

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Tesis previa a la obtención del título de: Ingeniero en Electricidad**

**TEMA:  
“ESTUDIO DE EFICIENCIA Y CALIDAD EN ENERGÍA  
ELÉCTRICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD  
DEL MUNDO”**

**AUTOR:  
WILMER FABIÁN PAREDES TÚQUERES**

**DIRECTOR:  
JUAN ALBERTO BUCHELI ÁVILA**

**Quito, abril del 2014**

Quito, abril del 2014

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA:**

Yo, Wilmer Fabián Paredes Túqueres, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, 24 de Abril del 2014

---

**Wilmer Fabián Paredes Túqueres**

**CC: 171341303-5**

**AUTOR**

## **CERTIFICA:**

Yo, Juan Alberto Bucheli Ávila, certifico haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la tesis, así como el funcionamiento del “Estudio de Eficiencia y Calidad en Energía Eléctrica del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo Quito y su aplicación Análisis Costo-Beneficio” realizada por el Sr. Wilmer Fabián Paredes Túqueres, previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Quito, 24 de Abril del 2014

---

**Ing. Juan Alberto Bucheli Ávila**

**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA.**

*Este proyecto es dedicado  
con mucho amor a mis padres,  
por haberme guiado  
en el camino correcto;  
a mis hermanos  
y a mi preciosa familia  
Anita, Liseth y Milena,  
que son la alegría,  
el propósito de continuar  
adelante.*

*Wilmer Fabián Paredes Túqueres*

## **AGRADECIMIENTO.**

*Agradezco a la Institución, Universidad Politécnica Salesiana, Campus Kennedy, que me ha permitido trabajar y estudiar, debido al horario que dispone; además a todo su Cuerpo Colegiado, Académico y Docentes, quienes han compartido sus conocimientos dentro del período de formación y del desarrollo de este trabajo como es el Ing. Juan Bucheli; en especial al docente de Ingeniería Mecánica y gran amigo Eco. Luis Pulgar, quien preocupado por el adecuado funcionamiento de las instalaciones del sistema eléctrico de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, motivó la realización de este estudio.*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxi
INTRODUCCIÓN .....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
SITUACIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	1
1.1.- HISTORIA DEL COMPLEJO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.....	1
1.1.1.- Primera misión geodésica.....	1
1.1.2.- Segunda misión geodésica.....	2
1.1.3.- Monumento mitad del mundo.....	3
1.1.4.- Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.....	4
1.1.5.- Creación de la constitución como empresa turística Ciudad Mitad del Mundo. ....	5
1.1.6.- Creación como Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo .....	6
1.1.7.- Ley y política del régimen en el sector eléctrico .....	6
1.1.8.- Obligaciones y defensa del consumidor .....	7
1.2.- INVENTARIOS DE LA CARGA INSTALADA EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	7
1.2.1.- Representación matemática de la carga instalada del usuario con gran consumo (Usuario representativo) del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo .....	8
1.2.2.- Mayor consumo (Usuario representativo) .....	9
1.2.3.- Consumo General .....	14
1.2.4.- Menor consumo .....	16
1.3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS ENCONTRADOS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD	

DEL MUNDO.....	19
1.4.- DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	21
CAPÍTULO II .....	25
ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	25
2.1.- ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO .....	25
2.1.1.- Ecuaciones de calidad del producto.....	26
2.1.1.1.- Variación del nivel de voltaje .....	26
2.1.1.2.- Perturbaciones de voltaje (Flicker) .....	27
2.1.1.3.- Perturbaciones de voltaje (Armónicos) .....	27
2.1.1.4.- Factor de Potencia.....	28
2.1.2.- Equipo de medición de valores de calidad del producto .....	30
2.1.3.- Calidad de producto.....	31
2.1.3.1.- Nivel de Voltaje.....	32
2.1.3.2.- Perturbaciones de Voltajes .....	33
2.1.3.3.- Deducción Factor de potencia. ....	41
2.1.3.4.- Tabla de resultados obtenido antes del mantenimiento .....	51
2.1.3.5.- Calidad del Servicio Técnico.....	52
2.1.3.6.- Calidad del Servicio Comercial.....	53
2.2.- LA AUDITORIA ENERGÉTICA.....	55
2.2.1.- Definición de Auditoría de Calidad Energética.....	55
2.2.2.- Variación del nivel de voltaje.....	56
2.2.3.- Parpadeo o flicker.....	57
2.2.4.- Armónicos.....	57
2.2.5.- Factor de potencia.....	58
2.2.6.- Análisis técnico del sistema eléctrico .....	60
2.3.- MEDICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	69
2.3.1.- Medición de la resistencia de disipación .....	69
2.4.- ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA ELÉCTRICA .....	71

CAPÍTULO III.....	74
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL COMPLEJO TURÍSTICO .....	74
3.1.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS.....	74
3.1.1.- Determinación de los parámetros .....	76
3.1.2.- Medición de la resistividad aparente del terreno .....	76
3.1.3.- Diseño de toma de tierra.....	77
3.1.4.- Puesta a tierra en redes de distribución mediante malla .....	78
3.1.5.- Puesta a tierra en postes de redes de distribución mediante pica .....	82
3.1.6.- Conexión a tierra los equipos eléctricos. ....	83
3.1.7.- Toma corrientes polarizado (con tierra) .....	84
3.1.8.-Sistema de puesta a tierra de protección atmosférica (PARARRAYOS).....	85
3.2.- DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS .....	87
3.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO.....	88
3.3.1.- Eficiencia y ahorro energético .....	89
3.3.2.- Ventaja de ahorrar energía eléctrica .....	89
3.3.3.- Principales tipos de medidas de eficiencia y ahorro energético .....	89
3.4.- AUDITORIA A LOS TRANSFORMADORES .....	90
3.4.1.- Introducción a los transformadores eléctricos .....	90
3.4.2.- Análisis de los datos recogidos y estudio de soluciones posibles .....	91
3.4.3.- Datos del consumo energético en el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo .....	91
3.4.4.- Característica constructiva de las cámaras de transformación .....	93
3.4.5.- Pruebas que se realizan a los transformadores .....	95
3.4.6.- Trabajos a realizarse de acuerdo a la rutina de mantenimiento .....	96
3.4.7.- Pruebas realizadas de acuerdo a la rutina de mantenimiento de la Empresa Eléctrica Quito .....	97
3.4.8.- Equipos principales de transformación.....	99

CAPÍTULO IV.....	100
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	100
4.1.- ANÁLISIS DE VALORES .....	100
4.1.1.- Figura y cálculo de la variación de voltaje (V), según la ecuación 2.1 en la cámara No.1 - 150 kVA Transunel .....	102
4.1.2.- Gráficas y cálculo de la variación de voltaje (V), según la ecuación 2.1, en la cámara de transformación No.2 - 160 kVA Inatra .....	103
4.1.3.- Graficas y cálculo del índice de calidad flicker de corta duración ( $p_{st}$ ) según la ecuación 2.2, para la cámara No.1 - 150 kVA Transunel. ....	104
4.1.4.- Gráficas y cálculo del índice de calidad flicker de corta duración ( $p_{st}$ ) según la ecuación 2.2, para la cámara No.2 - 160 kVA Inatra .....	106
4.1.5.- Gráficas y tabla de tolerancia THD 004/01 del índice de calidad de distorsión individual y total armónica en voltaje expresado en porcentaje para la cámara No.1 - 150 kVA Transunel .....	109
4.1.6.- Gráficas y tabla de tolerancia THD 004/01 del índice de calidad de distorsión individual y total armónica en voltaje expresado en porcentaje para la cámara No. 2 - 160 kVA Inatra.....	110
4.1.7.- Representación Gráfica de las potencias en el transformador No. 1 - 150 kVA Transunel.....	111
4.1.8.- Cálculo del factor de potencia en el transformador No.1 - 150 kVA Transunel.....	112
4.1.9.- Representación Gráfica de las potencias: activa, reactiva aparente en el transformador No. 2 - 160 kVA Inatra.....	113
4.1.10.- Cálculo del factor de potencia en cámara No. 2 - 160 kVA Inatra.....	114
4.2.- IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL .....	115
4.2.1.- Impacto .....	116
4.2.2.- Impacto social.....	116
4.2.3.- Impacto ambiental .....	116
4.3.- PRUEBAS REALIZADAS .....	117
4.3.1.- Primera comprobación del equipo .....	119
4.3.2.- Segunda comprobación del equipo.....	120

4.4.- ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO.....	121
4.4.1.- Análisis costo beneficio de la calidad de producto.....	121
4.4.1.1.-Readecuación del tablero de transferencia en cabina de sonido.....	122
4.4.1.2.-Alimentación de energía eléctrica a cabina de sonido.....	123
4.4.1.3.-Alimentación de energía eléctrica al Monumento Ecuatorial.....	124
4.4.1.4.-Implementación del sistema malla a tierra .....	125
4.4.1.5.- Automatización del transferencia en las cámaras de transformación de 150 kVA y 160kVA .....	126
4.4.1.6.-Instalación del sistema de pararrayos .....	127
4.4.1.7.- Análisis de la conveniencia del cambio cámara de 160 kVA por 200 kVA.....	128
4.4.2.- Análisis financiero de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo .....	131
4.4.2.1.- Ingresos Corrientes .....	131
4.4.2.2.- Gastos Corrientes.....	132
4.4.2.3.- Capital de Trabajo.....	134
4.4.2.4.- Depreciación Acumulada.....	134
4.4.2.5.- Estado de Resultados .....	135
4.4.2.6.- Flujo de Efectivo.....	136
4.4.2.7.- Valor Presente Neto (VPN) .....	137
4.4.2.8.- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) .....	138
4.4.2.9.- Periodo de pago. ....	138
4.4.3.- Cálculo VPN, TIR y el Periodo de pago.....	138
CONCLUSIONES .....	139
RECOMENDACIONES .....	143
ABREVIATURAS.....	145
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	146
BIBLIOGRAFÍA .....	147
ANEXOS .....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
SITUACIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	1
Figura 1.1.- Monumento Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.....	4
Figura 1.2.- Motor del ascensor .....	10
Figura 1.3.- Tablero de control de energía eléctrica en cabinas de sonido .....	11
Figura 1.4.- Equipos de la cabina de sonido .....	11
Figura 1.5.- Tablero de control del alumbrado público, conectado a la cámara de transformación Transunel de 150 kVA .....	13
Figura 1.6.- Tablero de control del alumbrado público, conectado a la cámara de Inatra de 160 kVA .....	14
Figura 1.7.- Cámara de Transformación T-1 de 150 kVA.....	19
Figura 1.8.- Cámara de Transformación T-2 de 160 kVA.....	20
Figura 1.9.- Caja de medidores identificada el acceso permitido para personal de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.....	20
Figura 1.10.- Caja de medidores .....	21
Figura 1.11.- Centro de carga secundario trifásico con alimentación bifásica del pabellón de Francia .....	21
Figura 1.12.- Poste de derivación 25603 de 160 kVA.....	22
Figura 1.13.- Caja de paso (hormigón) .....	22
Figura 1.14.- Diagrama unifilar en Cámara de Transformación Transunel de 150 kVA en la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo .....	22
Figura 1.13.- Diagrama unifilar en Cámara de Transformación Inatra de 160 kVA en la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo .....	23
CAPÍTULO II .....	25
ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	25
Figura 2.1.- Transformador Transunel No 1 – 150 kVA .....	26

Figura 2.2.- Transformador Inatra No 2 – 160 kVA.....	26
Figura 2.3.- Triángulo de potencias .....	29
Figura 2.4.- Analizador trifásico de calidad de la energía eléctrica, Fluke 435 V02.09.....	31
Figura 2.5.- Triángulo de potencias totales del transformador No. 1 - 150 kVA.....	49
Figura 2.6.- Triángulo de potencias totales del transformador No. 2 - 160 kVA.....	51
Figura 2.7.- Transformador No. 1- 20405 de 150 kVA .....	54
Figura 2.8.- Transformador No. 2 – 25606 de 160 kVA .....	54
Figura 2.9.- Tablero de control con transferencia manual .....	61
Figura 2.10.- Tomacorriente de sonido.....	62
Figura 2.11.- Alimentación en toma de agua .....	62
Figura 2.12.- Conductores de circuitos eléctricos en el tumbado del local Insertarium .....	62
Figura 2.13.- Sistema de iluminación en el local (pabellón) Insertarium .....	62
Figura 2.14.- Centro de carga en el pabellón del sol.....	63
Figura 2.15.- Caja de paso que alimenta al centro de carga dentro del pabellón del sol .....	63
Figura 2.16.- El neutro del circuito conectado a la estructura metálica.....	64
Figura 2.17.- Centro de carga secundario dentro de edificio museos ecuatorial.....	64
Figura 2.18.- Empalme en las tres fases visto en la caja de paso que alimenta al centro de carga secundario del edificio museo ecuatorial.....	65
Figura 2.19.- Medición del voltaje entre la fase L1 y el neutro .....	66
Figura 2.20.- Medición del voltaje entre la fase L2 y el neutro .....	66
Figura 2.21.- Medición del voltaje entre la fase L3 y el neutro .....	66
Figura 2.22.- Falta de limpieza y de mantenimiento técnico. ....	67
Figura 2.23.- Conductor de alimentación a la cámara de transformación Inatra 25603 de 160 kVA.....	68
Figura 2.24.- Breakers de los centros de carga principales.....	68

Figura 2.25.- Tomas corriente.....	69
Figura 2.26.- Boquilla E27 de iluminación.....	69
Figura 2.27.- Medición de Resistencia tierra en la cámara de transformación 20405 de 150 kVA .....	70
Figura 2.28.- Primer valor de Resistencia tierra cámara de transformación 20405 de 150 kVA. ....	70
Figura 2.29.- Segundo valor de Resistencia tierra cámara de transformación 20405 de 150 kVA .....	70
Figura 2.30.- Primer valor de Resistencia tierra cámara de transformación 25603 de 160 kVA .....	71
Figura 2.31.- Segundo valor de Resistencia tierra cámara de transformación 25603 de 160 kVA .....	71
CAPÍTULO III.....	74
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL COMPLEJO TURÍSTICO .....	74
Figura 3.1.- Método de Wenner-Medición de la resistividad aparente del terreno .....	76
Figura 3.2.- Mezcla de GEM.....	78
Figura 3.3.- Suelo con mejorador de tierra .....	78
Figura 3.4.- Puesta a tierra en malla.....	79
Figura 3.5.- Obra civil, construcción de malla tierra .....	80
Figura 3.6.- Suelda exotérmica .....	80
Figura 3.7.- Vía de chispas para unión de tomas de tierra AT -050K .....	80
Figura 3.8.- Ejemplo de bobina de choque .....	81
Figura 3.9.- Conexión de bobina de choque .....	81
Figura 3.10.- Pica de tierra en red 28,8 kVA .....	82
Figura 3.11.- Conexión suelda exotérmica .....	82
Figura 3.12.- Toma corriente 110 V polarizado.....	84
Figura 3.13.- Pararrayos.....	85
Figura 3.14.- Otra tipo de conexión pararrayos. ....	85

Figura 3.15.- Toma de tierra para: malla tierra y malla de pararrayos.....	86
Figura 3.16.- Unión de malla tierra de pararrayos con malla tierra de sistema general.....	87
Figura 3.17.- Conexión del sistema energético dentro del sistema malla neutro-tierra y malla tierra-pararrayos .....	88
Figura 3.18.- Placa del transformador de 150 kVA Transunel .....	93
Figura 3.19.- Placa del transformador de 160 kVA Inatra.....	94
Figura 3.20.- Equipos sin mantenimiento: transformadores de 150 kVA Transunel y 160 kVA Inatra.....	99
CAPÍTULO IV.....	100
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	100
Figura 4.1.- Transformador de 150 kVA .....	101
Figura 4.2.- Transformador de 160 kVA .....	101
Figura 4.3.- Representación gráfica de tensión y corriente del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, analizador Fluke 435 V02.09.....	102
Figura 4.4.- Representación gráfica de tensión y corriente del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, analizador Fluke 435 V02.09.....	103
Figura 4.5.- Representación gráfica de valores flicker del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	104
Figura 4.6.- Representación gráfica de valores flicker del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	106
Figura 4.7.- Representación gráfica de los armónicos del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	109
Figura 4.8.- Representación gráfica de los armónicos del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento	

preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	110
Figura 4.9.- Triángulo de potencias total cámara No. 2 – 150 kVA.....	111
Figura 4.9.- Representación gráfica de valores del factor de potencia; transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	112
Figura 4.10.- Triángulo de potencias total cámara No. 2 – 160 kVA.....	113
Figura 4.11.- Representación gráfica de valores del factor de potencia; transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.....	114
Figura 4.12.- Fluke 455 serie 13630003, con certificación del centro de metrología del ejército Ecuatoriano.....	118
Figura 4.13.- Equipos fluke 455 series 13630003 del HCAM y equipo serie 13100003 de la UPS.....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
SITUACIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	1
Tabla 1.1.- Diversidad de usuarios comerciales .....	8
Tabla 1.2.- Detalle de la placa del motor .....	10
Tabla 1.3.- Determinación de la demanda del Monumento Ecuatorial .....	10
Tabla 1.4.- Determinación de la demanda en las cabinas de sonido.....	12
Tabla 1.5.- Determinación de la demanda iluminación externa, para el transformador de 150 kVA .....	13
Tabla 1.6.- Determinación de la demanda de Iluminación para el transformador de 160 kVA .....	14
Tabla 1.7.- Determinación de la demanda en el local comercial No.3, entre 10 usuarios .....	15
Tabla 1.8.- Determinación de la demanda del restaurante No. 9, entre 8 locales comerciales .....	16
Tabla 1.9.- Determinación de la demanda de los pabellones, plaza de toros, gallera, planetario, entre 7 locales.....	17
Tabla 1.10.- Determinación de la demanda de locales de artesanías, menor consumo .....	17
Tabla 1.11.- Determinación de la demanda, heladería, locales de menor consumo .....	18
Tabla 1.12.- Sumatorio de la demanda total .....	19
CAPÍTULO II .....	25
ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO .....	25
Tabla 2.1.- Características de funcionamiento - analizador de calidad de energía fluke 435 de voltaje en zona rural .....	31
Tabla 2.2.- Variación de voltaje en zona rural .....	33

Tabla 2.3.- Determinación del índice de calidad de distorsión individual y total de armónicos .....	39
Tabla 2.4.- Determinación del índice de calidad de distorsión individual y total de armónicos .....	40
Tabla 2.5.- Determinación de la potencia activa transformador de 150 kV .....	42
Tabla 2.6.- Determinación de la potencia activa total del transformador de 150 kVA.....	42
Tabla 2.7.- Determinación de la potencia activa del transformador de 160 kVA.....	43
Tabla 2.8.- Determinación de la potencia activa total del transformador de 160 kVA.....	43
Tabla 2.9.- Determinación de la potencia reactiva del transformador de 150 kVA.....	44
Tabla 2.10.- Determinación de la potencia reactiva total del transformador de 150 kV.....	44
Tabla 2.11.- Determinación de la potencia reactiva del transformador de 160 kVA.....	45
Tabla 2.12.- Determinación de la potencia reactiva total del transformador de 160 kVA.....	45
Tabla 2.13.- Determinación de la potencia aparente del transformador de 150 kVA.....	46
Tabla 2.14.- Determinación de la potencia aparente total del transformador de 150 kVA.....	46
Tabla 2.15.- Determinación de la potencia aparente del transformador de 160 kV.....	47
Tabla 2.16.- Determinación de la potencia aparente total del transformador de 160 kVA.....	47
Tabla 2.17.- Determinación del factor de potencia del transformador de 150 kVA.....	48
Tabla 2.18.- Determinación del factor de potencia total del transformador de 150 kVA.....	48

Tabla 2.19.- Determinación del factor de potencia del transformador de 160 kVA.....	50
Tabla 2.20.- Determinación del factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.....	50
Tabla 2.21.- Detalle de resultados medidos con comparación de valores nominales, en el transformador de 150 kVA .....	51
Tabla 2.22.- Detalle de resultados medidos con comparación de valores nominales, en el transformador de 160 kVA .....	52
Tabla 2.23.- Índice de calidad de distorsión total de armónicos en transformador de 150 kVA .....	58
Tabla 2.24.- Índice de calidad de distorsión total de armónicos en transformador de 160 kVA .....	58
Tabla 2.25.- Factor de potencia en el transformador de 150 kVA.....	59
Tabla 2.26.- Factor de potencia total en el transformador de 150 kVA.....	59
Tabla 2.27.- Factor de potencia en el transformador de 160 kVA.....	59
Tabla 2.28.- Factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.....	59
Tabla 2.29.- Promedio de resistencia de disipación a tierra en la cámara de transformación de 150 kVA de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.....	70
Tabla 2.30.- Promedio de resistencia de disipación a tierra en la cámara de transformación de 160 kVA de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.....	71
 CAPÍTULO III.....	 74
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL COMPLEJO TURÍSTICO .....	74
Tabla 3.1.- Valores de resistividad del terreno .....	77
Tabla 3.2.- Detalle de Materiales para la toma de malla a tierra .....	79
Tabla 3.3.- Descripción del vía de chispas para unión de tomas de tierra .....	81
Tabla 3.4.- Detalle de Materiales para la toma a tierra en el bajante de alimentación a la cámara de transformación de 160 kVA .....	82

Tabla 3.5.- Materiales para construcción: malla tierra y malla de pararrayos .....	86
Tabla 3.6.- Detalle en porcentaje de la potencia aparente total de cada transformador .....	91
Tabla 3.7.- Deducción en porcentaje de la carga que soportaría si trabajaría con un transformador .....	92
Tabla 3.8.- Detalle de la energía aparente de cada transformador, en los días que se realizó la medición del análisis de calidad de energía .....	93
Tabla 3.9.- Detalle de la placa del transformador de 150 kVA Transunel.....	94
Tabla 3.10.- Detalle de la placa del transformador de 160 kVA Inatra .....	95
Tabla 3.11.- Detalle de la resistencia entre bornes y de los devanados, T1-150 kVA.....	97
Tabla 3.12.- Detalle del voltaje entre bornes, T1-150 kVA.....	98
Tabla 3.13.- Detalle de la resistencia entre bornes y de los devanados, T2-160 kVA.....	98
Tabla 3.14.- Detalle del voltaje entre bornes, T2-160 kVA.....	99
CAPÍTULO IV.....	100
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	100
Tabla 4.1.- Determinación antes y después de realizar el mantenimiento del índice de calidad de distorsión individual y total de armónico, T1-150 kVA.....	109
Tabla 4.2.- Determinación antes y después de realizar el mantenimiento del índice de calidad de distorsión individual y total de armónico, T2-160 kVA.....	110
Tabla 4.3.- Potencia activa, reactiva y aparente total, 150 kVA.....	111
Tabla 4.4.- Potencia activa, reactiva y aparente total, antes del mantenimiento, T1-150 kVA .....	112
Tabla 4.5.- Potencia activa, reactiva y aparente total, después del mantenimiento, T1-150 kVA .....	112
Tabla 4.6.- Análisis del factor de potencia total en transformador 150 kVA .....	112
Tabla 4.7.- Potencia activa, reactiva y aparente total, T2-160 kVA .....	113

Tabla 4.8.- Potencia activa, reactiva y aparente total antes del mantenimiento, T2-160 kVA .....	114
Tabla 4.9.- Potencia activa, reactiva y aparente total después del mantenimiento, T2-160 kVA .....	114
Tabla 4.10.- Análisis del factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.....	114
Tabla 4.11.- Porcentaje de variación en contraste de equipos fluke del HCAM y de la UPS.....	119
Tabla 4.12.- Porcentaje de variación en contraste de equipos fluke del HCAM y de la UPS-(2).....	120
Tabla 4.13.- Cotización de la transferencia automática para la cabina de sonido .....	123
Tabla 4.14.- Cotización del cableado que alimenta a la cabina de sonido.....	124
Tabla 4.15.- Cotización del cableado que alimenta al edificio Monumento Ecuatorial .....	125
Tabla 4.16.- Cotización de malla a tierra .....	126
Tabla 4.17.- Cotización de la transferencia automática para cámara 150 kVA...	127
Tabla 4.18.- Cotización de la transferencia automática para cámara 160 kVA...	127
Tabla 4.19.- Cotización del sistema de pararrayos .....	128
Tabla 4.20.- Cotización cambio de cámara de transformación .....	130
Tabla 4.21.- Resumen de inversión y gastos innecesario en USD para Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.....	131
Tabla 4.22.- Determinación del ingreso presupuestario corriente .....	132
Tabla 4.23.- Determinación del gasto presupuestario corriente.....	133
Tabla 4.24.- Determinación del capital de trabajo, referente a los activos y pasivos corrientes.....	134
Tabla 4.25.- Determinación de la depreciación .....	135
Tabla 4.26.- Determinación del estado de resultados .....	136
Tabla 4.27.- Determinación del flujo de efectivo .....	137
Tabla 4.28.- Determinación del VAN, TIR, y del periodo de recuperación .....	138

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1– PLANOS DE: ALIMENTACIÓN; DISTRIBUCIÓN; ILUMINACIÓN EXTERNA.....	151
ANEXO 2– INFORMACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO DEL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES .....	152
ANEXO 3– CONTRASTACIÓN CON EQUIPO FLUKE 435 .....	157
ANEXO 4– SOLICITUD DE CAMBIO DEL TRANSFORMADOR.....	163
ANEXO 5– COTIZACIONES DE INVERSIÓN y GASTO .....	165
ANEXO 6– CARTA DE PRESENTACIÓN EMPRESA PROVEEDORA DE MATERIAL.....	173

# **“ESTUDIO DE EFICIENCIA Y CALIDAD EN ENERGÍA ELÉCTRICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO”**

## **INTRODUCCIÓN**

La importancia turística que posee la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo describe el impacto social y ambiental permitiendo que un gran número de familias vivan cómodamente generando fuentes de trabajo para la sociedad.

En la investigación también constatamos con el análisis y resultados los beneficios económicos que se adquiere al mantener un sistema de energía eficiente.

El Complejo es una empresa dedicada a prestar y promover productos, servicios turísticos a visitantes nacionales como extranjeros y se encuentra ubicado en la avenida Manuel Córdova Galarza del kilómetro 13,5 en San Antonio de Pichincha-Ecuador.

La empresa pública tiene una situación privilegiada, cuenta con una historia muy importante por sus aportes científicos a la Primera Misión Geodésica, que dio a conocer al mundo con el nombre de Ecuador a nuestro territorio; además también divulgaron aspectos sociales, culturales, antropológicos y el sistema métrico universal; llegando a constituirse en uno de los principales centros de atracción histórico-turística en esta ciudad.

Actualmente esta empresa cuenta con dos cámaras de transformación de 150 kVA y 160 kVA, para el abastecimiento de energía eléctrica al Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo desde su inauguración en el año 1985. Estas dos cámaras de transformación se encuentran alimentadas de la Empresa Eléctrica Quito, sub-trasmisión 19 (Cotocollao), mediante el primario 19B a medio voltaje (22860 Voltios) el cual es transformado a bajo voltaje cuyo

valor se encuentra entre 210/121 Voltios, la red eléctrica se ubica en la calle Consejo Provincial. Toda su estructura de alimentación eléctrica se encuentra ubicada en el Sistema de Información Geográfica (GIS) X-783351, y en Y-9999677.

Para analizar la problemática que existe dentro del sistema eléctrico del complejo, que se da por el descuido y la falta de mantenimiento técnico, lo cual ocurre porque no se cuenta con el suficiente personal capacitado dentro de esta área, se describe en los siguientes partes.

El capítulo I trata sobre los antecedentes de la historia, su importancia turística dentro de nuestro país; por otro lado se analiza el sistema eléctrico de carácter técnico, e identifica los transformadores en sus respectivas cámaras de transformación quienes soportan las cargas eléctricas instaladas.

El capítulo II se efectúa un análisis del estado del sistema eléctrico mediante la observación y la medición de las instalaciones, expone y examina las diferentes opciones que determinan la calidad de producto y de servicio, que se requiere; de allí, el examen adherente a la ingeniería organizativa, administrativa y legal, que cumpla las normas y procedimientos generales de la ley del régimen del sector eléctrico.

El capítulo III busca alternativas existentes de soluciones técnicas para el sistema eléctrico, específicamente para las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, en el sistema de puesta a tierra que adapte a un método adecuado, identificando la diferencia en la conexión a tierra del sistema y la conexión tierra de pararrayos.

Dentro de la distribución de cargas se efectúa un ejemplo de un diseño utilizado en la actualidad como en las instalaciones comerciales e industriales para adquirir y consumir energía eficiente; además se llegó a relacionar con el tipo de uso los resultados de la toma de valores efectuados en el mantenimiento a los transformadores, por la Empresa Eléctrica Quito.

El capítulo IV presenta los resultados estudiados evaluados en la calidad de energía con mediciones que se toma después del mantenimiento preventivo, llegando a valorar los parámetros establecidos de acuerdo a la

exigencia del Concejo Nacional de Electricidad - CONELEC.

Además, se contrasta los valores que se adquieren conectando dos analizadores de calidad de similares características en un mismo punto y al mismo tiempo. El resultado de esta comparación nos permite obtener un criterio beneficioso y una certeza que son correctos los datos obtenidos.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO**

Este capítulo muestra la historia y antecedentes de creación del complejo turístico ciudad mitad del mundo, dando a conocer su importancia turística dentro de nuestro país. Por otro lado y considerando la importancia de dicho complejo, se presenta un análisis técnico que identifica las cámaras de transformación con su respectiva carga instalada para el abastecimiento de la demanda, en este contexto se detallan las características técnicas de los elementos eléctricos encontrados de forma general, y la distribución de los centros de carga primarios acordes a los diagramas eléctricos existentes, sin alterar su ubicación.

### **1.1.- HISTORIA DEL COMPLEJO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.**

Para tomar la decisión de crear la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, se dieron una serie de acontecimientos históricos que se describen en el proceso de formación de la República del Ecuador, siendo preciso retomar acontecimientos históricos como el de la misión geodésica en nuestro país, que motivó la construcción inicial de uno de los monumentos como hito demarcatorio de la línea ecuatorial y que posteriormente se lo sitúa con una nueva edificación mucho más grande en el sitio actual.

#### **1.1.1.- Primera misión geodésica.**

La primera Misión Geodésica llega a la Real Audiencia de Quito el 29 de mayo del año 1736, fue una delegación de científicos enviados por la Academia de Ciencias de París, que con el apoyo de Luis XV, Rey de Francia, y el permiso de Felipe V, Rey de España que tuvo como objetivo medir un

arco de meridiano para comprobar la forma de la tierra, y para tal efecto realizaron las mediciones desde la línea ecuatorial, 0° en forma horizontal [1].

Esta labor fue administrada por el geógrafo Charles Marie de La Condamine, jefe de misión geómetra geógrafo naturalista Pierre Bouguer, astrónomo Louis Godín, el botánico Joseph de Jussieu, ingeniero dibujante de planos y mapas Jean Joseph Verguín, dibujante para la historia natural Morainville; médico cirujano Juan Seniergues y varios ingenieros, dibujantes, ayudantes. A esta comisión se sumaron, a solicitud de Felipe V, los marinos españoles Jorge Juan de Santacilia y Antonio de Ulloa, quienes debían también realizar investigaciones discretas sobre la vida de la colonia; ya en tierras ecuatorianas se unió por sus conocimientos de geografía y geodesia el científico ecuatoriano Pedro Vicente Maldonado, colaboro estrechamente para asegurar el éxito de la misión [2].

A más de los aportes a la Ciencia de la Primera Misión Geodésica repercutieron directamente en el país, como el haber dado a conocer al mundo con el nombre de Ecuador a nuestro territorio, así también estudios que divulgaron aspectos sociales, culturales y antropológicos, aquí, los sabios franceses, dieron origen al sistema métrico universal.

### **1.1.2.- Segunda misión geodésica.**

Con el objeto de ratificar o rectificar las mediciones realizadas por la primera misión llegó a Guayaquil el 1 de junio del año 1901 la “segunda Misión” a cargo del Servicio Geográfico del Ejército francés y al mando del Comandante Burgeois [1] [2].

En esta segunda Misión llegaron los capitanes: E. Maurin, A. Lallemand, Lacobe; los tenientes George Perrier y el Dr. Paul Rivet; los comandantes De Fologue y Luis Massenet, capitanes Neirel, Peyronel, entre otros, suboficiales, sargentos y soldados. Además se incorporan miembros del ejército ecuatoriano. Formando cinco grupos, se ubicaron tres en las ciudades de Tulcán y Riobamba de nuestro País, los restantes en Paita, Perú.

### **1.1.3.- Monumento mitad del mundo.**

Es una obra ecuatoriana del sector público diseñada y construida con un gran valor artístico, arqueológico, histórico.

#### **a) Primer monumento.**

El Ingeniero y Geógrafo Ecuatoriano, Luis Gabriel Tufiño Puertas, encontró las señales dejadas por el primer grupo de científicos, en base a las pirámides de Oyambaro y Caraburo [1] [2] [3].

En el año de 1936 se colocó un monumento histórico de 10 metros de altura, se conoce con el nombre "Monumento de la Mitad del Mundo" ubicada al noroccidente de Quito, en el km. 13 ½ de la vía a Calacalí. El primer monolito construido en este sitio después de 43 años de haber permanecido en el lugar, el 2 de Abril de 1979 se empieza a desarmar el obelisco existente y sus piezas pétreas fueron trasladadas al parque central de Calacalí a 7 km al occidente, donde también se proyecta la Línea Equinoccial, se lo vuelve a ensamblar.

#### **Segundo monumento.**

La obra física del segundo Monumento Ecuatorial da inicio en Mayo de 1979 su creador del proyecto fue el Dr. Patricio Romero Barberis, siendo Prefecto de la Provincia de Pichincha. Consecuentemente la etapa inaugural (planta baja) fue el 9 de Agosto de 1982 y la definitiva (9 plantas del Museo) el 24 de Mayo de 1985, fecha en la que también se inaugura el "Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo" [2].

El monumento posee una altura de 30 metros cuenta con elementos arquitectónicos definidos por su constructor original, el Ing. Luis Tufiño. Su forma piramidal - cuadrangular con sus cuatro monolitos en los ángulos, tiene la orientación geográfica de los cuatro puntos cardinales, y se encuentra localizado en la Línea Ecuatorial de latitud cero grados cero minutos y cero segundos. En añadidura, el obelisco cuenta con una esfera metálica que representa la Tierra, con sus 5 continentes y sus mares en alto y bajo relieve.

Este globo está rodeado de Oriente a Occidente por una cinta metálica, indicadora de la Línea Ecuatorial, dividiendo a la esfera exactamente en dos mitades.

#### **1.1.4.- Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.**

La Ciudad Mitad del Mundo con un área de 90885,24 m<sup>2</sup>, ubicado al noroccidente de Quito, en el km. 13 ½ de la vía a Calacalí “fue inaugurado el 9 de agosto de 1982 y su última etapa se abrió el 24 de mayo de 1985”<sup>1</sup> cuenta con casas pequeñas de una o dos plantas con pilastras de madera y locales comerciales de artesanías, ropa folklórica, pinturas, joyas.

Existe una gran variedad de restaurantes que sirven las tradicionales comidas ecuatorianas y también locales que ofrecen una gran variedad de artesanías.

El sistema eléctrico cuenta con dos cámaras de transformación de 150 kVA y 160 kVA localizados en el lado sur y norte respectivamente, los transformadores abastecen una demanda mensual de 54.012 kVA, de acuerdo al promedio de medición realizadas desde el 26/09/2013 al 03/10/2013 y 03/10/2013 al 14/10/2013, después de realizar el mantenimiento preventivo.



**Figura 1.1.** *Monumento Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.*

**Fuente:** *El autor.*

---

<sup>1</sup>Tomado del sitio web Enciclopedia del Ecuador, Autor Efrén Avilés Pino, miembro de la Academia Nacional de Historia del Ecuador 28/09/2013 – <http://www.encyclopediadelecuador.com/Indice.php?Ind=&Let=M>.

### **1.1.5.- Creación de la constitución como Empresa Turística Ciudad**

#### **Mitad del Mundo.**

Es necesario ordenar, crear una razón de vida a una empresa u organización, esta sea privada o estatal, esto permitirá enmarcar en un lineamiento de inicio y sobretodo de control de sus actividades [3] [4]. Estableciendo responsables con propósito de satisfacer el servicio turístico a los visitantes.

La creación y constitución de la Empresa Turística Ciudad Mitad del Mundo tratada y aprobada en sesiones ordinarias efectuada el 31 de octubre y el 5 de noviembre del 2001, su publicación en el Registro Oficial, dado, en Quito, a 26 de diciembre del 2001.

*“Firma Maximiliano Donoso Vallejo, Subsecretario de Gobierno. Certificó que es fiel copia del original.- f.) Director Nacional de Asuntos Seccionales. EL H. CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA Considerando: Que, el H. Consejo Provincial de Pichincha mediante ordenanza creó y constituyó la Empresa Turística Ciudad Mitad del Mundo; reformado y codificado mediante oficio No. 715-SG de 9 de noviembre del 2001”<sup>2</sup>.*

La Empresa Turística Ciudad Mitad del Mundo, se forma como una entidad adscrita al Consejo Provincial de Pichincha con personería jurídica propia y autonomía administrativa, financiera y patrimonial, priorizando la atención, promoción, difusión de servicios a turistas nacionales y extranjeros; para alcanzar los fines y objetivos plasmados en la ordenanza de constitución.

Luego de ser constituida como empresa y al tener autonomía administrativa – financiera, las autoridades de la empresa tienen la obligación de generar recursos propios para cubrir el mantenimiento, de la infra estructura como de las instalaciones eléctricas, y en general del embellecimiento de todo el Complejo Turístico para asegurar la calidad de servicio y atención de sus visitantes.

---

<sup>2</sup>Tomado del sitio web derechoecuador.com, Artículo: Registro oficial. 2 de septiembre del 2002, Acuerdo: Ministerio de gobierno 0450, Sanciónese la reforma y codificación de la ordenanza sustitutiva de creación y constitución de la Empresa Turística Ciudad Mitad del Mundo, Autor Maximiliano Donoso Vallejo, Subsecretario de Gobierno 30/09/2013 – <http://www.derechoecuador.com/productos/registros/catalogo/registros-oficiales/2002/septiembre>

A fin de dar cumplimiento a la normativa legal vigente en cuanto se refiere a materia eléctrica, se detectó que no está clara la propiedad, entre las partes en lo que se refiere a las dos cámaras de transformación: de los cuales, un transformador es de propiedad del distribuidor (Empresa Eléctrica Quito) y el otro transformador es propiedad del cliente (Ciudad Mitad del Mundo). Lo que permitirá determinar, por un lado, los equipos que existen y que son de propiedad de cada institución, y por otro lado, que se encuentren operativos, funcionando y en mantenimiento adecuado de las cámaras de transformación.

#### **1.1.6.- Creación como Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.**

El pleno del H Concejo Provincial de Pichincha luego de haber discutido en dos sesiones realizadas el 10 de diciembre del 2009 y el 12 de enero del 2010, remite a la prefectura el proyecto de ordenanza. En la resolución 001-S0-GB-2010, del 14 de enero del 2010, el Prefecto Provincial de Pichincha resuelve sancionar la ordenanza que regula la creación de las Empresas Públicas del Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha; además expone, publíquese en el registro oficial.

#### **1.1.7.- Ley y política del régimen en el sector eléctrico.**

Es deber del Estado Ecuatoriano satisfacer directa o indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, proporcionando un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su progreso económico y social [5] [6]. Para el desarrollo, implementación y ejecución de la política del sector eléctrico, el Estado actuará a través del Consejo Nacional de Electricidad, (CONELEC), quien se encargará de elaborar planes para la construcción de energía eléctrica, ejerciendo todas las actividades de regulación y control definidas en la Ley.

### **1.1.8.- Obligaciones y defensa del consumidor.**

El consumidor tiene la obligación de cumplir con lo que se establezca en el contrato de suministro de energía suscrito con el distribuidor, además con las disposiciones establecidas en la Constitución Política de la República [5] [6].

Cuenta con la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, su Reglamento General, y demás normas relacionadas con el servicio.

### **1.2.- INVENTARIOS DE LA CARGA INSTALADA EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.**

El Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo dispone de diferentes equipos instalados eléctricamente, en pleno funcionamiento, como son el ascensor del monumento, los equipos de amplificación de la cabina central, el alumbrado público, entre otros.

La diferencia de su función y de su capacidad de trabajo de estos elementos se conoce como cargas eléctricas [7]. Para determinar el cálculo de demanda de carga, debemos tener en cuenta la nomenclatura y su significado, puesto que determinan el valor de la carga total en kVA; las abreviaturas se utilizan para identificar los términos habituales de cada expresión, las mismas que hace referencia dentro del texto de la norma y referido en la guía para diseño de la Empresa Eléctrica Quito.

Esta nomenclatura permite calcular a través de ecuaciones conocidas referentes al consumo de energía eléctrica dependiendo de las distintas cargas encontradas en la Ciudad Mitad del Mundo. Para representar de acuerdo a la capacidad de consumo se divide en cargas de mayor consumo, de consumo general y de menor consumo.

**1.2.1.- Representación matemática de la carga instalada del usuario con gran consumo (Usuario representativo) del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.**

Para representar matemáticamente, calculamos la demanda de diseño del usuario representativo, valiéndose de la ecuación 1.1.

$$DD = \frac{DMU \times N}{FD} \tag{1.1}$$

**Ecuación 1.1.** Demanda de diseño.

**Fuente:** [7], Tomado: *EEQ, Normas para sistemas de distribución, Parte A, Guía para diseño. Pg. 73, 06/10/2013* <http://www.eeq.com.ec/upload/normas/partea.pdf>

Donde:

*DD*: Demanda de diseño (kVA).

*DMU*: Demanda máxima unitaria del usuario comercial o industrial representativo (kVA).

*N*: Número de abonados comerciales o industriales (Cant.).

*FD*: Factor de diversidad.

► **Factores de diversidad para determinación de demandas máximas de usuarios comerciales.**

Para el cálculo del factor de diversidad de acuerdo al número de usuarios es necesario ayudarse de los siguientes valores.

NÚMERO DE USUARIOS	FACTOR DE DIVERSIDAD						
1	1,00	14	2,83	27	3,01	40	3,09
2	1,50	15	2,86	28	3,02	41	3,09
3	1,78	16	2,88	29	3,03	42	3,10
4	2,01	17	2,90	30	3,04	43	3,10
5	2,19	18	2,92	31	3,04	44	3,10
6	2,32	19	2,93	32	3,05	45	3,10
7	2,44	20	2,94	33	3,05	46	3,10
8	2,54	21	2,95	34	3,06	47	3,10
9	2,61	22	2,96	35	3,06	48	3,10
10	2,66	23	2,97	36	3,07	49	3,10
11	2,71	24	2,98	37	3,07	50	3,10
12	2,75	25	2,99	38	3,08		
13	2,79	26	3,00	39	3,08		

**Tabla 1.1.** Diversidad de usuarios comerciales.

**Fuente:** [7] *Guía de diseño modificada: EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A., parte A, Pg. 93, Vigente desde 2009/03/31; plantilla -* <http://www.eeq.com.ec>.

Dentro del cálculo de usuario comercial el factor de diversidad es dependiente del número de abonados comerciales; generalmente el factor de diversidad y de abonados es uno.

Para llegar a determinar la demanda de diseño, se detalla las cargas eléctricas que se ha encontrado dentro del área de estudio, multiplicado por su potencia obtenemos la carga instalada (CI), luego consideramos en porcentaje aquellos equipos de los cuales dispondrán la mayor parte de los usuarios comerciales o industriales, obtienen un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior y aquellos cuya utilización sea limitada tendrán un factor de magnitud media y baja con relación al factor de frecuencia de uso de la carga individual (FFUn), de la multiplicación de la carga instalada con el factor de frecuencia de uso en la carga individual obtenemos la carga instalada por consumidor representativo (CIR), después considerando en porcentaje de demanda coincidente, durante el período de solicitud tenemos al factor de simultaneidad para la carga individual (FSn), después multiplicamos a la carga instalada por el consumidor representativo por factor de simultaneidad para la carga individual obtenemos la demanda máxima unitaria (DMU).

