_30KVA	Transformador	30.00	13.80	0.24	8	8	8	97.98	1.8	-4.98	0.1

Reporte de errores de edición. Flujo de carga - Transformadores Flujo de carga - Transformadores sobrecargados

Conectado a TESIS_PUYO (Base de datos Access C:\Users\GMI\Desktop\para la tesis programa\TESIS_PUYO.mdb).

1 redes, 1024 tramos, 0 zonas

830462.50, 9832720.73 NUM

10:35 13/11/2014

CYME 7.0 r02 - CYMDIST - C:\Users\GM4\Documents\CYME\Circunvalacion sin cocinas total.xst - [Principal]

Archivo Editar Base de datos Equipos Red Analisis Reporte Mostrar Personalizar Ventana Ayuda

Colorear por red (aleatorio) Etiquetas predeterminadas Flujo de carga

Flujo de carga

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Potencia total de paso (MVA)	Carga (%)	
1	389	P047_780	164	0	112.7
2	161	P047_832	179	0	102.4
3	160	P047_832	180	0	103.5
4	1327	P047_844	182	0	120.4
5	456	P047_859	186	0	110.0
6	244	P047_907	193	0	101.4
7	400	P047_1054	229	0	105.1
8	175	P047_991	250	0	112.9

Reporte de errores de edición. Reporte de errores de tipo general Flujo de carga - Transformadores Flujo de carga - Transformadores sobrecargados

Conectado a TESIS_PUYO (Base de datos Access C:\Users\GM4\Desktop\para la tesis programa\TESIS_PUYO.mdb).

1 redes, 1026 tramos, 0 zonas 820547,80, 9834345,58 NUM 10:36 13/11/2014

CYME 7.0 r02 - CYMDIST - C:\Users\GM4\Documents\CYME\Circunvalacion sin cocinas total.xst - [Principal]

Archivo Editar Base de datos Equipos Red Analisis Reporte Mostrar Personalizar Ventana Ayuda

Colorear por red (aleatorio) Etiquetas predeterminadas Flujo de carga

Flujo de carga

Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Id equipo	Código	Cap Nom (kVA)	Tens prim (kVLL)	Tens sec (kVLL)	Potencia total de paso (kW)	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	Fp promedio (%)	Iequil (A)	Desfase t	Pér
73	128	P047_819	176	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	7	2	97,05	0,9	-14,58	0,1
74	383	P047_824	177	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	9	1	99,59	1,1	-5,71	0,1
75	158	P047_826	178	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	8	1	98,63	1,0	-10,05	0,1
76	161	P047_832	179	MONOFASICO 50KVA	Transformador	50,00	13,80	0,24	52	2	99,92	6,6	-2,96	0,6
77	160	P047_832	180	TRIFASICO 75KVA	Transformador	75,00	13,80	0,22	78	15	98,20	3,3	-11,45	1,2
78	1327	P047_844	182	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	18	1	99,93	2,3	-2,65	0,3
79	407	P047_845	183	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	10	1	99,14	1,3	-8,06	0,1
80	809	P047_851	184	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	4	2	90,93	0,5	-25,25	0,1
81	392	P047_856	185	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	8	1	99,18	1,0	-7,99	0,1
82	456	P047_859	186	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	17	1	99,86	2,1	-3,65	0,2
83	164	P047_865	187	MONOFASICO 37.5	Transformador	37,50	13,80	0,24	10	3	96,80	1,3	-15,20	0,1
84	163	P047_869	188	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	14	2	99,34	1,8	-7,28	0,2
85	210	P047_873	194	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	6	1	97,76	0,8	-12,71	0,1
86	2285	P047_878	195	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	2	2	75,97	0,3	-41,11	0,1
87	937	P047_882	196	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	8	1	99,54	1,0	-6,06	0,1
88	594	P047_886	197	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	9	1	99,66	1,2	-5,29	0,1
89	593	P047_891	198	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	2	1	85,53	0,3	-31,76	0,1
90	14977	P047_895	199	MONOFASICO 37.5	Transformador	37,50	13,80	0,24	12	2	99,17	1,6	-7,96	0,1
91	1090	P047_898	190	MONOFASICO 15KVA	Transformador	15,00	13,80	0,24	7	1	99,17	0,9	-7,97	0,1
92	504	P047_901	191	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	11	2	99,04	1,5	-8,51	0,1
93	1134	P047_904	192	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	12	2	99,16	1,6	-7,88	0,1
94	244	P047_907	193	MONOFASICO 37.5	Transformador	37,50	13,80	0,24	38	1	99,94	4,9	-2,56	0,4
95	721	P047_910	181	TRIFASICO 75KVA	Transformador	75,00	13,80	0,22	9	4	91,36	0,4	-24,57	0,0
96	1896	P047_916	203	TRIFASICO 75KVA	Transformador	75,00	13,80	0,22	0	4	3,37	0,2	-88,66	0,0
97	1677	P047_919	204	TRIFASICO 75KVA	Transformador	75,00	13,80	0,22	59	4	99,81	2,5	-4,09	0,5
98	135	P047_922	205	TRIFASICO 75KVA	Transformador	75,00	13,80	0,22	71	3	99,88	3,0	-3,41	0,8
99	2858	P047_925	206	MONOFASICO 50KVA	Transformador	50,00	13,80	0,24	10	1	99,16	1,3	-8,01	0,2
100	133	P047_929	200	MONOFASICO 25KVA	Transformador	25,00	13,80	0,24	0	2	13,41	0,2	-82,84	0,1

Reporte de errores de edición. Reporte de errores de tipo general Flujo de carga - Transformadores Flujo de carga - Transformadores sobrecargados

Conectado a TESIS_PUYO (Base de datos Access C:\Users\GM4\Desktop\para la tesis programa\TESIS_PUYO.mdb).

1 redes, 1026 tramos, 0 zonas 820547,80, 9834345,58 NUM 10:36 13/11/2014

CYME 7.0 r02 - CYMDIST - C:\Users\GM\Documents\CYME\Circunvalacion sin cocinas total.txt - [Principal]

Archivo Editar Base de datos Equipos Red Analisis Reporte Mostrar Personalizar Ventana Ayuda

Colorear por red (aleatorio) Etiquetas predeterminadas Flujo de carga

General

- Red
- Vista imbricada
- Barra horizontal
- Barra vertical
- Cable
- DEFAULT
- Línea aérea equilibrada
- DEFAULT
- Línea aérea desequilibrada
- DEFAULT

Fuentes

- Maniobra y protección
- Armónicos
- Electrónica de potencia

Vista

1000 pi

	Nro. equipo	Nudo origen	Nudo destino	Potencia total de paso (MVA)	Carga (%)
1	389	P047_780	164	0	112.7
2	161	P047_832	179	0	102.4
3	160	P047_832	180	0	103.5
4	1327	P047_844	182	0	120.4
5	456	P047_850	186	0	119.0

Reporte de errores de edición. Reporte de errores de tipo general. Flujo de carga - Transformadores. Flujo de carga - Transformadores sobrecargados

Conectado a TESIS_PUYO (Base de datos Access C:\Users\GM\Desktop\para la tesis programa\TESIS_PUYO.mdb).

1 redes, 1026 tramos, 0 zonas

832889,16, 9833537,55 NUM

EN 10:36 13/11/2014