



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II DE LA ACTUAL EMPRESA ELECTRICA GUAYAQUIL, BASADO EN LA CALIDAD DEL SERVICIO”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACIÓN EN POTENCIA**

PRESENTADO POR:

**HERIBERTO JAVIER MEDINA ABARCA.
MARIA GABRIELA MORAN COLUNGA.
JULIO CESAR ORTEGA LÓPEZ.**

**Guayaquil – Ecuador
2009**

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro sincero agradecimiento al Ph. D. CRISTOBAL MERA, Director del Tópico, por su dedicación y aportes prestados, durante la elaboración de este documento de graduación.

DEDICATORIA

A Dios, mi mamá, mi familia y a mis amigos los cuales siempre estuvieron ahí dándome su apoyo y fuerzas para seguir adelante todo este tiempo.

Javier Medina A.

A mi Dios, a mis padres y hermanos que son la luz que guían mi vida, a mis sobrinos y ahijados que son los que me dan la inspiración para luchar, a mi familia y amigos por el apoyo brindado en todos mis años de estudios.

Gabriela Morán C.

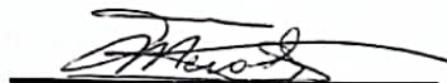
Agradezco a Dios que me da la fuerza y la vida, a mi familia y a mi equipo de trabajo.

Julio Ortega L.

TRIBUNAL DE GRADUACION



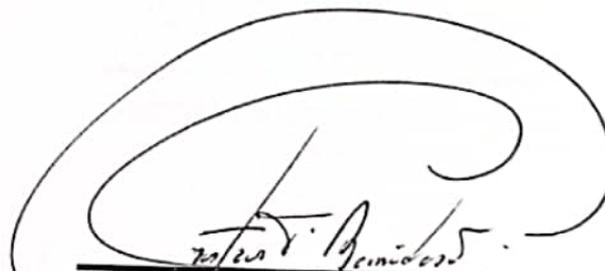
Ing. Jorge Aragundi
SUBDECANO DE LA FIEC



PhD Cristóbal Mera
DIRECTOR DE TOPICO



Ing. Jorge Chiriboga
VOCAL PRINCIPAL

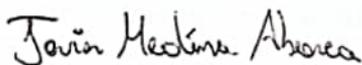


Ing. Gustavo Bermúdez
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este t pico de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

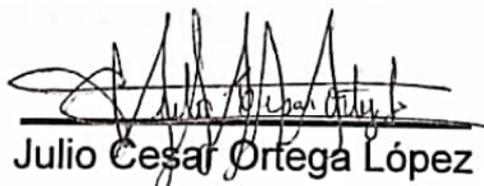
(Reglamento de Exámenes y Títulos
Profesionales de la ESPOL)



Javier Medina Abarca



Gabriela Moran Colunga



Julio Cesar Ortega López

RESUMEN

Capítulo 1: Precedentes y reglamentos a cumplir

Se mencionan los objetivos del proyecto, los antecedentes de la construcción de la subestación y se habla de los reglamentos y normas vigentes en el país.

Capítulo 2: Levantamiento del sistema eléctrico actual de la Subestación Kennedy Norte I y II

Contiene los detalles de las características de la subestación, tanto de sus equipos de protección, cargas, alimentadores, transformadores y capacitores.

Capítulo 3: Operación del sistema eléctrico actual de la Subestación Kennedy Norte I y II

Abarca todos los estudios y análisis realizados, a fin de entender el comportamiento del sistema, incluye la coordinación de las protecciones, el estudio de cortocircuito y todos los cálculos necesarios para obtener los índices de confiabilidad del sistema.

Capítulo 4: Rediseño del sistema eléctrico de la Subestación Kennedy

Norte I y II

En este capítulo se encuentran todas las mejoras estudiadas con el objetivo de mejorar la calidad de energía que es entregada diariamente a los usuarios, junto con los cálculos de los índices de confiabilidad que indican si las mejoras son o no recomendables tanto económica como funcionalmente.

Conclusiones y recomendaciones

Se realizan conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

ABREVIATURAS

AV	Alto voltaje.
MV	Medio voltaje.
BV	Bajo voltaje.
Int	interrupción.
Cons	consumidores.
WTC	World Trade Center

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	II
TRIBUNAL DE GRADUACION.....	III
DECLARACION EXPRESA.....	IV
RESUMEN.....	V
SIMBOLOGIA.....	VII
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XV
INTRODUCCION.....	XVIII
OBJETIVOS.....	XIX
CAPITULO I: PRECEDENTES Y REGLAMENTOS A CUMPLIR.....	1
1.1.-Antecedentes.....	2
1.2.-Definicion del problema.....	4
1.3.- Reglamentos vigentes.....	6
CAPITULO II: LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....	15
2.1.- Área de demanda	16