Inmediatamente si dividimos la demanda máxima unitaria (DMU) con la carga instalada (CI) se llega a obtener el factor de demanda (FDM).

A continuación se obtiene la (DMU) en kVA por el número de usuario, dividido para el factor de diversidad detallado en la tabla 1.1, obtenemos la demanda de diseño agregada la ecuación 1.1.

### **1.2.2.- Mayor consumo (Usuario representativo).**

Las cargas efectúan como un gran consumo de energía eléctrica debido a la fuerza que requiere para realizar el trabajo. Dentro de estas cargas tenemos un ascensor, cabinas de sonido y el alumbrado público.

**a) Monumento y ascensor schindler 1874.-** Se encuentra conectado en la cámara de transformación Norte Intra de 160 kVA, las características técnicas de la placa del motor, detalla en la tabla 1.2, se

encuentra en el edificio del Monumento Ecuatorial, es utilizado para subir a turistas y público en general al 9no piso a observar el museo.



Figura 1.2. Motor del ascensor.

Fuente: El autor.

Placa del motor - ascensor SHINDLER					
Typ 180 L - VC4 / 18C					
Motor ~ 3		Nr. 482727		SG	
	Δ	Y	V	60	Hz
10	kW	Δ 39,8	Y 23	A 1800	/ min
2,2	kW	Δ 43,3	Y 25	A 400	/ min

Tabla 1.2. Detalle de la placa del motor.

Fuente: El autor.

Realiza dos paradas, en la planta baja y la azotea, con capacidad para 7 personas, 300 kg. Este ascensor se encuentra en funcionamiento desde las 9h00 a 18h00 en los 365 días del año.

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN					REVISIÓN: 04	
		PARTE A						
		GUÍA PARA DISEÑO						
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03					FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 1 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de la demanda en el Monumento Ecuatorial.						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo						
USUARIO TIPO		10 pisos de exposición						
REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO	CI	FFUn	CIR	FSn	DMU		
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Lámparas fluorescentes (2x40W)	2	40	80	80%	64	70%	44,8
2	Focos ahorrador	253	22	5566	80%	4452,8	70%	3116,96
3	Focos led	32	6	192	80%	153,6	70%	107,52
4	Focos Incandescentes	5	100	500	80%	400	70%	280
5	Lámparas reflector (120W)	4	100	400	80%	320	70%	224
6	Tomacorrientes	50	300	15000	80%	12000	70%	8400
7	Televisores	2	80	160	50%	80	30%	24
8	Computadoras	5	350	1750	70%	1225	30%	367,5
9	Dispensador de agua C/F	1	500	500	50%	250	30%	75
10	UPS 1	1	1600	1600	80%	1280	40%	512
11	UPS 2	1	1200	1200	80%	960	40%	384
12	DVD	2	30	60	40%	24	20%	4,8
13	Motor ascensor	1	10000	10000	80%	8000	20%	1600
TOTALES			14328	37008		29209,4		15140,6
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA		DMU		15140,58	0,40911641	
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM		CI		37008		
DMU (kVA) = 15,14058								
N = 1								
FD = 1		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 15,14058		DD = (DMUxN)/FD		Pg. 73				
NOTA:								
(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

Tabla 1.3. Determinación de la demanda del Monumento Ecuatorial.

Fuente: [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

Para realizar el análisis de carga se considera todos los equipos que se encuentran conectados a ese circuito, después de obtener las potencias que consume, calculamos para obtener la demanda de diseño, la misma que se representa en la tabla 1.3, este cálculo se realiza de acuerdo a la guía de diseño para usuario comercial de la empresa eléctrica Quito parte A.

**b) Cabinas de sonido.-** Ubicado en el parque central, dispone de un tablero de control con transferencia manual, como se puede observar en la figura 1.3, la misma que es energizada desde las dos cámaras de transformación marca Inatra de 160 kVA, y marca Transunel de 150 kVA.



**Figura 1.3.** Tablero de control de energía eléctrica.  
**Fuente:** El autor.

Aquí se encuentra un conjunto de equipos de amplificación, los que son utilizados para el desarrollo de los eventos artísticos efectuados durante los fines de semana y feriados.



**Figuras 1.4.** Equipos de la cabina de sonido.  
**Fuente:** El autor.

Para representar los equipos que se utilizan cuando hay un evento, se calculará el valor de la demanda estimada en el nivel de consumo de un cliente representativo sean comerciales o industriales a considerar para el

dimensionamiento de la red en un punto dado, debe ser calculada la demanda de diseño como se encuentra expresado en la ecuación 1.1.

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN						REVISIÓN: 04	
	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO							
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03						FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D	PARÁMETROS DE DISEÑO							
HOJA 2 DE 9	DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES							
NOMBRE DEL PROYECTO	Determinación de demanda Cabinas de Sonido							
N° DEL PROYECTO	1							
LOCALIZACIÓN	Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo "Plaza central"							
USUARIO TIPO	Local tipo 1 (área sonido 500 m2)							
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4		5	6	7	8
1	Lámparas fluorescentes (2x40W)	3	40	120	50%	60	30%	18
2	Focos ahorrador	1	20	20	50%	10	30%	3
3	Procesador digital	2	12	24	50%	12	30%	3,6
4	Compensador Limpiador	2	15	30	50%	15	30%	4,5
5	Ecuilizador	2	24	48	50%	24	30%	7,2
6	Computadora	1	350	350	70%	245	30%	73,5
7	Caja amplificadora	4	1200	4800	50%	2400	30%	720
8	Caja amplificadora	4	600	2400	50%	1200	30%	360
9	Caja amplificadora	2	300	600	50%	300	30%	90
10	Caja amplificadora	5	175	875	40%	350	20%	70
11	Juego de Luces	18	100	1800	40%	720	20%	144
TOTALES			2836	11067		5336		1493,8
FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE DEMANDA			DMU	1493,8	0,13497786		
DE LA CARGA FP =	0,85	FDM		CI	11067			
DMU (kVA) =	1,4938							
N =	1	TABLA Pg. 93						
FD =	1	DD=(DMUxN)/FD Pg. 73						
DD (kVA) =	1,4938							
NOTA:	(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.							

**Tabla 1.4.** Determinación de la demanda en las cabinas de sonido.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

**c) ALUMBRADO PÚBLICO.-** Cuenta con dos sistemas de control centralizados, que se encienden cada una a través de una foto celda electromagnética instalado sobre la base de un socket, se alimenta desde la cámara de transformación norte y sur respectivamente, con sus correspondientes medidores de consumo, cada uno está conectado a su referida cámara de transformación. El centro de carga de alumbrado público sur con el transformador Transunel de 150 kVA, controla 77 focos de 220 V 180 W.



**Figura 1.5.** Tablero de control del alumbrado público, conectado en cámara de transformación Transunel de 150 kVA.  
Fuente: El autor.

La tabla 1.5, da a conocer el cuadro de cargas calculado la demanda a través de 77 lámparas que son utilizadas para iluminar durante las noches.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO					REVISIÓN: 04	
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03					FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 3 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda de Iluminación externa en cámara 150kVA						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (Lado sur)						
USUARIO TIPO		77 lámparas en cámara Transunel de 150 kVA						
RENGLÓN	LÁMPARAS ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4		5	6	7	8
1	Lámparas	77	180	13860	50%	6930	30%	2079
TOTALES			180	13860		6930		2079
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA			DMU		2079	0,15
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM			CI		13860	
DMU (kVA) = 2,079								
N = 1								
FD = 1		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 2,079		DD=DMUxN/FD Pg. 73						
NOTA:								
(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.5.** Determinación de la demanda iluminación externa, para el transformador 150 kVA.  
Fuente: [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

En el lado norte, junto a la cámara de transformación Inatra de 160 kVA, existe un centro de carga de alumbrado público que controla 83 focos de 220 V 180 W.



**Figura 1.6.** Tablero de control del alumbrado público en cámara de transformación Inatra de 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

Dentro de las lámparas que se utiliza durante todas las noches, se presentará en una tabla 1.6, en un cuadro de cargas calculando la demanda.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN					REVISIÓN: 04	
		PARTE A						
		GUÍA PARA DISEÑO						
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03					FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 4 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda de Iluminación externa en cámara 160kVA						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (Lado norte)						
USUARIO TIPO		83 lámparas en cámara Inatra de 160 kVA						
REGLÓN	LÁMPARAS ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4		5	6	7	8
1	Lámparas	83	180	14940	50%	7470	30%	2241
TOTALES			180	14940		7470		2241
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA			DMU		2241	
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM			CI		14940	0,15
DMU (kVA) = 2,241								
N = 1								
FD = 1		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 2,241		DD=DMUxN/FD Pg. 73						
NOTA:								
(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.6.** Determinación de la demanda de Iluminación para el transformador de 160 kVA.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

### 1.2.3.- Consumo General.

Para medir el consumo energético general se consideran a los locales comerciales, restaurantes del interior del complejo. Para este análisis se toma un local tipo, representado dentro de los locales comerciales de mayor

consumo, cuyos cálculos se pueden observar en la tabla 1.7.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO						REVISIÓN: 04			
	ISO 9001-2000						CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO								
HOJA 5 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES								
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda local comercial.								
N° DEL PROYECTO		1								
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (local # 3)								
USUARIO TIPO		10 local comercial tipo (área de 70 m2)								
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU		
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)		
	2	3	4		5	6	7	8		
1	Lámparas fluorescentes (2x40W)	5	40	200	80%	160	70%	112		
2	Lámparas fluorescentes (1x40W)	4	40	160	40%	64	70%	44,8		
3	Focos ahorrador	3	22	66	80%	52,8	65%	34,32		
4	Tomacorriente	3	300	900	80%	720	58%	417,6		
TOTALES			402	1326		996,8		608,72		
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA		DMU		608,72	0,45906486			
DE LA CARGA FP		=	0,85	FDM		CI	1326			
DMU (kVA)		=	0,60872							
N		=	10							
FD		=	2,66	TABLA Pg. 93						
DD (kVA)		=	2,288421053	DD = (DMUxN)/FD Pg. 73						
NOTA: (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.										

**Tabla 1.7.** Determinación de la demanda en el local comercial No. 3, entre 10 usuarios.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor.].

Por otro lado en la tabla 1.8 se puntualiza la carga de energía eléctrica de los restaurantes, que es mayor al de los locales comerciales y oficinas, cuyo cálculo de la demanda nos permite clarificar e identificar el consumo general contabilizada dentro de las 2 cámaras de transformación.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO						REVISIÓN: 04	
	ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 6 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda en restaurantes						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (local # 93)						
USUARIO TIPO		8 locales comerciales - restaurante (área de 100 m2)						
REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI	FFUn	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4		5	6	7	8
1	Focos ahorrador	28	22	616	80%	492,8	70%	344,96
2	Focos led	32	6	192	80%	153,6	70%	107,52
3	Focos Incandescentes	5	100	500	80%	400	70%	280
4	Tomacorrientes	8	300	2400	80%	1920	70%	1344
5	Congelador	2	80	160	50%	80	30%	24
6	Frigorífico 1	1	1200	1200	70%	840	30%	252
7	Frigorífico 2	2	1600	3200	50%	1600	30%	480
8	Microondas	2	1500	3000	80%	2400	40%	960
9	Cafetera	2	1200	2400	40%	960	20%	192
10	Motor extracción de aire.	1	370	370	850%	3145	75%	2358,75
TOTALES			6378	14038		11991,4		6343,23
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP		=	0,85	FACTOR DE DEMANDA FDM		$\frac{DMU}{CI}$	$\frac{6343,23}{14038}$	0,45186138
DMU (kVA)		=	6,34323	TABLA Pg. 93				
N		=	8	DD = (DMUxN)/FD		Pg. 73		
FD		=	2,54					
DD (kVA)		=	19,9786772					
NOTA: (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.8.** Determinación de la demanda del restaurante No. 9, entre 8 locales comerciales.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla -

<http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

#### 1.2.4.- Menor consumo.

Al consumo energético también es considerado como cargas de menor consumo, son cargas de menor cantidad o de pequeño potencia, pero que deben sumar para el cálculo de la demanda de diseño.

Los pabellones, locales comerciales, artesanales, restaurantes, baños, garitas de guardias, entre otros, del interior del complejo son considerados para este análisis, de las cuales son seleccionadas aquellas de un consumo representativo, como se puede observar en los datos de las tablas tipo 1.9, 1.10, 1.11 adjuntas.

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN					REVISIÓN: 04	
		PARTE A						
		GUÍA PARA DISEÑO						
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03					FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 7 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda Pabellones, plaza de toros, gallera, planetario.						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo "Insertarium"						
USUARIO TIPO		Comercial "Exposición Insectos"						
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO	CI	FFUn	CIR	FSn	DMU		
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Lámparas fluorescentes (2x40W)	2	40	80	80%	64	70%	44,8
2	Focos ahorrador	5	22	110	80%	88	70%	61,6
3	Focos Dicroicos	23	50	1150	80%	920	70%	644
4	Focos Incandescentes	26	100	2600	80%	2080	70%	1456
5	Tomacorrientes	8	300	2400	80%	1920	70%	1344
6	Televisión	1	80	80	50%	40	30%	12
7	Computador	1	350	350	70%	245	30%	73,5
8	DVD	1	30	30	40%	12	20%	2,4
TOTALES			972	6800		5369		3638,3
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA		DMU		3638,3		0,53504412
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM		CI		6800		
DMU (kVA) = 3,6383								
N = 7								
FD = 2,44		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 10,4377459		DD = (DMUxN)/FD		Pg. 73				
NOTA:								
(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.9.** Determinación de la demanda de los pabellones, plaza de toros, gallera, planetario, entre 7 locales.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN					REVISIÓN: 04	
		PARTE A						
		GUÍA PARA DISEÑO						
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03					FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS DE DISEÑO						
HOJA 8 DE 9		DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación de demanda local artesanías, baños, garitas .						
N° DEL PROYECTO		1						
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (local # 95 C)						
USUARIO TIPO		50 local - Artesanía, Consumo general (área de 40 m2)						
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO	CI	FFUn	CIR	FSn	DMU		
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Lámparas fluorescentes (2x40W)	2	40	80	80%	64	70%	44,8
2	Lámparas fluorescentes (1x40W)	4	40	160	40%	64	70%	44,8
3	Focos ahorrador	7	22	154	80%	123,2	65%	80,08
4	Tomacorriente	2	300	600	80%	480	58%	278,4
TOTALES			402	994		731,2		448,08
FACTOR DE POTENCIA		FACTOR DE DEMANDA		DMU		448,08		0,45078471
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM		CI		994		
DMU (kVA) = 0,44808								
N = 50								
FD = 3,10		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 7,22709677		DD = (DMUxN)/FD		Pg. 73				
NOTA:								
(1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.10.** Determinación de la demanda de locales de artesanías, menor consumo.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

	<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN</b> <b>PARTE A</b> <b>GUÍA PARA DISEÑO</b>						<b>REVISIÓN: 04</b>	
	<b>ISO 9001-2000</b>		<b>CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03</b>				<b>FECHA: 2013-10-07</b>	
<b>APÉNDICE A-11-D</b>		<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>						
<b>HOJA 9 DE 9</b>		<b>DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES</b>						
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		Determinación de demanda en locales menores						
<b>N° DEL PROYECTO</b>		1						
<b>LOCALIZACIÓN</b>		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo (local comercial menor)						
<b>USUARIO TIPO</b>		20 locales comerciales - heladerías, restaurante (área de 80 m <sup>2</sup> )						
<b>RENGLÓN</b>	<b>APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO</b>	<b>CI</b>	<b>FFUn</b>	<b>CIR</b>	<b>FSn</b>	<b>DMU</b>		
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>Pn (W)</b>	<b>(W)</b>	<b>(%)</b>	<b>(W)</b>	<b>(%)</b>	<b>(W)</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	
2	Focos ahorrador	12	22	264	80%	211,2	70%	147,84
3	Focos led	32	6	192	80%	153,6	70%	107,52
4	Focos Incandescentes	5	100	500	80%	400	70%	280
5	Tomacorrientes	8	300	2400	80%	1920	70%	1344
6	Congelador	1	80	80	50%	40	30%	12
7	Frigorífico	1	1600	1600	50%	800	30%	240
8	Microondas	1	1500	1500	80%	1200	40%	480
<b>TOTALES</b>			3608	6536		4724,8		2611,36
<b>FACTOR DE POTENCIA</b>		<b>FACTOR DE DEMANDA</b>		<b>DMU</b>		2611,36		
DE LA CARGA FP = 0,85		FDM		CI		6536	0,39953488	
DMU (kVA) = 2,61136								
N = 20								
FD = 2,94		TABLA Pg. 93						
DD (kVA) = 17,7643537		DD = (DMUxN)/FD Pg. 73						
<b>NOTA:</b> (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.								

**Tabla 1.11.** Determinación de la demanda, heladería, locales de menor consumo.

**Fuente:** [7] Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

Se ha puntualizado las cargas de energía eléctrica del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, cuyo cálculo de la demanda nos permite definir e identificar el consumo general contabilizada dentro de las 2 cámaras de transformación.

En la tabla 1.12 se determina el total del cálculo de la demanda de diseño de usuarios total comerciales del complejo que es 78.650675 kVA.

 <b>EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.</b>		<b>NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN</b> <b>PARTE A</b> <b>GUÍA PARA DISEÑO</b>			<b>REVISIÓN: 04</b>	
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03			FECHA: 2013-10-07	
APÉNDICE A-11-D		PARÁMETROS TOTALES DISEÑADOS				
HOJA 1 DE 1		SUMA TOTAL - DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES				
NOMBRE DEL PROYECTO		Determinación demanda total.				
N° DEL PROYECTO		1				
LOCALIZACIÓN		Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo				
USUARIO TIPO		Museo - cabina de Sonido - lámparas T1 y T2 - locales comerciales - restaurantes - Pabellones - Varios - (Σ T/área)				
REGLÓN	USUARIO REPRESENTATIVO	CANTIDAD USUARIOS	DMU (W)	FDM	FD	DD kVA
	DESCRIPCIÓN					
1	Museo edificio central	1	15140,58	0,4091164	1	15,14058
2	Cabinas de Sonido	1	1493,8	0,1349779	1	1,4938
3	Lámparas en cámara Transunel de 150 kVA	1	2079	0,15	1	2,079
4	Lámparas en cámara Inatra de 160 kVA	1	2241	0,15	1	2,241
5	Local comercial (área m2)	10	608,72	0,4590649	2,66	2,2884211
6	Restaurantes	8	6343,23	0,4518614	2,54	19,978677
7	Pabellones	6	3638,3	0,5350441	2,44	10,437746
8	Local artesanías, baños, garitas	50	448,08	0,4507847	3,10	7,2270968
9	Locales menores "restaurantes - heladerías"	20	2611,36	0,3995349	2,94	17,764354
				PROMEDIO		
TOTALES		98	34604,07	0,3489316		78,650675
NOTA: Factor de potencia de la carga FP = 0,85 (1): El factor de demanda FDM para el usuario comercial representativo debe ser máximo 0,60.						

**Tabla 1.12. Sumatorio de la demanda total.**

**Fuente:** [7] *Guía de diseño parte A, Vigencia 2009/03/31 Pg. 91 con plantilla - <http://www.eeq.com.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].*

### 1.3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS ENCONTRADOS EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.

Dentro del sistema eléctrico, las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo se encuentra conectada con dos cámaras de transformación, que alimenta a 10 centros de carga, cuya corriente promedio suma línea 1 = 142.7 A, línea 2 = 237.1 A, línea 3 = 187.2 A, y la corriente del neutro suma 170.7 A, que consume en las dos cámaras de transformación.

**Cámara T-1.-** Transformador marca Transunel de 150 kVA.



**Figura 1.7. Cámara de transformación T-1 de 150 kVA.**

**Fuente:** *El autor.*

### **Cámara T-2.- Transformador marca Inatra de 160 kVA**



**Figura 1.8.** Cámara de transformación T-2 de 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

**a) Centros de carga principal.-** Son 10 cajas con alimentación trifásica que contienen medidores de consumo energético de diferentes capacidades. Los mismos que se encuentran deteriorados por la falta de mantenimiento preventivo, consistente en el reajuste de contactos y la limpieza en general, como se muestra en la figura 1.9.

La caja de medidores se encuentra alimentada con instalaciones subterráneas desde la cámara de transformación más cercana. Son administradas por la Empresa Eléctrica y el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo tiene acceso al lado de los breakers que conecta a los centros de carga secundaria.



**Figura 1.9.** Caja de medidores identificada el acceso permitido para personal de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

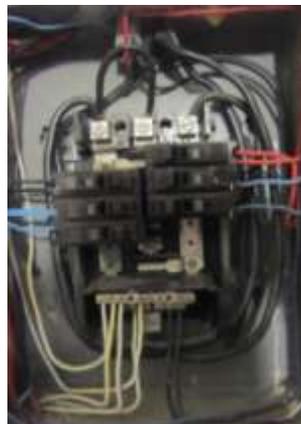
**Fuente:** El autor.

Los centros de carga principal están repartidos en lugares estratégicos del Complejo Turístico, lo que permite distribuir las cargas a los diferentes centros de cargas secundarias, ubicadas al interior de los locales, información que se puede observar en la figura 1.10, que contiene una caja con 9 medidores.



**Figura 1.10.** *Caja de medidores.*  
**Fuente:** *El autor.*

**b) Centros de carga secundarios.-** Se encuentra al interior de las oficinas, en los locales comerciales, en los pabellones, en el edificio central y dentro del monumento. Este centro de carga es de protección de usuarios y de los equipos, se distribuye en diferentes circuitos de iluminación y tomas corrientes, pueden ser monofásico 110 V, bifásicos 220 V y trifásicos 220 V. El centro de carga es dimensionado de acuerdo a la capacidad del conductor y de las cargas que se alimenta.



**Figura 1.11.** *Centro de carga secundario trifásico con alimentación bifásica del pabellón de Francia.*  
**Fuente:** *El autor.*

#### **1.4.- DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DEL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.**

Para la alimentación a las cámaras de transformación se está tomando desde la red aérea que se encuentra ubicada en la calle consejo provincial,

como se observa en la figura 1.12 [8] [9]. Se deriva a la cámara de transformación en red subterránea mediante conductor TTU número 2, se pasa por cajas construidas de hormigón como se ilustra en la figura 1.13 hasta llegar a la cámara de transformación.



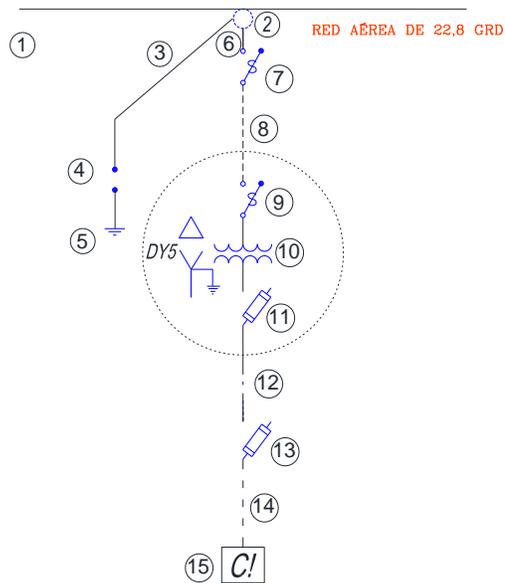
**Figura 1.12.** Poste de derivación 25603-160 kVA  
Fuente: El autor.



**Figura 1.13.** Caja de paso (hormigón)  
Fuente: El autor.

A continuación se presenta los diagramas unifilares de las cámaras de transformación con sus respectivas protecciones, según su ubicación.

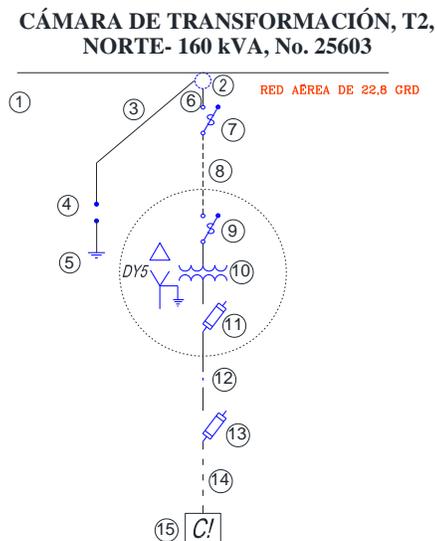
**CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN, T1,  
NORTE- 150 kVA, No. 20405**



**Figura 1.14.** Diagrama unifilar en Cámara de transformación Transunel de 150 kVA.  
Fuente: El autor.

## DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR

- Red aérea trifásica 22,8 kVA.
- Poste de hormigón centrifugado 11.5 m 500 kg.
- Conductor rígido de aluminio ASC # 2.
- Pararrayo clase distribución cuerpo polimérico, óxido metálico de 18 KV, con des conector, 3 unidades.
- Puesta a tierra en poste: 1 varillas coperwell alta camada de 254 micras diámetro 16 mm, longitud de 1,8 m.
- Conductor de cobre, desnudo, sólido duro, 4 AWG.
- Seccionador fusible unipolar abierto con dispositivo rompe arco 27 kV.
- Red subterránea de medio voltaje.
- Seccionador fusible unipolar abierto con dispositivo rompe arco 27 kV.
- Transformador convencional de 150 kVA relación 22860 – 210/121 V.
- Seccionador con fusible de 500 V, 400 A, 3 unidades.
- Alimentador trifásico con cable número 2/0.
- Seccionador con fusible de 500 V, 100 A, 21 unidades.
- Red subterránea de bajo voltaje.
- Centros de carga principal (7).



**Figura 1.15.** Diagrama unifilar Cámara de transformación Inatra de 160 kVA.  
**Fuente:** El autor.

## DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA UNIFILAR

- Red aérea trifásica 22,8 kVA.
- Poste de hormigón centrifugado 11.5 m 500 kg.
- Conductor rígido de aluminio ASC # 2.
- Pararrayo clase distribución cuerpo polimérico, óxido metálico de 18 KV, con des conector, 3 unidades.
- Puesta a tierra en poste: 1 varillas coperwell alta camada de 254 micras diámetro 16 mm, longitud de 1,8 m.
- Conductor de Cobre, desnudo, sólido duro, 4 AWG.
- Seccionador fusible unipolar abierto con dispositivo rompe arco 27 kV.
- Red subterránea de medio voltaje.
- Seccionador fusible unipolar abierto con dispositivo rompe arco 27 kV.
- Transformador convencional de 160 kVA relación 22860 – 210/121 V.
- Seccionador con fusible de 500 V, 400 A, 3 unidades.
- Alimentador trifásico con cable número 2/0.
- Seccionador con fusible de 500 V 100 A, 21 unidades.
- Red subterránea de bajo voltaje.
- Centros de carga principal (5).

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO.**

Un estudio técnico del sistema eléctrico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas, para evidenciar la calidad de producto, los bienes y servicios que se requiere verificar la factibilidad técnica de cada transformador. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, los artefactos eléctricos en general, y las instalaciones que son necesarias para el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.

El sistema presenta la determinación del tamaño óptimo del sistema eléctrico al interior de la institución, establece el análisis y localiza al proyecto, a la ingeniería organizativa, administrativa y legal, cumpliendo las normas y procedimientos generales de la ley del régimen del sector eléctrico.

#### **2.1.- ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.**

El sistema eléctrico del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo se encuentra distribuido desde dos cámaras de transformación, cámara No. 1 150 kVA Transunel localizada al sur de la ciudad figura 2.1 y cámara No. 2 160 kVA, marca Inatra localizada al norte figura 2.2, el trabajo consiste en el análisis de las mediciones realizadas durante 7 días continuos, con analizador de calidad fluke 435, para la validación de las características, se consideran “Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, perturbaciones y factor de potencia..”<sup>3</sup> del sistema eléctrico de potencia, definiendo las características desde distintos puntos de vista [10] [6].

Por otro lado, el CONELEC de acuerdo a la regulación No. 004/01, para

---

<sup>3</sup> Tomado del sitio web [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC-004/01, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Vigencia 2001 Mayo 23, Establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras. - 08/08/2013 Pg. 4 - [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23)

analizar y medir la calidad del sistema, considera los siguientes aspectos: Calidad de producto, calidad del servicio técnico, calidad de servicio comercial; y con registros de medición evaluados en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

Este análisis se realizará con la ayuda de un analizador de calidad Fluke 435.



**Figura 2.1.** T. Transunel No. 1- 150 kVA.  
Fuente: El autor.



**Figura 2.2.** T. Inatra No. 2- 160 kVA Inatra.  
Fuente: El autor.

Existen algunas fórmulas preestablecidas para evaluar la calidad del producto:

### 2.1.1.- Ecuaciones de calidad del producto.

Dentro del análisis del sistema eléctrico tenemos el Nivel de voltaje, las Perturbaciones de voltaje y el Factor de Potencia, con las siguientes igualdades

#### 2.1.1.1.- Variación del nivel de voltaje.

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad (2.1)$$

**Ecuación 2.1.- Variación de Voltaje<sup>4</sup>.**

**Fuente:** [10] Pg. 5, Tomado: 08/08/2013, regulación No. Conelec – 004/01, [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec)

<sup>4</sup> [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC-004/01, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Vigencia 2001 Mayo 23, Establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras. - 08/08/2013 Pg. 4 - [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23)

Donde:

$\Delta V_k$ : variación de voltaje, punto de medición, intervalo  $k$  de 10 minutos.  
 $V_k$ : voltaje eficaz (rms) medido intervalo de medición  $k$  de 10 minutos.  
 $V_n$ : voltaje nominal en el punto de medición”.

### 2.1.1.2.- Perturbaciones de voltaje (Flicker).

Índice de Calidad de acuerdo a la regulación No. 004/01 del CONELEC, quien determina mediante la siguiente expresión.

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}} \quad (2.2)$$

**Ecuación 2.2.-** Parpadeo (Flicker) de corta duración.

**Fuente:** [10] Pg. 6, Tomado: 08/08/2013, regulación No. Conelec – 004/01, [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec)

Donde:

$P_{st}$ : Índice de severidad de flicker de corta duración.  
 $P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$ : Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación”<sup>5</sup>.

### 2.1.1.3.- Perturbaciones de voltaje (Armónicos).

Aquí analizamos los intervalos existentes para: medidas de tensión, armónicos, inter armónicos y desequilibrios, se deben llevar a cabo ciclo a ciclo y se deben promediar los resultados obtenidos a nivel del ciclo durante un tiempo superior. La norma propone el intervalo de (10 min).

La ecuación explica como el analizador de calidad de energía, efectúa el cálculo de energía partiendo en la base de observación (200 ms): agregación de 10 ciclos.

$$V_{rms\_200ms} = \sqrt{\frac{1}{200ms} \int_{200ms} v^2(t) dt} \quad (2.3)$$

**Ecuación 2.3.** Parpadeo (armónica) de corta duración.

**Fuente:** [10] Pg. 52, Tomado: 22/10/2013, Fluke 434/435/437 (manual de uso), [www.fluke.com](http://www.fluke.com).

---

<sup>5</sup> [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC-004/01, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Vigencia 2001 Mayo 23, Establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras. - 08/08/2013 Pg. 4 - [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23)

Para intervalos cortos (10 min), con agregación de 200 intervalos muy cortos.

$$V_{rms\_10min} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} V_{rms\_3min}^2} \quad (2.4)$$

**Ecuación 2.4.-** Parpadeo (armónica) de 10 min. Corta duración.

**Fuente:** [11] Pg. 53, Tomado: 22/10/2013, Fluke 434/435/437 (manual de uso), [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

$$V_i' = \left( \frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i')^2}}{V_n} \right) * 100 \quad (2.5)$$

**Ecuación 2.5.-** Factor de distorsión armónica en %.

**Fuente:** [10] Pg. 7, Tomado: 08/08/2013, regulación No. Conelec – 004/01 [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec)

Donde:

*V<sub>i</sub>'*: factor de distorsión armónica individual de voltaje.

*THD*: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje.

*V<sub>i</sub>*: valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para i = 2... 40) expresado en voltios.

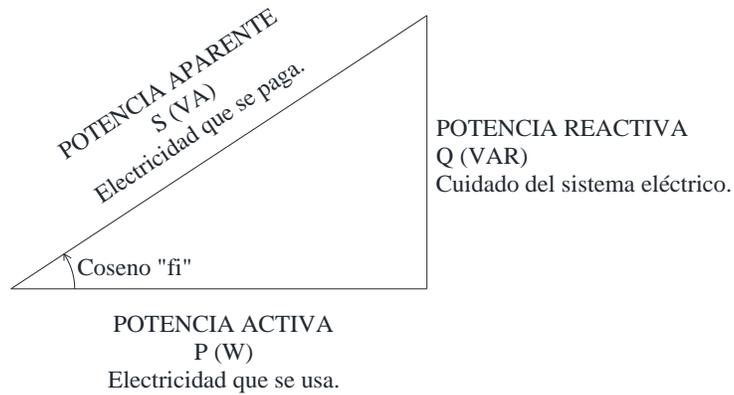
*V<sub>n</sub>*: voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.<sup>6</sup>

#### 2.1.1.4.- Factor de Potencia.

Es la relación entre la potencia activa suministrada en la carga y la potencia aparente, el valor mínimo es 0.92 en un nivel general, un factor es una representación utilizada para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo, la que está representada en la figura 2.3.

---

<sup>6</sup> Tomado del sitio web [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC-004/01, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Vigencia 2001 Mayo 23, Establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras. - 08/08/2013 Pg. 4 - [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23).



**Figura 2.3.** Triángulo de potencias.

**Fuente:** El autor.

$$fp = \frac{\text{Potencia - Activa}}{\text{Potencia - Aparente}} = \frac{V * I * \text{Cos}\phi}{V * I} = \text{Cos}\phi \quad (2.6)$$

**Ecuación 2.6.** Factor de Potencia.

**Fuente:** [12] Pg. S 16, Tomado: 27/05/2013 Manual de fórmulas técnicas, Gieck30<sup>a</sup> Edición

Donde:

$fp$  Factor de potencia y  $\text{Cos}\phi$  son términos con distinción debido a que cada uno depende de lo siguiente.

$fp$  = Factor de potencia depende de la potencia activa ( $P$ ), reactiva ( $Q$ ) y de las distorsiones ( $D$ ).

$\text{Cos}\phi = \text{Coseno.} "fi"$  Depende de la potencia activa ( $P$ ), reactiva ( $Q$ ).

Si ( $D = 0$ ) ambas coinciden

$I$  = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en  $A(\text{ampere})$

$V$  = Valor del Voltaje de la corriente, expresada en volt. ( $V$ ).

- **Potencia activa.**

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}\phi \quad (2.7)$$

**Ecuación 2.7.** Potencia activa

**Fuente:** [12] Pg. S 29, Tomado: 27/05/2013 Manual de fórmulas técnicas, Gieck30<sup>a</sup> Edición.

Donde:

$P$  = Potencia de consumo eléctrico expresada en,  $W(Watt.)$

$I$  = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en  $A(ampere)$

$V$  = Valor del Voltaje de la corriente, expresada en volt. ( $V$ ).

$\cos\varphi$  = Valor de *Coseno.*"  $\varphi$ "

- **Potencia reactiva.**

$$Q = \sqrt{3} * V * I * \text{Sen } \varphi \quad (2.8)$$

*Ecuación 2.8. Potencia reactiva*

**Fuente:** [12] Pg. S 29, Tomado: 27/05/2013 Manual de fórmulas técnicas, Gieck30<sup>a</sup> Edición

Donde:

$Q$  = Potencia reactiva o esfuerzo del sistema eléctrico expresada en, (VAR.)

$I$  = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en  $A(ampere)$

$V$  = Valor del Voltaje de la corriente, expresada en volt. ( $V$ ).

$\text{Sen } \varphi$  = Valor de *Seno.*"  $\varphi$ "

- **Potencia aparente**

$$S = \sqrt{3} * V * I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.9)$$

*Ecuación 2.9. Potencia aparente*

**Fuente:** [12] Pg. S 16, Tomado: 27/05/2013 Manual de fórmulas técnicas, Gieck30<sup>a</sup> Edición.

Donde:

$S$  = Valor de potencia total, del sistema eléctrico expresada en, (VA)

$I$  = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en  $A(ampere)$

$V$  = Valor del Voltaje de la corriente, expresada en volt. ( $V$ ).

### 2.1.2.- Equipo de medición de valores de calidad del producto.

En estas mediciones realizamos con un analizador de calidad de energía

fluke 435, código 13100003, propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana, figura 2.4 [11].



**Figura 2.4.** Analizador trifásico de calidad de la energía eléctrica, Fluke 435 V02.09.  
**Fuente:** El autor.

El equipo diseñado de acuerdo a la norma EN61010-1 2ª edición (2001), Clase III, grado dos de contaminación, expresa la tabla 2.1 de la normativa que cumple el fabricante.

NORMAS	
Métodos de medida utilizados	IEC61000-4-30 2ª edición clase A
Precisión de las medidas	Fluke 435-II/437-II IEC61000-4-30 Clase A, Fluke 434-II IEC61000-4-30 Clase S
Calidad de la energía eléctrica	EN50160
Parpadeo	IEC 61000-4-15
Armónicos	IEC 61000-4-7

**Tabla 2.1.** Características de funcionamiento - analizador de calidad de energía fluke 435 de voltaje en zona rural.

**Fuente:** [11] *Tabla FLUKE - Manual de uso, normas de funcionamiento, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Vigencia 2012/Enero, Pg. 152 Tomado: 22/10/2013 www.fluke.com.*

### 2.1.3.- Calidad de producto.

En este análisis, se evaluará las obligaciones del distribuidor y el uso del servicio por parte del consumidor, basadas y fundamentadas en el desarrollo y resultado de las ecuaciones (2.1 – 2.9), planteadas en los párrafos anteriores; entre las que se pueden mencionar: niveles de voltaje, perturbaciones de voltaje, factor de potencia [10] [11].

Para examinar la calidad de producto del servicio de energía eléctrica fue necesario utilizar un equipo, que cumpla con las exigencias establecidas por el CONELEC, entre las que se pueden citar: medidor en intervalos de 10 minutos; en periodos de tiempo continuos de 7 días que se obtenga en una sola

medición los niveles de voltaje, corriente, perturbaciones de voltaje y el factor de potencia.

### **2.1.3.1.- Nivel de Voltaje.**

Es la diferencia de potencial entre dos puntos (polo negativo y polo positivo) de un circuito eléctrico, medido en volts [6] [13]. El nivel de voltaje, tensión o diferencia de potencial es el impulso que requiere una carga eléctrica para que logre fluir por el conductor de un circuito eléctrico cerrado. Este movimiento de las cargas eléctricas por el circuito se forma a partir del polo negativo de la fuente de la fuerza electromotriz (FEM) hasta el polo positivo de la propia fuente.

A mayor presión que ejerza sobre las cargas eléctricas o electrones, mayor será también el voltaje, tensión o diferencia de potencial que estará presente en un determinado circuito eléctrico, cuando se incrementa el voltaje, la intensidad de la corriente de electrones que fluye por el circuito eléctrico también aumenta, siempre que el valor de la resistencia se mantenga constante, se determinan los siguientes niveles de voltaje:

- *“Bajo voltaje: inferior a 0.6 kV,*
- *Medio voltaje: entre 0.6 y 40 kV.*
- *Alto voltaje: mayor a 40 kV”<sup>7</sup>*

El análisis se centra dentro del nivel de voltaje que es controlado e inferior a 0.6 kV, en un porcentaje que es evaluado en la sub etapa uno, expresado en la tabla 2.2; que es utilizado por los clientes de bajo voltaje, y ubicados dentro del área de concesión de la zona Rural.

El rango de variación, se encuentra estipulado en la regulación del CONELEC No. 004/01, la misma que oscila más menos 13% del valor nominal, en la sub etapa uno, ratificada la sub etapa uno se aplica la sub etapa dos.

---

<sup>7</sup>Tomado del Artículo: CONELEC- *Reglamento de sustitutivo RSSE*, (REGLAMENTO DE SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ELECTRICIDAD), Vigencia 2005 Noviembre 22 - *Decreto Ejecutivo No. 796 de 10 -11- 2005 – R.O. No. 150*, regula las relaciones entre el distribuidor y el consumidor, tanto en los aspectos técnicos como en los comerciales, tomado 07/08/2013 Pg. 3, [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=145](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=145).

	Sub etapa 1	Sub etapa 2
Bajo Voltaje. Rurales	$\pm 13 \%$	$\pm 10 \%$

**Tabla 2.2.** Variación de voltaje en zona rural.

**Fuente:** [10] *Tabla modificada: CONELEC-004/01, Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución, Pg. 6, Tomado: 08/08/2013 www.conelec.gob.ec.*

### 2.1.3.2.- Perturbaciones de Voltajes.

Es la alteración del orden o en desarrollo normal de la onda senoidal en un sistema eléctrico [6] [14]. Se trata de un campo magnético que refiere al hecho de modificar y alterar el orden o la quietud del polo negativo y polo positivo de un circuito eléctrico. [13]

Una onda perturbada es aquella que tiene alterado su señal útil, ésta perturbación electromagnética que atraviesa un mal momento generado por una diferencia de potencial, originado al circular la corriente (I) por un conductor. La perturbación hace hincapié en una cierta inestabilidad del estado que se considera como óptimo o normal. Por lo general, la perturbación que se produce ante un campo eléctrico variable con el tiempo induce un campo magnético proporcional a la rapidez con que cambia el flujo eléctrico.

Este efecto produce alteración de la red eléctrica, por lo que, el distribuidor puede suspender el servicio al consumidor hasta que se elimine la(s) causas.

**a) Parámetros de Medición.-** Dentro del análisis del control de calidad de producto se ha realizado las mediciones en las cámaras de transformación de acuerdo a la figura 2.1 y figura 2.2, utilizando el analizador de energía marca fluke 435 con código S/N 13100003, este equipo es propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana campus Kennedy.

Los valores tomados a continuación se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.1; resultados obtenidos del análisis de voltaje en las tres fases, en los dos transformadores:

\*<sup>8</sup>) Cálculo de la variación de voltaje (V) en %: Transformador 150 kVA  
Transunel.

### **Voltaje en la fase 1.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 122.203V

$$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{122.203 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k1}$  = Variación de voltaje F1 es : 0.99427(%)

### **Voltaje en la fase 2.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 118.37V

$$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{118.37 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k2}$  = Variación de voltaje F2 es : -2.1731(%)

### **Voltaje en la fase 3.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 121.947V

$$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{121.947 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k3}$  = Variación de voltaje F3 es : 0.78276(%)

El valor del porcentaje de voltajes en las tres fases se encuentra dentro del valor permitido.

\*\*<sup>9</sup>) Cálculo de la variación de voltaje (V) en %: Transformador 160 kVA  
Inatra.

### **Voltaje en la fase 1.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 126.539V

$$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{126.539 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k1}$  = Variación de voltaje F1 es : 4.57783(%)

---

<sup>8</sup> (\*) Indicativo del transformador Transunel de 150 kVA, Definido por autor 07/04/2014.

<sup>9</sup> (\*\*) Indicativo del transformador Inatra de 160 kVA, Definido por autor 07/04/2014.

### **Voltaje en la fase 2.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 125.449V

$$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{125.449 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k2}$  = Variación de voltaje F2 es : 3.67717(%)

### **Voltaje en la fase 3.**

Vn : voltaje nominal es = 121V

Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 125.771V

$$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{125.771 - 121}{121} * 100$$

$\Delta V_{k3}$  = Variación de voltaje F3 es : 3.94315(%)

El valor del porcentaje de voltajes en las tres fases se encuentra dentro del valor consentido.

**b) Parpadeo (Flicker).**- El parpadeo es aquel fenómeno en el cual el voltaje nominal cambia en un intervalo menor del 10% y se repite en algunas ocasiones, pudiendo ser detectado por el ojo humano [10] [14].