2.2.- Bloques de carga.....	18
2.3.- Balance de carga.....	26
2.4.- Comportamiento de la carga.....	44
2.5.- Subestación.....	65
2.6.- Transformadores de distribución.....	89
2.7.- Capacitores / reguladores de voltaje.....	93
2.8.- Energía y Cargabilidad en las alimentadoras.....	97
CAPITULO III: OPERACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....	116
3.1.- Flujo de carga y cálculo de voltaje en matlab y Cyndist.....	117
3.2.- Estudio de cortocircuito.....	131
3.3.- Coordinación de protecciones.....	173
3.4.-Estadística de las interrupciones.....	180
3.5.-Evaluación de la confiabilidad.....	188
3.6.-Indices de la calidad del servicio técnico CONELEC 004- 01.....	197
3.7.-Indices de confiabilidad IEEE 1366-1998.....	213
3.8.-Cálculo de los costos de interrupción del sistema actual.....	221
CAPITULO IV: REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....	230

4.1.-Rediseño de la topología de la red.....	231
4.2.-Rediseño del sistema de protecciones basado en la calidad del servicio.....	233
4.3.-Resultados por alimentadora.....	253
4.4.-Análisis de los índices de confiabilidad por alimentadora.....	258
4.5.-Análisis de los costos.....	265
4.6.-Análisis Técnico – Económico.....	274

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO A: Diagramas de las alimentadoras

ANEXO B: Comportamiento típico de las alimentadoras

ANEXO C: Caída de voltaje en una alimentadora por el método del porcentaje de impedancia y gráficas obtenidas.

ANEXO D: Reporte de corrientes de cortocircuito de las alimentadoras.

ANEXO E: Estadística de fallas de las alimentadoras

ANEXO F: Índices de confiabilidad de Ecuador y otros países.

ANEXO G: Índices de la calidad del servicio técnico CONELEC 004-01.

ANEXO H: Coordinación de protecciones

ANEXO I: Rediseño del sistema de protecciones basado en la calidad del servicio

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE TABLAS

Tabla I	Límites admisibles para la calidad del servicio técnico.....	14
Tabla II	Área de influencia de la subestación Kennedy norte I.....	17
Tabla III	Área de influencia de la subestación Kennedy norte II.....	17
Tabla IV	Tipos de carga de la alimentadora plaza del sol.....	19
Tabla V	Tipos de carga de la alimentadora Urdenor.....	20
Tabla VI	Tipos de carga de la alimentadora Jose Castillo.....	21
Tabla VII	Bloques de carga de la alimentadora Centrum.....	23
Tabla VIII	Bloques de carga de la alimentadora World trade center.....	24
Tabla IX	Tipos de carga de la alimentadora las cámaras.....	24
Tabla X	Tabla de desbalance de alimentadora las cámaras.....	31
Tabla XI	Tabla de desbalance de alimentadora Centrum.....	33
Tabla XII	Tabla de desbalance de alimentadora José castillo.....	35
Tabla XIII	Tabla de desbalance de alimentadora plaza del sol.....	37
Tabla XIV	Tabla de desbalance de alimentadora san marino.....	39
Tabla XV	Tabla de desbalance de alimentadora Urdenor.....	41
Tabla XVI	Tabla de desbalance de alimentadora World trade center.....	43
Tabla XVII	Tabla de demanda máxima y mínima.....	64
Tabla XVIII	Tabla de factores de carga obtenidos.....	64
Tabla XIX	Características de cable subterráneo.....	68
Tabla XX	Características del seccionador de aire con cuchillas de tierra	68
Tabla XXI	Característica de Pararrayos en estructura de 69 Kv.....	68
Tabla XXII	Características de la GIS 69Kv.....	70
Tabla XXIII	Características de los Transformadores de corriente de la GIS...	70
	Características del Transformador de potencial trifásico de la	70
Tabla XXIV	GIS.....	
Tabla XXV	Características de los conductores.....	71
	Características de los dispositivos de medición y protección de	71
Tabla XXVI	la GIS.....	
Tabla XXVII	Alimentador desde GIS a Transformador	72
Tabla XXVII	Características de Transformador de Poder 1.....	73
Tabla XXIX	Características de Transformador de Poder 2.....	73
Tabla XXX	Características de pararrayos del transformador 1 (lado de alta)	74
Tabla XXXI	Características de pararrayos del transformador 2 (lado de alta)	74
	Características de pararrayos del transformador 1 (lado de	75
Tabla XXXII	baja).....	
	Características de pararrayos del transformador 2 (lado de	75
Tabla XXXIII	baja).....	
Tabla XXXIV	Características de interruptores de Kennedy norte 1.....	75
Tabla XXXV	Características de interruptores de Kennedy norte 2.....	76
Tabla XXXVI	Características de interruptor de interconexión entre barras.....	76
Tabla XXXVII	Detalle de cubículos de la cabina de 13.8 kv.....	77
	Pararrayos, cuchillas de tierra y seccionadores de Kennedy	78
Tabla XXXVIII	norte 1.....	
Tabla XXXIX	Pararrayos, cuchillas de tierra y seccionadores de Kennedy	79

	norte 2.....	79
Tabla XL	Dispositivos de protección y control de Kennedy norte 1.....	79
Tabla XLI	Dispositivos de protección y control de Kennedy norte 2.....	80
Tabla XLII	Conductores de Kennedy norte 1.....	80
Tabla XLIII	Conductores de Kennedy norte 2.....	81
Tabla XLIV	Transformadores de corriente dentro del switchgear 13.8 KV...	81
Tabla XLV	Transformadores de corriente de Kennedy norte 1.....	81
Tabla XLVI	Transformadores de corriente de Kennedy norte 2.....	82
Tabla XLVII	Transformador de potencia de Kennedy norte 1.....	82
Tabla XLVIII	Transformador de potencia de Kennedy norte 2.....	82
Tabla XLIX	Medidor en el switchgear 13.8 kv.....	83
Tabla L	Transformadores auxiliares de Kennedy norte 1.....	83
Tabla LI	Transformador auxiliar de Kennedy norte 2.....	84
Tabla LII	Equipos de protección y control de Kennedy norte 1.....	85
Tabla LIII	Equipos de protección y control de Kennedy norte 2.....	86
Tabla LIV	Indicadores para barras de 13.8 kv.....	87
Tabla LV	Características del banco de baterías.....	87
Tabla LVI	Características de las baterías.....	87
Tabla LVII	Características de los cables de control.....	88
Tabla LVIII	Transformadores de distribución de las alimentadoras.....	92
Tabla LIX	Registros de los kvar entregados al sistema.....	96
Tabla LX	Cargas máximas de las alimentadoras.....	98
Tabla LXI	Conductores a 13.8 kv.....	100
Tabla LXII	Distancia total de las alimentadoras.....	100
Tabla LXIII	Energía promedio de las alimentadoras.....	102
Tabla LXIV	Datos de cargabilidad primer semestres del 2007.....	104
Tabla LXV	Datos de cargabilidad segundo semestres del 2007.....	105
Tabla LXVI	Datos de cargabilidad primer semestres del 2008.....	106
Tabla LXVII	Datos de cargabilidad segundo semestres del 2008.....	107
Tabla LXVIII	Datos de cargabilidad primer semestres del 2009.....	108
Tabla LXIX	Parámetros de estudio de flujo de carga.....	120
Tabla LXX	Datos de carga.....	121
Tabla LXXI	Datos de barras.....	122
Tabla LXXII	Datos de transformadores de la línea de s/t Piedrahita	123
Tabla LXXIII	Datos de los conductores.....	124
Tabla LXXIV	Datos de los transformadores de 3 devanados.....	124
Tabla LXXV	Porcentajes Admisibles por subetapas según nivel de voltaje...	128
Tabla LXXVI	Reporte de corrida del programa PSAF.....	133
Tabla LXXVII	Potencia de cortocircuito para cada falla.....	134
Tabla LXXVIII	Corriente en cada falla.....	135
Tabla LXXIX	Voltaje en cada falla.....	136
Tabla LXXX	Contribución de voltaje ante las barras de 69 kv	136
Tabla LXXXI	Resistencia de los conductores.....	147
Tabla LXXXII	Distancias medias Geométricas.....	150
Tabla LXXXIII	Impedancias para cada tipo de estructura.....	150
Tabla LXXXIV	Distancias medias Geométricas.....	152
Tabla LXXXV	Impedancias para cada estructura.....	152
Tabla LXXXVI	Características Técnicas Kennedy 1.....	154

Tabla LXXXVII	Características Técnicas Kennedy 2.....	154
Tabla LXXXVIII	Impedancia + y - Kennedy 1.....	155
Tabla LXXXIX	Impedancia + y - Kennedy 2.....	155
Tabla XC	Impedancia sec cero Kennedy 1.....	156
Tabla XCI	Impedancia sec cero Kennedy 2.....	156
Tabla XC II	Impedancia sec + y – aguas arriba.....	159
Tabla XC III	Corriente de falla las cámaras.....	163
Tabla CV	Fusibles plaza del Sol.....	176
Tabla CVI	Coordinación Plaza del Sol.....	177
Tabla CVII	Coordinación José Castillo.....	177
Tabla CVIII	Coordinación de fusibles J. Castillo.....	178
Tabla CIX	Fusibles Urdenor.....	178
Tabla CX	Coordinación de fusiles Urdenor.....	179
Tabla CXI	Clasificación de las fallas por su duración.....	181
Tabla CXII	Clasificación de las fallas por su Origen.....	183
Tabla CXIII	Clasificación de las fallas por su causa.....	185
Tabla CXIV	Clasificación de las fallas por su Voltaje Nominal.....	187
Tabla CXV	Longitud de las alimentadoras aéreas.....	191
Tabla CXVI	Longitud de las alimentadoras Subterráneas.....	192
Tabla CXXVII	Tasa de falla de transformadores.....	193
Tabla CXXVIII	Tiempo medio de restauración de las allimentadoras.....	196
Tabla CXXIX	FMIK Plaza del Sol.....	199
Tabla CXX	TTIK Plaza del Sol.....	200
Tabla CXXI	FMIK Urdenor.....	201
Tabla CXXII	TTIK Urdenor.....	201
Tabla CXXIII	FMIK José Castillo.....	203
Tabla CXXIV	TTIK José Castillo.....	204
Tabla CXXV	FMIK José Castillo.....	204
Tabla CXXVI	TTIK Centrum.....	205
Tabla CXXVII	FMIK World Trade Center.....	206
Tabla CXXVIII	TTIK World Trade Center.....	207
Tabla CXXIX	FMIK las Cámaras.....	208
Tabla CXXX	TTIK las Cámaras.....	209
Tabla CXXXI	FMIK San Marino.....	210
Tabla CXXXII	TTIK San Marino.....	211
Tabla CXXXIII	Índices de confiabilidad las cámaras.....	217
Tabla CXXXIV	Índices de confiabilidad Plaza del Sol.....	218
Tabla CXXXV	Índices de confiabilidad Urdenor.....	218
Tabla CXXXVI	Índices de confiabilidad José Castillo.....	218
Tabla CXXXVII	Índices de confiabilidad Centrum.....	219
Tabla CXXXVIII	Índice de confiabilidad Word Trade Center.....	219
Tabla CXXXIX	Índices de confiabilidad San Marino.....	219
Tabla CXL	Costos de Interrupción.....	225
Tabla CXLI	Costos de Elementos Eléctricos.....	226
Tabla CXLII	Costos de las Cámaras.....	227
Tabla CXLIII	Costos de Plaza del Sol.....	227