En el punto de medición respectivo el Flicker  $P_{st} = 1$ , no debe superar la unidad y es considerado como el tope de irritabilidad que puede soportar sin molestia el ojo humano. Si el límite admisible se encuentra arriba del 5 % del período de medición de 10 minutos en 7 días continuos las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia.

Los valores tomados se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.2; resultados obtenidos del análisis de flicker en las tres fases, en los dos transformadores:

\*) Cálculo del índice de calidad flicker ( $P_{ST}$ ): Transformador 150 kVA  
Transunel.

### Parpadeo flicker en la fase 1.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que se sobrepasan durante el 0.1% = 0.025

Niveles de efecto "flicker" P1 que se sobrepasan durante el 1% = 0.227

Niveles de efecto "flicker" P3 que se sobrepasan durante el 3% = 0.530

Niveles de efecto "flicker" P10 que se sobrepasan durante el 10% = 1.993

Niveles de efecto "flicker" P50 que se sobrepasan durante el 50% = 10.622

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.227) + (0.0657 * 0.530) + (0.28 * 1.993) + (0.08 * 10.622)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad de flicker de corta duración F1 es 1.2064

### Parpadeo flicker en la fase 2.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que sobrepasan durante el 0.1% = 0.023

Niveles de efecto "flicker" P1 que sobrepasan durante el 1% = 0.209

Niveles de efecto "flicker" P3 que sobrepasan durante el 3% = 0.488

Niveles de efecto "flicker" P10 que sobrepasan durante el 10% = 1.835

Niveles de efecto "flicker" P50 que sobrepasan durante el 50% = 9.778

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.023) + (0.0525 * 0.209) + (0.0657 * 0.488) + (0.28 * 1.835) + (0.08 * 9.778)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad flicker de corta duración F2 es 1.1575

### Parpadeo flicker en la fase 3.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que se sobrepasan durante el 0.1% = 0.023

Niveles de efecto "flicker" P1 que se sobrepasan durante el 1% = 0.205

Niveles de efecto "flicker" P3 que se sobrepasan durante el 3% = 0.477

Niveles de efecto "flicker" P10 que se sobrepasan durante el 10% = 1.795

Niveles de efecto "flicker" P50 que se sobrepasan durante el 50% = 9.567

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.023) + (0.0525 * 0.205) + (0.0657 * 0.477) + (0.28 * 1.795) + (0.08 * 9.567)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad de flicker de corta duración F3 es 1.1167

Los valores flicker en las tres fases, se encuentra fuera del valor establecido.

\*\*\*) Cálculo del índice de calidad flicker ( $P_{ST}$ ): Transformador 160 kVA  
Inatra.

### Parpadeo flicker en la fase 1.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que sobrepasan el 0.1% = 0.025

Niveles de efecto "flicker" P1 que sobrepasan el 1% = 0.222

Niveles de efecto "flicker" P3 que sobrepasan el 3% = 0.517

Niveles de efecto "flicker" P10 que sobrepasan el 10% = 1.945

Niveles de efecto "flicker" P50 que sobrepasan el 50% = 10.363

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.222) + (0.0657 * 0.517) + (0.28 * 1.945) + (0.08 * 10.363)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad flicker de corta duración F1 es 1.1917

### Parpadeo flicker en la fase 2.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que sobrepasan el 0.1% = 0.030

Niveles de efecto "flicker" P1 que sobrepasan el 1% = 0.269

Niveles de efecto "flicker" P3 que sobrepasan el 3% = 0.627

Niveles de efecto "flicker" P10 que sobrepasan el 10% = 2.359

Niveles de efecto "flicker" P50 que sobrepasan el 50% = 12.572

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.030) + (0.0525 * 0.269) + (0.0657 * 0.627) + (0.28 * 2.359) + (0.08 * 12.572)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad flicker de corta duración F2 es 1.3125

### Parpadeo flicker en la fase 3.

Niveles de efecto "flicker" P0.1 que sobrepasan el 0.1% = 0.025

Niveles de efecto "flicker" P1 que sobrepasan el 1% = 0.222

Niveles de efecto "flicker" P3 que sobrepasan el 3% = 0.519

Niveles de efecto "flicker" P10 que sobrepasan el 10% = 1.951

Niveles de efecto "flicker" P50 que sobrepasan el 50% = 10.395

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.222) + (0.0657 * 0.519) + (0.28 * 1.951) + (0.08 * 10.395)}$$

Entonces :

$P_{st}$  = Índice de severidad flicker de corta duración F3 es 1.1935

Los valores flicker en las tres fases, se encuentra fuera del valor estipulado.

**c) Perturbaciones del voltaje armónico.-** Son componentes que se encuentra en una onda periódica senoidal la cual, tiene una frecuencia que es múltiplo entero de la frecuencia fundamental de una onda de 60 Hz. [6] [10] [13].

*“Cuando los polos de campo son curvos y se hace uniforme la densidad de flujo, la forma de onda resultante se acerca más a una onda cuadrada que a una onda senoidal. Esta onda es muy rica en armónicos impares, en fase con la fundamental y tiene una ecuación instantánea cuyo valor aproximado está representado por la siguiente serie de Fourier.*

$$e = E_m \text{sen}\omega t + \frac{E_m}{3} \text{sen}3\omega t + \frac{E_m}{5} \text{sen}5\omega t + \dots + \frac{E_m}{(n)} \text{sen}(n)\omega t \quad \text{«10}$$

La forma y la relación entre los valores máximo y eficaz de estas curvas no sinusoidales depende de la relación de fase entre la armónica y la fundamental, lo mismo que de sus amplitudes [15].

El valor eficaz o valor de tensión medido con un instrumento de corriente alterna que dé valores eficaces de la armónica fundamental, de la tercera, de la quinta, entre otras armónicas es: “  $E = \sqrt{E_1^2 + E_3^2 + E_5^2 + \dots}$  Voltios “.<sup>11</sup>

**Armónicos Pares.-** Podemos deducir que cada elemento tiene un múltiplo entero par, tomando en cuenta a la onda sinusoidal con frecuencia fundamental, la simetría de las fases tiende a eliminar por completo los armónicos de orden par, ya que solo se generan ondas cuadradas en cada devanado [13].

**Armónicos Impares.-** Sabemos deducir que cada elemento tiene un múltiplo entero impar, tomando en cuenta la onda senoidal con frecuencia fundamental. Este fenómeno se conoce como armónicos triples, la tercera, novena decima quinta, vigésima primera y entre otros, son armónicos que

---

<sup>10</sup> Kosow Irving L., Maquinas Eléctricas y Transformadores, Segunda Edición, 1993. Pg. 64  
<sup>11</sup> Chester L. Dawes, Tratado de Electricidad II Corriente Alterna, Versión española de la cuarta edición norteamericana por Santiago Rubio- decimocuarta Edición, 1994. Pg. 72.

aparecen en los componentes de cada fase, cada componente tiene un número entero impar [13]. Este fenómeno es provocado por la utilización de aparatos electrónicos con los que convivimos y somos cada vez más dependientes. Siendo la electrónica un generador importante de armónicas en el sistema.

Los valores se expresan en porcentajes de acuerdo a la tabla de tolerancia derivados de la distorsión individual del análisis de armónicos en las ecuaciones 2.3, 2.4, 2.5; se obtiene los resultados en las tres fases, en los dos transformadores; se representa en las tablas 2.3 y 2.4:

**\*) Cálculo del índice de calidad de distorsión armónica: Transformador 150 kVA Transunel.**

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $			
	(% respecto al voltaje nominal del punto de medición)			
	V < 40 kV			Transformador de distribución
	Puntos medidos			
L1	L2	L3		
Impares no múltiplos de 3				
5	1,018	1,13	1,387	6.0
7	0,844	0,776	0,702	5.0
11	0,168	0,115	0,149	3.5
13	0,086	0,125	0,138	3.0
17	0,072	0,067	0,062	2.0
19	0,053	0,05	0,044	1.5
23	0,036	0,05	0,042	1.5
25	0,025	0,032	0,032	1.5
PROMEDIO	0,288	0,293	0,319	
Impares múltiplos de tres				
3	2,496	2,566	2,398	5.0
9	0,587	0,537	0,647	1.5
15	0,094	0,099	0,126	0.3
21	0,048	0,053	0,045	0.2
PROMEDIO	0,806	0,814	0,804	
Pares				
2	0,146	0,143	0,139	2.0
4	0,073	0,074	0,072	1.0
6	0,041	0,038	0,041	0.5
8	0,032	0,03	0,038	0.5
10	0,022	0,022	0,023	0.5
12	0,022	0,024	0,024	0.2
PROMEDIO	0,056	0,055	0,056	
THD	3,0116	3,1661	3,0905	8

**Tabla 2.3.** Determinación del índice de calidad de distorsión individual y total de armónicos.  
**Fuente:** [10] Calidad del servicio eléctrico de distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla - <http://www.conelec.gob.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

Los valores del índice de calidad armónicos en las tres fases, impares no múltiplos de tres, impares múltiplos de tres, pares; se encuentra dentro de los valores especificados.

**\*\* Cálculo del índice de calidad de distorsión armónica: Transformador 160 kVA Intra.**

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_r $ o $ THD $			
	(% respecto al voltaje nominal del punto de medición)			
	V < 40 kV			Transformador de distribución
	Puntos medidos			
L1	L2	L3		
Impares no múltiplos de 3				
5	1,574	1,261	1,400	6.0
7	0,717	0,640	0,697	5.0
11	0,253	0,264	0,264	3.5
13	0,089	0,105	0,082	3.0
17	0,064	0,041	0,056	2.0
19	0,046	0,046	0,043	1.5
23	0,033	0,022	0,026	1.5
25	0,017	0,025	0,026	1.5
PROMEDIO	0,349	0,301	0,324	
Impares múltiplos de tres				
3	0,816	2,779	0,768	5.0
9	0,170	0,279	0,159	1.5
15	0,058	0,050	0,052	0.3
21	0,032	0,032	0,039	0.2
PROMEDIO	0,269	0,285	0,255	
Pares				
2	0,139	0,143	0,141	2.0
4	0,060	0,061	0,062	1.0
6	0,039	0,039	0,038	0.5
8	0,028	0,027	0,024	0.5
10	0,022	0,019	0,021	0.5
12	0,018	0,015	0,016	0.2
PROMEDIO	0,052	0,051	0,051	
THD	2,348	2,578	2,1631	8

**Tabla 2.4.** Determinación del índice de calidad de distorsión individual y total de armónicos.  
**Fuente:** [10] Calidad del servicio eléctrico de distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla-<http://www.conelec.gob.ec> [Los datos ingresados en la plantilla son incluidos por: El autor].

Los valores del índice de calidad armónicos en las tres fases, impares no múltiplos de tres, impares múltiplos de tres, pares; se encuentra dentro de los valores detallados.

**Supresión de Armónicos.-** Si se encontrara alguna perturbación de voltaje se puede llegar a eliminar cualquier armónico, al escoger un paso fraccionario que de un factor de paso igual a cero para el armónico que se esté tratando. Si analizamos el armónico 4/5 de intervalo 144 grados eléctricos, llegaría a eliminar el quinto armónico, de igual manera cuando se analiza el paso 5/6 de intervalo 150 grados eléctricos, se llega a reducir el quinto como el séptimo armónico [13].

### **2.1.3.3.- Deducción Factor de potencia.**

El factor de potencia es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica [6] [8] [10] [11]. Dicho de otra manera, el factor de potencia es una representación utilizada para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

El factor de potencia indica la efectividad del sistema en el ancho de banda máximo y se calcula a partir de la potencia del espectro total (hasta el 50° armónico) y la potencia aparente. Para efectos de la evaluación de la calidad, sobre el factor de potencia, si el 5% o más, del período evaluado en 7 días cada 10 minutos, cuando el valor del factor de potencia es inferior al límite los consumidores están incumpliendo con el índice de calidad.

Como el factor de potencia cambia de acuerdo al consumo y tipo de carga como es la inductancia, capacitancia y resistencia en una variedad de combinaciones, se representara algunos conceptos para expresar matemáticamente. Para llegar a calcular el factor de potencia, se calculará la potencia activa, potencia reactiva y la potencia aparente.

**a) Potencia activa.-** Es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica como mecánica, lumínica, térmica, química, se aprovecha como trabajo y se mide en Watts.

Los valores tomados se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.7; resultados obtenidos en las tres fases, del análisis de la potencia activa, en los dos transformadores.

**\*) Cálculo de la potencia activa: transformador 150 kVA Transunel.**

	Potencia Activa L1 Min	Potencia Activa L1 Med	Potencia Activa L1 Max	Potencia Activa L2 Min	Potencia Activa L2 Med	Potencia Activa L2 Max	Potencia Activa L3 Min	Potencia Activa L3 Med	Potencia Activa L3 Max
MÍNIMO	-2800	800	1300	2600	3000	3800	2000	2600	3200
MÁXIMO	5200	5600	12500	8400	10400	16800	9800	10800	19000
MEDIANA	3200	3700	4700	4500	5000	6000	6100	6900	8200
PROMEDIO	2794,486	3333,166	4743,525	4621,805	5289,724	6389,39	5821,805	6699,499	8297,41

MÍNIMO L1 TOTAL	-2800	MÍNIMO L2 TOTAL	2600	MÍNIMO L3 TOTAL	2000
MÁXIMO L1 TOTAL	12500	MÁXIMO L2 TOTAL	16800	MÁXIMO L3 TOTAL	19000
MEDIANA L1 TOTAL	3700	MEDIANA L2 TOTAL	5200	MEDIANA L3 TOTAL	7000
PROMEDIO L1 TOTAL	3623,726	PROMEDIO L2 TOTAL	5433,64	PROMEDIO L3 TOTAL	6939,571

**Tabla 2.5.** Determinación de la potencia activa del transformador de 150 kVA.

*Fuente:* El autor.

Potencia Activa Total - Cámara 150kVA	
MÍNIMO TOTAL	5800
MÁXIMO TOTAL	43400
MEDIANA TOTAL	15800
PROMEDIO TOTAL	15687,85854

**Tabla 2.6.** Determinación de la potencia activa total del transformador de 150 kVA.

*Fuente:* El autor.

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 122.203(V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 77.55166(A).

Con el  $\cos\phi_{L1} = 0.408276$  obtenemos la :

$P_{L1}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$P_{L1} = 3869.250231$  (W) = 3.869 (kW)

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 118.37(V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.2684(A).

Con el  $\cos\phi_{L2} = 0.404358$  obtenemos la :

$P_{L2}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$P_{L2} = 5756.509434$  (W) = 5.756 (kW)

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 121.947(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.0668(A).

Con el  $\cos\phi_{L3} = 0.484319$  obtenemos la :

$P_{L3}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$P_{L3} = 7091.295183$  (W) = 7.091 (kW)

\*\*\*) Cálculo de la potencia activa: transformador 160 kVA Inatra.

	Potencia Activa L1 Min	Potencia Activa L1 Med	Potencia Activa L1 Max	Potencia Activa L2 Min	Potencia Activa L2 Med	Potencia Activa L2 Max	Potencia Activa L3 Min	Potencia Activa L3 Med	Potencia Activa L3 Max
MÍNIMO	-1100	0	300	-900	-200	0	-200	300	600
MÁXIMO	3400	6000	18200	2200	3900	20000	5000	5200	17900
MEDIANA	1000	1500	2200	1100	1500	2000	1800	3100	5200
PROMEDIO	1056,40432	1669,75309	6408,25617	1055,78704	1482,40741	6159,25926	2243,98148	2939,89198	8071,45062

MÍNIMO L1 TOTAL	-1100	MÍNIMO L2 TOTAL	-900	MÍNIMO L3 TOTAL	-200
MÁXIMO L1 TOTAL	18200	MÁXIMO L2 TOTAL	20000	MÁXIMO L3 TOTAL	17900
MEDIANA L1 TOTAL	1500	MEDIANA L2 TOTAL	1400	MEDIANA L3 TOTAL	3500
PROMEDIO L1 TOTAL	3044,80453	PROMEDIO L2 TOTAL	2899,15123	PROMEDIO L3 TOTAL	4418,44136

**Tabla 2.7.** Determinación de la potencia activa del transformador de 160 kVA.

*Fuente: El autor.*

Potencia Activa Total - Cámara 160kVA	
MÍNIMO TOTAL	-700
MÁXIMO TOTAL	53600
MEDIANA TOTAL	6100
PROMEDIO TOTAL	10236,3426

**Tabla 2.8.** Determinación de la potencia activa total del transformador de 160 kVA.

*Fuente: El autor.*

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 126.539(V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 96.34388(A).

Con el  $\text{Cos}\phi_{L1} = 0.209889$  obtenemos la :

$P_{L1}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$$P_{L1} = 2558.810999 \text{ (W)} = 2.558 \text{ (kW)}$$

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 125.449(V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85.48817(A).

Con el  $\text{Cos}\phi_{L2} = 0.225671$  obtenemos la :

$P_{L2}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$$P_{L2} = 2420.1873 \text{ (W)} = 2.420 \text{ (kW)}$$

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 125,771(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85,0607 (A).

Con el  $\text{Cos}\phi_{L3} = 0.426296$  obtenemos la :

$P_{L3}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160kVA es :

$$P_{L3} = 4560.58678 \text{ (W)} = 4.560 \text{ (kW)}$$

**b) Potencia reactiva.-** Es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos o campo eléctrico en el caso de condensadores para almacenar energía. La potencia

reactiva se encuentra desfasada 90° de la potencia activa. Se mide en volts-ampereos reactivos (VAR).

Los valores tomados a continuación se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.8; resultados obtenidos del análisis de potencia reactiva en las tres fases, en los dos transformadores:

**\*) Cálculo de la potencia reactiva: transformador 150 kVA Transunel.**

	Potencia Reactiva L1 Min	Potencia Reactiva L1 Med	Potencia Reactiva L1 Max	Potencia Reactiva L2 Min	Potencia Reactiva L2 Med	Potencia Reactiva L2 Max	Potencia Reactiva L3 Min	Potencia Reactiva L3 Med	Potencia Reactiva L3 Max
MÍNIMO	-29900	-14900	-13500	-29100	-22100	-19700	-37600	-19900	-18600
MÁXIMO	-3100	-1600	-1400	-5000	-3400	-3100	-4100	-3100	-2700
MEDIANA	-9500	-7700	-7300	-14100	-12100	-11400	-15300	-12900	-12100
PROMEDIO	-10292,4	-8088,05	-7491,31	-15213,5	-12484,6	-11368,3	-15069,5	-12286,1	-11311,9

MÍNIMO L1 TOTAL	-29900	MÍNIMO L2 TOTAL	-29100	MÍNIMO L3 TOTAL	-37600
MÁXIMO L1 TOTAL	-1400	MÁXIMO L2 TOTAL	-3100	MÁXIMO L3 TOTAL	-2700
MEDIANA L1 TOTAL	-8600	MEDIANA L2 TOTAL	-12700	MEDIANA L3 TOTAL	-13200
PROMEDIO L1 TOTAL	-8623,92	PROMEDIO L2 TOTAL	-13022,1	PROMEDIO L3 TOTAL	-12889,2

**Tabla 2.9.** Determinación de la potencia reactiva del transformador de 150 kVA.

*Fuente: El autor.*

Potencia Reactiva Total - Cámara 150kVA	
MÍNIMO TOTAL	-94400
MÁXIMO TOTAL	-7900
MEDIANA TOTAL	-34000
PROMEDIO TOTAL	-33676,13478

**Tabla 2.10.** Determinación de la potencia reactiva total del transformador de 150 kVA.

*Fuente: El autor.*

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 122.203(V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 77.55166(A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L1} = 0.91285853$  obtenemos la :

$Q_{L1}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$Q_{L1} = 8651.201893 \text{ (VAr)} = 8.651 \text{ (kVAr)}$

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 118.37(V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.2684(A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L2} = 0.91460097$  obtenemos la :

$Q_{L2}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$Q_{L2} = 13020.41281 \text{ (VAr)} = 13.020 \text{ (kVAr)}$

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 121.947(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.0668 (A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L3} = 0.87489148$  obtenemos la :

$Q_{L3}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°1 -150 kVA es :

$P_{L3} = 12809.97391$  (VAr) = 12.809 (kVAr)

**\*\* Cálculo de la potencia reactiva: transformador 160 kVA Inatra.**

	Potencia Reactiva L1 Min	Potencia Reactiva L1 Med	Potencia Reactiva L1 Max	Potencia Reactiva L2 Min	Potencia Reactiva L2 Med	Potencia Reactiva L2 Max	Potencia Reactiva L3 Min	Potencia Reactiva L3 Med	Potencia Reactiva L3 Max
MÍNIMO	-29000	-18800	-17300	-31000	-18400	-15300	-29400	-15400	-13800
MÁXIMO	-1200	-1000	0	-2800	-2600	0	-2400	-2000	0
MEDIANA	-9900	-8300	-7850	-8400	-6750	-6400	-8900	-6400	-6000
PROMEDIO	-14332,6	-10387,3	-9652,39	-12959,3	-8847,3	-8213,97	-12744,9	-8004,48	-7347,61

MÍNIMO L1 TOTAL	-29000	MÍNIMO L2 TOTAL	-31000	MÍNIMO L3 TOTAL	-29400
MÁXIMO L1 TOTAL	0	MÁXIMO L2 TOTAL	0	MÁXIMO L3 TOTAL	0
MEDIANA L1 TOTAL	-9000	MEDIANA L2 TOTAL	-7300	MEDIANA L3 TOTAL	-7800
PROMEDIO L1 TOTAL	-11457,5	PROMEDIO L2 TOTAL	-10006,9	PROMEDIO L3 TOTAL	-9365,66

**Tabla 2.11.** Determinación de la potencia reactiva del transformador de 160 kVA.

*Fuente:* El autor.

Potencia Reactiva Total - Cámara 160kVA	
MÍNIMO TOTAL	-81900
MÁXIMO TOTAL	0
MEDIANA TOTAL	-22600
PROMEDIO TOTAL	-30425,84877

**Tabla 2.12.** Determinación de la potencia reactiva total del transformador de 160 kVA.

*Fuente:* El autor.

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 126.539(V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 96.34388(A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L1} = 0.97772522$  obtenemos la :

$Q_{L1}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$Q_{L1} = 11919.70065$  (VAr) = 11.919 (kVAr)

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 125.449(V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85.48817(A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L2} = 0.97420357$  obtenemos la :

$Q_{L2}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$Q_{L2} = 10447.75409$  (VAr) = 10.447 (kVAr)

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 125.771(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85,0607 (A).

Con el  $\text{Sen } \phi_{L3} = 0.90458372$  obtenemos la :

$Q_{L3}$  = Potencia Reactiva del consumo eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$Q_{L3} = 9677.389864$  (VAr) = 9.677 (kVAr)

**c) Potencia aparente.**-Es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva.

Los valores tomados a continuación se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.9; resultados obtenidos del análisis de potencia aparente en las tres fases, en los dos transformadores:

**\*) Cálculo de la potencia aparente: transformador 150 kVA Transunel.**

	Potencia Aparente L1 Min	Potencia Aparente L1 Med	Potencia Aparente L1 Max	Potencia Aparente L2 Min	Potencia Aparente L2 Med	Potencia Aparente L2 Max	Potencia Aparente L3 Min	Potencia Aparente L3 Med	Potencia Aparente L3 Max
MÍNIMO	1700	2000	3600	4300	4700	6300	3300	4000	5300
MÁXIMO	13900	15700	30900	21700	23900	29600	20200	21800	39200
MEDIANA	8300	8800	10700	12100	13100	15200	13600	14600	17300
PROMEDIO	8126,984	8842,774	11296,49	12408,52	13626,48	16397,91	12826,98	14032,66	16958,81

MÍNIMO L1 TOTAL	1700	MÍNIMO L2 TOTAL	4300	MÍNIMO L3 TOTAL	3300
MÁXIMO L1 TOTAL	30900	MÁXIMO L2 TOTAL	29600	MÁXIMO L3 TOTAL	39200
MEDIANA L1 TOTAL	9400	MEDIANA L2 TOTAL	13800	MEDIANA L3 TOTAL	15000
PROMEDIO L1 TOTAL	9422,083	PROMEDIO L2 TOTAL	14144,31	PROMEDIO L3 TOTAL	14606,15

**Tabla 2.13.** Determinación de la potencia aparente del transformador de 150 kVA.

*Fuente:* El autor.

Potencia Aparente Total - Cámara 150kVA	
MÍNIMO TOTAL	10000
MÁXIMO TOTAL	98000
MEDIANA TOTAL	37800
PROMEDIO TOTAL	37381,89919

**Tabla 2.14.** Determinación de la potencia aparente total del transformador de 150 kVA.

*Fuente:* El autor.

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 122.203 (V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 77.55166 (A).

$S_{L1}$  = Potencia Aparente del sistema eléctrico de la cámara N°1 -150 kVA es :

$S_{L1} = 9477.0455$  (VA) = 9.477 (kVA)

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 118.37 (V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.2684 (A).

$S_{L2}$  = Potencia Aparente del sistema eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$S_{L2}$  = 14236.1705 (VA) = 14.236 (kVA)

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 121.947(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 120.0668(A).

$S_{L3}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$S_{L3}$  = 14640.9455 (W) = 14.640 (kW)

**\*\* ) Cálculo de la potencia aparente: transformador 160 kVA Intra.**

	Potencia Aparente L1 Min	Potencia Aparente L1 Med	Potencia Aparente L1 Max	Potencia Aparente L2 Min	Potencia Aparente L2 Med	Potencia Aparente L2 Max	Potencia Aparente L3 Min	Potencia Aparente L3 Med	Potencia Aparente L3 Max
MÍNIMO	0	1200	1200	0	3000	3200	0	2400	2600
MÁXIMO	17400	19400	33000	15300	18800	34600	13900	15900	33800
MEDIANA	7900	8400	10100	6600	6900	8600	7100	7600	10100
PROMEDIO	9763,889	10572,61	15935,19	8326,62	9023,148	14547,99	7951,08	8775,154	15116,36

MÍNIMO L1 TOTAL	0	MÍNIMO L2 TOTAL	0	MÍNIMO L3 TOTAL	0
MÁXIMO L1 TOTAL	33000	MÁXIMO L2 TOTAL	34600	MÁXIMO L3 TOTAL	33800
MEDIANA L1 TOTAL	9200	MEDIANA L2 TOTAL	7450	MEDIANA L3 TOTAL	8600
PROMEDIO L1 TOTAL	12090,56	PROMEDIO L2 TOTAL	10632,59	PROMEDIO L3 TOTAL	10614,2

**Tabla 2.15.** Determinación de la potencia aparente del transformador de 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

Potencia Aparente Total - Cámara 160kVA	
MÍNIMO TOTAL	0
MÁXIMO TOTAL	98000
MEDIANA TOTAL	24000
PROMEDIO TOTAL	32930,91564

**Tabla 2.16.** Determinación de la potencia aparente total en el transformador de 160 kVA del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.

**Fuente:** El autor.

$V_{L1}$  = Valor del voltaje, es 126.539 (V)

$I_{L1}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 96.34388 (A).

$S_{L1}$  = Potencia Aparente del sistema eléctrico de la cámara N°2-160 kVA es :

$S_{L1}$  = 9477.0455 (VA) = 9.477 (kVA)

$V_{L2}$  = Valor del voltaje, es 125.449 (V)

$I_{L2}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85.48817 (A).

$S_{L2}$  = Potencia Aparente del sistema eléctrico de la cámara N°2-160 kVA es :

$S_{L2}$  = 14640.9455 (VA) = 14.640 (kVA)

$V_{L3}$  = Valor del voltaje, es 125.771(V)

$I_{L3}$  = Intensidad de corriente que fluye por el circuito, es 85.0607 (A).

$S_{L3}$  = Potencia Activa del consumo eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :

$S_{L3}$  = 14640.9455 (W) = 14.640 (kW)

**d) Factor de Potencia.-** El término factor, de origen latino, tiene diversos usos. En el campo de las matemáticas, se conoce como factor cada una de las cantidades o expresiones que pueden multiplicarse para formar un producto. También se le dice factor al submúltiplo.

La factorización es una operación algebraica para expresar un número o un objeto como el producto de otros factores más pequeños. Es decir, la multiplicación de estos factores da como resultado el número u objeto original. Los valores tomados de las potencias activa, reactiva y aparente a continuación se ajustarán de acuerdo a la ecuación 2.6; resultados obtenidos del análisis del factor de potencia en las tres fases, en los dos transformadores:

**\*) Cálculo del factor de potencia: transformador 150 kVA Transunel.**

	Factor de Potencia L1 Min	Factor de Potencia L1 Med	Factor de Potencia L1 Max	Factor de Potencia L2 Min	Factor de Potencia L2 Med	Factor de Potencia L2 Max	Factor de Potencia L3 Min	Factor de Potencia L3 Med	Factor de Potencia L3 Max
MÍNIMO	-0,45	0,13	0,19	0,18	0,25	0,26	0,2	0,33	0,4
MÁXIMO	0,62	0,77	0,83	0,67	0,74	0,76	0,67	0,76	0,78
MEDIANA	0,41	0,45	0,5	0,33	0,38	0,42	0,43	0,48	0,52
PROMEDIO	0,337945	0,403225	0,483659	0,350543	0,410175	0,452356	0,425815	0,488338	0,538805

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,45	MÍNIMO L2 TOTAL	0,18	MÍNIMO L3 TOTAL	0,2
MÁXIMO L1 TOTAL	0,83	MÁXIMO L2 TOTAL	0,76	MÁXIMO L3 TOTAL	0,78
MEDIANA L1 TOTAL	0,45	MEDIANA L2 TOTAL	0,38	MEDIANA L3 TOTAL	0,48
PROMEDIO L1 TOTAL	0,408276	PROMEDIO L2 TOTAL	0,404358	PROMEDIO L3 TOTAL	0,484319

**Tabla 2.17.** Determinación del factor de potencia del transformador de 150 kVA.

*Fuente: El autor.*

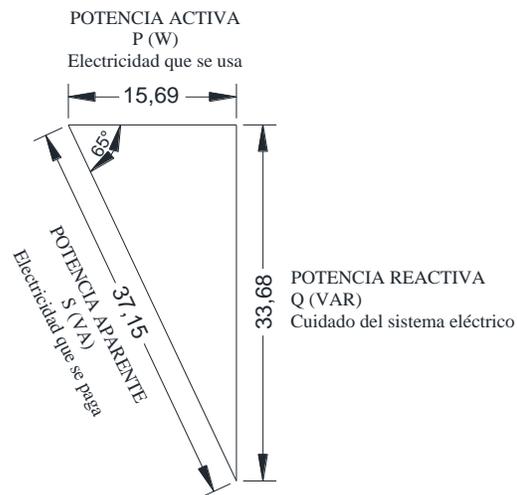
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	
MÍNIMO TOTAL	0,2
MÁXIMO TOTAL	0,76
MEDIANA TOTAL	0,43
PROMEDIO TOTAL	0,437419

**Tabla 2.18.** Determinación del factor de potencia total del transformador de 150 kVA.

*Fuente: .El autor.*

$P_{L1}$  = Potencia Activa, es 3869.250231 (W)  
 $S_{L1}$  = Potencia Aparente, es 9477.0455 (VA).  
 $fp_{L1}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :  
 $fp_{L1}$  = 0.4082760003  
  
 $P_{L2}$  = Potencia Activa, es 5756.509434 (W)  
 $S_{L2}$  = Potencia Aparente, es 14236.1705 (VA).  
 $fp_{L2}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :  
 $fp_{L2}$  = 0.4043580002  
  
 $P_{L3}$  = Potencia Activa, es 7091.295183 (W)  
 $S_{L3}$  = Potencia Aparente, es 14640.9455 (VA).  
 $fp_{L3}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°1-150 kVA es :  
 $fp_{L3}$  = 0.4843468055

Los valores del factor de potencia en las tres fases, se encuentran fuera del valor estipulado. A continuación se deduce en la figura 2.5 el de factor de potencia total.



**Figura 2.5.** Triángulo de potencias totales del transformador N 1 – 150 kVA.  
**Fuente:** El autor.

\*\*\*) Cálculo del factor de potencia: transformador 160 kVA Inatra.

	Factor de Potencia L1 Min	Factor de Potencia L1 Med	Factor de Potencia L1 Max	Factor de Potencia L2 Min	Factor de Potencia L2 Med	Factor de Potencia L2 Max	Factor de Potencia L3 Min	Factor de Potencia L3 Med	Factor de Potencia L3 Max
MÍNIMO	-0,08	0	0,04	-0,08	-0,02	0	-0,02	0,03	0,08
MÁXIMO	0,66	0,71	0,75	0,55	0,57	0,8	0,65	0,74	0,92
MEDIANA	0,1	0,15	0,24	0,13	0,15	0,25	0,42	0,49	0,61
PROMEDIO	0,116088	0,17152	0,34206	0,141227	0,179776	0,356011	0,319151	0,387724	0,572014

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L2 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L3 TOTAL	-0,02
MÁXIMO L1 TOTAL	0,75	MÁXIMO L2 TOTAL	0,8	MÁXIMO L3 TOTAL	0,92
MEDIANA L1 TOTAL	0,16	MEDIANA L2 TOTAL	0,17	MEDIANA L3 TOTAL	0,53
PROMEDIO L1 TOTAL	0,209889	PROMEDIO L2 TOTAL	0,225671	PROMEDIO L3 TOTAL	0,426296

**Tabla 2.19.** Determinación del factor de potencia del transformador de 160 kVA.

*Fuente:* El autor.

FACTOR DE POTENCIA TOTAL	
MÍNIMO TOTAL	-0,2
MÁXIMO TOTAL	0,78
MEDIANA TOTAL	0,28
PROMEDIO TOTAL	0,285702

**Tabla 2.20.** Determinación del factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.

*Fuente:* El autor.

$P_{L1}$  = Potencia Activa, es 2558.810999 (W)

$S_{L1}$  = Potencia Aparente, es 9477.0455 (VA).

$fp_{L1}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$fp_{L1} = 0.2700009195$

$P_{L2}$  = Potencia Activa, es 2420.1873 (W)

$S_{L2}$  = Potencia Aparente, es 14640.9455 (VA).

$fp_{L2}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$fp_{L2} = 0.1653026644$

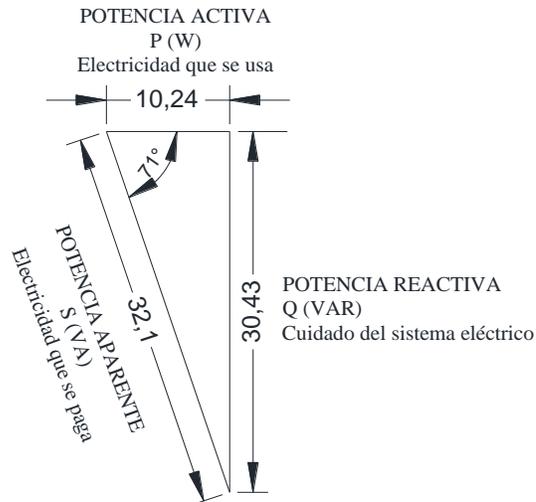
$P_{L3}$  = Potencia Activa, es 4560.58678 (W)

$S_{L3}$  = Potencia Aparente, es 14640.9455 (VA).

$fp_{L3}$  = Factor de Potencia del sistema eléctrico de la cámara N°2 -160 kVA es :

$fp_{L3} = 0.311495373$

Los valores del factor de potencia en las tres fases, se encuentran fuera del valor estipulado. A continuación se deduce en la figura 2.6 el total del factor de potencia.



**Figura 2.6.** Triángulo de potencias totales del transformador N 2 – 160 kVA.  
**Fuente:** El autor.

#### 2.1.3.4.- Tabla de resultados obtenido antes del mantenimiento.

Se realiza el detalle de los resultados obtenidos, en comparación con valores nominales de calidad del producto: nivel de voltaje perturbaciones de voltaje factor de potencia, permitidos por el CONELEC, en los dos transformadores.

TABLA DE RESULTADOS									
Transformador de 150kVA Transunel									
MEDIDAS	LÍNEAS	VALOR			VARIACIÓN		%		CONCLUSIÓN
		NOMINAL	MEDIDOS				CALCULADO	PERMITIDO	
TENSIÓN (Voltios)	L1	121	122,203		1,203		0,99	13	CUMPLE
	L2	121	118,37		-2,63		-2,17	13	CUMPLE
	L3	121	121,947		0,947		0,78	13	CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO	TOTAL	ECUACIÓN			
FLICKER	L1	1	0,26	3,14	2,88	1,206	20,64	5	NO CUMPLE
	L2	1	0,281	6,271	5,99	1,157	15,75	5	NO CUMPLE
	L3	1	0,244	2,987	2,743	1,117	11,67	5	NO CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO	TOTAL				
THD	L1	8	0,87	6,71	5,84		73,00	100	CUMPLE
	L2	8	0,88	5,98	5,1		63,75	100	CUMPLE
	L3	8	0,93	5,84	4,91		61,38	100	CUMPLE
	LN	8	19,47	327,67	308,2		3852,50	100	NO CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO					
FP	L1	0,92	-0,45	0,83	1,28		139,13	100	NO CUMPLE
	L2	0,92	0,18	0,76	0,58		63,04	100	NO CUMPLE
	L3	0,92	0,2	0,78	0,58		63,04	100	NO CUMPLE

**Tabla 2.21.** Detalle de resultados medidos con comparación de valores nominales, en el transformador de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.

TABLA DE RESULTADOS									
Transformador de 160kVA Intra									
MEDIDAS	LÍNEAS	VALOR			VARIACIÓN		%		CONCLUSIÓN
		NOMINAL	MEDIDOS				CALCULADO	PERMITIDO	
TENSIÓN (Voltios)	L1	121	126,539		5,539		4,58	13	CUMPLE
	L2	121	125,449		4,449		3,68	13	CUMPLE
	L3	121	125,771		4,771		3,94	13	CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO	TOTAL	ECUACIÓN			
FLICKER	L1	1	0,116	11,601	11,485	1,192	19,166	5	NO CUMPLE
	L2	1	0,133	11,284	11,151	1,312	31,246	5	NO CUMPLE
	L3	1	0,123	11,102	10,979	1,193	19,349	5	NO CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO	TOTAL				
THD	L1	8	0,33	233,05	232,72	3,42 % > 8			CUMPLE
	L2	8	0,58	327,67	327,09	1,46 % > 8			CUMPLE
	L3	8	0,53	240,96	240,43	1,517 % > 8			CUMPLE
	LN	8	32,49	327,67	295,18	100 % > 8			NO CUMPLE
			MÍNIMO	MÁXIMO					
FP	L1	0,92	-0,08	0,75	0,83	90,217	100	NO CUMPLE	
	L2	0,92	-0,08	0,8	0,88	95,652	100	NO CUMPLE	
	L3	0,92	-0,02	0,92	0,94	102,174	100	NO CUMPLE	

**Tabla 2.22.** Detalle de resultados medidos con comparación de valores nominales, en el transformador de 160 kVA.

*Fuente:* El autor.

### 2.1.3.5.- Calidad del Servicio Técnico.

En los niveles de calidad exigidos cuenta el análisis en la continuidad de servicio, la Frecuencia de Interrupciones, y la Duración de Interrupciones, ésta evaluación se debe efectuarse una vez al año [6] [10]. Se realiza durante el estudio de calidad de producto.

**a) Continuidad de Servicio.-** Existe continuidad del servicio, observación que se cumple durante las mediciones en el desarrollo de este trabajo.

**b) Frecuencia de Interrupciones.-** La frecuencia de interrupciones que se haya afectado con suspensión del servicio de energía eléctrica causado por fallas, técnicas o fallas que sean provocadas por la naturaleza, se considerarán todas las interrupciones del sistema con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo las de origen externo, debidas a fallas en transmisión.

**c) Duración de Interrupciones.-** Se registran, las interrupciones debidas a suspensiones generales del servicio, racionamientos, desconexiones de carga por baja frecuencia establecidas por el CENACE, y otras causadas por eventos de fuerza mayor o caso fortuito, que deberán ser notificadas al CONELEC. En el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad resalta lo siguiente:

- No serán consideradas las interrupciones con duración igual o menor a tres (3) minutos.
- No se considerarán las interrupciones de un consumidor en particular, causadas por falla de sus instalaciones, siempre que ellas no afecten a otros usuarios.

#### **2.1.3.6.- Calidad del Servicio Comercial.**

Para obtener la eficiencia del servicio es importante evaluar la atención de solicitudes, atención de reclamos, errores en medición y facturación [6] [10] [16].

**a) Atención de Solicitudes.-** Este análisis parte de la atención prestada, siendo la Empresa Eléctrica Quito el distribuidor quien atendiendo los diferentes servicios existentes, por medio de sus funcionarios a solicitudes realizadas durante el periodo de estudio, la atención prestada ha sido de acuerdo al área o sección de la empresa eléctrica. Para nuestro análisis evaluamos de dos solicitudes realizadas.

**●) Solicitud de análisis de calidad de energía.-** En la cámara de transformación en baja tensión Transunel 20405 de 150 kVA y en la cámara de transformación en baja tensión Inatra 25603 de 160 kVA. El trámite fue ingresado el 27 de mayo del 2013, dirigido al Ing. Santiago Peñafiel como jefe del departamento de control de calidad de productos y pérdidas técnicas de la Empresa Eléctrica Quito.

La solicitud fue analizada y ejecutada con personal de la Empresa

Eléctrica Quito, toman las mediciones de acuerdo a la regulación 004/01 del CONELEC, como se puede observar en la figura 2.7 y 2.8. Después de terminado el análisis emiten un informe el 12 de Junio del 2013. El mismo que se adjunta a este archivo.



**Figura 2.7.** Transformador 20405 de 150 kVA **Figura 2.8.** Transformador 25603 de 160 kVA  
*Fuente: El autor.*



●) **Solicitud de mantenimiento preventivo.-** A la cámara de transformación en baja tensión Transunel 20405 de 150 kVA y la cámara de transformación en baja tensión Inatra 25603 de 160 kVA, se envía primero a realizar una cotización a través de un correo electrónico [lquisaguano@eeq.com.ec](mailto:lquisaguano@eeq.com.ec), el 27 Junio 2013. En donde se solicita una cotización de mantenimiento preventivo con su respectivo alcance, a esta solicitud responde con lo requerido el 15 de julio del 2013.

Después de realizado el trabajo, emiten un informe de entrega el 04 de octubre del 2013, el mismo que se adjunta a este archivo, como anexo 2- información de la empresa eléctrica quito del mantenimiento de transformadores.

**b) Atención de Reclamos.-** En el transcurso de este estudio, no se ha tramitado reclamo alguno por parte del cliente, por este motivo no se efectúa este análisis.

**c) Errores en Medición y Facturación.-** Al igual que el análisis anterior, durante el periodo de estudio no se obtiene errores de medición, razón por la cual no se efectúa ningún reclamo.

## **2.2.- LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.**

La auditoría es un examen adherente a la ingeniería organizativa, administrativa y legal, que cumple las normas y procedimientos generales de la ley del régimen del sector eléctrico entre usuario y distribuidor.

### **2.2.1.- Definición de Auditoría de Calidad Energética.**

Es un proceso sistemático, independiente y documentado con el fin de determinar el cumplimiento de la calidad de la energía eléctrica en la empresa. Para este propósito se analizará desde distintos puntos de vista. [5] [6].

- **Usuario.-** Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.
- **Distribuidor.-** Para nuestro caso Empresa Eléctrica Quito.

El objetivo de esta auditoría es evaluar la suficiencia y efectividad de las disposiciones de calidad dispuestas por el CONELEC como agente regulador en el control del sector eléctrico, son quienes cumplen con la misión de desarrollar y ejecutar la política del sector eléctrico expresada por el Presidente de la República, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Se identificará y evaluará el cumplimiento del usuario y del distribuidor, a las disposiciones de la calidad de producto, calidad de servicio técnico, calidad de servicio comercial enmarcando en la distribución y comercialización de la Empresa Eléctrica Quito.

**a) Propósito de la auditoria.-** Dentro de este objetivo tenemos al distribuidor quien busca entregar un servicio de calidad. Por otro lado, tenemos al consumidor quien se beneficia del consumo de la energía eléctrica, dándole un uso adecuado.