Tabla CXLIV	Costos de Urdenor.....	227
Tabla CXLV	Costos de José Castillo.....	228
Tabla CXLVI	Costos de Centrum.....	228
Tabla CXLVII	Costos de World Trade Center.....	228
Tabla CXLVIII	Costos de San Marino.....	229
Tabla CXLIX	Costo con Alternativa 1 las Cámaras.....	235
Tabla CL	Índices con Alternativa 1 las Cámaras.....	235
Tabla CLI	Índices con Alternativa 2 las Cámaras.....	236
Tabla CLII	Costos con Alternativa 2 las Cámaras.....	236
Tabla CLIII	Índices con Alternativa 1 Plaza del Sol.....	238
Tabla CLIV	Costos con Alternativa 1 Plaza del Sol.....	238
Tabla CLV	Índices con Alternativa 2 Plaza del Sol.....	239
Tabla CLVI	Costos con Alternativa 2 Plaza del Sol.....	240
Tabla CLVII	Índices con Alternativa 1 Urdenor.....	242
Tabla CLVIII	Costos con Alternativa 1 Urdenor.....	242
Tabla CLIX	Índices con Alternativa 2 Urdenor.....	243
Tabla CLX	Costos con Alternativa 2 Urdenor.....	243
Tabla CLXI	Índices con Alternativa 1 José Castillo.....	246
Tabla CLXII	Costos con Alternativa 1 José Castillo.....	246
Tabla CLXIII	Índices con Alternativa 2 José Castillo.....	247
Tabla CLXIV	Costos con Alternativa 2 José Castillo.....	248
Tabla CLXV	Índices con Alternativa 1 Centrum.....	249
Tabla CLXVI	Costos con Alternativa 1 Centrum.....	249
Tabla CLXVII	Índices con Alternativa 1 World Center.....	251
Tabla CLXVIII	Índices con Alternativa 1 World Center.....	251
Tabla CLXIX	Comparación de los índices las Cámaras.....	254
Tabla CLXX	Comparación de los índices Plaza del Sol.....	255
Tabla CLXXI	Comparación de los índices Urdenor.....	255
Tabla CLXXII	Comparación de los índices José Castillo.....	256
Tabla CLXXIII	Comparación de los índices las Centrum.....	256
Tabla CLXXIV	Comparación de los índices World Trade Center.....	257
Tabla CLXXV	Índices Indiana	258
Tabla CLXXVI	Meta Cooper.....	259
Tabla CLXXVII	Índice normas Argentinas.....	259
Tabla CLXXVIII	Variación de los costos según las alternativas Las camaras	276
Tabla CLXXIX	Variación de los costos según las alternativas Plaza del sol	277
Tabla CLXXX	Variación de los costos según las alternativas Urdenor	279
Tabla CLXXXI	Variación de los costos según las alternativas J.Castillo	280
Tabla CLXXXII	Variación de los costos según las alternativas Centrum	282
Tabla CLXXXIII	Variación de los costos según las alternativas W.T.C.	283
Tabla CLXXXIV	Variación de los costos según las alternativas de Todas las alimentadoras	286

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1	Porcentajes de tipos de carga de plaza del sol.....	19
Grafico 2	Porcentajes de tipos de carga de Urdenor.....	20
Grafico 3	Porcentajes de tipos de carga de José catillo.....	21
Grafico 4	Porcentajes de tipos de carga de Centrum.....	23
Grafico 5	Porcentajes de tipos de carga de World Trade center.....	24
Grafico 6	Porcentajes de tipos de carga de las cámaras.....	25
Grafico 7	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	29
Grafico 8	Curva de desbalance de carga.....	30
Grafico 9	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	32
Grafico 10	Curva de desbalance de carga.....	32
Grafico 11	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	34
Grafico 12	Curva de desbalance de carga.....	34
Grafico 13	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	36
Grafico 14	Curva de desbalance de carga.....	36
Grafico 15	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	38
Grafico 16	Curva de desbalance de carga.....	38
Grafico 17	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	40
Grafico 18	Curva de desbalance de carga.....	40
Grafico 19	Barras de desbalances máximos respecto al promedio.....	42
Grafico 20	Curva de desbalance de carga.....	42
Grafico 21	Curva de carga de día de semana – plaza del sol.....	46
Grafico 22	Curva de carga de día sábado – plaza del sol.....	47
Grafico 23	Curva de carga de día domingo – plaza del sol.....	48
Grafico 24	Curva de carga de día de semana – Urdenor.....	49
Grafico 25	Curva de carga de día sábado – Urdenor.....	50
Grafico 26	Curva de carga de domingo – Urdenor.....	51
Grafico 27	Curva de carga de día de semana – José castillo.....	52
Grafico 28	Curva de carga de día sábado – José castillo.....	53
Grafico 29	Curva de carga de día domingo – José castillo.....	54
Grafico 30	Curva de carga de día de semana – World Trade Center	55
Grafico 31	Curva de carga de día sábado – World Trade center.....	56
Grafico 32	Curva de carga de día domingo – World Trade center.....	56
Grafico 33	Curva de carga de día de semana – Centrum.....	57
Grafico 34	Curva de carga de día sábado – Centrum.....	58
Grafico 35	Curva de carga de día domingo – Centrum.....	58
Grafico 36	Curva de carga de día de semana – Las cámaras.....	60
Grafico 37	Curva de carga de día sábado – Las cámaras.....	60
Grafico 38	Curva de carga de día domingo – Las cámaras.....	61
Grafico 39	Curva de carga de día de semana – san marino.....	62
Grafico 40	Curva de carga de día sábado – san marino.....	63
Grafico 41	Curva de carga de día domingo – san marino.....	63
Grafico 42	Diagrama Unifilar de la Subestación con sus Alimentadoras.	66
Grafico 43	GIS.....	69
Grafico 44	Transformador de poder 1.....	73

Grafico 45	Transformador de poder 2.....	74
Grafico 46	Cubículos a 13.8Kv.....	78
Grafico 47	Medidor totalizador.....	83
Grafico 48	Conexión y- δ sin una fase.....	90
Grafico 49	Flujo de corrientes.....	90
Grafico 50	Consumo de alimentadoras.....	101
Grafico 51	Máximo de las alimentadoras Enero a Abril 07.....	109
Grafico 52	Máximo de las alimentadoras Mayo a Agosto 07.....	110
Grafico 53	Máximo de las alimentadoras Sep. A Dic. 07.....	111
Grafico 54	Máximo de las alimentadoras Ene a Abril 08.....	112
Grafico 55	Máximo de las alimentadoras Sep. a Dic. 08.....	113
Grafico 56	Cargabilidad de alimentadoras KN1.....	114
Grafico 57	Cargabilidad de las alimentadoras KN II.....	115
Grafico 58	Tensión en KN cuando Pascuales tiene 138Kv (Vn).....	125
Grafico 59	Tensión en KN cuando Pascuales tiene 147,66Kv (+7%).....	126
Grafico 60	Tensión en KN cuando Pascuales tiene 133,86Kv (-7%).....	127
Grafico 61	Curva Duración de Voltaje las Cámaras.....	130
Grafico 62	Contribución de corriente para falla trifásica en KN 69Kv.....	137
Grafico 63	Contribución de corriente para falla Línea a tierra en KN 69KV.....	138
Grafico 64	Contribución de corriente para falla Línea - Línea en KN 69Kv.....	139
Grafico 65	Contribución de corriente para falla Línea Línea a tierra en KN 69Kv.....	140
Grafico 66	Falla trifásica en todas las barras.....	141
Grafico 67	Falla Línea a tierra en todas las barras.....	142
Grafico 68	Falla Línea a línea en todas las barras.....	143
Grafico 69	Falla Línea-línea a tierra en todas las barras.....	144
Grafico 70	Tipos de crucetas Trifasicas.....	148
Grafico 71	Tipos de crucetas-de dos fases y Monofásica.....	149
Grafico 72	Circuito de secuencia o para transformadores delta estrella... ..	159
Grafico 73	Perfil de corriente las cámaras.....	169
Grafico 74	Perfil de corriente Plaza del sol.....	169
Grafico 75	Perfil de corriente Urdenor.....	170
Grafico 76	Perfil de corriente José Castillo.....	170
Grafico 77	Perfil de voltaje Las Cámaras.....	171
Grafico 78	Perfil de voltaje Plaza del Sol.....	171
Grafico 79	Perfil de voltaje José Castillo.....	172
Grafico 80	Perfil de voltaje Urdenor.....	172
Grafico 81	Clasificación de las interrupciones por duración.....	181
Grafico 82	Clasificación de las interrupciones por Origen.....	183
Grafico 83	Clasificación de las interrupciones por Causa.....	185
Grafico 84	Clasificación de las interrupciones por V nominal.....	187
Grafico 85	FMIK Plaza del Sol.....	199
Grafico 86	TTIK Plaza del sol.....	200
Grafico 87	FMIK Urdenor.....	202
Grafico 88	TTIK Urdenor.....	202
Grafico 89	FMIK José Castillo.....	203