La correlación que existe entre distribuidor y usuario busca el cuidar el

sistema eléctrico, al mismo que tienen que brindar el buen uso y mantenimiento de sus instalaciones.

El propósito de realizar la auditoría es resaltar los siguientes aspectos:

- Determinar la conformidad o no conformidad del sistema eléctrico de calidad con los requisitos especificados.
- Establecer la efectividad del sistema eléctrico en el cumplimiento de objetivos.
- Identificar el consumo de energía para el mejoramiento del sistema en la calidad.
- Cumplir los requisitos regulatorios del CONELEC.

Para el propósito se valora de acuerdo a los aspectos de calidad del producto técnico que se controla con el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia.

Por otra parte, se revisa el estado de las instalaciones y acometidas eléctricas, además se resalta las observaciones que se encuentran en mal estado o en uso no adecuado.

En esta auditoría se detecta "CONFORMIDADES y NO CONFORMIDADES", es decir discrepancias entre lo que exige la normativa en vigencia a la presente fecha, de referencia realizadas por el CONELEC.

Dentro de las novedades encontradas en las instalaciones eléctricas tenemos: instalaciones en mal estado e instalaciones realizadas artesanalmente, es decir, fuera de cualquier norma de seguridad, fuera de cualquier criterio técnico, solo esperando que funcione.

En el análisis de calidad de energía se obtuvo mediciones que serán comparadas y expuestas de acuerdo a la norma vigente emitidas por el CONELEC.

### **2.2.2.- Variación del nivel de voltaje.**

#### **\*) Índice de Calidad en el transformador No.1 – 150 kVA Transunel–sur.**

$$L1 = 0.99421\%; \langle \rangle L2 = -2.1731\%; \langle \rangle L3 = 0.78276\%$$

**\*\*\*) Índice de Calidad en el transformador No.2 - 160 KVA Inatra–norte.**

$$L1 = 4.57783\%; \langle \rangle L2 = 3.67717\%; \langle \rangle L3 = 3.94315\%$$

De acuerdo a los valores obtenidos se observa a el transformador de No.1 y el transformador No.2 que se encuentran dentro de la variación admitida que es  $\pm 13,0 \%$  dentro porcentaje de bajo voltaje en el sector rural, referido en la regulación del Conelec No. 004/01 en la sub etapa 1, con respecto al voltaje nominal.

**2.2.3.- Parpadeo o flicker.**

**\*) Índice de severidad flicker de Corta Duración ( $P_{st}$ ) en Transformador No. 1 - 150 kVA Transunel–sur.**

$$P_{st} 1 = 1.2064; \langle \rangle P_{st} 2 = 1.1575; \langle \rangle P_{st} 3 = 1.1167$$

**\*\*\*) Índice de severidad flicker de Corta Duración ( $P_{st}$ ) en Transformador No. 2 - 160 kVA Inatra – norte.**

$$P_{st} 1 = 1.1917; \langle \rangle P_{st} 2 = 1.3125; \langle \rangle P_{st} 3 = 1.1935$$

El parpadeo flicker de acuerdo a la regulación (004/01) es  $P_{st} = 1$ , no debe superar la unidad; siendo un fenómeno del voltaje nominal. Si el límite admisible se encuentra arriba el 5% durante el período de medición de 7 días continuos en intervalos de 10 minutos, las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia.

Del resultado obtenido en el análisis de los dos transformadores, se ha detectado que se encuentran fuera del límite establecido, incumpliendo la norma legal para este caso.

**2.2.4.- Armónicos.**

\*) Índice de Calidad distorsión individual y total de armónicos en voltaje expresados en porcentaje para el Transformador No. 1 - 150 kVA Transunel–sur.

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)			
	V < 40 kV	V < 40 kV	V < 40 kV	V ≤ 40 kV
	Puntos medidos			Trafos de distribución
	L1	L2	L3	
THD	3,0116	3,1661	3,0905	8

**Tabla 2.23.** Índice de calidad de distorsión total de armónicos en transformador de 150 kVA.

**Fuente:** [10] *Calidad de servicio eléctrico en distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla - <http://www.conelec.gob.ec> [Modificadas e ingresado por: El autor].*

\*\* ) Índice de Calidad distorsión individual y total de armónicos en voltaje expresados en porcentaje para el transformador No.2 - 160 kVA Intra – norte.

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)			
	V < 40 kV	V < 40 kV	V < 40 kV	V ≤ 40 kV
	Puntos medidos			Trafos de distribución
	L1	L2	L3	
THD	2,3479	2,578	2,1631	8

**Tabla 2.24.** Índice de calidad de distorsión total de armónico en transformador de 160 kVA.

**Fuente:** [10] *Calidad del servicio eléctrico de distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla - <http://www.conelec.gob.ec> [Modificadas e ingresado por: El autor].*

Los valores (rms) de los voltajes armónicos individuales expresados en porcentaje, no deben superar los valores límite THD señalados en la tabla 2.23 del transformador 150 kVA y en la tabla 2.24 del transformador 160 kVA.

Si el límite admisible se encuentra arriba durante el período de medición de 7 días continuos en intervalos de 10 minutos, las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia.

Dentro de nuestro análisis los dos transformadores mantienen la tolerancia, lo que permite concluir que se está dando cumplimiento a la norma vigente.

### 2.2.5.- Factor de potencia.

\*) Índice de Calidad del factor de potencia L1, mínimo, medio, máximo; L2, mínimo, medio, máximo; L3, mínimo, medio, máximo; y el total de su valor de potencia en su valor mínimo, medio, máximo para el transformador No.1 - 150 kVA Transunel – sur.

	Factor de Potencia L1 Min	Factor de Potencia L1 Med	Factor de Potencia L1 Max	Factor de Potencia L2 Min	Factor de Potencia L2 Med	Factor de Potencia L2 Max	Factor de Potencia L3 Min	Factor de Potencia L3 Med	Factor de Potencia L3 Max
MÍNIMO	-0,45	0,13	0,19	0,18	0,25	0,26	0,2	0,33	0,4
MÁXIMO	0,62	0,77	0,83	0,67	0,74	0,76	0,67	0,76	0,78
MEDIANA	0,41	0,45	0,5	0,33	0,38	0,42	0,43	0,48	0,52
PROMEDIO	0,337945	0,403225	0,483659	0,350543	0,410175	0,452356	0,425815	0,488338	0,538805

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,45	MÍNIMO L2 TOTAL	0,18	MÍNIMO L3 TOTAL	0,2
MÁXIMO L1 TOTAL	0,83	MÁXIMO L2 TOTAL	0,76	MÁXIMO L3 TOTAL	0,78
MEDIANA L1 TOTAL	0,45	MEDIANA L2 TOTAL	0,38	MEDIANA L3 TOTAL	0,48
PROMEDIO L1 TOTAL	0,408276	PROMEDIO L2 TOTAL	0,404358	PROMEDIO L3 TOTAL	0,484319

**Tabla 2.25.** Factor de potencia en el transformador de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.

FACTOR DE POTENCIA TOTAL	
MÍNIMO TOTAL	0,2
MÁXIMO TOTAL	0,76
MEDIANA TOTAL	0,43
PROMEDIO TOTAL	0,437419

**Tabla 2.26.** Factor de potencia total en el transformador de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.

\*\*) Índice de Calidad del factor de potencia L1, mínimo, medio, máximo; L2, mínimo, medio, máximo; L3, mínimo, medio, máximo; y el total de su valor de potencia en su valor mínimo, medio, máximo para el Transformador No. 2 - 160 kVA Intra-norte.

	Factor de Potencia L1 Min	Factor de Potencia L1 Med	Factor de Potencia L1 Max	Factor de Potencia L2 Min	Factor de Potencia L2 Med	Factor de Potencia L2 Max	Factor de Potencia L3 Min	Factor de Potencia L3 Med	Factor de Potencia L3 Max
MÍNIMO	-0,08	0	0,04	-0,08	-0,02	0	-0,02	0,03	0,08
MÁXIMO	0,66	0,71	0,75	0,55	0,57	0,8	0,65	0,74	0,92
MEDIANA	0,1	0,15	0,24	0,13	0,15	0,25	0,42	0,49	0,61
PROMEDIO	0,116088	0,17152	0,34206	0,141227	0,179776	0,356011	0,319151	0,387724	0,572014

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L2 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L3 TOTAL	-0,02
MÁXIMO L1 TOTAL	0,75	MÁXIMO L2 TOTAL	0,8	MÁXIMO L3 TOTAL	0,92
MEDIANA L1 TOTAL	0,16	MEDIANA L2 TOTAL	0,17	MEDIANA L3 TOTAL	0,53
PROMEDIO L1 TOTAL	0,209889	PROMEDIO L2 TOTAL	0,225671	PROMEDIO L3 TOTAL	0,426296

**Tabla 2.27.** Factor de potencia en el transformador de 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

FACTOR DE POTENCIA TOTAL	
MÍNIMO TOTAL	-0,2
MÁXIMO TOTAL	0,78
MEDIANA TOTAL	0,28
PROMEDIO TOTAL	0,285702

**Tabla 2.28.** Factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

El factor de potencia de acuerdo a la regulación (004/01) del CONELEC el valor mínimo es 0.92. Si el 5% o más del período de medición de 7 días

continuos en intervalos de 10 minutos, es inferior a los límites, el usuario se encuentra fuera del rango de tolerancia.

Los resultados obtenidos en la tabla 2.26 y 2.28 respectivamente, se observa que dichos valores superan el índice de calidad, incumpliendo el reglamento sustitutivo del reglamento de suministro de servicio de electricidad en su artículo 11, que dice:

*”cuando compruebe que el factor de potencia de un consumidor final es inferior al establecido en la Regulación de Calidad, notificará al consumidor tal circunstancia, otorgándole el plazo correspondiente para la corrección de dicho factor.”<sup>12</sup>”*

En la auditoria eléctrica se revisa el estado de las instalaciones y acometidas, también se detalla técnicamente las novedades y las consecuencias que puede acarrear, si continúa en esas condiciones.

#### **2.2.6.- Análisis técnico del sistema eléctrico.**

Del análisis efectuado, se han encontrado aspectos relevantes peligrosos en el funcionamiento del sistema eléctrico, lo cual convierte a la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo en un ambiente riesgoso tanto para los trabajadores como para los turistas; dichos aspectos se explican a continuación:

**a) Cabina de sonido.-** Que contiene un tablero de control trifásico con transferencia manual, el mismo que es alimentado con dos acometidas, figura 2.9, derivadas del tablero principal No.1, ubicado al sur de la plaza central, transformador 150 kVA, y del tablero No. 7, proveniente del transformador de 160 kVA localizado al norte, estas conexiones y el centro de carga no cumplen con el requerimiento del usuario.

Cuando no disponen de energía de la empresa eléctrica, es necesario

---

<sup>12</sup>Tomado del Artículo: CONELEC- *Reglamento de sustitutivo RSSE*, (REGLAMENTO DE SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ELECTRICIDAD), Vigencia 2005 Noviembre 22 - *Decreto Ejecutivo No. 796 de 10 -11- 2005 – R.O. No. 150*, regula las relaciones entre el distribuidor y el consumidor, tanto en los aspectos técnicos como en los comerciales, tomado 07/08/2013 Pg. 7, [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=145](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=145).

encender los dos generadores que se encuentra junto a cada cámara de transformación.

Esta situación provoca que al encenderse los dos generadores, en primer lugar, se deteriore la atención al turista que visita la ciudad por el tiempo que conlleva el encendido de los generadores y de los equipos de amplificación; así como el mal estar del público que espera que el espectáculo continúe, y en segundo lugar, que el consumo de energía generada sea superior al promedio, ocasionando un incremento en el pago total de los insumos (diesel, tiempo de vida útil).



**Figura 2.9.** *Tablero de control con transferencia manual.*  
**Fuente:** *El autor.*

De la observación y análisis efectuado al tablero de control se deduce que es muy básico y elemental, y, una de las dos acometidas debe ser considerada como primaria para una transferencia adecuada y normal funcionamiento de los equipos.

En cuanto a la acometida del tablero No. 7, no existe el cable del neutro, motivo por el cual, se está utilizando el cable del neutro del tablero No. 1; lo que produce, por un lado, el mal funcionamiento de los equipos, lo que se demuestra en los continuos mantenimientos frecuentes efectuados a los equipos en una casa comercial; y por otro, la alimentación se encuentra expuesta y en mal estado y los cables pasan por una toma de agua que el personal de mantenimiento del Complejo usa frecuentemente para conectar una manguera para regar los jardines del sector, según figura 2.10 y 2.11.



**Figura 2.10.** Tomacorriente del sonido.  
Fuente: El autor.



**Figura 2.11.** Alimentación en toma de agua.  
Fuente: El autor.

**b) Pabellón Insertarium.-** El cableado de los circuitos eléctricos se encuentran sin protección, es decir, distribuidos sin criterio técnico y adicionalmente los empalmes del conductor están expuestos, con el peligro de que se produzca un corto circuito, como se indica en la figuras 2.12.



**Figuras 2.12.** Conductores de circuitos eléctricos en el tumbado del local Insertarium.  
Fuente: El autor.

Otra novedad de este pabellón, es el sistema de iluminación que no permite apreciar con claridad la exposición de los atractivos de este lugar, como se puede observar en la figura 2.13.



**Figura 2.13.** Sistema de iluminación en el local (pabellón) Insertarium.  
Fuente: El autor.

**c) Pabellón del sol.-** En esta área se encuentra sin protección los circuitos eléctricos de tomas corriente y de iluminación según figura 2.14, el

centro de carga está sin los breakers, estos elementos actuarían en caso de un corto circuito.



**Figura 2.14.** Centro de carga en el pabellón del sol.  
**Fuente:** El autor.

Adicionalmente, la alimentación al centro de carga se encuentra expuesta, dentro de una caja insegura sin su respectiva tapa, también se observa el cable conductor sin su respectivo aislamiento en los empalmes como se indica en la figura 2.15.



**Figura 2.15.** Caja de paso que alimenta al centro de carga dentro del pabellón del sol.  
**Fuente:** El autor.

**d) Edificio Monumento Ecuatorial.-** El sistema eléctrico, data desde 1980 consecuentemente, las técnicas utilizadas en aquel tiempo fueron apropiadas para la época, sin embargo, en la actualidad con el desarrollo tecnológico y científico, se vuelve imprescindible ajustar el sistema eléctrico a las nuevas técnicas para asegurar un adecuado y correcto funcionamiento del mismo y abastecer de energía eléctrica a cada uno de los pisos que conforman el monumento y evitar de esta manera conexiones empíricas como se puede notar en la figura 2.16.



**Figura 2.16.** *El neutro del circuito conectado a la estructura metálica.*  
**Fuente:** *El autor.*

Dentro del edificio, el centro de carga secundario quién dispone de 4 breakers principales, de aquí se deriva al ascensor, a los circuitos de iluminación y de fuerza (toma corrientes). Este centro de carga figura 2.17 ha colocado hace poco tiempo, sin embargo, tiene algunas novedades técnicas que se explican a continuación.



**Figura 2.17.** *Centro de carga secundario dentro de edificio museos ecuatorial.*  
**Fuente:** *El autor.*

El cable de alimentación de acuerdo a la figura 2.18, fue cortado y empalmado en las tres fases del circuito para ingresar primero al centro de carga secundario que se colocó y luego se empalma en el centro de carga antiguo para continuar con el servicio de energía. Aquí al neutro de este centro de carga no realiza el mismo procedimiento que en las tres fases; Lo que produce el efecto que en las figuras 2.19, 2.20 y 2.21 se ilustrará más adelante.



**Figura 2.18.** *Empalme en las tres fases visto en la caja de paso que alimenta al centro de carga secundario del edificio museo ecuatorial*

**Fuente:** *El autor.*

El centro de carga se encuentra alimentado de la cámara norte Inatra de 160 kVA, aquí se observa que en la barra de neutro existe un retorno de una fase L1, es decir, ésta fase se estaba yendo a tierra.

Cuando se mide entre la barra del neutro y la fase L1 de este centro de carga se observa que da un valor no esperado; la barra del neutro con un conductor de aluminio, sin aislamiento es alimentado de la barra del neutro del tablero antiguo.

Al realizar las mediciones para la conexión del analizador de calidad de energía Fluke 435, se toma las medidas de voltaje y corriente entre sí.

\*\*) - En primer lugar, se toma los voltajes entre fases.- Las fases L1 y L2 dan un valor de 220.0 V, las fases L1 y L3 dan un valor de 221.3 V y las fases L2 y L3 dan un valor 221.0 V.

\*\*) - En segundo lugar, se toman los voltajes entre fases y el neutro.- Si no hubiera existido novedades se esperaba un voltaje de 121 V, dentro del valor nominal, más el rango de variación en positivo y negativo de la zona rural 13%; pero para este caso, la medición es:

- Entre la fase L1 y el Neutro da un valor de 10.7 V, se expone en la figura 2.19, dando a entender que es un punto común.



**Figura 2.19.** *Medición del voltaje entre la fase L1 y el neutro.*  
**Fuente:** *El autor.*

- El valor del voltaje entre la fase L2 con el neutro es de 208.2 V, es expuesta en la figura 2.20, permitiendo razonar que son de fase diferente.



**Figura 2.20.** *Medición del voltaje entre la fase L2 y el neutro.*  
**Fuente:** *El autor.*

- Entre la fase L3 y el neutro tenemos un voltaje de 212.2 V, esto es ilustrado en la figura 2.21, que nos indica que son de fases diferentes.



**Figura 2.21.** *Medición del voltaje entre la fase L3 y el neutro.*  
**Fuente:** *El autor.*

Lo expuesto en las tres figuras 2.19, 2.20 y 2.21, nos dan a entender que no tenemos neutro en este centro de carga, pese a estar conectado con un cable de aluminio desnudo al centro de carga antiguo que se encuentra en el frente.

Lo que sucedió es que el conductor de aluminio estaba roto en ese corto trayecto y el voltaje que se media era la fase L1 que se cerraba el circuito de los elementos de control de este centro de carga.

Como el neutro de todo el edificio no se había movido del tablero antiguo no causaba efecto alguno en las instalaciones del edificio.

\*\*)- En tercer lugar se toma las mediciones de las corrientes de todas las fases y del neutro.

**e) En las cámaras de transformación.-** Se observa una falta de mantenimiento desde mucho tiempo atrás, según figura 2.22. Este mantenimiento técnico y de limpieza realizó el personal de la Empresa Eléctrica Quito. Para que realicen este trabajo, se solicita una cotización, luego de previa coordinación se ejecuta los términos acodados.



**Figura 2.22.** *Falta de limpieza y de mantenimiento técnico.*  
**Fuente:** *El autor.*

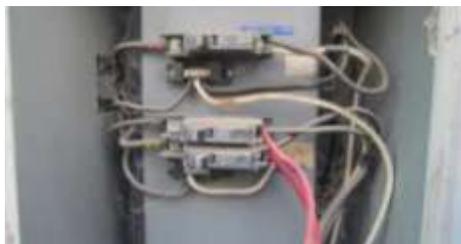
Para ejecutar este trabajo, se toman mediciones de voltaje, corriente, de conductividad del conductor, resistencia de devanados, resistencia de aislamiento; además se realiza pruebas de resistencia óhmica de la malla de puesta a tierra. Del análisis, se detectó que el cable que se alimenta por el suelo desde el poste de la calle Concejo Provincial a la cámara de transformación Inatra 25603 de 160 kVA tiene un corto circuito, como se observa en la figura 2.23.



**Figura 2.23.** Conductor de alimentación a cámara Inatra 25603 de 160 kVA.

*Fuente: El autor.*

**f) En los centros de carga principales.-** El descuido de las cajas de medidores resalta a la vista en su mayoría los centros de carga según figura 2.24. También se puede observar en las figuras 1.6 en el tablero de control del circuito de iluminación cercano a la cámara de transformación Inatra 25603 de 160 kVA. En la figura 1.5 se encontró ropa encima del centro de carga de control de iluminación que alimenta a la cámara de transformación Transunel de 150 kVA, en las figuras 1.9 y 1.10 se enuncia que los centros de carga tienen mucha basura, entre otras cosas. Esto nos indica que no se ha realizado una limpieza, ni el mantenimiento en los contactos de los centros de carga principales en mucho tiempo.



**Figura 2.24.** Breakers de los centros de carga principales.

*Fuente: El autor.*

**g) Tomas corriente y lámparas de iluminación.-** Se encontró aparatos en condiciones no adecuadas de funcionamiento, estos elementos han trabajado desde su inauguración, lo que ha terminado con las condiciones de funcionamiento como se puede observar en la figura 2.25 y 2.26.



**Figura 2.25.** Toma corriente.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 2.26.** Boquilla E27 de iluminación.  
**Fuente:** El autor.

### **2.3.- MEDICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.**

La medición del sistema puesta a tierra es indispensable e importante, esto permitirá comparar la resistencia de disipación, es una forma en las instalaciones eléctricas de obtener un nivel seguro para las personas y los equipos [17].

En un sistema de puesta a tierra existente, se debe medir la resistencia de disipación en la puesta a tierra.

#### **2.3.1.- Medición de la resistencia de disipación.**

Se considera en el sistema de tierra existente, la medición directa de puesta a tierra y los valores obtenidos confrontar con valores existentes y normalizados, donde garantice la efectividad del sistema de puesta a tierra construido en el año 1980 para la cámara con transformador marca Transunel, y en el año 2002 para la cámara con transformador marca Inatra.

En la cámara de transformación 20405 de 150 kVA, describe gráficamente la medición de la resistencia a tierra colocando los electrodos en línea recta a una misma distancia entre ellos, y a una misma profundidad, obteniendo el siguiente resultado: 5.35  $\Omega$ -m. Ver tabla 2.29. Las mediciones dependerán de la distancia entre electrodos y del contacto de estos con la tierra.



**Figura 2.27.** Medición de Resistencia tierra en la cámara de transformación 20405 de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.



**Figura 2.28.** Primer valor de Resistencia tierra cámara de transformación 20405 de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.



**Figura 2.29.** Segundo valor de Resistencia tierra cámara de transformación 20405 de 150 kVA.

**Fuente:** El autor.

RESISTENCIA DE DISIPACIÓN A TIERRA			
1er VALOR	2do VALOR	Promedio	
2,1	8,6	5,35	$\Omega$ -m

**Tabla 2.29.** Promedio de resistencia de disipación a tierra en la cámara de transformación de 150 kVA de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

**Fuente:** El autor.

Para este análisis el valor requerido por la Empresa Eléctrica Quito, la resistencia es de 5 ohmios según la guía para diseño parte A pg. (112 de 154) del sistema de puesta a tierra, es aceptable para redes de instalaciones subterráneas [7].

En la cámara de transformación 25603 de 160 kVA, también se ha realizado la medición de la resistencia, se toma con los electrodos colocados en línea recta a una misma distancia entre ellos, y a una misma profundidad.

Se determina que el valor de medición es superior a lo permitido, el mismo que es equivalente a: 22.095  $\Omega$ -m.



**Figura 2.30.** Primer valor de Resistencia tierra cámara de transformación 25603 de 160 kVA.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 2.31.** Segundo valor de Resistencia tierra cámara de transformación 25603 de 160 kVA.  
**Fuente:** El autor.

RESISTENCIA DE DISIPACIÓN A TIERRA			
1er VALOR	2do VALOR	Promedio	
15,38	28,81	22,095	$\Omega$ -m

**Tabla 2.30.** Promedio de resistencia de disipación a tierra en la cámara de transformación de 160 kVA en la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

**Fuente:** El autor.

En la Empresa Eléctrica Quito, el valor de la resistencia aceptable para redes e instalaciones subterráneas es 5 ohmios, [7]. Para este análisis, de acuerdo a la guía para diseño parte A del sistema de puesta a tierra es un valor de resistencia muy alto.

#### 2.4.- ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA ELÉCTRICA.

De los valores recogidos se puede apreciar que el nivel de eficiencia de energía de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo no está en los parámetros permitidos por el CONELEC, que son nivel de voltaje,

perturbaciones de voltaje, factor de potencia [6] [18]. Existe una serie de novedades técnicas que se encuentran fuera de cualquier norma y fuera de cualquier nivel de seguridad [6] [10].

De los niveles de seguridad de voltaje, se observa el nivel de flicker fuera de los valores permitidos, después de revisar el Reglamento Sustitutivo Sistema Eléctrico con decreto ejecutivo No. 796 y de registro oficial No. 150, ordena suspender el servicio hasta que se elimine el problema, es decir, que el distribuidor está con la potestad de suspender el servicio a los consumidores que produzcan perturbaciones; en definitiva las instalaciones de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, el transformador de 150 kVA tiene 23.97 % en la línea 1; el 20.06% en la línea 2; y el 21.59 % en la línea 3. En el transformador de 160 kVA, tenemos: el 23.38 % en la línea 1; el 28.36 % en la línea 2, el 23.457 % en la línea 3, se encuentran fuera del rango permitido.

El decreto ejecutivo No 2713 con registro oficial No. 598 en su artículo 27 en cargos por bajo factor de potencia, resalta previa notificación podrá suspender el servicio eléctrico si se encuentra por debajo de los límites, hasta que el consumidor adecue sus instalaciones. Además indica que:

*“Aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0.92 y el factor de potencia registrado.*

*Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0.60, el distribuidor, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite”<sup>13</sup>.*

Si observamos en la tabla 2.26 del transformador de 150 kVA y en la tabla 2.28 del transformador de 160 kVA el factor de potencia está por debajo del 0.60. El 91.03314% del primero y el 96.24486% del segundo, de acuerdo al decreto de codificación del reglamento de tarifas eléctricas emitidas por el

---

<sup>13</sup>Tomado del sitio web [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC- Codificación Reglamento de Tarifas, Vigencia 2002 Mayo 17 - Decreto Ejecutivo No. 2713 de 07 de Junio de 2002 – R.O. No. 598, Establece normas y procedimientos que se emplearán para fijar la estructura, cálculo y reajuste de las tarifas aplicables al consumidor fina; 14/05/2013 Pg. 13 y 14, [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=11](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=11).

CONELEC, el distribuidor está en condiciones de suspender el servicio hasta que sea corregido.

Por ende, la calidad de producto (nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje, factor de potencia) de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, está por debajo del límite permitido.

## **CAPÍTULO III**

### **ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL COMPLEJO TURÍSTICO.**

De los resultados obtenidos a través del análisis técnico, explicado en el capítulo dos, se ha establecido alternativas de solución.

El sistema de puesta a tierra refiere a la importancia de tener un circuito de tierra eficaz, adecuado, que permita identificar la diferencia de la conexión a tierra en sistemas con neutro, tierra y tierra pararrayos; y al no contar el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, con este tipo de conexiones indispensables para el normal funcionamiento; es preciso que las autoridades adopten las medidas necesarias para dar solución inmediata a cada caso: pararrayos; conexiones a tierra de centros de carga; de circuitos en general; con la finalidad de salvaguardar la seguridad de las instalaciones y de los equipos, y en particular proteger la vida de sus visitantes y del personal.

Para ejecutar estos trabajos se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Re diseño del sistema eléctrico.
- Realizar y utilizar los resultados de las mediciones de resistividad, para determinar el sector(s) donde debe ser localizada las conexiones a tierra,

En el análisis de los transformadores se describe el mantenimiento y toma de valores efectuados por la empresa eléctrica Quito y se relaciona con el tipo de uso.

#### **3.1.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PARARRAYOS.**

Dentro de este análisis es preciso citar, la importancia que se obtiene al realizar la puesta a tierra de los elementos energizados y elementos no energizados, por lo que es necesario que las conexiones de partes sin corriente

como son: los armazones de equipos industriales, domésticos, deben estar siempre a un potencial de tierra; y en tal caso, se debe establecer un punto de descarga para las carcassas y armazones [17].

Si fallara el aislamiento de los conductores en su instalación eléctrica es necesario que éste sea descargado en el sistema de conexión a tierra, ya que es el sistema de seguridad más importante para el cuidado de todas sus instalaciones equipos y la vida en particular.

El sistema de tierra proporciona un método seguro, efectivo para controlar y disipar las sobretensiones y sobre corrientes resultantes [19]. Posee un propósito específico la conexión a tierra, que es la siguiente.

- Seguridad de las personas.
- Disipación de las descargas atmosféricas.
- Intervenir las sobretensiones durante los transitorios.

Este análisis se realiza para los mecanismos (materiales) certificados por el Instituto Portugués de calidad (IPQ), la segunda edición de la norma NP 4426 "Protección de estructuras y de zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo ionizante no radioactivo" que, es equivalente a la norma francesa NF C 17-102 y la española UNE 21186, con las normativas europeas de protección con puntas simples y mallas.

Para obtener un mejor sistema de puesta a tierra, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Determinación de los parámetros.
- Diseño.
- Análisis de comportamiento.
- Topología.
- Materiales y cantidades de obra.
- Ejecución de obra.
- Mediciones y comprobación.
- Detalles finales.

Para este análisis, partimos de un esquema generalizado, el que esta constituido por mallas de tierra interconectadas, para una mejor disipación

con dispositivos adecuados al efecto de sobre tensión.

### 3.1.1.- Determinación de los parámetros.

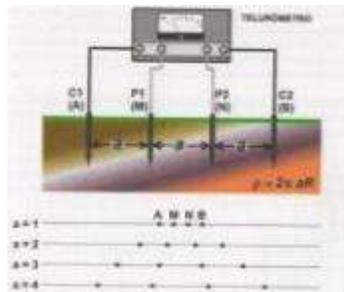
Define, establece parámetros de temperatura, tensión, corriente, con el objetivo de contrarrestar tensiones de paso, toque, transmisión en ambientes de seguridad permitidos.

### 3.1.2.- Medición de la resistividad aparente del terreno.

Para la resistividad se parte del supuesto de que el terreno debe ser homogéneo, y el método más conocido y utilizado para dicho cálculo es el método Wenner [17].

a) **Método de Wenner.**- El método consiste en inyectar una corriente conocida por los electrodos de prueba C1 y C2. Entre los electrodos de prueba P1 y P2 se mide la diferencia de potencial resultante de la inyección de corriente.

El equipo de medición es un telurómetro de 4 electrodos, los dos electrodos extremos son de inyección de corriente de medida, los dos electrodos del centro son electrodos de medir potencial. Para obtener la tensión se divide la corriente entre los electrodos más cercanos, con los electrodos más lejanos, para obtener un valor de resistencia.



**Figura 3.1.** Método de Wenner-Medición de la resistividad aparente del terreno.

**Fuente:** [17] Tierras-Soprote de la seguridad eléctrica, Favio Casas Ospina, Bogotá 08 de 2008 Pg. 209.

**b) Resistividad del suelo.-** Se define como la composición física del suelo, al interior de un sitio de prueba, en la ecuación 3.1; se representa matemáticamente la resistividad, en algunos equipos de medida tienen incorporado esta ecuación, mientras otros se deben calcular.

$$\rho = \frac{2\pi R}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{a}} \cong 2\pi a R \Omega.m \quad (3.1)$$

**Ecuación 3.1.** Método de Wenner - Medición de la resistividad aparente del terreno  
**Fuente:** [17] Tierras-Soporte de la seguridad eléctrica, Favio Casas Ospina, Bogotá 08/2008 Pg. 209.

Donde:

$\rho$  = Resistividad aparente del suelo,  $\Omega.m$ .

$R$  = Resistencia medida por el telurómetro del volumen del suelo,  $\Omega$ .

$a$  = Distancia entre electrodos, m.

$\pi = 3.141592654$

El suelo depende de la constitución física, de la humedad y de la temperatura, por lo que los valores de resistividad cambian de acuerdo al tipo del suelo como se puede ver en la tabla 3.1.

Valores típicos de resistividad de los terrenos	
Tipo de suelo	Resistividad OHM-m
Húmedo o suelo orgánico	10 50
Cultivo arcilloso	100
Arenoso húmedo	200
Arenoso seco	1000
Con guijarro y cemento	1000
Rocoso	3000
Roca compacta	10000

**Tabla 3.1.** Valores de resistividad del terreno.

**Fuente:** [10] Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas, Vigencia 2002, Pg. 409, editorial Limusa, S.A. de C.V, Segunda edición.

### 3.1.3.- Diseño de toma de tierra.

El diseño define, selecciona, calcula, el tipo y cantidad de electrodos, la profundidad de enterramiento del sistema, el calibre y longitud del conductor [17].

Por ello, al realizar el diseño de la resistencia eléctrica de la toma de tierra

es necesario empezar midiendo aislado de todo elemento de naturaleza conductora la resistencia de la toma de tierra, incorporando un registro de inspección, para tomar en cuenta el grado de humedad del terreno, en el caso de necesitar reducir la resistencia de tierra se debe usar los compuestos mejoradores de tierra, como se observa en la figura 3.2 y 3.3.



**Figura 3.2.** *Mezcla de GEM.*

**Fuente:** *El autor.*



**Figura 3.3.** *Suelo con mejorador de tierra.*

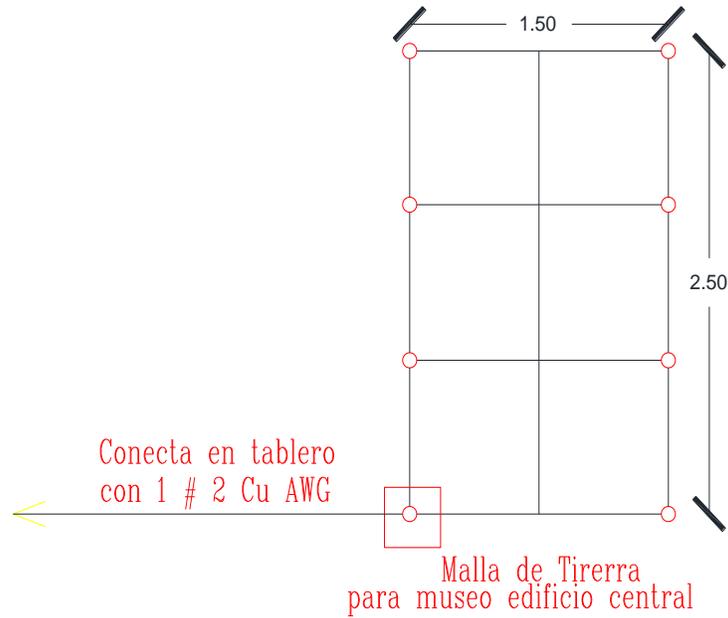
**Fuente:** *El autor.*

Además de conocer la resistividad del terreno, se debe conocer las diferentes acometidas enterradas de las instalaciones eléctricas o si fuera el caso de gas para separar la distancia necesaria en cada situación. Si se encontraran tuberías o depósitos de agua enterrados, se debería unir a la toma de tierra equipotencialmente.

De acuerdo a la resistividad del terreno se debe utilizar los electrodos. Para obtener una resistencia de puesta a tierra adecuada.

#### **3.1.4.- Puesta a tierra en redes de distribución mediante malla.**

El empleo de electrodos profundos distribuido mediante un conductor conectado en forma de malla es indispensable si la resistividad de la superficie es elevada, por lo que, es fundamental que la impedancia de la toma de tierra no sea elevada.



**Figura 3.4.** Puesta a tierra en malla.  
Fuente: El autor.

El material que conectaría la malla de tierra de la red de distribución a utilizar, se describe en la tabla 3.2, en base a la figura 3.4.

LISTA DE MATERIALES-MALLA TIERRA				
REF.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1	c/u	Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1800 mm (5/8 x 71").	Nota 1	8
2	c/u	Suelda exotérmica	Nota 1	12
3	c/u	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H".	Nota 2	1
4	m	Cable de Cu, desnudo, cableado suave.	Nota 3	35

**Tabla 3.2.** Detalle de Materiales para la toma de malla a tierra.

**Fuente:** [9] *Manual de estructuras, MINISTERIO Electricidad y Energía Renovable, Vigencia 2013/01/04 Pg. 444, [Las cantidades ingresada en la plantilla son incluidos por: El autor].*

Nota 1.- La cantidad de varilla dependerá de la humedad del terreno. Esta conexión debe estar unida con suelda exotérmica.

Nota 2.- Si soldamos con la suelda exotérmica no es necesario utilizar un conector.

Nota 3.- La cantidad del conductor número 2 AWG, 1/0 AWG, 2/0 AWG, 4/0 AWG, depende de las dimensiones de la malla. Para el caso, tomamos en

cuenta los 2.5 metros de longitud multiplicada por 3 metros y 1.5 multiplicado por 4 metros más 10 metros del ingreso hasta el centro de carga.

Cuando la lista de materiales se ha obtenido, se procede a realizar la obra civil y sus respectivas conexiones, como podemos observar en la figura 3.5 y 3.6.



**Figura 3.5.** Obra civil, construcción de malla tierra.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 3.6.** Suelda exotérmica.  
**Fuente:** El autor.

Cuando se realiza este tipo de tomas de tierra es preciso aislar hasta que suba la tensión y sea necesaria una descarga equilibrada al unir los circuitos con protectores de aislamiento como el AT – 050k.

**Vía de chispas para unión de tomas de tierra.-** Es recomendable unir todas las tomas de tierra, la tierra de la red general, como las tierras del sistema de protección contra rayos. De esta forma se evitan importantes problemas de acoplamientos entre las tomas de tierra [20]. En estos casos el AT-050K figura 3.7 es uno de los medios adecuados para conectar las diferentes tomas de tierra.



**Figura 3.7.** Vía de chispas para unión de tomas de tierra AT\_050K.  
**Fuente:** [20]Catálogo en español de Aplicaciones Tecnológicas, vía de chispas para uniones de tomas de tierra, Tomado 2013/11/19 Pg. 269 - <http://at3w.com>.

Las características y dimensiones del elemento de unión equipotencial para unión de tomas de tierra se especifican en la tabla 3.3.

Rango de dimensiones de los conductores					
Referencia	Dimensiones (mm)	Redondo	Pletina	Material	Peso (kg)
AT- 050 K	216 x 57 x 38	Ø 8 - 10 mm (50 - 70 mm <sup>2</sup> )	3 x (30 x 2 mm - 30 x 3,5 mm)	Latón (contacto)	1

**Tabla 3.3.** Descripción del vía de chispas para unión de tomas de tierra.

**Fuente:** [20] Catálogo en español de Aplicaciones Tecnológicas, vía de chispas para uniones de tomas de tierra, Tomado 2013/11/19 Pg. 269 - <http://at3w.com>.

Las características de estos protectores es mantener las tierras del neutro y de pararrayos conectados; en el mercado existen diferentes modelos y marcas de estos protectores y son conocidos también como bobinas de choque, que tienen similares funciones.

**Bobinas de choque.-** Estas bobinas para interconexiones de puestas a tierra, tienen un principio de funcionamiento; ofrecer una baja resistencia casi cero en servicio normal y una alta impedancia, ante impulsos de alta frecuencia que puede circular; esto mantiene la misma potencialidad entre el sistema de puesta a tierra en condiciones de funcionamiento normal.



**Figura 3.8.** Ejemplo de bobina de choque.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 3.9.** Conexión de bobina de choque.  
**Fuente:** El autor.

Se activa uniendo los circuitos de tomas de tierra cuando la tensión crece, permitiendo producir una descarga equilibrada; esto evita que la corriente pase a través de los equipos dentro de las instalaciones internas

En el caso del control de corriente originado por rayos, la coordinación correcta entre la puesta de tierra y el apantallamiento externo es indispensable, ya que el diseño debe dispersar la corriente evitando el daño de los equipos electrodomésticos y otros dispositivos del hogar.

### 3.1.5.- Puesta a tierra en postes de redes de distribución mediante pica.

El empleo de 1 electrodo profundo, como se observa en la figura 3.10 y 3.11 es preciso distribuido mediante un conductor, si la resistividad de la superficie no es muy elevada [9]. Se empleará 2 o 3 electrodos hasta que la impedancia de la toma de tierra haya satisfecho lo requerido [21].

El empleo de 1 a 3 electrodos profundos, distribuido mediante un conductor conectado, es preciso determinar de acuerdo a la resistividad de la superficie.



**Figura 3.10.** Pica de tierra red 28.8 kVA  
**Fuente:** El autor.



**Figura 3.11.** Conexión suelta exotérmica  
**Fuente:** El autor.

El material que se encuentra conectado en la toma de tierra de la red de distribución de 28.8 kV se detalla en la tabla 3.4:

LISTA DE MATERIALES-PICA EN TIERRA				
REF.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1	c/u	Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1800 mm (5/8 x 71").	Nota 1	1
2	c/u	Suelda exotérmica	Nota 1	1
3	c/u	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H".	Nota 2	1
4	m	Cable de Cu, desnudo, cableado suave.	Nota 3	13

**Tabla 3.4.** Detalle de Materiales para la toma a tierra en el bajante de alimentación a la cámara de transformación de 160 kVA.

**Fuente:** [9] Manual de estructuras, MINISTERIO Electricidad y Energía Renovable, Vigencia 2013/01/04 Pg. 444, [Las cantidades ingresada en la plantilla son incluidos por: El autor].

Nota 1.- La cantidad de varilla dependerá de la humedad del terreno. Esta conexión debe estar unida con suelda exotérmica.

Nota 2.- El conector está diseñado para la conexión del conductor número 2 AWG, 1/0 AWG, 2/0 AWG, 4/0 AWG. Si soldamos con la suelda exotérmica no es necesario utilizar este elemento.

Nota 3.- La cantidad de conductor depende del número de varillas (picas) que se usare. Para el cálculo de la cantidad del conductor, tomamos en cuenta los 13 metros de bajante en el poste más el número de varillas que se usare de acuerdo ecuación 3.1.

$$\text{Cantidad} - \text{conductor} = 13 + (n - 1) * 2 \quad (3.1)$$

**Ecuación 3.1.** *Cantidad de conductor, requerido para toma de tierra.*  
**Fuente:** [9], *Manual de estructuras, MINISTERIO Electricidad y Energía Renovable,*  
*Pg. 444, Tomado el 23/11/2013.*

Donde:

*Cantidad – conductor* : Requerido de acuerdo al número de varillas (*m*) .

13:            Constate de acuerdo a la altura de poste (*m*) .

*n*:            Número de varillas (*Cant.*) .

2:            Constante de distancia entre varillas (*m*) .

### **3.1.6.- Conexión a tierra los equipos eléctricos.**

La conexión a tierra propone eliminar los potenciales de toque que podrán poner en peligro la existencia de los seres humanos y de los equipos que se encuentren conectados a ese circuito [9] [20].

Para una buena conexión de tierra la resistencia en cualquier punto de contacto no debe superar los 5 ohmios para redes subterráneas y 25 ohmios para redes aéreas de acuerdo a la Empresa Eléctrica Quito, de la guía para diseño parte A pg. (112 de 154) en el sistema de puesta a tierra. Para ello se debe tener instalado en la Empresa Pública de Turismo una malla de cobre electrolítico, que es de uso exclusivo para el sistema de fuerza en las concentraciones de los centros de carga de cada pabellón.

La puesta a tierra de los equipos electrónicos y de control, consta de una serie de electrodos instalados remotamente al monumento, pabellones, oficinas y los demás locales comerciales.

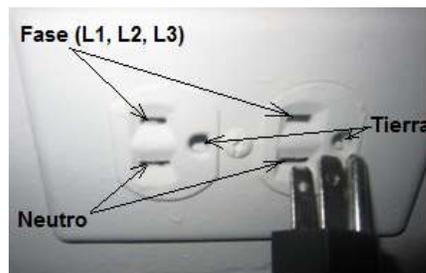
En el interior se instala una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas montada a 0.60 metros sobre nivel de piso terminado, con su respectiva identificación que es de uso exclusivo para el sistema eléctrico.

La resistencia a tierra mínima en este sistema debe ser de 5 ohmios, cuando no se alcanza la resistencia deseada, se instala algún elemento químico descrito en párrafos anteriores para reducir la resistividad del terreno y alcanzar así la resistencia a tierra requerida.

Este sistema sirve para drenar a tierra las corrientes producidas por fugas de corriente, sin mayores daños a personas y equipos eléctricos.

### 3.1.7.- Toma corrientes polarizado (con tierra).

Es un elemento necesario que debe tener toda instalación eléctrica, el toma corriente polarizado figura 3.12 protege tanto a los equipos como a las personas de diferencias de potencial peligroso.



**Figura 3.12.** Toma corriente 110 V polarizado.  
**Fuente:** El autor.

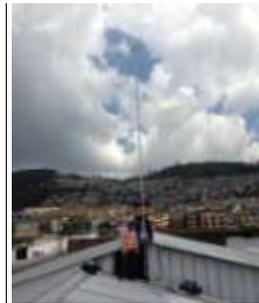
En Baja Tensión el objetivo del sistema de puesta a tierra es proveer seguridad a las personas limitando la tensión de contacto, además proteger las instalaciones, dotando un camino de baja impedancia, este sistema nos ayuda a mejorar la calidad de las señales electrónicas minimizando el ruido electromagnético.

Para obtener una toma de tierra eficaz es fundamental conseguir una baja resistencia de tierra, para esto se debe cumplir con un proceso de realización: usando conductores de la misma sección del circuito que se realiza, como ejemplo el conductor número 10 en: fase, neutro y en tierra o el conductor número 12 en: fase, neutro y en la tierra, esta intervención se realiza para transportar la corriente esperada. Si dentro de los circuitos internos se usare en las tomas con tierra un conductor número 8, la sección del conductor de alimentación tierra desde cualquier punto externo (malla tierra o pica tierra)

hasta el centro de carga debería ser considerado mayor a los usados en los circuitos internos.

### **3.1.8.- Sistema de puesta a tierra de protección atmosférica (PARARRAYOS).**

Este sistema sirve para drenar rápidamente a tierra las corrientes producidas por descargas atmosféricas, sin mayores daños a personas y equipos eléctricos [17] [22].



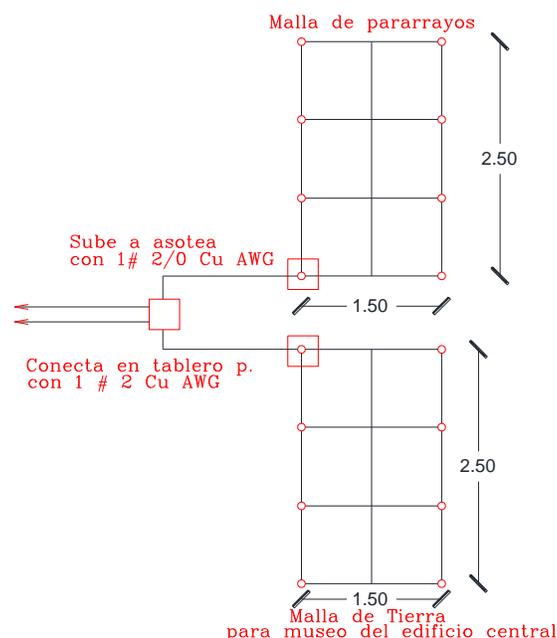
**Figura 3.13.** Pararrayos.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 3.14.** Otra tipo de conexión pararrayos.  
**Fuente:** El autor.

Cuando la resistividad de la superficie es elevada se debe construir una malla metálica igualadora de potencial que esté conectada a tierra con electrodos tipo copperwel de 5/8 de diámetro por 1.80 metros de longitud con recubrimiento de cobre de 254 micras y con cable de cobre desnudo # 2/0 de 19 hilos, representado en la figura 3.15.

La distancia del edificio con respecto al sitio donde se sotierre los electrodos, es recomendable que no sea inferior a 2.50 metros, además se debe tomar en cuenta que se queden totalmente unidas, de los sistemas de tierras para fuerza y de pararrayos, para ello es necesario el uso del elemento vía de chispas o bobinas de choque, para unión de tomas de tierra expuesto anteriormente, la resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, no debe ser mayor a 5 ohmios.



**Figura 3.15.** Toma de tierra para: malla tierra y malla pararrayos.

**Fuente:** El autor.

El material que conectaría en malla de tierra del pararrayos se contabiliza de acuerdo a la tabla 3.5.

LISTA DE MATERIALES-MALLA TIERRA				
REF.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	NOTAS	CANTIDAD
1	c/u	Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1800 mm (5/8 x 71").	Nota 1	8
2	c/u	Suelda exotérmica	Nota 1	12
3	c/u	Conector de aleación de Al, compresión tipo "H".	Nota 2	1
4	m	Cable de Cu, desnudo, cableado suave.	Nota 3	35
5	c/u	Conexión equipotencialidad AT-050K.	Nota 4	2

**Tabla 3.5.** Materiales para construcción: malla tierra y malla de pararrayos.

**Fuente:** [9]Manual de estructuras, MINISTERIO Electricidad y Energía Renovable, Vigencia 2013/01/04 Pg. 444, [Las cantidades ingresada en la plantilla son incluidos por: El autor].

Nota 1.- La cantidad de varilla dependerá de la humedad del terreno. Esta conexión debe estar unida con suelda exotérmica.

Nota 2.- El conector está diseñado para la conexión del conductor número 2 AWG, 1/0 AWG, 2/0 AWG, 4/0 AWG. Si soldamos con la suelda

exotérmica no es necesario utilizar este elemento.

Nota 3.- La cantidad de conductor depende de las dimensiones de la malla. Para el cálculo de la cantidad del conductor, tomamos en cuenta los 2.5 metros de longitud multiplicado por 3, de ancho tenemos 1.5 metros multiplicado por 4 más 10 metros del ingreso y más 30 metros de la altura del edificio.

Nota 4.- Es indispensable que esté aislado de la malla de tierra del sistema general, hasta que suba la tensión y sea necesario unir los circuitos con el dispositivo como es la vía de chispas AT – 050 K, o alguna bobina de choque, son elementos que realizan este trabajo para tener una descarga equilibrada.

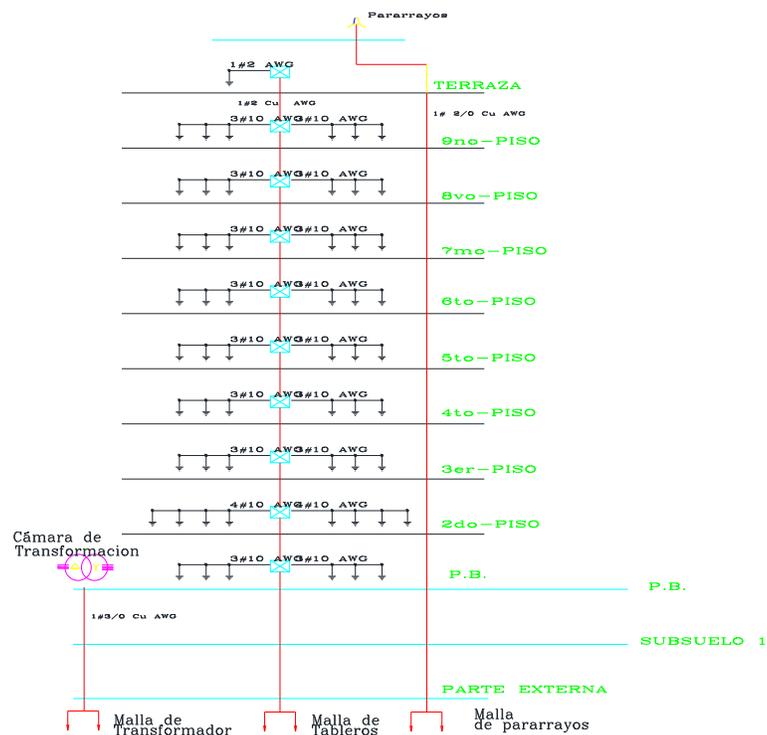


**Figura 3.16.** *Unión de malla tierra de pararrayos con malla tierra de sistema general.*  
**Fuente:** *El autor.*

La conexión de las mallas con vía de chispas para unión de tomas de tierra AT-050K o bobina de choque, figura 3.16, garantiza una conexión con baja resistencia, con el fin de dar el correcto despeje de corrientes elevadas.

### **3.2.- DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS.**

Durante el diseño en el edificio monumento ecuatorial, se debería considerar a la distribución equilibrada de cargas eléctricas, figura 3.17.



**Figura 3.17.** Conexión del sistema energético dentro del sistema malla neutro-tierra y malla tierra-pararrayos.  
**Fuente:** El autor.

En la representación gráfica se explica la distribución de los circuitos de iluminación y tomacorrientes, con su respectiva toma de tierra dentro de los 9 pisos del Monumento de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo. Aquí se representa las conexiones de las mallas de tierra, para una comprensión de mejor manera se exponen las tomas separadas.

Esta es la conexión elemental que se deben aplicar durante toda la instalación en los locales comerciales, pabellones y oficinas.

### 3.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO.

La eficiencia energética en las instalaciones de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo se llega a determinar con un consumo energético de acuerdo a las cargas, en relación a su uso, sin tratar de disminuir la calidad de vida, sino de mantenerla e incluso mejorarla.

### **3.3.1.- Eficiencia y ahorro energético.**

La eficiencia energética se da al minimizar la cantidad de energía utilizada y necesaria para satisfacer la demanda sin afectar su calidad. La eficiencia energética y el ahorro energético conlleva a efectuar un gasto de energía menor del habitual, consiste en reducir el consumo de energía mediante acciones concretas, y conservando el mismo nivel de confort; por ejemplo para remplazar los focos tradicionales por los focos ahorradores, no significa que se ha cambiado los hábitos de consumo sino más por el contrario el consumo energético tiende a disminuir.

Otro ejemplo de eficiencia energética es utilizar un frigorífico o congelador de consumo energético A (de menor consumo) en lugar de un frigorífico o congelador de consumo energético B (el que más consume). No se cambia el patrón de consumo, se sigue congelando lo mismo, sin duda, se consume menos energía.

### **3.3.2.- Ventaja de ahorrar energía eléctrica.**

La principal ventaja del ahorro de energía eléctrica para la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, durante el periodo de este estudio se traduciría en ahorro de recursos económicos, siempre y cuando, se realicen todas las readecuaciones del sistema eléctrico; debido a que las tarifas eléctricas son revisadas cada año, y de acuerdo a la tabla de tarifas eléctricas del CONELEC si el nivel de tensión está en el rango de 0 a 300(kWh) el valor fijado es 0.061 USD/kWh; si por el contrario dicho nivel se encuentra por encima de este rango su valor sube a 0.084 USD/kWh.

### **3.3.3.- Principales tipos de medidas de eficiencia y ahorro energético.**

Se optará por tomar medidas para lograr la eficiencia energética y el ahorro, donde se pueda especificar en función de su temática en:

**Medidas con carácter tecnológico.-** La eficiencia energética como carácter tecnológico, se enfoca en disminuir el consumo energético a través de

la mejora o cambios de equipos o aparatos eléctricos por otros más eficientes.

**Medidas para un consumo responsable.-** La eficiencia energética como parte del consumo responsable, fomenta una cultura y pautas para el ahorro energético.

**Medidas instrumentales.-** La eficiencia energética dentro del carácter instrumental, adopta medidas económicas, normativas, fiscales y de gestión.

### **3.4.- AUDITORIA A LOS TRANSFORMADORES.**

En las cámaras de transformación es preciso estudiar el grado de utilización de estos equipos en su instalación o lugar de operación, incluyendo la calidad de su funcionamiento y las posibles técnicas de control si existieran. De no tener, es preciso observar a que se debe el buen funcionamiento de estos equipos.

Adicionalmente, puede ser interesante realizar un estudio acerca de la utilización, del cuidado dispuesto por la administración de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo; además, prestar atención a la inclusión o no de un cronograma de mantenimiento, sin embargo, hasta la presente fecha el accionamiento y ejecución de un programa de trabajo cuyo interés particular no ha sido del todo eficiente.

#### **3.4.1.- Introducción a los transformadores eléctricos.**

Es un elemento fundamental que no tiene partes móviles, se transfiere la energía eléctrica de un circuito a otro bajo el principio de inducción electromagnética, dentro del proceso de transformación, por lo general, realiza con cambios en los valores de voltajes y corrientes [23].

Es necesario el uso de los transformadores debido a que la energía se trasmite en varios kilómetros, los voltajes usados en transmisión no son usados en distribución, tiene la función de reducir a distintos niveles

manteniendo en valores adecuados para diferentes aplicaciones.

La relación del transformador elevador, quien recibe la potencia eléctrica a un valor de voltaje y entrega a un valor más elevado. Por otra parte, el transformador reductor recibe la potencia a un valor alto de voltaje y entrega a un valor bajo.

### 3.4.2.- Análisis de los datos recogidos y estudio de soluciones posibles.

Basado y fundamentado en la tabla de mediciones efectuadas por un lado por la Empresa Eléctrica Quito, y por otro por las regulación 004/01 emitida por el CONELEC, se concluye que los dos transformadores se encuentran en el Taps 5, se encuentran en buen estado. Ver anexo 2 Informe de actividades desarrolladas, mantenimiento cámara de transformación, Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

### 3.4.3.- Datos del consumo energético en el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.

Los valores expuestos en la tabla 3.6, contienen las mediciones realizadas con el analizador de calidad fluke 435, antes de efectuar el mantenimiento preventivo, de lo que se desprenden los valores mínimo, máximo, mediana y el promedio para cada transformador.

POTENCIA APARENTE TOTAL						
	Transunel 150kVA			Inatra 160kVA		
	VA	kVA	%	VA	kVA	%
MÍNIMO	10000	10	6,667	0	0	0,000
MÁXIMO	98000	98	65,333	98000	98	61,250
MEDIANA	37800	37,8	25,200	24000	24	15,000
PROMEDIO	37381,9	37,3819	24,921	32930,92	32,93	20,582

**Tabla 3.6.** Detalle en porcentaje de la potencia total aparente de cada transformador.

**Fuente:** El autor.

#### a) En el transformador N° 1 de 150 kVA.-

1.- La potencia de consumo que este equipo soporta es de 6.667% como mínimo y el 66.333% como máxima, el promedio de acuerdo al valor

calculado es de 24.921%.

2.- Si sumamos las cargas de los dos transformadores con el fin de llegar a establecer la potencia: mínima 10 kVA, la potencia máxima 196 kVA; la carga que soportan los dos transformadores es baja; por lo tanto en sistema eléctrico de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, puede soportar con un solo transformador.

En porcentajes tenemos la potencia mínima que es 6.667%, la potencia máxima es de 130.667%; la potencia promedio es de 46.875%, donde trabajaría el transformador de 150 kVA.

**b) En el transformador No. 2 de 160 kVA.-**

1.- Quién alimenta al Monumento Ciudad Mitad del Mundo, el consumo que soporta es el siguiente. Dentro de la potencia mínima que se contabiliza es el 0% y el máximo llegando hasta el 61.25%, el valor de promedio de análisis tenemos de 20.582%.

2.- De la suma de las cargas de los dos transformadores se establece, como se redacta en el párrafo anterior, que la potencia que soportan los dos transformadores es bien baja y que la carga puede soportar uno de los dos transformadores.

Los valores determinan la potencia mínima que es 6.250%, la potencia máxima es de 122.500%; la potencia promedio es de 43.946%, donde trabajaría el transformador de 160 kVA, los valores de los dos transformadores se observa en la tabla 3.7.

CÁLCULO DE LA POTENCIA T1 y T2 APARENTE TOTAL CON CADA UNO DE LOS 2 TRANSFORMADORES						
	Transunel 150kVA			Inatra 160kVA		
	$\Sigma(T1 \text{ "150kVA"}+T2 \text{ "160kVA"})$			$\Sigma(T1 \text{ "150kVA"}+T2 \text{ "160kVA"})$		
	VA	kVA	%	VA	kVA	%
MÍNIMO	10000	10	6,667	10000	10	6,250
MÁXIMO	196000	196	130,667	196000	196	122,500
MEDIANA	61800	61,8	41,200	61800	61,8	38,625
PROMEDIO	70312,82	70,313	46,875	70312,82	70,313	43,946

**Tabla 3.7.** Deducción en porcentaje de la carga que soportaría si trabajaría con un transformador.

**Fuente:** El autor.

### b) Detalle del consumo energético.-

El consumo energético es evaluado en un tiempo determinado, para nuestro caso, los valores tomados en el análisis de calidad durante los 7 días son expuestos a continuación en la tabla 3.8.

ENERGÍA APARENTE TOTAL MEDIA				
	Transunel 150kVA	Inatra 160kVA	$\Sigma (T1+T2)$	T1+T2
	VA/h	VA/h	VA/h	kVA/h
MÍNIMO	5000	2000	7000	7
MÁXIMO	6691000	4500000	11191000	11191
MEDIANA	3522000	2211500	5733500	5733,5
<b>PROMEDIO</b>	<b>3440756,1</b>	<b>2228498,5</b>	<b>5669254,6</b>	<b>5669,255</b>

**Tabla 3.8.** Detalle de la energía aparente de cada transformador, en los días que se realizó la medición del análisis de calidad de energía.

**Fuente:** El autor.

#### 3.4.4.- Característica constructiva de las cámaras de transformación.

**Transformador de 150 kVA.-** De marca Transunel con procedencia Francés, número de serie 20132 y suministro 20405, fue construido en el año de 1980, la carga que soporta este equipo es de 27.7 kVA, y está ubicado en el lado sur del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo.

En la figura 3.18, se observa la placa del transformador, para apreciar de mejor manera, se describe en la tabla 3.9.



**Figura 3.18.** Placa del transformador de 150 kVA Transunel.

**Fuente:** El autor.

Placa característica del Transformador					
TRANSUNEL					
ALSTHOM-UNELEC					
USINES: LE PETIT QUEVILLY - SEINE MARITIME - FRANCE					
Transformador	3	Fases	6	~	
N°	P13 598 S	Tipo		Año	1980
De acuerdo con					
<b>Potencia Nominal</b>	<b>150</b>	kVA	Nivel de aislamiento	B1L12	kV
Diagrama vectorial		D y n 5	-	Y y n 6	
<b>Tensión del primario</b>	<b>13.2 / 22.80</b>	kV	<b>Tensión del secundario</b>	<b>210 - 121</b>	V
<b>Corriente del primario</b>	<b>6.56 / 3.8</b>	A	<b>Corriente del secundario</b>	<b>412.4</b>	A
Impedancia voltios		3.8	%		
Peso total	622	Kg	Aceite	122	Kg

**Tabla 3.9.** Detalle de la placa del transformador de 150 kVA Transunel.

**Fuente:** Transformador de 150 kVA Transunel (El autor).

**Transformador de 160 kVA.-** de marca Inatra fabricado en Guayaquil Ecuador, número de serie 21473 y suministro 25603, fue construido en el año de 1990, la carga que soporta esta equipo es de 25.48 kVA y está ubicado en el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo en el lado norte.

En la figura 3.19, se observa la placa del transformador, para apreciar de mejor manera se, describe en la tabla 3.10.



**Figura 3.19.** Placa del transformador de 160 kVA Inatra.

**Fuente:** El autor.

Placa característica del Transformador										
INATRA										
INDUSTRIA ANDINA DE TRANSFORMADORES Cía. Ltda.										
FABRICADO EN GUAYAQUIL - ECUADOR						Norma	ANSI C57			
<b>Potencia Nominal</b>	<b>160</b>	kVA	año	1990	Hz	Nivel aislamiento	130	kV		
Numero de fases	3		Frecuencia	60		Clase de aislamiento	A.0			
<b>Tensión del primario</b>	<b>13.2 / 22.86</b>	kV	<b>Tensión del secundario</b>	<b>210 - 121</b>	V	Conexión	DY5			
<b>Corriente del primario</b>	<b>6.99 / 4.04</b>	A	<b>Corriente del secundario</b>	<b>440</b>	A	Refrigeración	0.A			
		Aceite		mineral						
Peso total	860	Kgr	Vol. Aceite	191	Litro	Altitud operación	3000	msnm		

**Tabla 3.10.** Detalle de la placa del transformador de 160 kVA Inatra.

*Fuente:* Transformador de 160 kVA Inatra (El autor).

### 3.4.5.- Pruebas que se realizan a los transformadores.

Estas pruebas son efectuadas a los transformadores y sus accesorios como parte de su mantenimiento [23].

Las pruebas realizadas por mantenimiento son consideradas como básicas, pero también son variadas de acuerdo a la condición y tipo individual de cada transformador. Por ello, existen distintas formas de clasificación y de pruebas en baja, media y alta tensión.

Estas pruebas se pueden agrupar en preliminares, intermedias y finales (de verificación).

**a) Pruebas preliminares.-** En las pruebas preliminares se debe considerar los siguientes aspectos:

- Pruebas de aceite.
- Medición de la resistencia de aislamiento de los devanados
- Determinación de la característica del aislamiento.
- Medición de la resistencia óhmica de los devanados.

**b) Pruebas intermedias.-** Estas pruebas son realizadas en el transcurso de una reparación o en las etapas intermedias de la fabricación, cuando el transformador está desarmado o en el proceso de armado.

En las pruebas intermedias se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Medición de la resistencia de aislamiento de tornillos y herrajes contra el núcleo.
- Pruebas de la resistencia de aislamiento de tornillos y herrajes con voltaje aplicado.
- Pruebas de boquillas por medio de voltaje aplicado.

**c) Pruebas finales.-** Estas pruebas son realizadas después del mantenimiento o terminado de fabricar el transformador, es decir, una vez que está armado totalmente.

En las pruebas finales, se debe resaltar las:

- Pruebas al aceite del transformador.
- Pruebas de la relación de transformación.
- Pruebas del aislamiento por voltaje aplicado.
- Pruebas para la determinación de las pérdidas en vacío y en corto circuito.
- Prueba de aislamiento entre espiras por voltaje inducido.
- Medición de la resistencia de aislamiento.
- Medición de la corriente en vacío y de la corriente de excitación.
- Determinación del desplazamiento de fase de los grupos de bobinas.
- Determinación de las características de aislamiento.

#### **3.4.6.- Trabajos a realizarse de acuerdo a la rutina de mantenimiento.**

El transformador por ser una máquina estática requiere de poco mantenimiento, pero es necesario realizar cierto trabajo en el lugar de operación, este sea predictivo, preventivo o correctivo [23].

Los trabajos de rutina de mantenimiento son los siguientes:

- Maniobras de desconexión y conexión.
- Disposición del equipo de prueba.
- Desconexión y limpieza.

- Prueba de factor de potencia a devanados.
- Pruebas de resistencia de aislamiento (Megger).
- Pruebas de corriente de excitación.
- Pruebas de relación de transformación.
- Pruebas de medición o determinación de impedancia.
- Pruebas al aceite.
- Pintura.
- Pruebas de operación y control.
- Revisión y limpieza de los gabinetes de control.

### 3.4.7.- Pruebas realizadas de acuerdo a la rutina de mantenimiento de la Empresa Eléctrica Quito

De acuerdo al informe presentado el 28 de agosto del 2013, por el Ingeniero Gonzalo Bravo B., jefe del departamento de construcción de redes, funcionario de la Empresa Eléctrica Quito; luego de haber efectuado el mantenimiento preventivo, certifica que los dos transformadores se encuentran en buen estado. Ver anexo e informe de actividades desarrolladas del mantenimiento de cámaras de transformación, Empresa Pública Ciudad Mitad del Mundo; de allí, se extrae datos relevantes:

a) La resistencia de los devanados en el transformador Transunel 150 kVA, se encuentran explicados en la tabla 3.11.

Transformador de 150kVA Transunel							
RESISTENCIA ENTRE BORNES Y DE DEVANADOS							
Tap: 3				T°m 20			
AT	H1 - H2 51,2 Ω	H1 - H3 51,2 Ω	H2 - H3 51,2 Ω	H1 - H2 Ω	H1 - T Ω		
BT	X0 - X1 2,7 mΩ	X0 - X2 2,5 mΩ	X0 - X3 2,6 mΩ	X1 - X2 5,7 mΩ	X2 - X3 5,0 mΩ	X1 - X3 5,3 mΩ	

**Tabla 3.11.** Detalle de la resistencia entre bornes y de los devanados, T1- 150 kVA.

**Fuente:** Informe de actividades desarrolladas del mantenimiento en la cámara de transformación Transunel 150 kVA, emitido 28/08/2013.

En el análisis de los voltajes realizados, evaluado con 121 V en vacío, los resultados esperados concluyen que los voltajes del transformador en cuestión están en excelentes condiciones, como se puede ver en la tabla 3.12.

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN-SECUENCIA DE FASE-						
GRUPO DE CONEXIÓN DY5						
Voltaje de alimentación: 121 V en vacío						
TAP	H1	R/T	H2	R/T	H3	R/T
1	23939	197,840	23937	197,830	23935	197,810
2	23369	193,130	23368	193,120	23365	193,100
3	22798	188,410	22796	188,400	22794	188,380
4	22236	183,770	22235	183,760	22233	183,740
5	21658	178,990	21657	178,980	21654	178,960

**Tabla 3.12.** Detalle del voltaje entre bornes, T1 – 150 kVA.

**Fuente:** Informe de actividades desarrolladas del mantenimiento en la cámara de transformación Transunel 150 kVA, emitido 28/08/2013

Además, de las pruebas realizadas, se desprende el valor de la resistencia de puesta a tierra que es equivalente a 3.5 mΩ, siendo considerado como un valor adecuado para su funcionamiento.

b) En cuanto a las mediciones del transformador Inatra de 160 kVA, la resistencia de los devanados demuestra que existe 4,3 mΩ, como se observa en la tabla 3.13.

Transformador de 160kVA Inatra						
RESISTENCIA ENTRE BORNES Y DE DEVANADOS						
Tap: 1				T <sup>o</sup> m 20		
AT	H1 - H2 44 Ω	H1 - H3 44,2 Ω	H2 - H3 44,4 Ω	H1 - H2 Ω	H1 - T Ω	
BT	X0 - X1 2 mΩ	X0 - X2 2,1 mΩ	X0 - X3 2,3 mΩ	X1 - X2 4,3 mΩ	X2 - X3 4,3 mΩ	X1 - X3 4,3 mΩ

**Tabla 3.13.** Detalle de la resistencia entre bornes y de los devanados, T2 – 160 kVA.

**Fuente:** Informe de actividades desarrolladas del mantenimiento en la cámara de transformación Inatra 160 kVA, emitido 28/08/2013

Del análisis de los voltajes, evaluado con 121 v en vacío los resultados indican que el transformador está en excelentes condiciones, como se puede ver en la tabla 3.14.

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN-SECUENCIA DE FASE-						
GRUPO DE CONEXIÓN DY5						
Voltaje de alimentación: 121 V en vacío						
TAP	H1	R/T	H2	R/T	H3	R/T
1	23939	197,840	23937	197,830	23935	197,810
2	23369	193,130	23368	193,120	23365	193,100
3	22798	188,410	22796	188,400	22794	188,380
4	22236	183,770	22235	183,760	22233	183,740
5	21658	178,990	21657	178,980	21654	178,960

**Tabla 3.14.** Detalle del voltaje entre bornes, T2 – 160 kVA.

**Fuente:** Informe de actividades desarrolladas del mantenimiento en la cámara de transformación Inatra 150 kVA, emitido 28/08/2013.

Además, de las pruebas realizadas, se deduce que el valor de la resistencia de puesta a tierra que es de 4.2 ohmios, siendo este valor el adecuado para su funcionamiento.

### 3.4.8.- Equipos principales de transformación.

Finalmente, de lo observado en las cámaras de transformación, y en los equipos principales de distribución, por un lado no existe un programa de mantenimiento y limpieza en circuitos y equipos de conducción eléctrica, como se pueden observar en las figuras 3.20 y 3.21, respectivamente.



**Figura 3.20.** Equipos sin mantenimiento: transformadores de 150 kVA Transunel y 160 kVA Inatra.

**Fuente:** El autor.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Para efectuar el análisis de resultados en forma general, se consideran en primer lugar, los valores obtenidos de las mediciones antes y después del mantenimiento de los dos transformadores, datos comparados con el análisis de calidad realizados con los mismos equipos en pleno funcionamiento en el Hospital Carlos Andrade Marín, valores que nos permitieron constatar y determinar la importancia de poseer un cronograma de control y certificación en el equipo empleado, en segundo lugar, se determina el impacto social y ambiental para el desarrollo normal de las actividades individual y colectivas tanto del personal de la empresa, así como de los propietarios de los diferentes locales comerciales, restaurantes y del público en general. En tercer lugar, se realiza un análisis costo beneficio para la ciudad mitad del mundo al mantener un sistema eléctrico en condiciones adecuadas y dentro de las normas reguladas por ley.

#### **4.1.- ANÁLISIS DE VALORES.**

Los valores de calidad de energía eléctrica fueron realizados el 19 de junio del 2013 en la cámara del transformador de 160 kVA marca Inatra, ubicado al norte del Complejo; el 28 de junio del mismo año en la cámara del transformador de 150 kVA marca Transunel, ubicado al sur del complejo, respectivamente, valores medidos antes de que sea efectuado el mantenimiento preventivo en los dos transformadores.

Por otro lado, una vez concluido el mantenimiento correspondiente, el 03 de octubre del 2013 y el 14 del mismo mes y año, se realiza nuevamente las mediciones en los dos transformadores, como se puede ver en las figuras 4.1 y 4.2 para analizar, comparar dichos resultados y determinar la situación actual del sistema eléctrico de la Ciudad Mitad del Mundo.



**Figura 4.1.** Transformador de 150 kVA.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 4.2.** Transformador de 160 kVA.  
**Fuente:** El autor.

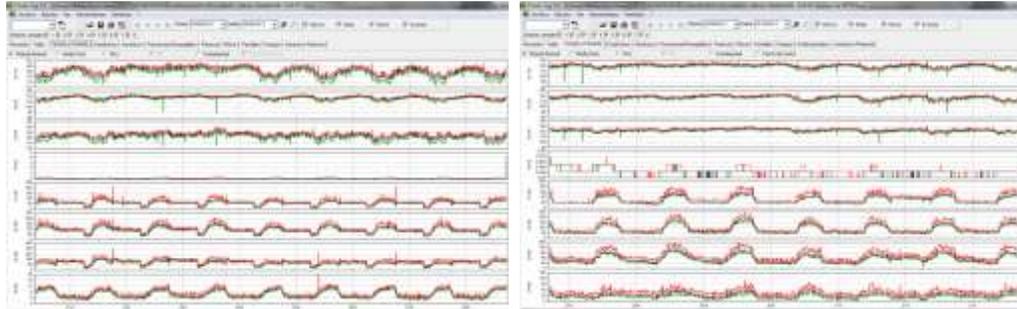
#### **a) Parámetros de comparación**

Los parámetros de calidad del producto: nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje, factor de potencia; analizados antes y después del mantenimiento preventivo en los dos transformadores de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo; son representados en las figuras 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 y 4.10; nos permitirá establecer el costo beneficio de mantener un cronograma de control y mantenimiento programado.

#### **b) Comparación de valores analizados antes y después del mantenimiento preventivo.**

Los resultados que se adquirió en las mediciones, antes y luego de efectuar un mantenimiento preventivo en las cámaras de transformación, deducidos matemáticamente en términos porcentuales, son comparados con valores establecidos en la normativa y reglamentos vigentes, emitidas por el Concejo Nacional de Electricidad CONELEC.

**4.1.1.- Figura y cálculo de la variación de voltaje (V), según la ecuación 2.1 en la cámara No.1 - 150 kVA Transunel.**



**Figura 4.3.** Representación gráfica de tensión y corriente del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, analizador Fluke 435 V02.09.  
Fuente: El autor.

**Voltaje en la fase 1.**

ANTES

DESPUÉS

Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 122,203v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 121,93v
$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{122,203 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{121,93 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k1} = \text{Variación de voltaje F1 es : } 0,99427(\%)$	$\Delta V_{k1} = \text{Variación de voltaje F1 es : } 0,7683(\%)$

La variación de voltaje en la línea 1, es menor que el valor obtenido después de realizar el mantenimiento preventivo.

**Voltaje en la fase 2.**

ANTES

DESPUÉS

Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 118,37v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 119,783v
$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{118,37 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{119,783 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k2} = \text{Variación de voltaje F2 es : } -2,1731(\%)$	$\Delta V_{k2} = \text{Variación de voltaje F2 es : } -1,0059(\%)$

La variación de voltaje en la línea 2, es aceptable dentro del rango negativo, al valor obtenido después de realizar el mantenimiento preventivo.

### Voltaje en la fase 3.

ANTES

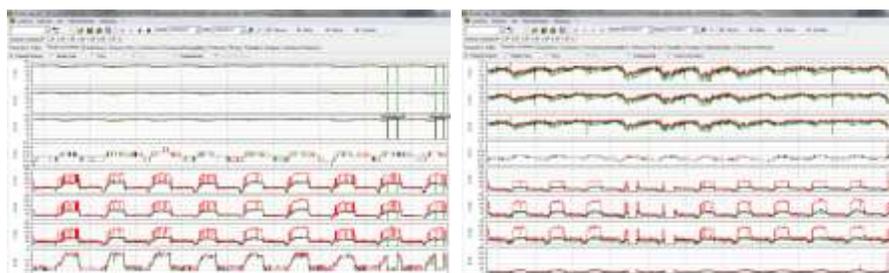
DESPUÉS

Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 121,947v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 122,803v
$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{121,947 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{122,803 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k3} = \text{Variación de voltaje F3 es: } 0,78276(\%)$	$\Delta V_{k3} = \text{Variación de voltaje F3 es: } 1,49034(\%)$

La variación de voltaje en la línea 3, es mayor que el valor obtenido después de terminar el mantenimiento preventivo.

- Los valores del voltaje, expresados en términos porcentuales, obtenidos en las tres líneas del transformador Transunel de 150 kVA, luego de efectuar el mantenimiento preventivo correspondiente, indican que la variación de voltaje se encuentran dentro de los rangos permitidos que oscilan entre el  $\pm 13,0 \%$  según la regulación 004/01 de la calidad de servicio eléctrico de distribución, emitida por el CONELEC.

#### 4.1.2.- Gráficas y cálculo de la variación de voltaje (V), según la ecuación 2.1, en la cámara de transformación No.2 - 160 kVA Inatra.



**Figura 4.4.** Representación gráfica de tensión y corriente del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, analizador Fluke 435 V02.09.

Fuente: El autor.

### Voltaje en la fase 1.

ANTES

DESPUÉS

Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 126,539v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 127,37v
$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{126,539 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k1}(\%) = \frac{127,37 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k1} = \text{Variación de voltaje F1 es: } 4,57783(\%)$	$\Delta V_{k1} = \text{Variación de voltaje F1 es: } 5,26429(\%)$

La variación de voltaje en la línea 1, es mayor que el valor obtenido después de realizar el mantenimiento preventivo.

## Voltaje en la fase 2.

ANTES

DESPUÉS

Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 125,449v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 125,914v
$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{125,449 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k2}(\%) = \frac{125,914 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k2} =$ Variación de voltaje F2 es : 3,67717(%)	$\Delta V_{k2} =$ Variación de voltaje F2 es : 4,06092(%)

La variación de voltaje en la línea 2, es mayor que el valor obtenido después de efectuar el mantenimiento preventivo.

## Voltaje en la fase 3.

ANTES

DESPUÉS

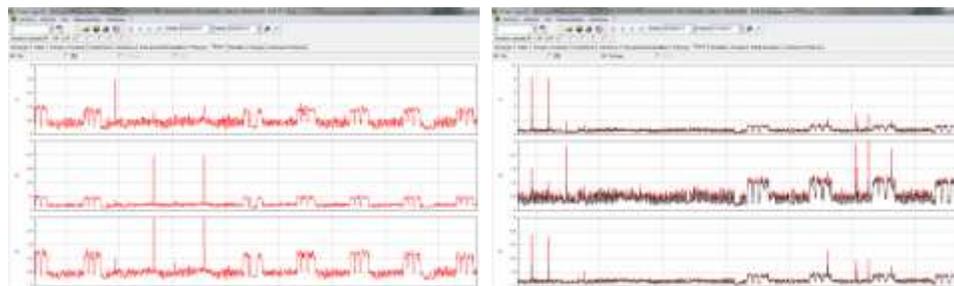
Vn : voltaje nominal es = 121v	Vn : voltaje nominal es = 121v
Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 125,771v	Vk : Voltaje eficaz (rms) medido es = 126,332v
$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{125,771 - 121}{121} * 100$	$\Delta V_{k3}(\%) = \frac{126,332 - 121}{121} * 100$
$\Delta V_{k3} =$ Variación de voltaje F3 es : 3,94315(%)	$\Delta V_{k3} =$ Variación de voltaje F3 es : 4,40666(%)

La variación de voltaje en la línea 3, es mayor que el valor obtenido después de culminar el mantenimiento preventivo.

- Por ende, los resultados obtenidos de las mediciones de voltaje, antes y después de realizar el mantenimiento preventivo de la cámara de transformación de 160 kVA, se encuentra dentro del rango permitido por el CONELEC que oscila entre  $\pm 13,0\%$ ; de acuerdo a la regulación 004/01 de la calidad de servicio eléctrico de distribución.

### 4.1.3.- Graficas y cálculo del índice de calidad flicker de corta duración

( $p_{st}$ ) según la ecuación 2.2, para la cámara No.1 - 150 kVA Transunel.



**Figura 4.5.** Representación gráfica de valores flicker del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.

**Fuente:** El autor.

## Parpadeo flicker en la fase 1.

ANTES	DESPUÉS
Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.025	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.018
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.227	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.160
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.530	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.374
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.993	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.408
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 10.622	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 7.506
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.227) + (0.0657 * 0.530)}$ $+ \sqrt{(0.28 * 1.993) + (0.08 * 10.622)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.018) + (0.0525 * 0.160) + (0.0657 * 0.374)}$ $+ \sqrt{(0.28 * 1.408) + (0.08 * 7.506)}$
Entonces:	Entonces:
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F1 es 1.2064	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F1 es 1.0140

En la fase 1, el valor flicker antes y después de las mediciones son superiores al valor permitido de acuerdo a la regulación 004/01 del CONELEC.

## Parpadeo flicker en la fase 2.

ANTES	DESPUÉS
Efecto "flicker" P0.1 sobrepasa 0.1% = 0.023	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasa 0.1% = 0.015
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.209	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.132
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.488	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.307
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.835	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.155
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 9.778	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 6.155
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.023) + (0.0525 * 0.209) + (0.0657 * 0.488)}$ $+ \sqrt{(0.28 * 1.835) + (0.08 * 9.778)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.015) + (0.0525 * 0.132) + (0.0657 * 0.307)}$ $+ \sqrt{(0.28 * 1.155) + (0.08 * 6.155)}$
Entonces:	Entonces:
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F2 es 1.1575	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F2 es 0.9184

El valor flicker en la fase 2, nos indica que el resultado obtenido de la medición antes del mantenimiento, se encuentra fuera del rango permitido por la regulación 004/01 del CONELEC; sin embargo, después de terminado el mantenimiento, el resultado obtenido esta en el rango aceptado por la misma regulación.

### Parpadeo flicker en la fase 3.

ANTES

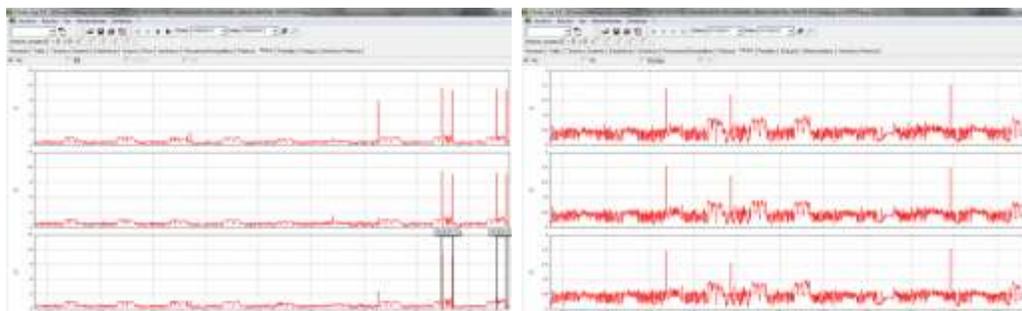
DESPUÉS

Efecto "flicker" P0.1 sobrepasa 0.1% = 0.023	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasa 0.1% = 0.014
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.205	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.126
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.477	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.295
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.795	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.109
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 9.567	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 5.909
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.023) + (0.0525 * 0.205) + (0.0657 * 0.477) + (0.28 * 1.795) + (0.08 * 9.567)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.014) + (0.0525 * 0.126) + (0.0657 * 0.295) + (0.28 * 1.109) + (0.08 * 5.909)}$
Entonces :	Entonces :
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F3 es 1.1167	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F3 es 0.8998

En la fase 3, los resultados nos permiten afirmar que el mantenimiento preventivo efectuado en el transformador, ha dado resultados esperados.

- En definitiva, los resultados del cálculo de calidad flicker  $P_{st} = 1$ ; para el caso del transformador de 150 kVA, determina que el mantenimiento preventivo efectuado a este transformador ha arrojado los resultados esperados, dando cumplimiento a la normativa legal vigente en las fases 2 y 3 para este efecto.

#### 4.1.4.- Gráficas y cálculo del índice de calidad flicker de corta duración ( $p_{st}$ ) según la ecuación 2.2, para la cámara No.2 - 160 kVA Inatra.



**Figura 4.6.** Representación gráfica de valores flicker del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.

**Fuente:** El autor.

## Parpadeo flicker en la fase 1.

ANTES

DESPUÉS

Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.025	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.014
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.222	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.125
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.577	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.291
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.945	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.095
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 10.363	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 5.835
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.222) + (0.0657 * 0.577) + (0.28 * 1.945) + (0.08 * 10.363)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.014) + (0.0525 * 0.125) + (0.0657 * 0.291) + (0.28 * 1.095) + (0.08 * 5.835)}$
Entonces:	Entonces:
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F1 es 1.1917	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F1 es 0.8942

En la fase 1, de este transformador, se puede observar que la medición efectuada después de culminar el mantenimiento preventivo, está dentro del límite admitido como el tope de irritabilidad.

## Parpadeo flicker en la fase 2.

ANTES

DESPUÉS

Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.030	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.016
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.269	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.144
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.627	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.335
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 2.359	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.261
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 12.572	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 6.718
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.030) + (0.0525 * 0.269) + (0.0657 * 0.627) + (0.28 * 2.359) + (0.08 * 12.572)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.016) + (0.0525 * 0.144) + (0.0657 * 0.335) + (0.28 * 1.261) + (0.08 * 6.718)}$
Entonces:	Entonces:
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F2 es 1.3125	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F2 es 0.9595

El valor flicker en la fase 2, demuestra una vez más que al tener un cronograma de mantenimiento programado permite obtener un funcionamiento adecuado del transformador y dentro del tope de irritabilidad flicker.

## Parpadeo flicker en la fase.

ANTES	DESPUÉS
Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.025	Efecto "flicker" P0.1 sobrepasan 0.1% = 0.018
Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.222	Efecto "flicker" P1 sobrepasan 1% = 0.165
Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.519	Efecto "flicker" P3 sobrepasan 3% = 0.386
Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.951	Efecto "flicker" P10 sobrepasan 10% = 1.452
Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 10.395	Efecto "flicker" P50 sobrepasan 50% = 7.738
$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.025) + (0.0525 * 0.222) + (0.0657 * 0.519) + (0.28 * 1.951) + (0.08 * 10.395)}$	$P_{st} = \sqrt{(0.0314 * 0.018) + (0.0525 * 0.165) + (0.0657 * 0.386) + (0.28 * 1.452) + (0.08 * 7.738)}$
Entonces :	Entonces :
$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F3 es 1.1935	$P_{st}$ = Índice de severidad de flicker F3 es 1.0297

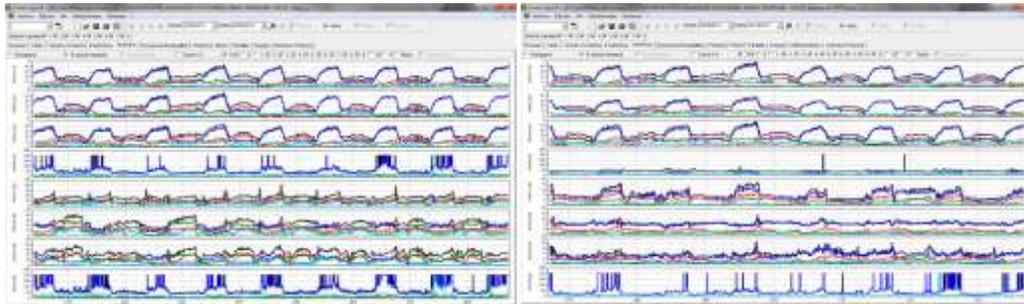
En la fase 3 los resultados arrojan valores preocupantes, en primer lugar, para el funcionamiento del sistema eléctrico, por encontrarse fuera del valor permitido por el CONELEC y en segundo lugar, por la penalización de la cual puede ser objeto la Ciudad Mitad del Mundo.