Grafico 90	TTIK José Castillo.....	204
Grafico 91	FMIK Centrum.....	205
Grafico 92	TTIK Centrum.....	206
Grafico 93	FMIK WTC.....	207
Grafico 94	TTIK WTC.....	208
Grafico 95	FMIK Las cámaras.....	209
Grafico 96	TTIK Las cámaras.....	210
Grafico 97	FMIK San Marino.....	211
Grafico 98	TTIK San Marino.....	212
Grafico 99	Comparación de índices por alimentadoras.....	220
Grafico 100	Diagrama Unifilar de las cámaras.....	234
Grafico 101	Diagrama unifilar las cámaras con Alternativa 1.....	235
Grafico 102	Diagrama cámaras con Alternativa 2.....	236
Grafico 103	Diagrama unifilar Plaza del sol.....	237
Grafico 104	Diagrama unifilar Plaza del sol con Alternativa 1.....	238
Grafico 105	Diagrama unifilar Plaza del sol con Alternativa 2.....	239
Grafico 106	Diagrama unifilar Urdenor.....	241
Grafico 107	Diagrama unifilar Urdenor con Alternativa 1.....	241
Grafico 108	Diagrama unifilar Urdenor con Alternativa 2.....	243
Grafico 109	Diagrama unifilar José Castillo.....	244
Grafico 110	Diagrama unifilar José Castillo con Alternativa 1.....	246
Grafico 111	Diagrama unifilar José Castillo con Alternativa 2.....	247
Grafico 112	Diagrama unifilar Centrum.....	248
Grafico 113	Diagrama unifilar WTC.....	250
Grafico 114	Diagrama. unifilar San Marino.....	252
Grafico 115	Comparación de SAIFI de cada alimentadora.....	260
Grafico 116	Comparación de SAIDI de cada alimentadora.....	261
Grafico 117	Comparación de CAIDI de cada alimentadora.....	262
Grafico 118	Comparación de ASAI de cada alimentadora.....	263
Grafico 119	Comparación de ASUI de cada alimentadora.....	264
Grafico 120	Comparación de ENS de cada alimentadora.....	265
Grafico 121	Comparación de AENS de cada alimentadora.....	266
Grafico 122	Comparación de costos de cada alimentadora.....	269
Grafico 123	Costo Total por cada alimentadora.....	271
Grafico 124	Costos las Cámaras.....	274
Grafico 125	Costos Plaza del sol.....	276
Grafico 126	Costos Urdenor.....	277
Grafico 127	Costos José Castillo.....	279
Grafico 128	Costos Centrum.....	280
Grafico 129	Costos WTC.....	281

INTRODUCCIÓN

Debido a las exigencias y a la sensibilidad de las cargas modernas que existen en la actualidad, este trabajo presenta algunas propuestas que la empresa eléctrica podría implementar para mejorar la calidad del servicio e infundir la confianza a los abonados.

La metodología utilizada ha sido a primera instancia obtener todos los datos y parámetros técnicos del funcionamiento de la subestación, los cuales fueron recolectados gracias a la colaboración del personal de la Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Guayaquil, con lo que se realizaron análisis que han concluido en la elaboración de hipótesis para mejorar el funcionamiento de la misma, y por último se han planteado mejoras, y se han determinado si son técnica y económicamente viables. Además se agradece la facilidad que nos otorgaron para el uso del software Psaf, que fue utilizado en para realizar los cálculos de flujo de potencia y de cortocircuito a nivel de 69 Kv.

OBJETIVOS

- Disminuir la frecuencia de interrupción del sistema de distribución.
- Disminuir el tiempo de duración de la salida del servicio.
- Disminuir el número de usuarios afectados en condiciones de falla.
- Brindar un mejor de servicio técnico a los abonado.

CAPITULO I

PRECEDENTES Y REGLAMENTOS A

CUMPLIR

1.1.- Antecedentes.

El vertiginoso desarrollo urbanístico y comercial de la Urbanización Kennedy Norte, especialmente en el sector de la avenida Francisco de Orellana, obligó a La Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. EMELEC buscar una solución adecuada para poder atender el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en dicha área, basándose en los reglamentos ambientales vigentes en el país, así como utilizando una tecnología de punta. Bajo esta premisa, se realizaron los estudios preliminares y finalmente se efectuó el diseño definitivo y su construcción.

El 6 de noviembre de 1997, EMELEC y ABB SUBSTATIONS de Suecia firmaron un contrato por 2.6 millones de dólares FOB para suministrar en 12 meses los equipos eléctricos de la subestación.