- Lo cual, si bien es cierto, en términos generales las mediciones obtenidas después de terminado el mantenimiento preventivo, indican que se han dado pasos importantes para el cumplimiento de la normativa legal que el caso amerita; pero también al no tener un resultado favorable en una fase y encontrarse fuera del rango del tope de irritabilidad, se encuentra latente la penalidad establecida en la regulación del CONELEC 004/01, también expedidas en el reglamento sustitutivo de suministro del servicio de electricidad del capítulo II, aspectos técnicos sección I, calidad de producto en el artículo 10 de las Perturbaciones; que textualmente manifiesta:

*“El distribuidor podrá suspender el servicio a los consumidores cuyas instalaciones produzcan perturbaciones en el sistema de distribución que excedan los límites permitidos, hasta que se eliminen las causas de tales perturbaciones”<sup>14</sup>.*

<sup>14</sup>Tomado del Artículo: CONELEC- Reglamento de sustitutivo RSSE, (REGLAMENTO DE SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ELECTRICIDAD), Vigencia 2005 Noviembre 22 - Decreto Ejecutivo No. 796 de 10 -11- 2005 – R.O. No. 150, regula las relaciones entre el distribuidor y el consumidor, tanto en los aspectos técnicos como en los comerciales, tomado 07/08/2013 Pg. 6 y 7, [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=145](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=145).

**4.1.5.- Gráficas y tabla de tolerancia THD 004/01 del índice de calidad de distorsión individual y total armónica en voltaje expresado en porcentaje para la cámara No.1 - 150 kVA Transunel.**



**Figura 4.7.** Representación gráfica de los armónicos del transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.

*Fuente: El autor.*

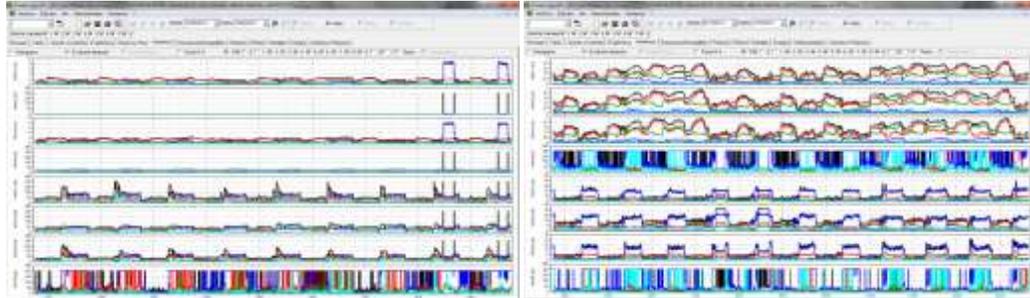
ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $[V_i]_o$ [THD]			TOLERANCIA $[V_i]_o$ [THD]			Transformador de distribución
	% respecto al voltaje nominal			% respecto al voltaje nominal			
	V < 40 kV			V < 40 kV			
	Puntos medidos			Puntos medidos			
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
ANTES DEL MANTENIMIENTO			DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO				
Impares no múltiplos de 3							
5	1,018	1,13	1,387	1,097	1,404	1,244	6.0
7	0,844	0,776	0,702	0,836	0,758	0,818	5.0
11	0,168	0,115	0,149	0,16	0,101	0,193	3.5
13	0,086	0,125	0,138	0,098	0,119	0,118	3.0
17	0,072	0,067	0,062	0,067	0,076	0,062	2.0
19	0,053	0,05	0,044	0,056	0,05	0,042	1.5
23	0,036	0,05	0,042	0,034	0,044	0,042	1.5
25	0,025	0,032	0,032	0,028	0,031	0,035	1.5
PROMEDIO	0,288	0,293	0,319	0,297	0,323	0,319	
Impares múltiplos de tres							
3	2,496	2,566	2,398	2,557	2,792	2,355	5.0
9	0,587	0,537	0,647	0,682	0,522	0,755	1.5
15	0,094	0,099	0,126	0,122	0,128	0,157	0.3
21	0,048	0,053	0,045	0,046	0,056	0,052	0.2
PROMEDIO	0,806	0,814	0,804	0,852	0,875	0,83	
Pares							
2	0,146	0,143	0,139	0,144	0,14	0,139	2.0
4	0,073	0,074	0,072	0,069	0,068	0,077	1.0
6	0,041	0,038	0,041	0,039	0,043	0,04	0.5
8	0,032	0,03	0,038	0,032	0,031	0,035	0.5
10	0,022	0,022	0,023	0,021	0,021	0,025	0.5
12	0,022	0,024	0,024	0,02	0,02	0,019	0.2
PROMEDIO	0,056	0,055	0,056	0,054	0,054	0,056	
THD	3,0116	3,1661	3,0905	3,1228	3,4173	3,0415	8

**Tabla 4.1.** Determinación antes y después de realizar el mantenimiento del índice de calidad de distorsión individual y total de armónico, T1 - 150 kVA.

**Fuente:** [10] Calidad del servicio eléctrico de distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla - <http://www.conelec.gob.ec> [Los datos ingresados son incluidos por: El autor].

- Del análisis de resultados obtenidos del índice de calidad de distorsión individual y total armónica, se deduce que dichos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por la regulación del CONELEC.

**4.1.6.- Gráficas y tabla de tolerancia THD 004/01 del índice de calidad de distorsión individual y total armónica en voltaje expresado en porcentaje para la cámara No. 2 - 160 kVA Inatra.**



**Figura 4.8.** Representación gráfica de los armónicos del transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.

Fuente: El autor.

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i  \circ  THD $			TOLERANCIA $ V_i  \circ  THD $			Transformador de distribución
	% respecto al voltaje nominal			% respecto al voltaje nominal			
	V < 40 kV			V < 40 kV			
	Puntos medidos			Puntos medidos			
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
ANTES DEL MANTENIMIENTO			DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO				
Impares no múltiplos de 3							
5	1,574	1,261	1,400	1,529	1,364	1,272	6.0
7	0,717	0,640	0,697	1,136	0,987	1,052	5.0
11	0,253	0,264	0,264	0,245	0,290	0,222	3.5
13	0,089	0,105	0,082	0,076	0,087	0,058	3.0
17	0,064	0,041	0,056	0,043	0,050	0,052	2.0
19	0,046	0,046	0,043	0,024	0,026	0,029	1.5
23	0,033	0,022	0,026	0,023	0,017	0,020	1.5
25	0,017	0,025	0,026	0,015	0,018	0,019	1.5
PROMEDIO	0,349	0,301	0,324	0,387	0,342	0,341	
Impares múltiplos de tres							
3	0,816	2,779	0,768	0,497	0,282	0,285	5.0
9	0,170	0,279	0,159	0,137	0,228	0,089	1.5
15	0,058	0,050	0,052	0,031	0,038	0,03	0.3
21	0,032	0,032	0,039	0,020	0,019	0,022	0.2
PROMEDIO	0,269	0,285	0,255	0,171	0,142	0,106	
Pares							
2	0,139	0,143	0,141	0,134	0,133	0,133	2.0
4	0,060	0,061	0,062	0,065	0,061	0,059	1.0
6	0,039	0,039	0,038	0,036	0,034	0,034	0.5
8	0,028	0,027	0,024	0,024	0,024	0,022	0.5
10	0,022	0,019	0,021	0,020	0,016	0,019	0.5
12	0,018	0,015	0,016	0,013	0,011	0,011	0.2
PROMEDIO	0,052	0,051	0,051	0,049	0,047	0,046	
THD	2,348	2,578	2,1631	2,094	1,812	1,7607	8

**Tabla 4.2.** Determinación antes y después de realizar el mantenimiento del índice de calidad de distorsión individual y total de armónico, T2-160 kVA.

Fuente: [10] Calidad del servicio eléctrico de distribución, Vigencia 2001/05/23 Pg. 09 con plantilla - <http://www.conelec.gob.ec> [Los datos ingresados son incluidos por: El autor].

- Los valores de distorsión armónicas resultantes antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, determinan que el porcentaje de voltaje nominal, no superan los límites en las tres fases.

Por otro lado, los valores armónicos impares que no son múltiplos de tres, y los armónicos pares, tienen valores semejantes en el promedio en general, antes y después del mantenimiento preventivo; cumpliendo con la regulación 004/01 de la calidad de servicio eléctrico de distribución del CONELEC.

#### 4.1.7.- Representación Gráfica de las potencias en el transformador No. 1 - 150 kVA Transunel.

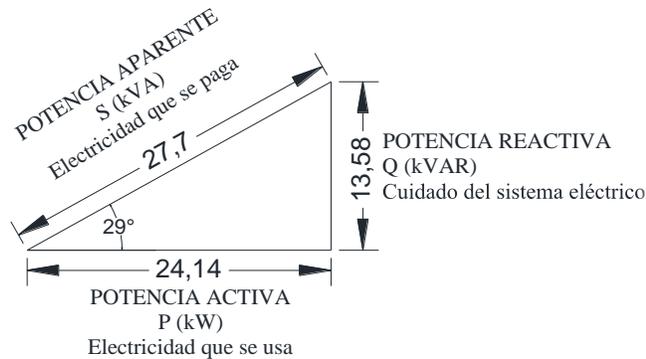
Potencia Activa Total - DESPUÉS		Potencia Reactiva Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	9600	MÍNIMO TOTAL	3800
MÁXIMO TOTAL	58100	MÁXIMO TOTAL	29600
MEDIANA TOTAL	18700	MEDIANA TOTAL	12600
PROMEDIO TOTAL	24138,2519	PROMEDIO TOTAL	13579,1293

Potencia Aparente Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	12300
MÁXIMO TOTAL	63400
MEDIANA TOTAL	22900
PROMEDIO TOTAL	28069,3586

**Tabla 4.3.** Potencia activa, reactiva y aparente total, 150 kVA.  
**Fuente:** El autor.

De la tabla 4.3, se toman los valores promedios totales de la potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente obtenida en dicho análisis, siendo el factor de potencia resultante el descrito en la figura 4.9.



**Figura 4.9.** Triángulo de potencias total cámara No. 1 – 150 kVA.  
**Fuente:** El autor.

#### 4.1.8.- Cálculo del factor de potencia en el transformador No.1 - 150 kVA

##### Transunel.

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,45	MÍNIMO L2 TOTAL	0,18	MÍNIMO L3 TOTAL	0,2
MÁXIMO L1 TOTAL	0,83	MÁXIMO L2 TOTAL	0,76	MÁXIMO L3 TOTAL	0,78
MEDIANA L1 TOTAL	0,45	MEDIANA L2 TOTAL	0,38	MEDIANA L3 TOTAL	0,48
PROMEDIO L1 TOTAL	0,408276	PROMEDIO L2 TOTAL	0,404358	PROMEDIO L3 TOTAL	0,484319

**Tabla 4.4.** Potencia activa, reactiva y aparente total, antes del mantenimiento, T1-150 kVA.

*Fuente: El autor*

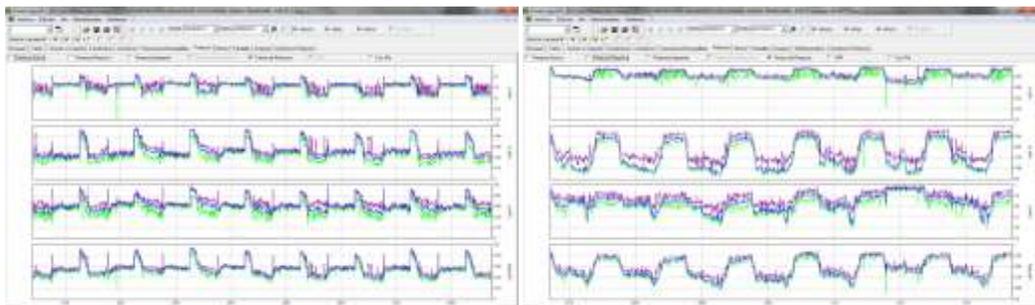
MÍNIMO L1 TOTAL	0,38	MÍNIMO L2 TOTAL	0,62	MÍNIMO L3 TOTAL	0,6
MÁXIMO L1 TOTAL	1	MÁXIMO L2 TOTAL	0,97	MÁXIMO L3 TOTAL	0,99
MEDIANA L1 TOTAL	0,86	MEDIANA L2 TOTAL	0,77	MEDIANA L3 TOTAL	0,84
PROMEDIO L1 TOTAL	0,866471	PROMEDIO L2 TOTAL	0,789305	PROMEDIO L3 TOTAL	0,842841

**Tabla 4.5.** Potencia activa, reactiva y aparente total, después del mantenimiento, T1-150 kVA.

*Fuente: El autor.*

Como se puede observar la tabla 4.4 y 4.5 los valores promedio generados para la línea 1, línea 2 y línea 3, tienen una variación porcentual después de realizado el mantenimiento, equivalentes a 52.88%, 48.78% y 42.54%, respectivamente.

- Análisis general del factor de potencia total, con valores, mínimo, máximo, mediana y promedio – analizado antes y después del mantenimiento preventivo.



**Figura 4.9.** Representación gráfica de valores del factor de potencia; transformador de 150 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02.09.

*Fuente: El autor.*

Factor de Potencia Total - ANTES		Factor de Potencia Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	0,2	MÍNIMO TOTAL	0,65
MÁXIMO TOTAL	0,76	MÁXIMO TOTAL	0,96
MEDIANA TOTAL	0,43	MEDIANA TOTAL	0,82
PROMEDIO TOTAL	0,437419	PROMEDIO TOTAL	0,82845131

**Tabla 4.6.** Análisis del factor de potencia total en transformador 150 kVA.

*Fuente: El autor.*

- Los valores del factor de potencia, obtenidos a través de medición directa

antes y después del mantenimiento preventivo en el transformador de 150 kVA, todavía continúan por debajo del límite del valor constante de 0.92; sin embargo, luego del mantenimiento preventivo efectuado en este transformador, el factor de potencia total, ha pasado de 0.437419 a 0.82845131, es decir, una variación equivalente al 42.503%; quedando por debajo del valor estipulado en la regulación 004/01 del CONELEC de la calidad de servicio eléctrico de distribución.

#### 4.1.9.- Representación Gráfica de las potencias: activa, reactiva aparente en el transformador No. 2 - 160 kVA Intra.

Potencia Activa Total - DESPUÉS		Potencia Reactiva Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	0	MÍNIMO TOTAL	0
MÁXIMO TOTAL	72100	MÁXIMO TOTAL	52200
MEDIANA TOTAL	19500	MEDIANA TOTAL	7400
PROMEDIO TOTAL	23115,9189	PROMEDIO TOTAL	10725,5567

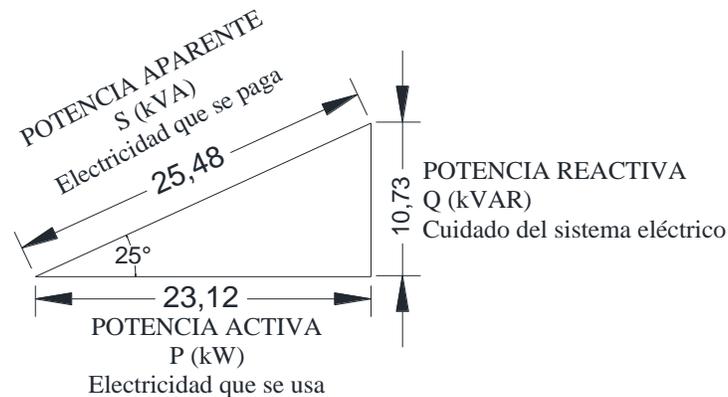
  

Potencia Aparente Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	100
MÁXIMO TOTAL	89300
MEDIANA TOTAL	21300
PROMEDIO TOTAL	25943,5028

**Tabla 4.7.** Potencia activa, reactiva y aparente total, T2-160 kVA.

**Fuente:** El autor.

Los valores promedios totales de la potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente que se obtuvieron en la tabla 4.7, se representa con sus potencias; obtenidos en dicho análisis siendo el factor de potencia resultante, que es puntualizado en la figura 4.10.



**Figura 4.10.** Triángulo de potencias total cámara No. 2 – 160 kVA.

**Fuente:** El autor.

#### 4.1.10.- Cálculo del factor de potencia en cámara No. 2 - 160 kVA Inatra.

MÍNIMO L1 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L2 TOTAL	-0,08	MÍNIMO L3 TOTAL	-0,02
MÁXIMO L1 TOTAL	0,75	MÁXIMO L2 TOTAL	0,8	MÁXIMO L3 TOTAL	0,92
MEDIANA L1 TOTAL	0,16	MEDIANA L2 TOTAL	0,17	MEDIANA L3 TOTAL	0,53
PROMEDIO L1 TOTAL	0,209889	PROMEDIO L2 TOTAL	0,225671	PROMEDIO L3 TOTAL	0,426296

**Tabla 4.8.** Potencia activa, reactiva y aparente total antes del mantenimiento, T2-160 kVA.

*Fuente: El autor.*

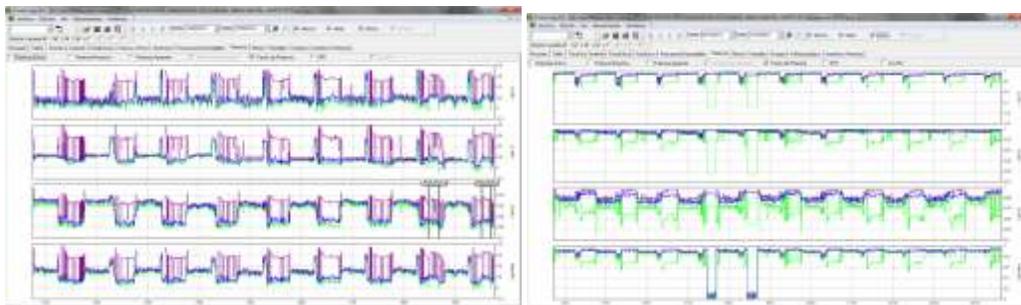
MÍNIMO L1 TOTAL	-0,03	MÍNIMO L2 TOTAL	-0,01	MÍNIMO L3 TOTAL	0,49
MÁXIMO L1 TOTAL	0,98	MÁXIMO L2 TOTAL	0,99	MÁXIMO L3 TOTAL	0,98
MEDIANA L1 TOTAL	0,91	MEDIANA L2 TOTAL	0,95	MEDIANA L3 TOTAL	0,88
PROMEDIO L1 TOTAL	0,865932	PROMEDIO L2 TOTAL	0,908863	PROMEDIO L3 TOTAL	0,85665

**Tabla 4.9.** Potencia activa, reactiva y aparente total después del mantenimiento, T2-160 kVA.

*Fuente: El autor.*

El comportamiento de los valores promedio, generados antes y después del mantenimiento preventivo en el transformador No. 2; como se pueden ver en las tablas 4.8 y 4.9, respectivamente; arrojan los siguientes resultados: línea 1: 75.76%; línea 2: 75.16% y línea 3: 50.25%; demostrando que ha existido un mejoramiento, pero sin embargo, aún se encuentran por debajo del sistema establecido.

- El factor de potencia total, con valores, mínimo, máximo, mediana y promedio – analizados antes y después del mantenimiento preventivo se expone a continuación, en la figura 4.11 y en la tabla 4.10.



**Figura 4.110.** Representación gráfica de valores del factor de potencia; transformador de 160 kVA, generado antes y después de realizar el mantenimiento preventivo, por el analizador Fluke 435 V02 09.

*Fuente: El autor.*

Factor de Potencia Total - ANTES		Factor de Potencia Total - DESPUÉS	
MÍNIMO TOTAL	-0,2	MÍNIMO TOTAL	0
MÁXIMO TOTAL	0,78	MÁXIMO TOTAL	0,96
MEDIANA TOTAL	0,28	MEDIANA TOTAL	0,9
PROMEDIO TOTAL	0,285702	PROMEDIO TOTAL	0,8514789

**Tabla 4.10.-** Análisis del factor de potencia total en el transformador de 160 kVA.

*Fuente: El autor.*

- Al igual que en el análisis de las líneas 1, 2 y 3, respectivamente; el factor de potencia total para el transformador de 160 kVA, continua por debajo de la constante de 0.92 a pesar de haberse realizado el mantenimiento correspondiente; obteniéndose un 61.497%, de mejora en dicho factor.

Con los datos expuestos y los resultados obtenidos, tanto para el transformador 1, como para el transformador 2, se deduce que si bien es cierto, los dos transformadores se encuentran en buen estado, pero están siendo sub utilizados; el factor de potencia se encuentra incumpliendo la normativa de codificación del reglamento de tarifas eléctricas, capítulo V, disposiciones generales, Art. 27, Cargos por bajo factor de potencia, que textualmente indica:

*“Para aquellos consumidores a los cuales el Sistema de Medición fijado por el Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, considere la medición de energía reactiva, el distribuidor registrará mensualmente el factor de potencia.*

*Aquellos clientes que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92, la facturación total mensual será recargada en un factor igual a la relación por cociente entre 0.92 y el factor de potencia registrado.*

*Cualquiera sea el tipo de consumidor, cuando el valor medido del factor de potencia fuese inferior a 0.60, el distribuidor, previa notificación, podrá suspender el servicio eléctrico hasta tanto el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite”<sup>15</sup>.*

#### **4.2.- IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL.**

El impacto social y ambiental es considerado como un mejoramiento de los programas o actos de las personas, a mediano o largo plazo, incluye el diagnóstico ambiental e implica la predicción de efectos sobre el sistema ambiental.

---

<sup>15</sup>Op. Cita: pg. 72.

#### **4.2.1.- Impacto.**

Según, la Real Academia de la Lengua, impacto es “un efecto, golpe, huella, choque, esto es producido por una condición o modificación del entorno natural o social, como resultado de una acción” [14].

#### **4.2.2.- Impacto social.**

El impacto social, hace referencia a todos los efectos que los diferentes proyectos al ser ejecutados adquieren sobre la sociedad, siendo esto el origen al programa que busca siempre como meta un mejoramiento de las personas a mediano o largo plazo, el impacto social no involucra tan sólo criterios económicos, sino también criterios de efecto resultado, e impacto de los eventos o actos de las personas.

Los efectos son relacionados al propósito del proyecto, mientras que el impacto hacen referencia al fin del mismo, es decir, todos los logros se pueden observar a través del tiempo, esto sean los derivados de un proyecto, la acción que se realizó o la intervención que fue ejecutada.

Con estos antecedentes, el impacto social de este estudio, son difíciles de cuantificar, pero si se pueden expresar a través de las facilidades que brindan las instalaciones físicas de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo al su personal, a los arrendatarios y al público en general.

#### **4.2.3.- Impacto ambiental.**

En nuestro país existe un control adecuado a los daños del medio ambiente, del sistema eléctrico contiene normas relacionadas con la estructura del sector y de su funcionamiento [5] [24].

El estudio del impacto ambiental: “Es un documento científico - técnico de carácter interdisciplinario que incluye el diagnóstico ambiental e implica la predicción de efectos sobre el sistema ambiental, su ponderación o valoración cualitativa o cuantitativa, la formulación de acciones para atenuar los

impactos negativos y optimizar los positivos y para el monitoreo y control ambiental”.<sup>16</sup>

Por otro lado, en la ley del sistema eléctrico; capítulo I; disposiciones fundamentales; artículo 3; medio ambiente, describe que: “las personas naturales y jurídicas, para todos los casos de generadores, transmisores, distribuidores y comercializadores de la energía, antes de la ejecución de la obra deben cumplir las normas existentes en el país sobre el medio ambiente”.

Este estudio le garantiza la construcción y el funcionamiento del sistema eléctrico, desarrollando un ambiente seguro y adecuado para los usuarios, para conservar garantizar el funcionamiento, el CONELEC mantendrá una estrecha coordinación y cooperación con el Ministerio del Ambiente y las entidades de supervisión, previsto en la ley de gestión ambiental.

#### **4.3.- PRUEBAS REALIZADAS.**

Las pruebas efectuadas en el sistema eléctrico, se fundamentan en el análisis de resultados en la calidad del producto, el mismo que hace referencia a: nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje, factor de potencia del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo; que se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Cumpliendo las disposiciones legales vigentes sobre el sistema eléctrico;
- Pruebas que permitieron detectar las falencias en el funcionamiento del sistema eléctrico, como por ejemplo, falencias técnicas (instalaciones improvisadas en algunos casos sin aislamiento en sus empalmes; la falta de un neutro dentro del circuito de transferencia en la cabina de sonido; la falta de un cronograma de mantenimiento de las cámaras de transformación; entre otros);

---

<sup>16</sup>Tomado del sitio web [www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec), Artículo: CONELEC- Reglamento Ambiental para actividades Eléctricas 004/01, Vigencia 2001 Agosto 23, Establece los procedimientos y medidas aplicables al sector eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en todas sus etapas: construcción, operación - mantenimiento y retiro, se realicen de manera que se prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos. - 18/01/2014 Pg. 3 - [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=7](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=7).

- Por otro lado, las pruebas permitieron determinar las bondades del sistema eléctrico del complejo (El sistema de generación cubre el 100% de sus instalaciones, frente a un posible corte de energía de todo el sector).

Lo cual, una vez realizadas las pruebas correspondientes se procedió a realizar el análisis de los resultados, ultimando que a pesar de los esfuerzos hecho por las autoridades de la institución, la calidad de producto en general se encuentra por debajo de los límites establecidos por la ley y su reglamento.

De allí que, para ejecutar las pruebas y los análisis respectivos, se efectuó un contraste de resultados a través de dos equipos de medición fluke 435, serie 13100003, propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana y el otro equipo de medición fluke 435, serie 13630003, propiedad del Hospital Carlos Andrade Marín; equipo de medición que fue certificado por el centro de metrología del ejército en fuentes patrones, referenciadas a nivel internacional; 20-12-201, como se muestra en la figura 4.12 y, en el anexo 3 sobre contrastación de equipos fluke 435.



**Figura 4.12.** Fluke 435 serie 13630003, con certificación del centro de metrología del ejército Ecuatoriano.

**Fuente:** El autor.

Para contrastar los equipos de medición, se realizaron dos pruebas comprobatorias del equipo adicional, al interior del Hospital Carlos Andrade Marín, se puede ver figura 4.13.



**Figura 4.13.** Equipos fluke 455 series 13630003 del HCAM y equipo serie 13100003 de la UPS.  
Fuente: El autor.

#### 4.3.1.- Primera comprobación del equipo.

La medición se realiza desde el 22/07/2013 hasta 23/07/2013, dentro de las instalaciones del Hospital Carlos Andrade Marín (HCAM), en un breaker principal de la cámara que alimenta al bloque central, lugar en el que están ubicadas las áreas de Laboratorio clínico, quirófanos, sala de partos, la unidad de cuidados intensivos lado norte y sur.

Pará revisar la variación de los valores medidos, los resultados se expresan en porcentajes, en la tabla 4.11.

VARIACIONES							
MEDIDAS	LÍNEAS	HCAM B.C.kVA	UPS B.C.kVA	HCAM (-) UPS	VALOR	UNIDAD	DIFERENCIA
TENSIÓN	L1	120,15344	120,126477	0,026963	0,00026963	%	HCAM > UPS
	L2	120,695492	120,690285	0,005207	0,000052076	%	HCAM > UPS
	L3	119,330261	119,323286	0,006975	0,000069751	%	HCAM > UPS
	LN	0,905172	0,90786477	-0,00269277	0,000026928	%	HCAM < UPS
CORRIENTE	L1	702,837485	699,142349	3,695136	0,03695136	%	HCAM > UPS
	L2	696,768683	686,198102	10,570581	0,10570581	%	HCAM > UPS
	L3	738,667853	745,618031	-6,950178	0,06950178	%	HCAM > UPS
	LN	114,597865	114,525504	0,072361	0,00072361	%	HCAM > UPS
FRECUENCIA	TOTAL	59,9991922	59,9992622	-7E-05	6,99881E-07	%	HCAM < UPS
POTENCIA ACTIVA	TOTAL	199321,945	200178,292	-856,347	8,56346382	%	HCAM < UPS
POTENCIA APARENTE	TOTAL	216138,078	215818,861	319,217	3,19217082	%	HCAM > UPS
FACTOR DE POTENCIA	TOTAL	0,9118624	0,92290629	-0,01104389	0,00011044	%	HCAM < UPS
FLIKER	L1	0,80620641	0,80992171	-0,0037153	0,000037153	%	HCAM < UPS
	L2	0,76649466	0,77054448	-0,00404982	0,000040498	%	HCAM < UPS
	L3	0,75090391	0,75512811	-0,0042242	0,000042242	%	HCAM < UPS
THD	L1	3,28400949	3,32879004	-0,04478055	0,00044781	%	HCAM < UPS
	L2	3,00500593	3,03220641	-0,02720048	0,000272	%	HCAM < UPS
	L3	3,32787663	3,35113879	-0,02326216	0,00023262	%	HCAM < UPS
	LN	266,032266	247,958873	18,073393	0,18073393	%	HCAM > UPS

**Tabla 4.11.** Porcentaje de variación en contraste de equipos fluke del HCAM y de la UPS.  
Fuente: El autor; [Contraste de equipos de medición Fluke 435].

El resultado final de esta prueba, hecho por los equipos de medición fluke 435, de propiedad tanto de la Universidad Politécnica Salesiana así como del Hospital Carlos Andrade Marín, demuestran simplemente que no existen

variaciones significativas o representativas que incidan en el análisis de resultados y consecuentemente, el equipo de medición fluke de propiedad de la universidad permite obtener resultados confiables.

#### 4.3.2.- Segunda comprobación del equipo.

El análisis, se realiza desde el 24/07/2013 hasta 26/07/2013, al interior de las instalaciones del Hospital Carlos Andrade Marín, en un transformador de 45 kVA, que alimenta a un solo equipo del área de oncología, es un acelerador lineal, que es utilizado para realizar las radioterapias, los valores se puede ver en la tabla 4.12.

VARIACIONES							
MEDIDAS	LÍNEAS	HCAM T45kVA	UPS T45kVA	HCAM (-) UPS	VALOR	UNIDAD	DIFERENCIA
TENSIÓN	L1	386,476502	386,481467	-0,004965	0,000049648	%	HCAM < UPS
	L2	386,732876	386,68777	0,045106	0,00045106	%	HCAM > UPS
	L3	391,468556	391,440352	0,028204	0,00028204	%	HCAM > UPS
CORRIENTE	L1	4,14495305	4,33626761	-0,19131456	0,00191315	%	HCAM < UPS
	L2	5,11619718	4,74002347	0,37617371	0,00376174	%	HCAM > UPS
	L3	3,22711268	3,48180751	-0,25469483	0,00254695	%	HCAM < UPS
FRECUENCIA	TOTAL	59,9997306	59,9998099	-7,93E-05	7,9225E-07	%	HCAM < UPS
POTENCIA ACTIVA	TOTAL	1458,74413	1563,20423	-104,4601	1,04460094	%	HCAM < UPS
POTENCIA REACTIVA	TOTAL	-800,352113	-885,328638	84,976525	1,84976526	%	HCAM > UPS
POTENCIA APARENTE	TOTAL	2214,14319	2253,40376	-39,26057	0,39260563	%	HCAM < UPS
FACTOR DE POTENCIA	TOTAL	0,48523474	0,52670188	-0,04146714	0,00041467	%	HCAM < UPS
FLIKER	L1	0,67437852	0,66954225	0,00483627	0,000048363	%	HCAM > UPS
	L2	0,65173944	0,64613908	0,00560036	0,000056004	%	HCAM > UPS
	L3	0,63443486	0,62942606	0,0050088	0,000050088	%	HCAM > UPS
THD	L1	3,3771831	3,37618547	0,00099763	9,9765E-06	%	HCAM > UPS
	L2	3,32062793	3,3227054	-0,00207747	0,000020775	%	HCAM < UPS
	L3	3,14605047	3,14577465	0,00027582	2,7582E-06	%	HCAM > UPS

**Tabla 4.12.** Porcentaje de variación en contraste de equipos fluke del HCAM y de la UPS -(2).

**Fuente:** El autor; [Contraste de equipos de medición Fluke 435].

Los resultados de la segunda verificación, hecha con los mismos equipos, demuestran que la variación en términos porcentuales del equipo de HCAM con respecto al equipo de medición de la UPS son irrisorios; con lo que queda demostrado que todos los datos recopilados con el equipos de medición fluke 435, serie 13100003, de propiedad de la Universidad Politécnica Salesiana, en las cámaras de transformación del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo durante el periodo de estudio son por un lado confiables y por otro

verificados y analizados dentro de los lineamientos y parámetros legales vigentes en el país.

#### **4.4.- ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO.**

El estudio técnico económico se ocupa de la ciencia que estudia la asignación de materias que se generan con necesidades más convenientes de los individuos y de la sociedad, en la obtención de un conjunto ordenado de los bienes con un objetivo global de dirigir a todos los sectores con servicios para una vida digna [25] [26].

El estudio técnico económico del sistema eléctrico se basa en el análisis costo beneficio para la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

La economía estudia la forma en la que los individuos y la sociedad satisfacen las necesidades materiales dentro de un proceso de producción y consumo, se preocupa en las elecciones y de las decisiones en los recursos disponibles, quienes son siempre escasos y pueda contribuir la mejor forma de establecer las prioridades a la hora de tomar las decisiones.

##### **4.4.1.- Análisis costo beneficio de la calidad de producto.**

El costo beneficio del sistema eléctrico de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, se establece por la importancia que las autoridades de dicha institución, determinen a los aspectos en la calidad de producto que está constituida por: nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje y factor de potencia, y cuyo análisis de resultados determinan que se encuentran por debajo de los niveles y límites permitidos por los organismos de control; también incuestionable, que están sujetas a un normal y adecuado funcionamiento de las instalaciones del sistema eléctrico de la Ciudad Mitad del Mundo.

Bajo esta perspectiva, el costo beneficio de la calidad de producto del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, está condicionada a recuperar y mejorar para lograr un óptimo rendimiento de:

- Readecuación del tablero de transferencia en cabina de sonido.
- Alimentación de energía eléctrica a cabina de Sonido.
- Alimentación de energía eléctrica al Monumento Ecuatorial.
- Implementación del sistema malla a tierra.
- Automatización del tablero de transferencia en las cámaras de transformación de 150 kVA; y, 160kVA.
- Instalación del sistema de pararrayos.
- Análisis de la conveniencia o no de cambio de la cámara de 160kVA; por 200kVA.

#### **4.4.1.1.- Readecuación del tablero de transferencia en cabina de sonido.**

El tablero de transferencia existente en las cabinas no cumple con los requerimientos y exigencias técnicas funcionales y operativas, lo que produce los siguientes eventos:

- No existe la estabilidad de voltaje, por falta del neutro; el neutro,

*“es un medio por el que los voltajes de fase, a través de cargas o transformadores conectados en estrella, se balancean con respecto a los voltajes de línea”<sup>17</sup>.*

Lo que ha provocado que los equipos de amplificación existentes tiendan a dañarse y ser enviados continuamente a reparación.

- Cuando se produce corte de energía eléctrica en el sector, se vuelve imprescindible, encender los generadores sur y norte, lo que no elimina el problema de funcionamiento mencionado en el párrafo anterior.

Una vez establecido los problemas de funcionamiento del tablero de transferencia de las cabinas, es indispensable, realizar una readecuación del mismo para alcanzar que los circuitos trabajen de manera independiente y así mejorar la vida útil de los equipos; en cuyo caso el valor de los trabajos de readecuación ascienden a 1624.00 USD, incluido el IVA, evidenciado en la

---

<sup>17</sup>Tomado del libro, KOSOW, Irving L. Máquinas Eléctricas y Transformadores, segunda edición, Pg. 623; 14-16 Importancia del neutro del transformador en transformaciones trifásicas; - 18/02/2014.

tabla 4.13.

En el caso de que las autoridades de la Ciudad Mitad del Mundo no decidan cambiar el tablero de transferencia y permanecer con el mismo problema; continuar operando los equipos sin dar solución al problema encontrado, la Empresa seguirá realizando constantes desembolsos económicos por las permanentes reparaciones efectuadas a los equipos de amplificación y los parlantes por parte de la casa comercial el Mundo de Sonido.

Por tanto, si se acepta los cambios la readecuación del tablero, los beneficios para la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo serian entre otros los siguientes: Estabilidad de niveles de voltaje; funcionalidad y operatividad adecuada del tablero; mantener el nivel de voltaje dentro de los límites legales de los organismos de control, lo que evita sanciones económicas para la empresa.

**CABINAS DE SONIDO**  
**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 3: 100AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 100AMP/3F/220VAC.	1450,000	1450,00
2		INCLUYE:		
3		GABINETE METÁLICO 800*60*30CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 100AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTÍMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1450,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>174,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>1624,00</b>

Son: MIL SEISCIENTOS VEINTE Y CUATRO CON 00/100 DÓLARES.

**Tabla 4.13.** Cotización de la transferencia automática para la cabina de sonido.

**Fuente:** Electro comercial DYSE, [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### 4.4.1.2.- Alimentación de energía eléctrica a cabina de sonido.

Debido a la falta de conocimiento y asesoramiento técnico de los trabajos efectuados del sistema eléctrico, se desprende que el principal problema de la alimentación de la cabina de sonido es que ésta se efectua sin neutro, a demás, se encuentra sin el ducto de aislamiento y en mal estado, como se puede ver en las figuras 2.10 y 2.11 de las novedades técnicas en la auditoría energética de este texto del Capítulo II.

Si la empresa continua trabajando bajo el esquema actual, el gasto seguirá incrementando conforme avance el tiempo; por los problemas señalados en los párrafos anteriores; pero si se decide realizar la readecuación del neutro, cuyo valor asciende a 10487.68 USD, expuesto en la tabla 4.14, y que incluye trabajos de obra civil para el soterramiento del cable que a fuerza es ineludible hacerlo; el beneficio para la empresa se traduce en:

- a) El valor presupuestado por año para el mantenimiento de equipos podría ser utilizado para otra actividad en particular como por ejemplo la adquisición de suministros de jardinería para embellecer los parques y jardines;
- b) El pago de consumo de energía eléctrica tiende a disminuir como resultado de la variación de voltaje.

**CABLEADO DE FUERZA**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	480	MT. CABLE TTU 4 AWG.	6,100	2928,00
2	120	MT. CABLE CU DESNUDO 2 AWG.	6,800	816,00
3	120	MT. MANGUERA NEGRA DIELECTRICA PVC 110MM*	31,000	3720,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1900,000	1900,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>9364,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>1123,68</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>10487,68</b>

Son: DIEZ MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 68/100 DÓLARES.

**Tabla 4.14.** Cotización del cableado que alimenta a la cabina de sonido.

**Fuente:** Electro comercial DYSE, [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### 4.4.1.3.- Alimentación de energía eléctrica al Monumento Ecuatorial.

La alimentación de energía eléctrica para este monumento es deficiente por cuanto el cable del neutro se encuentra deteriorado, desgastado por no tener el cable de tierra dentro del sistema a tierra; además por haber sido cortado y empalmado, dentro de los trabajos paleativos que se han venido efectuando. De continuar con este problema, el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo se vería abocado entre otros a los siguientes inconvenientes:

- Mal funcionamiento del ascensor.
- Trabajo ineficiente del sistema eléctrico.
- Se llegarían a quemarse los equipos conectados a estas instalaciones.

- Este fenómeno contribuye al no cumplimiento de la regulación 004/01, emitida por el CONELEC.

Con estos antecedentes, la empresa en un momento determinado va a tener que obligatoriamente cerrar las puertas del monumento para iniciar los trabajos de mantenimiento correctivo sin poder cuantificar con exactitud, por un lado, el valor económico que deja de percibir la empresa por este concepto; y por otro el problema de responsabilidades administrativas que se pueden acarrear.

En cuanto, al beneficio que tendría la empresa, esta relacionado directamente con el cambio total de la alimentación del sistema eléctrico; esto representa económicamente que se eliminen los problemas detectados desde suministro de energía hasta el tablero principal; por lo que es necesario que la empresa pueda invertir el valor de 15677.76 USD; que se encuentra detallados en la tabla 4.15.

**CABLEADO DE FUERZA**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	800	MT. CABLE TTU 1/0 AWG.	8,630	6904,00
2	200	MT. CABLE CU DESNUDO 2/0AWG.	7,870	1574,00
3	120	TUBO PVC NOVADUCTO 110MM*6MT (720MT)	31,000	3720,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1800,000	1800,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>13998,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>1679,76</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>15677,76</b>

Son: QUINCE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE 76/100 DÓLARES.

**Tabla 4.15.** Cotización del cableado que alimenta al edificio Monumento Ecuatorial.

**Fuente:** Electro comercial DYSE, [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### **4.4.1.4.- Implementación del sistema malla a tierra.**

En el tiempo en el que fue construido el Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, no se daba mayor importancia al sistema malla a tierra como un mecanismo de seguridad para protección de equipos y peligros de electrocución; sin embargo, de acuerdo al avance científico y tecnológico las técnicas de construcción han evolucionado, brindando particularmente la seguridad de las instalaciones a través de la implementación del sistema malla a tierra como eje central para el normal funcionamiento de los equipos

conectados a dicho sistema.

En este sentido, del análisis técnico efectuado a las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo se deduce que al no existir instalado los sistemas de malla a tierra las repercusiones serán negativas para la empresa en su conjunto, explicadas en los párrafos anteriores.

Por otro lado, al adoptar la decisión de implementar estos sistemas cuyo costo se puede observar en la tabla 4.16; estos se reflejarían en el mejoramiento y conservación de la vida útil de los equipos y además en la prevención de posibles cortos circuitos, evitando accidentes de trabajo.

**SISTEMA DE MALLA A TIERRA.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
2	1	MALLA DE TIERRA CON VARILLA DE ALTA CAMADA 1,8*5/8. CABLE CU DESNUDO 2/0. CON MEJORADOR DE SUELO GEM. Y SUELDA EXOTÉRMICA.	450,000	450,00
3	1	NO INCLUYE EL CABLE DESNUDO DE ALIMENTACIÓN A CENTROS DE CARGA.	0,000	0,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1200,000	1200,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>1650,00</b>
			<b>IVA 12%</b>	<b>198,00</b>
			<b>TOTAL USD.</b>	<b>1848,00</b>

Son: MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO CON 00/100 DÓLARES.

**Tabla 4.16.** Cotización de malla a tierra.

**Fuente:** Electro comercial DYSE, [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### 4.4.1.5.- Automatización del tablero de transferencia en las cámaras de transformación de 150 kVA y 160 kVA .

Para considerar un sistema que brinde una atención continua y no tenga cortes de energía muy prolongados, técnicamente es recomendable implementar un tablero de transferencia automático, que asciende a un valor de 5600.00 USD, (ver tablas 4.16 y 4.17); el mismo que conlleva: la centralización y adecuación de las fuentes de energía, utilizando equipos (plc, breakers, contactores, etc.); obteniendo los siguientes beneficios:

- Cambio de energía inmediato (energía eléctrica y de generación).
- Evitar accidentes al encender los generadores manualmente;
- Continuidad en el desarrollo de los eventos artísticos.

El beneficio de automatizar es económico se refleja a través del valor pagado de los turistas que ingresan a la ciudad motivados por la calidad del

servicio de las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo: seguridad personal, calidad de servicio reflejada en la atención al cliente.

**CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN: TRANSUNEL 150 kVA**  
**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 1: 400AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 400AMP/3F/220VAC.	2500,000	2500,00
2		INCLUYE:		
3		TABLERO METÁLICO MODULAR AUTO SOPORTADO 120*60*40CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 400AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTÍMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2500,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>300,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>2800,00</b>

Son: DOS MIL OCHOCIENTOS CON 00/100 DÓLARES.

**Tabla 4.17.** Cotización de la transferencia automática para cámara 150 kVA.

**Fuente:** Electro comercial DYSE, [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

**CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN: INATRA 160 kVA**  
**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 1: 400AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 400AMP/3F/220VAC.	2500,000	2500,00
2		INCLUYE:		
3		TABLERO METÁLICO MODULAR AUTO SOPORTADO 120*60*40CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 400AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTÍMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2500,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>300,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>2800,00</b>

Son: DOS MIL OCHOCIENTOS CON 00/100 DÓLARES.

**Tabla 4.18.** Cotización de la transferencia automática para cámara 160 kVA.

**Fuente:** Electro comercial DYSE [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### 4.4.1.6.- Instalación del sistema de pararrayos.

Se socilita a la administración del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo a instalar este modo de seguridad, para proteger de estos eventos a usuarios y equipos mediante la valoración y análisis técnico de las ventajas propias de este sistema; alternativa recomendarle y viarle por la importancia que tiene por el número de turistas que ingresan a esta empresa, reconocida a nivel mundial; la inversión que se tendría que efectuar asciende a 4872.00 USD, como se observa en la tabla 4 19.

**SISTEMA DE PARARRAYOS**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	PARARRAYOS DIPOLO EP PARRES. CON MÁSTIL FINAL DE 6MT. DIAM 2".	600,000	600,00
2	1	MALLA DE TIERRA TRIANGULAR CON VARILLA DE ALTA CAMADA 1,8*5/8. CABLE CU DESNUDO 2/0. CON MEJORADOR DE SUELO GEM. Y SUELDA EXOTÉRMICA.	450,000	450,00
3	1	TORRE DE ELEVACIÓN TRIANGULAR. H: 40MT. PINTADA ROJO-BLANCO. INCLUYE CABLES TENSORES Y BASES DE ANCLAJE.	2100,000	2100,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1200,000	1200,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4350,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>522,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>4872,00</b>

Son: CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y DOS CON 00/100 DÓLARES.

**Tabla 4.19.** Cotización del sistema de pararrayos.

**Fuente:** Electro comercial DYSE [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

#### **4.4.1.7.- Análisis de la conveniencia del cambio cámara de 160 kVA por 200 kVA.**

Para este caso en particular es necesario, recalcar en orden cronológico los siguientes aspectos, que se puede analizar con mayor detenimiento en los anexos de este capítulo:

- Los resultados de las mediciones hechas a las cámaras de transformación luego del mantenimiento preventivo, difieren positivamente en comparación a resultados de mediciones realizadas antes del mantenimiento, lo que da a entender que por la carencia de un cronograma de mantenimiento preventivo y un asesoramiento técnico adecuado y eficiente, la calidad de producto se encuentre fuera de los límites permitidos.
- Mediante oficios OFI-119-GEPTCMM-13 de fecha 28 de junio del 2013; y, OFI-127-GEPTCMM-13 de fecha 15 de julio del 2013, el Gerente General de la Empresa Pública Ciudad Mitad del Mundo, solicita a la Empresa Eléctrica Quito se de en arrendamiento o se cambie el transformador de 160kVA que es el que alimenta la energía eléctrica al Museo Etnográfico; pedido que fue realizado sin considerar las especificaciones técnicas correspondientes así como de los trabajos complementarios a efectuarse.
- Con fecha 28 de agosto del mismo año, la Empresa Eléctrica Quito, emite

el Informe Técnico, a través del cual, se deja constancia que “se encuentra en posición del taps 5; el transformador se encuentra en buen estado”; dejando sin efecto la petición de cambio efectuada por el gerente de la empresa, ya que los resultados obtenidos en dicho informe demuestran que no es necesario y conveniente; por un lado, en incurrir en gastos de arrendamiento, y por otro, en la adquisición de un nuevo transformador.

- Los datos del informe técnico entregado por la Empresa Eléctrica han sido corroborados por el suscrito, Wilmer Paredes, llegando a la misma conclusión; que el transformador se encuentra en buen estado, por lo tanto, no es necesario el cambio del transformador norte de 160 kVA, marca Inatra.

De allí, en primer lugar, el cambio del transformador no garantiza que se mantenga la calidad de producto en los límites establecido en la regulación 004/01 del CONELEC; en segundo lugar, para realizar dicho cambio, técnicamente se recomienda que el transformador debe ser de mayor capacidad, que para este caso en particular, debería ser 200 kVA; lo que representa modificar todos los accesorios de protección, alimentación y de seguridad del equipo y en tercer lugar, el costo de un transformador es de 36349.60 USD; valor que no se encuentra dentro del presupuesto de la empresa, convirtiéndose en un gasto innecesario; más por el contrario, este rubro podría ser empleado para planificar, desarrollar y puesta en marcha todos los trabajos anteriormente descritos e incluso implementar el cronograma del mantenimiento preventivo de los equipos.

PRESUPUESTO: **MATERIALES, MANO DE OBRA y TRANSPORTE.**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR/U.	VALOR/T.	
1	Transformador 200 KVA, 22.8 KV - 210/121V.	c/u	1	10.000,00	10.000,00	10.000,00
2	Seccionador tipo: rompe arco 200KV - 400A, tipo abierto unipolar 200 KV - 400A, Pararrayos tipo distribución 200 KV.	lote	1	470,00	470,00	
3	Conductor unipolar 200KV, # 600 MCM o AWG, aislado, tipo TTU # 4/0 AWG, Punta terminal tipo interior 200KV para cable # 2/0 AWG.	mts	750	18,50	13875,00	13875,00
4	Mejoramiento de malla de tierra: varilla copperweld de 1.8mts x 16mm de diámetro, suelda cadweld para varilla copperweld de 1.8mts x 16mm de diámetro.	c/u	1	4.914,00	4.914,00	
5	Materiales varios (Suelda, taype, terminales, conectores, etc.).	lote	1	396,00	396,00	5.780,00
SUBTOTAL COSTO POR MATERIALES.				USD	29655,00	29655,00
SUBTOTAL COSTO PROYECTO APROBADO EEQ.				USD	450,00	
SUBTOTAL COSTO POR MANO DE OBRA y TRANSPORTE.				USD	2350,00	
<b>COSTO TOTAL DE MI OFERTA .</b>				USD	<b>32455,00</b>	
COSTO 12% IVA VIGENTE.				USD	<b>3894,60</b>	
<b>COSTO GLOBAL - ACOMETIDA SUBTERRÁNEA y CÁMARA 1x200 KVA.</b>				USD	<b>36349,60</b>	

Son: Treinta y seis mil trescientos cuarenta y nueve con 60/100 dólares.

**Tabla 4.20.** Cotización cambio de cámara de transformación.

**Fuente:** Electro comercial DYSE [Valor ingresado con valides 30 días a partir del 18/02/2014].

Por ende, al puede observar en la tabla 4.21 el beneficio para la Empresa Pública Ciudad Mitad del Mundo está determinado por las inversiones que se deben realizar obligatoriamente en trabajos de readecuación, implementación, instalación que en conjunto ascienden a 40109.44 USD; y que contribuye al mejoramiento de la imagen corporativa de la Institución; considerando que el valor de adquisición de un nuevo transformador por el precio de 36349.6 USD, se convierten en un gasto sin los fundamentos técnicos requeridos para tal efecto y consecuentemente se traduce en mala utilización de fondos públicos, gasto que representa el 90.63% de la inversión real que se debe efectuar de manera urgente; o lo que es lo mismo decir, que en términos porcentuales el cambio del transformador norte puede financiar el 90.63% del conjunto de trabajos que se deben ejecutar para dar cumplimiento a la regulación 004/01 del CONELEC, la Ley del Sistema Eléctrico, el Reglamento Sustitutivo, y demás normas.

RESUMEN DE INVERSIÓN Y GASTOS							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR	IVA	TOTAL INVERSIÓN	GASTO INNECESARIO	DIFERENCIA	
1	Readecuación del tablero de transferencia en cabina de sonido.	1450,00	174,00	1624,00	0,00	----	USD
2	Alimentación de energía eléctrica a cabina de Sonido.	9364,00	1123,68	10487,68	0,00	----	USD
3	Alimentación de energía eléctrica al Monumento Ecuatorial.	13998,00	1679,76	15677,76	0,00	----	USD
4	Implementación del sistema malla a tierra.	1650,00	198,00	1848,00	0,00	----	USD
5	Automatización del tablero de transferencia en la cámara de transformación de 150 kVA: 400AMP/3F/220VAC.	2500,00	300,00	2800,00	0,00	----	USD
6	Automatización del tablero de transferencia en la cámara de transformación de 160 kVA: 400AMP/3F/220VAC.	2500,00	300,00	2800,00	0,00	----	USD
7	Instalación del sistema de pararrayos.	4350,00	522,00	4872,00	0,00	----	USD
8	Análisis de la conveniencia o no de cambio de la cámara de 160kVA; por 200kVA.	32455,00	3894,60	0,00	36349,60	----	USD
				<b>40109,44</b>	<b>36349,60</b>	<b>3759,84</b>	USD

**Tabla 4.21.** Resumen de inversión y gastos innecesario en USD para Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

**Fuente:** El autor.

#### **4.4.2.- Análisis financiero de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.**

El análisis financiero de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, comprende el estudio de los siguientes aspectos. Ingresos Corrientes; Gastos Corrientes; Capital de Trabajo; Depreciaciones Acumulada; Estado de Resultados y Flujo de Efectivo Proyectado.

##### **4.4.2.1.- Ingresos Corrientes.**

En cuanto se refiere a ingresos, se puede observar que para el ejercicio económico 2014, la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, ha proyectado un incremento del 13.5%, como resultado del aumento de sus ingresos por concepto de: entradas a la ciudad; museo etnográfico; parqueadero; planetario; museo solar; renta por arrendamiento de locales comerciales y otros espacios.

INGRESOS PRESUPUESTARIOS CORRIENTES	AÑO		AÑO	
	2013		2014	
REGISTRO CONTABLE	PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
<b>VENTAS DE BIENES Y SERVICIOS</b>				
VENTAS NO INDUSTRIALES		1776351,00		2094396,00 USD
Entradas Ciudad Mitad del Mundo	1160917,00		1335055,00	
Entradas Museo Etnográfico	374710,00		430916,00	
Entradas por el uso del parqueadero	165850,00		190728,00	
Entradas al planetario	74874,00		82697,00	
Entradas al museo solar			55000,00	
<b>RENTAS DE INVERSIÓN Y MULTAS</b>				
RENTAS POR ARRENDAMIENTO DE BIENES		320040,00		329995,00 USD
Arrendamiento de locales comerciales	188700,00		201600,00	
Arrendamiento de la plaza de toros	7440,00		7440,00	
Cuotas de mantenimiento	38840,00		40005,00	
Cuotas de seguridad y vigilancia	29660,00		30550,00	
Arrendamiento de la plaza central	3000,00		3000,00	
Arrendamiento de la gallería	2400,00		2400,00	
Alquiler de espacios para la publicidad	50000,00		45000,00	
VEHÍCULOS-Alquiler del tren recreacional		1610,00		1610,00 USD
OTROS ARRENDAMIENTOS		4000,00		4000,00 USD
<b>OTROS INGRESOS</b>				
Recuperación y ejecución de garantías		500,00		500,00 USD
Venta de bases y multas		2500,00		2500,00 USD
<b>INGRESOS CORRIENTES</b>		<b>2105001,00</b>		<b>2433001,00</b> USD

**Tabla 4.22.** Determinación del ingreso presupuestario corriente.

**Fuente:** El detalle y valor ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.2.- Gastos Corrientes.

En cuanto a los gastos corrientes, la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad de Mundo, tiene un incremento del 3.92% en el 2014 con respecto al año anterior, sin embargo, hay que tomar en cuenta que el valor presupuestado para el pago de consumo de energía eléctrica no ha variado, es decir se mantiene el valor de 27000USD para los años de referencia; por otro lado, el rubro presupuestado para mantenimiento del sistema eléctrico del complejo se ha reducido considerablemente en el 55.55%, lo cual indica que el mantenimiento preventivo de las cámaras de transformación están dando los resultados esperados.

GASTOS PRESUPUESTARIOS CORRIENTES	2013		2014	
	1		1	
REGISTRO CONTABLE	PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL
<b>GASTOS EN PERSONAL</b>				
Remuneraciones básicas		646000,00		646000,00 USD
Remuneraciones complementarias		74930,00		75450,00 USD
Remuneraciones temporales		87000,00		87500,00 USD
Aportes patronales a la seguridad social		132500,00		132500,00 USD
<b>BIENES Y SERVICIOS DE CONSUMO</b>				
Servicios básicos		88600,00		87200,00 USD
Energía eléctrica	27000,00		27000,00	
Servicios generales		658600,00		652500,00 USD
traslados , viáticos		6500,00		6500,00 USD
<b>INSTALACIÓN MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN</b>				
Terrenos				12000,00 USD
Edificios locales residencias + mobiliarios		14500,00		39000,00 USD
<b>MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>		29050,00		30605,00 USD
Mantenimiento y licencias de handies	2000,00		2000,00	
<b>Mantenimiento sistemas eléctricos CMM</b>	<b>4500,00</b>		<b>2500,00</b>	USD
Mantenimiento sistema de agua potable			2500,00	
Mantenimiento sistema alcantarillado			2500,00	
Mantenimiento sistema telecomunicaciones			2500,00	
Mantenimiento sistemas eléctricos museo y pabell	3000,00			USD
Mantenimiento y repuestos de generadores	3500,00		5000,00	
<b>Mantenimiento ascensor museo etnográfico</b>	<b>3000,00</b>		<b>2565,00</b>	USD
Mantenimiento de extintores			1000,00	
<b>Mantenimiento equipos de amplificación</b>	<b>6000,00</b>		<b>1000,00</b>	USD
Mantenimiento de fluxómetro	2000,00		2000,00	
<b>Mantenimiento de copadoras</b>	<b>3000,00</b>		<b>1440,00</b>	USD
Mantenimiento de proyectores planetario	550,00		1000,00	
Cambio sistema iluminación planetario			3100,00	
Mantenimiento de central telefónica	500,00		500,00	
Mantenimiento de otros equipos	1000,00		1000,00	
Vehículos		4900,00		5500,00 USD
Herramientas		1500,00		1500,00 USD
Gastos en mantenimiento de áreas verdes y arreglo de vías inte		12000,00		
Libros y colecciones				2000,00 USD
<b>Otras instalaciones, mantenimiento y reparación</b>		<b>20800,00</b>		<b>70000,00</b> USD
Contratación de estudios de investigación		99570,00		97497,00 USD
Gastos en informática		28195,00		12900,00 USD
Bienes de uso y consumo corriente		131046,00		157350,00 USD
Bienes muebles no depreciables		7194,00		17000,00 USD
otros gastos		101800,00		99100 USD
<b>EGRESOS CORRIENTES</b>		<b>2144685,00</b>		<b>2232102,00</b> USD

**Tabla 4.23.** Determinación del gasto presupuestario corriente.

**Fuente:** El detalle de los valores ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.3.- Capital de Trabajo.

La empresa cuenta con un capital de trabajo para el año 2013, equivalente

a.

ACTIVOS CORRIENTES	PARCIAL	TOTAL
<b>a) REGISTRO CONTABLE</b>		<b>457837,90</b> USD
Cajas recaudadoras	13579,25	
Banco central del Ecuador empresa pública	305408,47	
Bancos comerciales moneda de curso legal	40295,45	
Anticipos a servidores públicos	1580,59	
Anticipos a proveedores de bienes y servicios	650,00	
Fondos de reposición	200,00	
Débitos de tesorería	644,40	
Cuentas por cobrar venta de bienes y servicios	2144,00	
Cuentas por cobrar rentas de inversiones y multas	29401,76	
Cuentas por cobrar otros ingresos	28,30	
Cuentas por cobrar impuesto al valor agregado	3494,49	
Cuentas por cobrar de años anteriores	5143,05	
Cuentas por cobrar años anteriores	43371,76	
Existencias de bienes de uso y consumo para producción	11896,38	
<b>PASIVOS CORRIENTES</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>b) REGISTRO CONTABLE</b>		<b>260951,37</b> USD
Acreedores por conciliación bancaria	10944,21	
Cuentas por pagar gastos en personal	7702,81	
Cuentas por pagar bienes y servicios de consumo	21141,45	
Cuentas por pagar otros gastos	4426,51	
Cuentas por pagar gastos en personal de producción	15113,53	
Cuentas por pagar bienes y servicios de producción	116883,59	
Cuentas por pagar otros gastos de producción	5164,70	
Cuentas por pagar obras públicas	7332,70	
Cuentas por pagar impuesto al valor agregado	8595,47	
Cuentas por pagar inversiones en bienes de larga duración	51532,06	
Cuentas por pagar años anteriores	12114,34	
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO = CAPITAL DE TRABAJO = a - b</b>		<b>196886,53</b> USD

**Tabla 4.24.** Determinación del capital de trabajo, referente a los activos y pasivos corrientes.  
**Fuente:** El detalle y valor ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.4.- Depreciación Acumulada.

La depreciación acumulada para el año 2013, asciende a un valor de \$5168,58.

DEPRECIACIONES	2013	
	1	
REGISTRO CONTABLE	PARCIAL	TOTAL
BIENES DE ADMINISTRACIÓN		827,56 USD
Mobiliarios	244,37	
Maquinaria y equipos	235,9	
Vehículos		
Equipos, sistemas y paquetes informáticos.	345,97	
Libros y colecciones	1,32	
BIENES DE PRODUCCIÓN INGRESOS		3844,09 USD
Mobiliarios	278,96	
Maquinaria y equipos	577,64	
Vehículos	736,21	
Herramientas	131,6	
Equipos, sistemas y paquetes informáticos	78,11	
Edificios, locales y residencias	2041,57	
BIENES DE PRODUCCIÓN MUSEO		253,56 USD
Mobiliarios	46,83	
Maquinaria y equipos	173,64	
Equipos, sistemas y paquetes informáticos	25,49	
Bienes artísticos y culturales	7,6	
BIENES DE PRODUCCIÓN PARQUEADERO		44,96 USD
Maquinaria y equipos	44,96	
BIENES DE PRODUCCIÓN PLANETARIO		198,41 USD
Mobiliarios	14	
Maquinaria y equipos	128,62	
Equipos, sistemas y paquetes informáticos	55,79	
<b>RESULTADO</b>		<b>5168,58 USD</b>

**Tabla 4.25.** Determinación de la depreciación.

**Fuente:** El detalle y valor ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.5.- Estado de Resultados.

Del análisis de este estado financiero, se puede observar que el resultado de las actividades económicas del ejercicio fiscal 2013 de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad de Mundo, es positivo de \$301084.00.

ESTADO DE RESULTADOS		AÑOS				
		1	2	3	4	5
REGISTRO CONTABLE	PARCIAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
<b>RESULTADOS DE EXPLOTACIÓN</b>		353556,12	385835,79	421062,6	459505,62	501458,48
Ventas no industriales	1953650,08					
Costo de ventas no industriales	-1600093,96					
<b>RESULTADOS DE OPERACIÓN</b>		-319939,51	-349149,99	-381027,38	-415815,18	-453779,11
Remuneraciones básicas	-129797,66					
Remuneraciones complementarias	-14577,48					
Remuneraciones temporales	-20291,52					
Aportes patronales a la seguridad social	-19493,00					
Indemnizaciones	-13708,45					
Servicios básicos	-12744,63					
Servicios Generales	-45051,28					
Traslados, Instalaciones viáticos y subsistencias	-6539,43					
Instalaciones mantenimiento y reparaciones	-6087,56					
Contratación de estudios e investigaciones	-20248,88					
Gastos en informática	-5381,49					
Bienes en uso y consumo corriente	-10799,22					
Impuestos, tasas y contribuciones	-13605,88					
Seguros, comisiones financieras y otros	-1613,03					
<b>TRANSFERENCIAS NETAS</b>		-8007,49	-8738,5738	-9536,4056	-10407,079	-11357,246
Transferencia de capital al sector público	-8007,49					
<b>RESULTADO FINANCIERO</b>		275194,77	300320,05	327739,27	357661,87	390316,4
Rentas de arrendamiento de bienes	275194,77					
<b>OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>		280,11	305,68404	333,593	364,05004	397,28781
Otros ingresos no clasificados	5448,69					
Depreciación bienes de administración	-5168,58					
Ajustes de ejercicios anteriores						
Ajustes de ejercicios anteriores						
<b>RESULTADOS DEL EJERCICIO EN USD</b>		<b>301084,00</b>	<b>328572,97</b>	<b>358571,68</b>	<b>391309,28</b>	<b>427035,81</b>

**Tabla 4.26.** Determinación del estado de resultados.

**Fuente:** El detalle y valor ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.6.- Flujo de Efectivo.

Este estado financiero nos sirve de base para analizar el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el tiempo de la recuperación de la inversión.

En este sentido, se puede notar que de acuerdo a los criterios de aceptación o rechazo del VPN, para este caso se ha obtenido mayor que cero, por lo tanto el proyecto es aceptado; similar análisis en relación a la tasa interna de retorno que para este caso en particular el TIR es mayor que uno, lo que complementa la decisión de aceptar éste proyecto, es decir, el proyecto es rentable.

Finalmente, el periodo de recuperación estimado de la Inversión de 40109.44 USD, se recuperará en cuatro meses, 8 días.

FLUJO DE EFECTIVO	AÑOS					
	2013		2014	2015	2016	2017
	1	2	3	4	5	
REGISTRO CONTABLE	PARCIAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
a) PUENTES CORRIENTES		2202719,48	2403827,8	2623297,2	2862804,3	3124178,3
Venta de bienes y servicios	1951506,08					
Rentas de inversiones y multas	245793,01					
Otros Ingresos	5420,39					
b) USOS CORRIENTES		285831,20	311927,59	340406,58	371485,7	405402,34
Gastos en personal	190165,30					
Bienes y servicios de consumo	84873,5					
Otros gastos	10792,40					
c) SÚPER ÁVIT/DÉFICIT CORRIENTE = (a-b)		1916888,28	2091900,2	2282890,7	2491318,6	2718776
d) USO DE PRODUCCIÓN, INVERSIÓN Y CAPITAL		1786301,41	1949390,7	2127370,1	2321599	2533561
Gastos en personal de producción	723158,86					
Bienes y servicios de producción	638693,51					
Cuentas por pagar otros gastos de producción	56469,5					
Obras públicas	45348,6					
Inversiones de bienes de larga duración	68621,96					
Aporte fiscal de capital	246001,49					
Cuentas por pagar transferencias y donaciones de	8007,49					
SÚPER ÁVIT/DÉFICIT DE CAPITAL		-1786301,4	-1949390,7	-2127370,1	-2321599	-2533561
e) SÚPER ÁVIT O DÉFICIT BRUTO = (c-d) USD		130586,87	142509,45	155520,56	169719,59	185214,99

**Tabla 4.27.** Determinación del flujo de efectivo.

**Fuente:** El detalle y valor ingresados es información de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, emitida el 26/03/2014.

#### 4.4.2.7.- Valor Presente Neto (VPN).

Es una fórmula que nos indica dos cosas: cuál es el valor del negocio y si nos conviene hacerlo. Con el criterio que si es positivo nos conviene realizar y si es negativo no nos conviene.

ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL VPN

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (4.1)$$

**Ecuación 4.1.-** Valor presente neto.

**Fuente:** [27] Tomado: Evaluación de proyecto, Gabriel Baca Urbina. Pg. 183, 03/04/2014

VPN = Valor Presente Neto

FNE = Flujos Netos de Efectivo

P = Inversión Inicial

VS = Valor de Salvamento

i = Tasa de interés (descuento)

n = Número de periodos

$\frac{1}{(1+i)^n}$  = Factor de actualización a lo largo de los 5 años

#### 4.4.2.8.- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

Es una fórmula utilizada en finanzas que calcula la rentabilidad de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad de Mundo.

Partiendo del supuesto que el VAN=0 se obtiene:

ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA TIR

$$P = -\frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5} \quad (4.2)$$

**Ecuación 4.2.** Tasa interna de rentabilidad.

**Fuente:** [27] Tomado: Evaluación de proyecto, Gabriel Baca Urbina. Pg. 184, 03/04/2014

$P$  = Inversión Inicial

$FNE$  = Flujos Netos de Efectivo

$VS$  = Valor de Salvamento

$i$  = Tasa de interés (descuento)

#### 4.4.2.9.- Periodo de pago.

Es una fórmula que se opta para determinar cuánto tiempo implica la recuperación de la inversión.

ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL PERIODO DE PAGO

$$PERIODO = \frac{INVERSIÓN}{(VALOR ACTUAL NETO / (365 * 5))} \quad (4.2)$$

**Ecuación 4.3.** Periodo de pago.

**Fuente:** El autor

#### 4.4.3.- Cálculo VPN, TIR y el Periodo de pago.

Es el procedimiento del cálculo, utilizando las formulas expresadas en los párrafos anteriores, dentro de una herramienta de ejecución como en el Excel.

INVERSIÓN		FLUJO ANUAL 9,13%				
	0	1	2	3	4	5
	-40109,44	130586,87	142509,45	155520,56	169719,59	185214,99
I	8,17%	Marzo-31-2014 Banco Central del Ecuador				
VPN	\$ 574.318,91	ACEPTABLE				
TIR	334%	ACEPTABLE				
PERIODO	4 meses, 8 días	ACEPTABLE				

**Tabla 4.28.** Determinación del VPN, TIR, y del periodo de pago.

**Fuente:** El autor.

## CONCLUSIONES.

Al término de esta investigación, habiendo cumplido con nuestros objetivos se determina las siguientes conclusiones.

- Las novedades encontradas en las instalaciones eléctricas del complejo tanto en los circuitos de alimentación como en los de distribución son:
  - Adaptadas después de su construcción, por ende instalaciones en mal estado; provocadas por el tiempo transcurrido, por falta de mantenimiento y fundamentalmente por no utilizar los accesorios adecuados en el proceso de conexión (canaletas, tuberías, entre otros).
  - Instalaciones realizadas artesanalmente, es decir, trabajos de reparación del sistema eléctrico de las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, que han sido efectuados sin cumplir las normas de seguridad y sin criterio técnico.
  
- En términos generales las mediciones obtenidas después de terminado el mantenimiento preventivo, indican que se han dado pasos importantes para el cumplimiento de la normativa legal que el caso amerita; pero también es incuestionable, que al no tener un resultado favorable en las tres fases y encontrarse fuera del rango del tope de irritabilidad flicker, se encuentra latente la penalidad establecida en la regulación del CONELEC 004/01, expedidas en el reglamento sustitutivo de suministro del servicio de electricidad, capítulo II, aspectos técnicos, sección I, calidad de producto del artículo 10, perturbaciones, que textualmente manifiesta: “que podrá suspender el servicio a los consumidores cuyas instalaciones produzcan perturbaciones en el sistema de distribución que excedan los límites permitidos, hasta que se eliminen las causas de tales perturbaciones”. Por ello es necesario acoger las recomendaciones que se expone en este contexto.

- La potencia total disponible del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, es de 310 kVA (transformador sur 150 kVA y transformador norte 160 kVA), el cálculo de la demanda de diseño en las cargas de energía eléctrica del 100% de usuarios – comercial, es 78.650675 kVA; esto significa que se está utilizando apenas el 25.37%; quedando disponible de usar en las dos cámaras de transformación una potencia de 231.349325 kVA; equivalente al 74.63%.
- Los valores tomados de la potencia aparente en las mediciones realizadas antes y después de efectuar el mantenimiento preventivo en las dos cámaras de transformación suman 69.25 kVA, y 53.18 kVA, respectivamente; lo que demuestra que luego del mantenimiento preventivo, la potencia se ha reducido en 16.07 kVA, este valor, es sin retirar carga eléctrica alguna de las instalaciones de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del mundo; lo que se traduce en un ahorro económico, para la empresa de acuerdo al pliego y cargos tarifarios del CONELEC.
- Por otro lado, el factor de potencia total para: el transformador de 150 kVA ha pasado de 0.437419 a 0.82845131, es decir, una variación equivalente al 42.503%; para el transformador de 160 kVA la constante es 0.285702 después de haberse realizado el mantenimiento se obtiene 0.8284515131 lográndose un 61.497% de mejora en dicho factor; quedando por debajo de 0.92 que es la constante del valor estipulado en la Regulación 004/01 de la Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución.
- Los resultados obtenidos en el nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje, factor de potencia, analizados antes y luego de efectuar un mantenimiento preventivo correspondiente, indican una variación eficiente de 16.07 kVA, en las dos cámaras de transformación; que en dinero significa 702.72 USD.

Es inevitable realizar los trabajos recomendados, posterior mente se debe realizar otro estudio para determinar si fue suficiente, o necesita de la intervención de elementos mejoradores de flicker y de factor de potencia

- El 28 de agosto del 2013 la Empresa Eléctrica Quito emite el Informe Técnico a través del cual, se deja constancia que “está en posición del taps 5; el transformador se encuentra en buen estado”. Dejando sin efecto la petición de cambio efectuada por el gerente de la empresa, los resultados obtenidos en dicho informe demuestran que no es necesario y conveniente, incurrir en gastos de arrendamiento, o en adquirir un nuevo transformador.
- La Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, debería dar la importancia que tiene el sistema malla a tierra como un mecanismo de seguridad; la protección se reflejaría en el mejoramiento y en la conservación de la vida útil de los equipos, en la prevención de posibles cortos circuitos, evitando accidentes de trabajo; además, de acuerdo al avance científico y tecnológico las técnicas de construcción han evolucionado, brindando exclusivamente un análisis puntual a los sistemas: de puesta a tierra en redes de distribución, conexión a tierra de los equipos eléctricos, sistema de puesta a tierra de protección atmosférica (PARARRAYOS).
- El beneficio económico para la Empresa Pública Ciudad Mitad del Mundo está determinado por las inversiones que se deben realizar obligatoriamente en los trabajos de readecuación que en conjunto ascienden a 40109.44 USD; considerando un gasto sin los fundamentos técnicos la adquisición de un nuevo transformador por el precio de 36349.6 USD; el gasto representa el 90.63% de la inversión real que se debe efectuar de manera urgente; es decir, que en términos porcentuales el cambio del transformador norte puede financiar el 90.63% del conjunto de

trabajos que se deben ejecutar para dar cumplimiento a la calidad de producto, expuesta en la regulación 004/01 del CONELEC, la ley del sistema eléctrico, el reglamento sustitutivo, y demás normas.

- De acuerdo a los criterios de decisión: el resultado del Valor Presente Neto proyectado para 5 años, es mayor que cero ( $VPN = 574318.91$  USD), por lo tanto el proyecto es aceptado; por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR es mayor que uno), lo que significa que el proyecto es rentable y su inversión será recuperada en un periodo de cuatro meses 8 días.
- El desfase de la calidad de servicio en las instalaciones del Complejo Turístico Ciudad Mitad del Mundo, ha ocasionado irregularidades contra la norma señalada en la regulación No. CONELEC – 004/01 de la calidad de servicio eléctrico de distribución.

## RECOMENDACIONES.

Al concluir el estudio de eficiencia y calidad en energía eléctrica de la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo y habiendo cumplido con nuestros objetivos, se expone las siguientes recomendaciones.

- Es importante elaborar un cronograma de mantenimiento preventivo, que cumpla los parámetros de control y se pueda registrar el tiempo en uso de todos los elementos eléctricos, que permitan un adecuado funcionamiento del sistema y sea desarrollado y ejecutado por un especialista en el área.
- Del estudio efectuado de las instalaciones del sistema eléctrico, la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, no cuenta con un sistema malla a tierra (pica tierra, malla tierra), el mismo que debe ser dimensionado adecuadamente para cada caso: locales comerciales, pabellones, museos, oficinas.
- Si bien es cierto, la calidad de producto está constituida por: nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje y factor de potencia, cuyo análisis de resultados determinan que se encuentran por debajo de los niveles y límites permitidos por los organismos de control; este aspecto es irrefutable, está sujeto a un normal, adecuada instalación (mantenimiento) y funcionamiento del sistema eléctrico en la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo. Sería aconsejable realizar un control periódico a las instalaciones de los circuitos finales de distribución por parte del distribuidor, especialmente a los clientes donde la capacidad de disponibilidad de energía es 310 kVA.
- En estas condiciones, es importante señalar que para recuperar, mejorar y lograr un óptimo rendimiento de la calidad de producto del Complejo

Turístico Ciudad Mitad del Mundo; se efectúen de manera urgente los trabajos de: readecuación del tablero de transferencia en cabina de sonido; alimentación de energía eléctrica a cabina de sonido; alimentación de energía eléctrica al monumento ecuatorial; implementación del sistema malla a tierra; automatización del tablero de transferencia en las cámaras de transformación de 150 kVA; y, 160kVA; instalación del sistema de pararrayos; tomar en consideración los resultados del estudio, posteriormente deberá realizar un nuevo análisis, hasta cumplir con la regulación establecida por el CONELEC.

- Elaborar un cronograma de capacitación: para hacer los trabajos de manera técnica, en temas de manejo y manipulación de equipos eléctricos (seguridad industrial); para el personal de mantenimiento, a fin de evitar instalaciones inseguras para que no existan posibles accidentes de trabajo.
- El Concejo Nacional de Electricidad CONELEC debería considerar en la normativa nacional (mandatos, leyes, reglamentos, regulaciones, o resoluciones) que exista mínimo una persona con formación en Ingeniería Eléctrica en las instituciones donde tengan capacidad de disponibilidad en energía mayor a 150 kVA, sea esta pública o privada.

## ABREVIATURAS.

<i>“Alta tensión.</i>	<i>AT</i>
<i>Media tensión.</i>	<i>MT</i>
<i>Alumbrado público.</i>	<i>AP</i>
<i>Baja tensión.</i>	<i>BT</i>
<i>Carga instalada.</i>	<i>CI</i>
<i>Carga instalada por consumidor representativo.</i>	<i>CIR</i>
<i>Centro de transformación.</i>	<i>CT</i>
<i>Coeficiente de utilización del suelo.</i>	<i>CUS</i>
<i>Demanda de diseño.</i>	<i>DD</i>
<i>Demanda máxima de cargas especiales.</i>	<i>DMe</i>
<i>Demanda máxima unitaria.</i>	<i>DMU</i>
<i>Demanda máxima unitaria proyectada.</i>	<i>DMUp</i>
<i>Empresa Eléctrica “Quito” S. A.</i>	<i>EEQ</i>
<i>Factor de diversidad.</i>	<i>FD</i>
<i>Factor de demanda.</i>	<i>FDM</i>
<i>Factor de frecuencia de uso.</i>	<i>FFU</i>
<i>Factor de frecuencia de uso de la carga individual.</i>	<i>FFUn</i>
<i>Factor de mantenimiento.</i>	<i>Fm</i>
<i>Factor de potencia.</i>	<i>FP</i>
<i>Factor de simultaneidad.</i>	<i>FS</i>
<i>Factor de simultaneidad para la carga individual.</i>	<i>FSn</i>
<i>Factor de uniformidad.</i>	<i>FU</i>
<i>Capacidad del transformador en kVA.</i>	<i>kVA (t)</i>
<i>Demanda correspondiente a un tramo en kVA.</i>	<i>kVA (d)</i>
<i>Número abonados usuarios.</i>	<i>N</i>
<i>Nivel de iluminación mínimo.</i>	<i>N<sub>Imín</sub></i>
<i>Nivel de iluminación medio.</i>	<i>N<sub>Imed</sub></i>
<i>Potencia o carga nominal de los artefactos individuales.</i>	<i>P<sub>n</sub></i>
<i>Sobre el nivel del mar.</i>	<i>S<sub>nm</sub></i>
<i>Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda.</i>	<i>T<sub>i</sub> <sup>“18</sup>.</i>

---

<sup>18</sup>[www.eeq.com.ec](http://www.eeq.com.ec), Artículo: Vigencia. 31 de marzo del 2009, Parte A – Guía para diseño, Código: DD.DID.722.IN.03, Elaborado: Dpto. Estudios de distribución, Aprobado: Dirección de distribución 06/10/2013 – Pg. 29, 30, 31, 73 – <http://www.eeq.com.ec/upload/normas/partea.pdf>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Azotea.- Cubierta más o menos llana de un edificio, dispuesta para distintos fines.
- Contrastar.- Comprobar la exactitud o autenticidad de algo.
- Devino.- Adivino
- Etnografía.- Rama de la antropología que tiene por objeto el estudio y descripción de las razas o de los pueblos.
- Exhortar: Incitar a alguien con palabras, razones y ruegos a que haga o deje de hacer algo.
- Expedir.- Despachar, extender por escrito, con las formalidades acostumbradas, bulas, privilegios, reales órdenes, etc.
- Geodesia.- Ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él, y construir los mapas correspondientes.
- Inclusión.- Acción y efecto de incluir; Conexión o amistad de alguien con otra persona.
- Intrínsecamente.- Interiormente, esencialmente.
- Monolitos.- Monumento de piedra de una sola pieza.
- Optar.- Escoger algo entre varias cosas.
- Paleativo.- Que mitiga, suaviza o atenúa. Se dice especialmente de los remedios que se aplican a las enfermedades incurables para mitigar su violencia y refrenar su rapidez.
- Régimen.- Conjunto de normas que gobiernan o rigen una cosa o una actividad; Sistema político por el que se rige una nación.

## BIBLIOGRAFÍA.

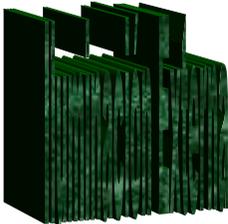
- [1] E. A. PINO, «Enciclopedia del Ecuador,» Academia Nacional de Historia del Ecuador, 2012. [En línea]. Available: <http://www.encyclopediadelecuador.com>. [Último acceso: 28 09 2013].
- [2] F. CHÁVEZ Oleas, Mitad del Mundo, Territorio Solar, Quito - Ecuador, Pichincha: Dr. Vicente Bustamante Infante; Lic. Fausto Chávez Oleas, 2009, p. 198.
- [3] M. d. M. Ciudad, «Ozonika,» [En línea]. Available: <http://www.mitaddelmundo.com/>. [Último acceso: 28 09 2013].
- [4] D. 2013, «Registro Oficial No. 653,» derechoecuador.com, 02 Septiembre 2002. [En línea]. Available: <http://www.derechoecuador.com/inicio>. [Último acceso: 30 Septiembre 2013].
- [5] CONELEC, «Ley de Régimen del Sector Eléctrico,» 10 Octubre 1996. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=203](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=203). [Último acceso: 15 Julio 2013].
- [6] R. S. R. (. d. S. E. R. 2.-N. CONELEC, «[www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec),» 22 Noviembre 2005. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=145](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=145). [Último acceso: 19 Julio 2013].
- [7] S. Empresa Eléctrica Quito, «Parte A - Guia para Diseño,» 31 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://www.eeq.com.ec/upload/normas/partea.pdf>. [Último acceso: 30 Junio 2013].
- [8] L. G. METAS, «Apasionados por la metrología,» Febrero 2010. [En línea]. Available: [http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-10-02-factor\\_de\\_potencia.pdf](http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-10-02-factor_de_potencia.pdf). [Último acceso: 27 Junio 2013].
- [9] E. y. E. R. MINISTERIO, Manual de Estructuras, M. d. E. y. E.

- Renovable, Ed., Quito, Pichincha: Centrosur, 2011, p. 506.
- [10] O. C. d. S. E. d. D. CONELEC, «[www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec),» 23 Mayo 2001. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=23](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=23). [Último acceso: 04 Agosto 2013].
- [11] M. d. U. FLUKE\_434-435-437, «<http://www.fluke.com>,» Enero 2012. [En línea]. Available: [http://www.cedesa.com.mx/pdf/fluke/fluke\\_434II-435II\\_user\\_manual.pdf](http://www.cedesa.com.mx/pdf/fluke/fluke_434II-435II_user_manual.pdf). [Último acceso: 22 Octubre 2013].
- [12] K. GIECK y R. GIECK, Manual de fórmulas técnicas, 30a ed., México: Alfaomega, 2000.
- [13] I. L. KOSOW, Maquinas Eléctricas y Transformadores, Segunda Edición ed., vol. Segunda edición, L. Zuk y B. Santora, Edits., Printed in Mexico: Prentice-Hall HISPANOAMERICA, S.A., 1993, p. 704.
- [14] L. E. REAL ACADEMIA, «Diccionario,» Real Academia Española, Madrid, 2001.
- [15] C. L. DAWES, Tratado de Electricidad II Corriente Alterna, Decimocuarta Edición ed., vol. II, S. Rubio, Ed., México: G. Gili, S.A. de C.V., 1994, p. 740.
- [16] CONELEC, «Reglamento Sustitutivo Ley de Regimen,» 21 Noviembre 2006. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=219](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=219). [Último acceso: 15 Julio 2013].
- [17] F. CASAS Ospina, TIERRAS Soporte de la seguridad eléctrica, Cuarta Edición ed., S. Eléctrica, Ed., Bogota: Icontec, Agosto 2008, p. 278.
- [18] C. R. T. CONELEC, «[www.conelec.gob.ec](http://www.conelec.gob.ec),» 17 Junio 2002. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=11](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=11). [Último acceso: 14 Mayo 2013].
- [19] G. ENRÍQUEZ Harper, Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas,

- 2a ed., G. Noriega, Ed., México: Limusa, S.A. de C.V., 2002, p. 626.
- [20] T. d. p. c. e. r. APLICACIONES TECNOLÓGICAS, «www.at3w.com,» Aplicaciones Tecnológicas, S.A., [En línea]. Available: [http://at3w.com/upload/ficheros/at3w\\_catalogo\\_espanol.zip](http://at3w.com/upload/ficheros/at3w_catalogo_espanol.zip). [Último acceso: 19 Noviembre 2013].
- [21] S. Empresa Eléctrica Quito, «Parte B - Estructuras Tipo,» 31 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://www.eeq.com.ec/upload/normas/parteb.pdf>. [Último acceso: 30 Junio 2013].
- [22] G. ENRÍQUEZ Harper, Manual del Técnico en Subestaciones Eléctricas Industriales y Comerciales, N. Grupo, Ed., México: Limusa, 2012, p. 428.
- [23] G. ENRÍQUEZ Harper, El abc de las Máquinas Eléctricas i. Transformadores, N. Grupo, Ed., México: Limusa, S.A, 2005, p. 308.
- [24] CONELEC, «Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas,» 23 Agosto 2001. [En línea]. Available: [http://www.conelec.gob.ec/normativa\\_detalle.php?cd\\_norm=7](http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=7). [Último acceso: 18 01 2014].
- [25] W. G. SULLIVAN, E. M. WICKS y J. T. LUXHOJ, Ingeniería Económica de DeGarmo, Duodécima Edición ed., E. Quintanar Duarte, Ed., México: Pearson Prentice Hall, 2004, p. 736.
- [26] C. LARROULET y F. MACHÓN, Economía, Primera edición ed., J. C. Cavin, M. J. Norte y A. Gonzáles, Edits., Madrid: McGraw-Hill, 1995, p. 662.
- [27] G. BACA Urbina, Evaluación de proyectos, Sexta ed., P. E. Roig Vázquez y M. T. Zapata Terrazas, Edits., México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V., 2010, p. 318.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1- PLANOS DE: ALIMENTACIÓN;  
DISTRIBUCIÓN; ILUMINACIÓN EXTERNA.**



## ANEXO 2- INFORMACIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO, DEL MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES.

### INFORME DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS MANTENIMIENTO CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN EMPRESA PÚBLICA DE TURISMO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

- Limpieza general de la cámara, cables de medio voltaje y de bajo voltaje, seccionadores, bases porta fusibles y transformadores.
- Pruebas de rutina en los transformadores: Marca TRANSUNEL de 150kVA, serie: P13598-S, No. Empresa: 20405-C, año 1980 y marca: INATRA de 160kVA, serie: 2902472, No. Empresa: 25603-C, año 2002.
- Medición de resistencia de devanados.
- Medición de resistencia de aislamiento.
- Relación de transformación.
- Rigidez dieléctrica del aceite.
- Revisión y ajuste de terminales de medio voltaje y bajo voltaje en los transformadores.
- Instalación de 6 pararrayos tipo polímero. Tres en la cámara de transformación No. 1 y tres en la cámara de transformación No. 2. Se aterrizaron todos los puntos de mallas de ventilación y puertas de acceso.
- Aislamiento de bajantes desde los seccionadores a los terminales de medio voltaje de los transformadores.
- Pintura interior de la cámara y de la puerta de acceso.
- Retiro de cortocircuitos.
- Coordinación con el Centro de Control.
- Restablecimiento del suministro de energía eléctrica a través del cierre de los seccionadores en las acometidas principales y luego en cada transformador.
- Verificación de voltajes de bajo voltaje en los terminales de cada transformador.
- Cierre de los cartuchos fusibles de baja voltaje en cada transformador.
- Verificación de voltajes y carga.
- Verificación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia de la malla en tierra.
- Elaboración de diagrama unifilar de la cámara de transformación, acometida en medio voltaje y salidas en bajo voltaje.

**CRE 13 - 126**

Quito, D.M., 4 OCT. 2013

Ingeniero  
 Patricio Guerrero  
 JEFE TALENTO HUMANO Y MANTENIMIENTO  
 EMPRESA PÚBLICA DE TURISMO CIUDAD MITAD DEL MUNDO  
 Avenida Manuel Córdova Galarza, Km 13.5 (San Antonio de Pichincha)  
 Presente

De mi consideración:

Anexo se remite el informe de las actividades realizadas el 28 de agosto de 2013, en el mantenimiento preventivo de la cámara de transformación de la EMPRESA PÚBLICA DE TURISMO CIUDAD MITAD DEL MUNDO, con cargo al suministro 565257-6:

- De acuerdo a los resultados de las pruebas de rutina efectuadas a los transformadores detallados a continuación, se determina que éstos se encuentran en condiciones operativas:

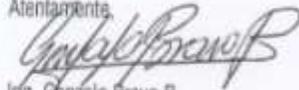
MARCA	FASES	POTENCIA	No. EMPRESA	No. SERIE
TRANSUNEL	3	150kVA	20405-C	P13598-S
INATRA	3	160kVA	25603-C	2902472

- Los protocolos de los ensayos eléctricos de los transformadores, se adjuntan a este documento.
- El análisis de calidad de producto, señala lo siguiente:

MARCA	POTENCIA	OBSERVACIONES ANÁLISIS CALIDAD DE PRODUCTO
TRANSUNEL	150kVA	✓ Potencia disponible: 95.85kVA. ✓ Factor de carga: 56,71%. ✓ El porcentaje de los REGISTROS DE VOLTAJE en las fases F1, F2 y F3 están fuera de los límites permitidos. Cumple con la Regulación 004/01 del CONELEC. ✓ El porcentaje de los FLICKERS CORTA DURACIÓN en fases F1, F2 y F3 están fuera de los límites permitidos. ✓ El porcentaje de la DISTORSIÓN DE ARMÓNICOS, voltaje Thd en F1, F2 y F3 cumple con lo estipulado en la Regulación 004/01 del CONELEC.

INATRA	160kVA	✓ Potencia disponible: 123.21kVA. ✓ Factor de carga: 57,72%. ✓ El porcentaje de los REGISTROS DE VOLTAJE en las fases F1, F2 y F3 están fuera de los límites permitidos.
		✓ Cumple con la Regulación 004/01 del CONELEC. ✓ El porcentaje de la DISTORSIÓN DE ARMÓNICOS VOLTAJE Thd en F1, F2 y F3 cumple con lo estipulado en la Regulación 004/01 del CONELEC.

Atentamente,



Írig. Gonzalo Bravo B.  
JEFE DPTO. CONSTRUCCIÓN DE REDES

Trámite: 215481

Anexo: Listado actividades, protocolo de pruebas y reportes toma de carga

000000 000000

DIVISION DE EJECUCION Y RECEPCION DE OBRAS									
SECCION LABORATORIO									
CERTIFICADO DE ENSAYOS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION			ORDEN DE TRABAJO No.		EGRESO DE BODEGA No.		CERTIFICADO No.		
PROCEDENCIA: CIUDAD MITAD DEL MUNDO			PROPIEDAD: CLIENTE						
TRANSFORMADOR MARCA: TRANSUNEL		No. DE SERIE: P13298-5		No. DE EMPRESA: 20405-C					
POTENCIA NOMINAL: 150 KVA	GRUPO DE CONEXION: DYS		ENSAYOS: REPARACION: RECONSTRUCCION: MANTENIMIENTO: OTROS: MATERIAL-AT: BT:						
TENSION NOMINAL: 13.202.8-210 V	POLARIDAD:								
CORRIENTE NOMINAL: 3.79412.39 A	CLASE DE AISLAMIENTO: Ao								
No. DE FASES: 3	BIL: KV								
AÑO DE FABRICACION: 1990	IMPEDANCIA: 3.8 %								
TIPO: CONVENCIONAL	ALTITUD ( DISEÑO ): msnm								
VALORES NOMINALES	TENSION			CORRIENTE			DERIVACIONES %		
	PRIMARIO	13200/22800 V	3.788 A	← 2 X 2.5					
SECUNDARIO	210/121 V	412.39 A							
1.-RESISTENCIA ENTRE TERMINALES DE DEVANADOS									
ap: 3 T <sup>m</sup> 20									
AT		H1-H2	H1-H3	H2-H3	H1-H2		H1-T		
BT		Xo-X1	Xo-X2	Xo-X3	X1-X2		X2-X3		X1-X3
		51.2 Ω	51.2 Ω	51.2 Ω	Ω		Ω		
		2.7 mΩ	2.5 mΩ	2.6 mΩ	5.7 mΩ		5.0 mΩ		5.3 mΩ
2.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO									
T <sup>m</sup> 20									
CON MEGGER DE 5 KV									
Medida entre:									
AT y BT		7940 MΩ							
AT y T		5170 MΩ							
BT y T		3347 MΩ							
3.-RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE									
NORMA ASTM D 877									
MUESTRA No. 1	1°DESCAR	2°DESCAR	3°DESCAR	4°DESCAR	5°DESCAR	Promedio			
	33 KV	34 KV	36 KV	32 KV	34 KV	34 KV.			
4.-ENSAYO DE CORTOCIRCUITO-IMPEDANCIA EN VOLT.					5.-ENSAYO SIN CARGA-CORRIENTE DE EXCITACION				
H1	H2	H3	H1	PROMEDIO	H1	H2	H3	H1	Promedio
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Pérdidas (C <sub>u</sub> ) W		Uz%		T <sup>m</sup> C	w	w	w	w	w
Pérdidas referidas a 85°C:					W PERDIDAS (Po)		W/CALCULADAS:		
Impedancia referida a 85°C:					%		CORRIENTE DE EXCITACION: %In		
6.-RELACION DE TRANSFORMACION-SECUENCIA DE FASES-POLARIDAD-GRUPO DE CONEXION									
Voltaje de alimentacion: 121 V En vacio. Secuencia: GRUPO DYS POLARIDAD									
AP	H1	R/T	H2	R/T	H3	R/T	H1 R/T		
1	23009	197.840	23037	197.850	23035	197.810			
2	23369	193.130	23369	193.120	23365	193.100			
3	22798	188.410	22796	188.400	22794	188.380			
4	22236	183.770	22235	183.760	22233	183.740			
5	21658	178.990	21657	178.980	21654	178.960			
7.- ENSAYO DE RESISTIVIDAD Y PUESTA A TIERRA									
MEDICION DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA									
MEDICION DE RESISTIVIDAD DEL SUELO									
3.5 Ohmios									
Ohmios-metro									
OBSERVACIONES: SE ENCUENTRA EN POSICION DEL TAPS S; EL TRANSFORMADOR SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO.									
ENSAYADO POR Sr. E. Oyacato Ing. G. Trojito									
CERTIFICO Ing. L. Quisaguano									
FECHA: 28/08/2013									
FECHA: 28/08/13									

DIVISION DE EJECUCION Y RECEPCION DE OBRAS																			
SECCION LABORATORIO																			
CERTIFICADO DE ENSAYOS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION			ORDEN DE TRABAJO No.		EGRESO DE BODEGA No.		CERTIFICADO No.												
PROCEDENCIA: CIUDAD MITAD DEL MUNDO				PROPIEDAD:															
TRANSFORMADOR MARCA: INATRA		No. DE SERIE: 2902472		No. DE EMPRESA: 29603-E															
POTENCIA NOMINAL: 160 KVA		GRUPO DE CONEXION: DYS		ENSAYOS:		X													
TENSION NOMINAL: 13.2/22.8-210 V		POLARIDAD:		REPARACION:															
CORRIENTE NOMINAL: 4.04/439.89 A		CLASE DE AISLAMIENTO: A0		RECONSTRUCCION:															
No. DE FASES: 3		BIL: KV		MANTENIMIENTO:															
AÑO DE FABRICACION: 2002		IMPEDANCIA: 4.04 %		OTROS:															
TIPO: CONVENCIONAL		ALTITUD ( DISEÑO ): msnm		MATERIAL: AT, BT:															
VALORES NOMINALES	TENSION			CORRIENTE			DERIVACIONES %												
	PRIMARIO	13200/22800	V	4.04	A	-4 X 2.5													
	SECUNDARIO	210/121	V	439.89	A														
1.-RESISTENCIA ENTRE TERMINALES DE DEVANADOS																			
Temp. Tm: 20		AT		H1-H2		H1-H3		H2-H3		H1-H2		H1-T							
		44.0		Ω		44.2		Ω		44.4		Ω							
		X0-X1		X0-X2		X0-X3		X1-X2		X2-X3		X1-X3							
		2.0 mΩ		2.1 mΩ		2.3 mΩ		4.3 mΩ		4.3 mΩ		4.3 mΩ							
2.-RESISTENCIA DE AISLAMIENTO																			
Temp. Tm: 20		CON MEGGER DE 5 KV		Medida entre:						AT y BT		5190 MΩ							
										AT y T		4660 MΩ							
										BT y T		2250 MΩ							
3.-RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE																			
NORMA ASTM D 877		MUESTRA No. 1		1°DESCAR 32 KV		2°DESCAR 34 KV		3°DESCAR 35 KV		4°DESCAR 32 KV		5°DESCAR 33 KV		Promedio 33 KV.					
4.-ENSAYO DE CORTOCIRCUITO-IMPEDANCIA EN VOLT.																			
H1		H2		H3		H1		PROMEDIO		H1		H2		H3		H1		Promedio	
V		V		V		V		V		V		V		V		V		V	
A		A		A		A		A		A		A		A		A		A	
Pérdidas (Cu)		W		Uz%		TmC		W		PERDIDAS (Po)		W		CALCULADAS:		W		W	
Pérdidas referidas a 65°C:																			
Impedancia referida a 65°C:																			
6.-RELACION DE TRANSFORMACION-SECUENCIA DE FASES-POLARIDAD-GRUPO DE CONEXION																			
Voltaje de alimentacion: 121 V		En vacio. Secuencia:		GRUPO DYS		POLARIDAD													
AP	H1	R/T	H2	R/T	H3	R/T	H1	R/T											
1	22213	183.580	22212	183.570	22213	183.580													
2	21890	180.910	21890	180.910	21890	180.910													
3	21567	178.250	21567	178.240	21567	178.240													
4	21245	175.580	21245	175.580	21245	175.580													
5	20922	172.910	20922	173.910	20922	172.910													
7.- ENSAYO DE RESISTIVIDAD Y PUESTA A TIERRA																			
MEDICION DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA				4.2 Ohmios															
MEDICION DE RESISTIVIDAD DEL SUELO				Ohmios-metro															
OBSERVACIONES: SE ENCUENTRA EN POSICION DEL TAPS 5; EL TRANSFORMADOR SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO.																			
ENSAYADO POR: 		Sr. E. Oyacata		Ing. G. Trujillo		CERTIFICO		Ing. L. Quisaguano											
FECHA: 28/08/2013						FECHA: 28/08/13													

## ANEXO 3- CONTRASTACIÓN DE EQUIPOS FLUKE 435.



**INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL**  
**HOSPITAL "CARLOS ANDRADE MARIN"**  
**COORDINACION DE MANTENIMIENTO**



Quito, DM, 26 de Agosto de 2013  
 111012103-MTO-2035

**TR279518**

Ingeniero  
 Esteban Inga  
 Director de Carrera Ingeniería Eléctrica  
 Universidad Politécnica Salesiana  
 Presente.

En atención a solicitud presentada a la Coordinación de Mantenimiento de esta casa de salud en oficio S/N de fecha 16 de Julio del 2013 mediante la cual solicita *"se autorice a los Sres. Wilmer Fabián Paredes Túqueres y Paul Fernando Oña Oña, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, a realizar toma de Medidas para comparación del analizador FLUKE 435, de la Universidad Politécnica Salesiana"*, de igual manera solicita *"se nos emita un oficio en el que se indique que los mencionados estudiantes realizaron esta medición"* y una vez realizados los trabajos al respecto informo:

Se tomaron dos mediciones, los dos equipos conectados en un mismo punto y con igual tiempo, en dos cámaras de transformación.

Primera medición, se realiza el 22/07/2013 hasta 23/07/2013 en el breaker principal de la cámara del bloque central que alimenta a las áreas:

- Laboratorio clínico.
- Quirófanos.
- Sala de partos.
- UCI (Unidad de Cuidados intensivos) norte y sur

VARIACIONES				
MEDIDAS	LÍNEAS	VALOR	UNIDAD	EQUIPO
TENSIÓN	L1	0,00026963	%	HCAM
	L2	0,000052076	%	HCAM
	L3	0,000069751	%	HCAM
	LN	0,000026928	%	UPS
CORRIENTE	L1	0,03695136	%	HCAM
	L2	0,10570581	%	HCAM
	L3	0,06950178	%	UPS
	LN	0,00072361	%	HCAM
FRECUENCIA	TOTAL	6,99881E-07	%	UPS
POTENCIA ACTIVA	TOTAL	8,56346382	%	UPS
POTENCIA APARENTE	TOTAL	3,19217082	%	HCAM
FACTOR DE POTENCIA	TOTAL	0,00011044	%	UPS
FLIKER	L1	0,000037153	%	UPS
	L2	0,000040498	%	UPS
	L3	0,000042242	%	UPS
THD	L1	0,00044781	%	UPS
	L2	0,000272	%	UPS
	L3	0,00023262	%	UPS
	LN	0,18073393	%	HCAM



**INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL  
HOSPITAL "CARLOS ANDRADE MARIN"  
COORDINACION DE MANTENIMIENTO**



Segunda medición, se realiza el 24/07/2013 hasta 26/07/2013 fue en un transformador de 45kVA, que alimenta a un Acelerador Lineal del área de Oncología para Radioterapia.

VARIACIONES				
MEDIDAS	LINEAS	VALOR	UNIDAD	EQUIPO
TENSION	L1	0,000049648	%	UPS
	L2	0,00045106	%	HCAM
	L3	0,00028204	%	HCAM
CORRIENTE	L1	0,00191315	%	UPS
	L2	0,00376174	%	HCAM
	L3	0,00254695	%	UPS
FRECUENCIA	TOTAL	7,9225E-07	%	UPS
POTENCIA ACTIVA	TOTAL	1,04460094	%	UPS
POTENCIA REACTIVA	TOTAL	1,84976526	%	HCAM
POTENCIA APARENTE	TOTAL	0,39260563	%	UPS
FACTOR DE POTENCIA	TOTAL	0,00041467	%	UPS
FLIKER	L1	0,000048363	%	HCAM
	L2	0,000056004	%	HCAM
	L3	0,000050088	%	HCAM
THD	L1	9,9765E-06	%	HCAM
	L2	0,000020775	%	UPS
	L3	2,7582E-06	%	HCAM

**EQUIPOS DE MEDICION UTILIZADOS**

FLUKE 435 HCAM	FLUKE 435 UPS
Serie: 13630003	Serie: 13100003
Fecha de Calibración: 20 de Diciembre del 2012	
Reporte: BF12947PQA	

Se adjunta Certificado de Calibración de Analizador de Calidad de Energia del Hospital "Carlos Andrade Marin".

Cabe manifestar que los valores de las dos mediciones realizadas no se evidencian variación considerable.

Particular que informo a usted, para los fines pertinentes.

  
**Ing. JAIME ZANIPATIN**  
**COORDINADOR DE MANTENIMIENTO (E)**

Expedido por: Ing. Denny Tapia Revisado por: Ing. Denny Tapia Aprobado por: Ing. Jaime Zanipatin Fecha: 26/08/13	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### POWER QUALITY ANALYZER EN CONJUNTO CON LAS PINZAS AMPERIMÉTRICAS

Modelo: 435

Serie: 13630003

Este documento certifica que el power quality analyzer marca: Fluke, modelo: 435, serie: No. 13630003, en conjunto con las pinzas amperimétricas marca: Fluke, modelo: 1430 FLEX series: H102324149B9, H102023433B9, H102324079B9, H102223961B9, fue calibrado usando estándares de referencia del Centro de Metrología del Ejército, durante un período de 02 días.

La calibración se realizó a una temperatura ambiente media de  $22 \pm 3$  °C y humedad relativa en el rango de 35 % a 65 %. Para determinar la incertidumbre se considera un nivel de confianza del 95%, y un factor de cobertura  $K=2$  de acuerdo a la G.U.M., se relaciona únicamente a los valores medidos y no incluye estabilidad del instrumento bajo prueba para largo tiempo.

Las mediciones realizadas por nuestros laboratorios se basan en patrones de referencia que mantienen trazabilidad a patrones internacionales, los certificados de calibración se encuentran en los archivos del CMEE y pueden ser revisados por cualquier personal autorizado, se utilizan procedimientos reproducidos y/o desarrollados por este Centro, de acuerdo a requerimientos de la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006

La estabilidad y funcionamiento del power quality analyzer en conjunto con las pinzas amperimétricas depende de varios factores, los cuales están fuera del control de nuestros laboratorios de calibración. No obstante, si al equipo se le da un mantenimiento y uso adecuado, los valores descritos en el reporte de calibración puede mantenerse dentro de los rangos en el período que se establezca como válida la calibración

Este certificado solo se aplicará para el ítem identificado, únicamente se podrá reproducir en forma completa y con la aprobación escrita específica del Centro de Metrología del Ejército. No será usado para reclamo de endoso de productos por el INEN ó cualquier otra entidad Estatal.

#### Estándar (es) utilizado (s):

Equipo	Marca	Modelo	Serie	Fecha de cal.	Fecha prox. cal.
Calibrador	Fluke	5500A	6525005	2 012-10-23	2 013-10-23
Bobina	Wavetek	9100	31599	2 012-12-13	2 012-12-13

\* De requerir el cliente, se entregará el diagrama de trazabilidad del laboratorio

MARIO A. CALÁS R.  
 TCRN. DE E.M.  
 DIRECTOR DEL CENTRO DE METROLOGÍA DEL EJÉRCITO



Número de reporte: BF12947PQA  
 Fecha de calibración: 2012-12-20

CA2.LF1

Reporte: BF12947PQA Pag. 1 de 4



## REPORTE DE CALIBRACIÓN

<b>Ciente:</b> INSELMED	<b>Reporte No.:</b> BF12947PQA
<b>Repr.:</b> Ing. Carlos Plua	<b>Fecha inl. cal.:</b> 2012-12-19
<b>Dire.:</b> Conocoto, Calle Luis Proaño 632 y Sucre	<b>Fecha fin. cal.:</b> 2012-12-20
<b>Telf.:</b> 2072396	
<b>Equipo:</b> POWER QUALITY ANALYZER	
<b>Marca:</b> FLUKE	<b>Patrones:</b> CALIBRADOR FLUKE
<b>Modelo:</b> 435	<b>Modelo:</b> 5500A
<b>Serie:</b> 13630003	<b>Serie:</b> 6625005
<b>Pinzas:</b> PINZAS AMPERIMÉTRICAS	
<b>Marca:</b> FLUKE	<b>Patrones:</b> BOBINA WAVETEK
<b>Modelo:</b> i430 FLEX	<b>Modelo:</b> 9100
<b>Serie:</b> H102324149B9 - H102023433B9 H102324079B9 - H102223961B9	<b>Serie:</b> 31599
<b>Proced. Empleado:</b> CA0.P6	
<b>Temperatura media:</b> 21,2°C	
<b>Humedad media relativa:</b> 58,1 %	

# Item	PARÁMETRO RANGO	VALOR REFERENCIA	LECTURA MEDIA (UBP)	CORRECCIÓN V/Hz	INCERTID.K=2 (± V/Hz)	OBSERVACIÓN
<b>VOLTAJE AC.</b>						
<b>V (A)</b>						
1	V 0 - 208 60Hz	2,29995	2,30	-0,00005	0,01	
2	V 0 - 208 60Hz	19,99997	20,00	-0,00003	0,06	
3	V 0 - 208 60Hz	199,9963	199,99	0,0113	0,13	
4	V 0 - 208 1KHz	199,9963	199,50	0,5013	0,13	
<b>V (B)</b>						
5	V 0 - 208 60Hz	2,29995	2,30	-0,00005	0,01	
6	V 0 - 208 60Hz	19,99997	20,00	-0,00003	0,06	
7	V 0 - 208 60Hz	199,9963	199,98	0,0163	0,13	
8	V 0 - 208 1KHz	199,9963	199,51	0,4813	0,13	
<b>V (C)</b>						
9	V 0 - 208 60Hz	2,29995	2,30	-0,00005	0,01	
10	V 0 - 208 60Hz	19,99997	20,00	-0,00003	0,06	
11	V 0 - 208 60Hz	199,9963	199,98	0,0163	0,13	
12	V 0 - 208 1KHz	199,9963	199,25	0,7463	0,13	
<b>CORRIENTE AC. PZA. H102324149B9</b>						
<b>A (A)</b>						
13	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	



# Item	PARÁMETRO RANGO	VALOR REFERENCIA	LECTURA MEDIA (UBP)	CORRECCIÓN V//Hz	INCERTID.K=2 (± V//Hz)	OBSERVACIÓN
14	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
15	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
16	A 5 - 400 60Hz	395,66	395	0,66	1,30	
<b>A (B)</b>						
17	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
18	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
19	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
20	A 5 - 400 60Hz	395,66	396	-0,34	1,30	
<b>A (C)</b>						
21	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
22	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
23	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
24	A 5 - 400 60Hz	395,66	396	-0,34	1,30	
<b>CORRIENTE AC. PZA. H102023433B9</b>						
<b>A (A)</b>						
25	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
26	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-0,60	0,39	
27	A 5 - 400 100Hz	197,25	197	0,25	0,19	
28	A 5 - 400 60Hz	395,66	395	0,66	1,30	
<b>A (B)</b>						
29	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
30	A 5 - 400 60Hz	196,90	197	-0,10	0,21	
31	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
32	A 5 - 400 60Hz	395,66	395	0,66	1,30	
<b>A (C)</b>						
33	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
34	A 5 - 400 60Hz	196,90	197	-0,10	0,21	
35	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
36	A 5 - 400 60Hz	395,66	396	0,16	1,34	
<b>CORRIENTE AC. PZA. H102324679B9</b>						
<b>A (A)</b>						
37	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
38	A 5 - 400 60Hz	196,90	195	1,90	0,21	
39	A 5 - 400 100Hz	197,25	195	2,25	0,19	
40	A 5 - 400 60Hz	395,66	390	5,66	1,30	
<b>A (B)</b>						
41	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
42	A 5 - 400 60Hz	196,90	195	1,90	0,21	
43	A 5 - 400 100Hz	197,25	195	2,25	0,19	
44	A 5 - 400 60Hz	395,66	390	5,66	1,30	



# Item	PARÁMETRO RANGO	VALOR REFERENCIA	LECTURA MEDIA (UBP)	CORRECCIÓN V/I/Hz	INCERTID.K=2 (± V/I/Hz)	OBSERVACIÓN
<b>A (C)</b>						
45	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
46	A 5 - 400 60Hz	196,90	195	1,90	0,21	
47	A 5 - 400 100Hz	197,25	195	2,25	0,19	
48	A 5 - 400 60Hz	395,66	390	5,66	1,30	
<b>CORRIENTE AC. PZA. H102223961B9</b>						
<b>A (A)</b>						
49	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
50	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
51	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
52	A 5 - 400 60Hz	395,66	395	-0,34	1,30	
<b>A (B)</b>						
53	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
54	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
55	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
56	A 5 - 400 60Hz	395,66	396	-0,34	1,30	
<b>A (C)</b>						
57	A 0,5 - 40 60Hz	19,72	20	0,22	0,34	
58	A 5 - 400 60Hz	196,90	198	-1,10	0,21	
59	A 5 - 400 100Hz	197,25	198	-0,75	0,19	
60	A 5 - 400 60Hz	395,66	395	-0,34	1,30	
<b>FRECUENCIA</b>						
<b>Hz</b>						
61	Hz 50 - 70	50,000	49,999	0,002	0,01	
62	Hz 50 - 70	60,000	59,999	0,001	0,01	
63	Hz 50 - 70	70,000	70,000	0,000	0,01	

Realizado por

Ing. Robinson Villamarín  
Ret. del L.B.F.

Revisado por

Ing. Marcelo J. Garzón M.  
Jefe del Departamento Técnico

Ing. Julio C. Montaluisa L.  
Jefe del Departamento de Calidad

# ANEXO 4- SOLICITUD DE CAMBIO DEL TRANSFORMADOR.

*10/Ago 3 Cerezo Ben*

*Departo RURAL*

Oficio N°: OFI-119-GEPTCMM-13  
Quito, 28 de Junio de 2013

Señores  
Empresa Eléctrica Quito  
Presente.-

De mi consideración:

La Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, cuenta con un ascensor al interior del Museo Etnográfico, es así como en las últimas semanas el funcionamiento del ascensor tiene problemas. Debido a este inconveniente personal de su empresa, se realizó la inspección con la finalidad de aumentar el Tap en el transformador que emite la energía al ascensor; por lo que determinaron que el Tap esta en su tope (5), y que los problemas de bajas de energía eléctrica y mal funcionamiento del ascensor se debe a que el transformador es del año de 1978, esto es casi 35 años.

En este sentido solicitamos, la posibilidad para que se nos cambie el transformador ubicado en el cuarto de transformadores, de uso exclusivo de la Empresa Eléctrica Quito; y, contar con los técnicos que inspeccionen el lugar y realicen el informe correspondiente.

Por la atención que se sirva dar a la presente, me despido.

Atentamente,



Dr. Ramiro Pontón V.  
GERENTE GENERAL  
E.P.T.C.M.M.

PG/dg

*Atendido 07/07/2013*

  
*Doris Benavides*  
OFICINISTA  
3/07/13

*Jul 21 13*

Av. Bolívar Ciudad Mitad del Mundo Km. 13.3 San Antonio de Pichincha  
Teléfono: 0212 2748225/2626 - 2286717/1777  
E-mail: www.epm.com.ec  
www.ciudadmitad.com





Oficio N°: OFI-127-GEPTCMM-13  
 Quito, 9 de julio de 2013

Señores  
**Empresa Eléctrica Quito**  
 Presente

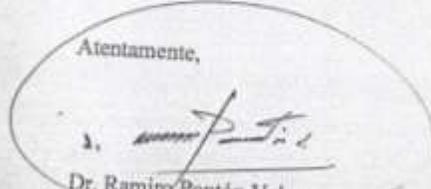
De mi consideración:

Reciban un atento saludo de quienes conformamos la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo.

Por medio del presente comunico que una vez realizadas las inspecciones por parte del personal de la Empresa Eléctrica, esto debido a bajones de energía eléctrica que afectan el buen funcionamiento del ascensor ubicado en el monumento de la Mitad del Mundo, nos han sugerido como alternativa para solucionar este problema solicitemos en arrendamiento un transformador cuyas características las determinará su personal técnico.

En este sentido, hago formar el solicitar a ustedes un transformador en arrendamiento para ser utilizado en la Empresa Pública de Turismo Ciudad Mitad del Mundo, ubicado en la Av. Manuel Córdova Galarza km 13,5.

Atentamente,



Dr. Ramiro Pontón Veloz  
**GERENTE GENERAL**  
**EMPRESA PÚBLICA DE TURISMO**  
**CIUDAD MITAD DEL MUNDO**

*archivo  
 09/07/2013*

RECIBIDO  
 10 JUL 2013  
 T. 211 934

Av. Manuel Córdova Galarza km. 13,5 San Antonio de Pichincha  
 Teléfono: (010-2) 23483134/36 - 23483176/77  
 Site Web: www.emtadmitadmundocm.com  
 emtadmitadmundocm.com



## ANEXO 5- COTIZACIONES DE INVERSIÓN y GASTO.



MATERIAL ELÉCTRICO COMERCIAL E INDUSTRIAL  
CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES  
TABLEROS ELÉCTRICOS

RUC: 1700531445001  
Av. América N32-170 y Rumburamba, P. Baja, Frente a Colegio "San Gabriel" Telfs: 2223059 - 2453274  
dysa-electrocomercial@outlook.com dysa\_servicio@yahoo.es

**PROFORMA 2014-0033**

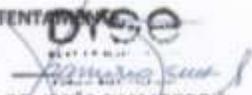
QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014  
 CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO  
 ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.  
 REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.  
 CABINAS DE SONIDO

**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 3: 100AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 100AMP/3F/220VAC.	1450,000	1450,00
2		INCLUYE:		
3		GABINETE METÁLICO 800*60*30CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 100AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTIMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1450,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>174,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>1624,00</b>

Son: MIL SEISCIENTOS VEINTE Y CUATRO CON 00/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**  
 VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.  
 TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.  
 FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE  
  
 TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
 DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

ALIMENTACIÓN A CABINAS DE SONIDO

**CABLEADO DE FUERZA**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	480	MT. CABLE TTU 4 AWG.	6,100	2928,00
2	120	MT. CABLE CU DESNUDO 2 AWG.	6,800	816,00
3	120	MT. MANGUERA NEGRA DIELECTRICA PVC 110MM"	31,000	3720,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1900,000	1900,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>9364,00</b>
			<b>IVA 12%</b>	<b>1123,68</b>
			<b>TOTAL USD.</b>	<b>10487,68</b>

Son: DIEZ MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 68/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE  
  
TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES,

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

ALIMENTACIÓN AL MONUMENTO

**CABLEADO DE FUERZA**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	800	MT. CABLE TTU 2/0 AWG.	8,630	6904,00
2	200	MT. CABLE CU DESNUDO 2/0AWG.	7,870	1574,00
3	120	TUBO PVC NOVADUCTO 110MM*6MT (720MT)	31,000	3720,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1800,000	1800,00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>13998,00</b>
			<b>IVA 12%</b>	<b>1679,76</b>
			<b>TOTAL USD.</b>	<b>15677,76</b>

Son: QUINCE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE 76/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE  
  
TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

**MALLA DE TIERRA**

**SISTEMA DE MALLA A TIERRA.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
2	1	MALLA DE TIERRA CON VARILLA DE ALTA CAMADA 1,8"X1/8" CABLE CU DESNUDO 2/0. CON MEJORADOR DE SUELO GEM. Y SUELDA EXOTÉRMICA.	450,000	450,00
3	1	NO INCLUYE EL CABLE DESNUDO DE ALIMENTACIÓN A CENTROS DE CARGA.	0,000	0,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1200,000	1200,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1650,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>198,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>1848,00</b>

San: MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO CON 00/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE,  
  
TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN: TRANSUNEL 150 KVA

**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 1: 400AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 400AMP/3F/220VAC.	2500,000	2500,00
2		INCLUYE:		
3		TABLERO METÁLICO MODULAR AUTO SOPORTADO 120*60*40CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 400AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTIMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2500,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>300,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>2800,00</b>

Son: DOS MIL OCHOCIENTOS CON 00/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE  
  
TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN: INATRA 160 KVA

**TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 1: 400AMP/3F/220VAC.**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 400AMP/3F/220VAC.	2500,000	2500,00
2		INCLUYE:		
3		TABLERO METÁLICO MODULAR AUTO SOPORTADO 120*60*40CM		
4		TRANSFERENCIA MOTRIZ 400AMP. 3 POLOS. 220VAC. OSEMCO.		
5		MODULO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA: BAJO Y SOBRE VOLTAJE. DISPLAY COLOR. VOLTIMETRO DIGITAL.		
6		MATERIALES MENUDOS. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA.		
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>2500,00</b>
			<b>IVA 12%</b>	<b>300,00</b>
			<b>TOTAL USD.</b>	<b>2800,00</b>

Son: DOS MIL OCHOCIENTOS CON 00/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE,



TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

**PROFORMA 2014-0033**

QUITO, 18 DE FEBRERO DEL 2014

CLIENTE: COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO

ATENCIÓN: SR. WILMER PAREDES.

REFERENCIA: PROFORMA SISTEMAS ELÉCTRICOS.

MALLA DE TIERRA Y PARARRAYO

**SISTEMA DE PARARRAYOS**

ÍTEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P.UNIT.	P.UNIT.
1	1	PARARRAYOS DIPOLO EP PARES. CON MÁSTIL FINAL DE 6MT. DIAM 2".	600,000	600,00
2	1	MALLA DE TIERRA TRIANGULAR CON VARILLA DE ALTA CAMADA 1,8"X/R. CABLE CU DESNUDO 2/0. CON MEJORADOR DE SUELO GEM. Y SUELDA EXOTÉRMICA.	450,000	450,00
3	1	TORRE DE ELEVACIÓN TRIANGULAR, H: 40MT. PINTADA ROJO-BLANCO. INCLUYE CABLES TENSORES Y BASES DE ANCLAJE.	2100,000	2100,00
4	1	MATERIALES MENUDOS, MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.	1200,000	1200,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4350,00</b>
<b>IVA 12%</b>				<b>522,00</b>
<b>TOTAL USD.</b>				<b>4872,00</b>

Son: CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y DOS CON 00/100 DÓLARES.

**CONDICIONES COMERCIALES:**

VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS.

TIEMPO DE ENTREGA: 20 DÍAS.

FORMA DE PAGO: 50% A FIRMA DE CONTRATO + 50% CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS.

ATENTAMENTE  
  
TLGO. JESÚS CHAMORRO S.  
DYSE electrocomercial.

PROYECTO: RED MT y CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN 1x200KVA.  
 COMPLEJO TURÍSTICO CIUDAD MITAD DEL MUNDO  
 ATENCIÓN: SR. WILMER F. PAREDES TÚQUERES.

PRESUPUESTO: MATERIALES, MANO DE OBRA y TRANSPORTE.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALORAL	VALORIT.	
1	Transformador 200 KVA, 22.8 KV - 210/121V.	c/u	1	10.000,00	10.000,00	10.000,00
2	Seccionador tipo: rompe arcos 200KV - 400A, tipo abierto unipolar 200 KV - 400A, Pararrayes tipo distribución 200 KV.	lote	1	470,00	470,00	
3	Conductor unipolar 200KV, # 600 MCM o AWG, aislado, tipo TTU # 4/0 AWG, Punta terminal tipo interior 200KV para cable # 2/0 AWG.	mts	750	18,50	13875,00	13875,00
4	Mejoramiento de malla de tierra: varilla copperweld de 1.8mts x 16mm de diámetro, suelta cadweld para varilla copperweld de 1.8mts x 16mm de diámetro.	c/u	1	4.914,00	4.914,00	
5	Materiales varios (Suelta, tappe, terminales, conectores, etc.).	lote	1	396,00	396,00	5.780,00
SUBTOTAL COSTO POR MATERIALES.				USD	20655,00	20655,00
SUBTOTAL COSTO PROYECTO APROBADO EEQ.				USD	450,00	
SUBTOTAL COSTO POR MANO DE OBRA y TRANSPORTE.				USD	2350,00	
COSTO TOTAL DE MI OFERTA .				USD	33455,00	
COSTO 12% IVA VIGENTE.				USD	3954,50	
COSTO GLOBAL - ACOMETIDA SUBTERRÁNEA y CÁMARA 1x200 KVA.				USD	36349,50	

Son: Treinta y seis mil trescientos cuarenta y nueve con 00/100 dólares.

Realizado por,

ING. E. GUSTAVO MORALES L.  
 Reg. Prof. 03 - 17 - 885. E.P.N.  
 OPERENTE.

OBSERVACIONES:

INDUMATIC proveerá del transformador y el breaker principal.

El presupuesto incluye el montaje de la cámara de transformación hasta el montaje del breaker principal.

La fiscalización se verá la necesidad o no de mejorar la malla de tierra de la cámara de transformación.

Análisis de calidad dentro del funcionamiento con carga en la cámara de transformación.

## ANEXO 6- CARTA DE PRESENTACIÓN EMPRESA PROVEEDORA DE MATERIAL.



TELGO. RESUN CHAMPORRO S.

Av. América N°2-170 y Rurrupamba, P. Baja, Frente a Colegio "San Gabriel" Telfs: 2223059 - 2453274

dyse-electrocomercial@outlook.com dyse\_servtec1@yahoo.es

MATERIAL ELÉCTRICO COMERCIAL E INDUSTRIAL  
CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES  
TABLEROS ELÉCTRICOS

RUC: 1708531445001

Quito DM, febrero del 2014

Señores

COMPLEJO TURISTICO MITAD DEL MUNDO

Atención: Sr. WILMER F. PAREDES TUQUERES

Presente.-

Reciba un cordial saludo de quienes formamos la empresa.

**"DYSE – electrocomercial".**

Ponemos a sus órdenes nuestra empresa como Proveedor de Material Eléctrico en Baja, Media y Alta Tensión, además de los servicios profesionales en Diseño y Ejecución de Proyectos Eléctricos.

Nuestras principales líneas de distribución que ofrecemos son:



Las marcas de **Schneider Electric** líderes en soluciones integrales en Automatización, Control y Protecciones en baja y media tensión:

Contactores, Guardamotors, Relés térmicos, Arranadores suaves, Variadores de Velocidad, Relés auxiliares, Relés electrónicos temporizados, Control de nivel de líquidos, Supervisores de redes, PLCs Zelio y TWIDO, Elementos de mando y señalización, Terminales de dialogo Hombre – Máquina, Fines de carrera, Sensores de proximidad Inductivos y Capacitivos, Sensores de presión, Auxiliares de cableado. Breakers de protección termo-magnética caja moldeada, Breakers para riel DIN, Transferencias manuales y automáticas de redes, Bancos de condensadores, Reguladores de factor de potencia, Centrales de medición de energía. Centros de carga, Breakers QOVs – limitadores, Breakers QOU sobrepuestos o riel DIN, Interruptores termo-magnéticos en caja moldeada, Presóstatos, Relés de Falla de Fase. Etc.



Schneider  
Electric



## SIEMENS

Motores, Variadores de frecuencia, Arrancadores suaves, Breakers caja moldeada y para riel DIN, Guardamotores, Contactores de fuerza SIRUIS, Relés térmicos, Contadores y relés auxiliares, Relés temporizados, Elementos de mando y señalización, Medidores de parámetros eléctricos, Transformadores de corriente, Reguladores de factor de potencia, Condensadores, Borneras de conexión, Bases y fusibles NH, Relés inteligentes LOGOS, PLCs SIMATIC, Fuentes de alimentación, Pantallas HMI, Sensores de proximidad inductivos, capacitivos y fotoeléctricos, Transmisores de proceso.



Cables eléctricos desnudos, sólidos y alambres rígidos, plástipomos, cableados 7, 19 y 37 hilos, concéntricos, gemelos, TTU, THHN, flexibles instalación o automotriz, superflex, tipo batería, antena, telefónico exterior e interior, cable para mediana tensión.



Lámparas fluorescentes: Tipo miniatura para linternas, lámparas de emergencia; germicidas, especiales varios potencias y tonos de luz; tipo luz negra azulada. Fluorescentes de colores, lámparas electrónicas T8 - T5 Octron, lámparas circulares rapid start, focos incandescentes, ahorradores simples, dobles, tipo globo, dulux, Reflectores infrarrojos, de vidrio duro, halógenos, iodines y bulbos de cuarzo, dicroicos, focos de vapor de mercurio, luz mixta, vapor de sodio, foco metalarc, balastos electromagnéticos y electrónicos, etc.



## PHILIPS

Focos de sodio, mercurio halogenado, Balastos electromagnéticos, equipos para alta descarga de intensidad.

## 3M

Cintas aislantes, autofundente, de alta temperatura, fibra de vidrio, empalmes de resina, puntas terminales para alta tensión, etc.



Canaletas decorativas lisas, ranuradas, accesorios, amarras plásticas, libretines y anillos marcadores para cableado, cintas doble faz, cajas sobrepuestas, cintas espirales, bases adhesivas, prensa cables, etc.



## TECH PLUSH

Cajas Plásticas Decorativas Sobrepuestas de 40mm



## TABLEROS ELECTRICOS

### GABINETES

### RACK

Medidas estándar y fabricación en medidas y modelos especiales. Robustos gabinetes auto soportados en los que se puede montar todo equipo y aparatos eléctricos y electrónicos.

NUEVO:

TABLERO Y GABINETES  
EN LAMINA DE ACERO INOXIDABLE



## BANDEJAS RANURADAS ESCALERILLAS METALICAS

Bandejas y escalerillas portacables, tapas, curvas, reducciones, uniones, soportes, riel channel, grapas channel, riel DIN, etc.





Impresora portátiles, Cintas vinilo blanco y color.



Transformadores de voltaje monofásicos y trifásicos, tipo seco, abiertos y cerrados, para control hasta 3KVA y para fuerza hasta 300KVA. Variadores de frecuencia, contactores, relés térmicos, breakers, auxiliares de mando y señalización, etc.



Enchufes y tomas industriales sobrepuestas, semiempotrables y extensión. Borneras de conexión para riel DIN, identificadores para cables y borneras, repartidores de energía 125 y 250 amp.



#### TUBERIAS, MANGUERAS Y ACCESORIOS.

Tubería metálica EMT, Rígidas roscadas, mangueras BX y BX/PVC selladas, mangueras de polietileno negra reforzada, mangueras anillada plástica. Accesorios: uniones, conectores, cajas condulet, abrazadera simple y doble aleta, tipo livianas y reforzadas.



#### LUMINARIAS

Luminarias fluorescentes y difusores acrilicos, Reflectores de Sodio y Metal halide, Reflectores de cuarzo, Lámparas de emergencia y señalización, Campanas industriales metálicas y acrílicas, Luminarias decorativas para exterior, Luminarias de alumbrado público, Lámparas decorativas, Luminarias LEDs.





MATERIAL ELÉCTRICO COMERCIAL E INDUSTRIAL  
CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES  
TABLEROS ELÉCTRICOS

TLGO. JESUS CHAMORRO S. RUC: 1708531445001  
Av. América N32-170 y Rumipamba, P. Baja, Frente a Colegio "San Gabriel" Telfs: 2223059 - 2453274  
dyse-electrocomercial@outlook.com dyse\_servtec1@yahoo.es

Además disponemos de equipos, materiales y accesorios de marca reconocidas en el mercado industrial, como son: **INDECO CABLES ELECTRICOS, ABB, WEG, LEIPOLD, CUTLER HAMMER, GREENLEE, FLUKE, BELDEN, PANDUIT, AMP, SMART LINK, SIGNAMAX, LANPRO, ICM, CAMSCO, SASSIN Y MAS.**

Adicionalmente, construimos e instalamos Tableros de Distribución de Energía Eléctrica, Tableros de Transferencia Manual o Automática, Tablero de Arranques para Motores, Sistema de control con PLC's, Sistemas SCADA, Automatismos Industriales, Sistemas eléctricos generales.

Deseándoles éxito en su gestión para el engrandecimiento de su empresa, quedamos pendientes de sus órdenes.

  
Cordiales saludos,  
  
PUNTA AUTORIZADA  
TLGO. JESUS CHAMORRO  
**DYSE electrocomercial**  
Cel: 0984 697 821 – 0996 363 548



Dirección:  
Av. América N32-170 y Rumipamba  
dyse-electrocomercial@outlook.com  
dyse\_servtec1@yahoo.es



2 223059  
2 223987  
2 453274

Horario de atención:  
Lunes - Viernes  
8:30 - 18:00

Los nombres, imágenes y logotipos son derechos reservados de sus respectivas marcas.