Las obras civiles se iniciaron en el mes de enero de 1998 y el 8 de junio de 1998, se contrató con ABB la supervisión de montaje, dirección técnica y puesta en marcha de la subestación por un valor de 213 mil dólares. Terminado el montaje, el periodo de calibración y pruebas se inicio hacia fines de febrero de 1999.

Todos los equipos instalados cuentan con las Certificaciones de Calidad ISO 9001 e ISO 9002 exigidas por los Estándares de Calidad Internacional. Adicionalmente, la subestación cumple con normas ANSI e IEC.

1.2.- Definición del problema.

Actualmente la utilización de sistemas electrónicos diversos usados para la automatización de los procesos industriales en las redes de distribución han provocado distorsiones en el voltaje y la corriente, esto produce una deficiencia en la calidad del servicio, factor muy importante para la operación exitosa de diversas cargas. La calidad del servicio se entiende como un bajo nivel de disturbios en la red, es decir con el mínimo de distorsiones armónicas, variaciones de voltaje, interrupciones, sobretensiones, tanto en el suministro como en la recepción o utilización de la energía.

Los problemas, la mayoría de las veces resultan en una detención temporaria de los procesos industriales, a esta interrupción están asociados altos costos, ya que son la causa de pérdidas significativas de producción y descarte de materia prima debido a la necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar procesos en la secuencia en que se encontraban, y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas o concluir con productos defectuosos.

No es posible, el diseño de un sistema eléctrico garantizando que no abran fallas, lo que sí se puede lograr es disminuir el número de abonados afectados mediante la instalación de un sistema de protección efectivo que sea confiable y selectivo.

El presente trabajo, tiene como prioridad mejorar el diseño de distribución eléctrica de la Subestación Kennedy Norte 1 y 2, basado en la Calidad de Servicio Técnico con el fin de superar los problemas anteriormente mencionados.

1.3.- Reglamentos

REGLAMENTOS DE LA CATEG (1)

Voltajes de Servicio

El servicio eléctrico suministrado por la empresa es de corriente alterna monofásico o trifásico sólidamente aterrizado, con una frecuencia nominal de 60 ciclos por segundo.

Los voltajes de servicio listados a continuación están disponibles dependiendo de la localización del consumidor y la naturaleza de la carga.

Los voltajes se clasifican en:

Baja, media y alta tensión.

ALTA TENSION 69Kv

Sistema trifásico a 69.000 voltios. Se suministrará cuando la demanda o potencia del distribuidor sea mayor a 1.000 Kw, para cuyo efecto el interesado deberá poner a consideración del distribuidor la instalación de una subestación de su propiedad.

COMO MEDIR EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD

En un predio se puede medir el consumo de electricidad de dos maneras:

1. Utilizando el medidor que instala el distribuidor. (deben hacerse dos lecturas al medidor durante el periodo en que se esté midiendo el consumo)
2. Usando como referencia la factura.(se toma la lectura que registra el medidor y se la compara con la última lectura que aparece en la factura en la fecha que se tomo.

En ambos casos el consumo está determinado por la diferencia de lecturas, si se desea el consumo mensual aproximado es necesario realizar la siguiente operación:

Consumo (KWH) = Diferencia de lecturas / lapso entre las lecturas (días) * 30 días.

MEDIA TENSION 13.8Kv

Se suministrará servicio eléctrico a nivel de media tensión en los siguientes casos:

1. **Sistema monofásico a 7.620 voltios.** Se suministrará cuando la demanda o potencia del promedio sea mayor a 30 Kw y menor a 90 Kw y su capacidad total instalada no exceda de 100KVA monofásicos.
2. **Sistema trifásico a 13.200 voltios.** Se suministrará cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 Kw y menor a 1.000Kw.

BAJA TENSION 120-240v.

Sistema monofásico:

1. **120 voltios – 2 hilos.** Para cargas tales como: refrigeradora, alumbrado, televisor, etc., hasta un máximo de 3kw.
2. **120/240 voltios – 3 hilos.** Para cargas tales como las descritas en el numeral (1), más aparatos y equipos que requieren 240 voltios como acondicionadores de aire, cocinas eléctricas, calentadores de agua,

etc., o para una carga total que exceda los 3kw hasta un máximo de 30 Kw.

3. **120/208 voltios – 3 hilos.** Para suministro en edificios que dispongan de sistemas de conexión eléctrica en estrella, y requiera conectar cargas tales como las descritas en el numeral (2).

Sistema Trifásico:

4. **120/240 voltios / triangulo / 4 hilos. Neutro aterrizado.** Para cargas comprendidas entre 4 y 30 Kw, que incluyan maquinas trifásicas.
5. **120/208 voltios/estrella/4hilos. Neutro aterrizado.** Para cargas similares a las descritas en el numeral (4), que requieren servicio en conexión estrella.

Reglamento vigente de la calidad del servicio

Eléctrico

Introducción

El reglamento actual con el que trabajan las empresas distribuidoras es el que aprobó el Consejo Nacional de Electricidad "CONELEC" mediante Resolución No. 0116/01, en sesión de 23 de mayo de 2001 y en la cual se encuentra la norma regulatoria 004/01 denominada "*Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución*", que entre otras cosas, permitirá garantizar a los Consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, bajo las regulaciones relacionadas con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que se deberán someter las empresas distribuidoras del servicio eléctrico del país.

Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio según la regulación del CONELEC se medirá bajo los siguientes aspectos:

Calidad del Producto:

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

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

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

El objetivo de este estudio es evaluar la calidad del Servicio técnico de las alimentadoras de la Subestación Kennedy Norte, por lo tanto, sólo se mencionarán los otros puntos que toca la regulación, relacionados a este tema.

Calidad del Servicio Técnico

La regulación 004/01 del CONELEC exige que para el cálculo de los índices de calidad de servicio técnico sólo se debe tomar en cuenta las interrupciones del sistema con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo las de origen externo, debidas a fallas en transmisión y generación.

La norma se divide en dos etapas: La primera contempla índices de fallas ocurridas en las redes primarias de distribución y en la segunda, la calidad del servicio técnico se controlará al nivel de suministro a cada consumidor, en otras palabras se calcula un índice general para la primera etapa y un índice para cada consumidor en la segunda etapa.

Aunque la norma se la dictó hace ya varios años y el plazo para la primera etapa ha terminado, la CATEG aún se encuentra en esa etapa.

Los límites de la red sobre la cual se calcularán los índices de calidad son, por un lado el terminal del alimentador MV en la subestación AV/MV, y por el otro, los bornes BV del transformador MV/BV.

Índices

Los índices de calidad se calcularán para toda la red de distribución y para cada alimentador primario de medio voltaje, de acuerdo a las siguientes expresiones:

a) Frecuencia Media de Interrupción por KVA nominal Instalado (FMIK).

La siguiente fórmula representa la cantidad de veces que el KVA promedio sufrió una interrupción de servicio en un periodo determinado.

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{inst}} \text{ (veces por mes)}$$

Ecuación 1

b) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK). La siguiente fórmula representa el tiempo medio en que el KVA promedio no tuvo servicio en un periodo determinado.

$$TTIK_{Aj} = \frac{\sum_i^{Aj} kVAfs_{iAj} \cdot TfS_{iAj}}{kVA_{instAj}} \text{ (horas por mes)}$$

Ecuación 2

Donde:

- kVAfs_i: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".
- KVAinst: Cantidad de kVA nominales instalados.
- Tfs_i : Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i"
- Aj: Alimentador primario de medio voltaje "j"

Límites

A fin de permitir a los Distribuidores adecuarse a las exigencias de calidad del servicio, la aplicación de la presente Regulación se realizara en dos etapas:

Subetapa 1: de 24 meses de duración.

Subetapa 2: tendrá su inicio a la finalización de la Subetapa 1, con una duración indefinida.

Los valores límites admisibles para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 1 son los siguientes:

Indice Tipo de red	Lim FMIK (veces por mes)	Lim TTIK (horas por mes)
Red	4.0	8.0
Alimentador Urbano	5.0	10.0
Alimentador Rural	6.0	18.0

LIMITES ADMISIBLES PARA LA CALIDAD DEL SERVICIO TECNICO
Tabla I

CAPITULO II

LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II

2.1.- ÁREA DE DEMANDA

Las grandes edificaciones construidas o en proceso de construcción en este sector, tienen una demanda superior a 1000KVA, las cuales hubieran requerido instalar su propia subestación a 69KV, creando un impacto negativo tanto a la estética de la ciudad como a los clientes, los que hubiesen tenido que sacrificar espacio dentro de sus construcciones a un elevado costo.

Estas desventajas motivaron a la empresa a crear esta única subestación desde donde se alimentan de manera subterránea a todos los grandes proyectos, a través de 8 alimentadoras de 13.8 KV.

Para la distribución de la energía de la subestación Kennedy Norte 1 en su área de influencia está integrada de cuatro alimentadoras, de las cuales solo tres están en funcionamiento actualmente y la cuarta esta de reserva para expansiones futuras. En la Tabla II se muestran los nombres de las alimentadoras y los sectores a los que abastecen de energía.

Las salidas de todas las alimentadoras son subterráneas hasta llegar a un poste desde el cual se convierten en aéreas.

PLAZA DEL SOL	Cooperativa de Vivienda Guayaquil
	Ciudadela Adace
	Avenida Juan Tanca Marengo
	Avenida de las Américas
URDENOR	Urdenor 1
	Urdenor 2
JOSE CASTILLO	Urbanor
	Urbanización Principado de las Lomas

AREA DE INFLUENCIA DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I
Tabla II

Para la distribución de la energía de la subestación Kennedy Norte 2 en su área de influencia está integrada de cuatro alimentadores, tres de ellos tienen recorrido subterráneo, los cuales son: San Marino, Word Trade Center y Centrum, mientras que el cuarto, Las Cámaras, tiene una salida subterránea hasta el edificio de igual nombre, donde existe un switch de tres vías desde el cual tiene su salida aérea. En la Tabla III se muestran los nombres de las alimentadoras y los sectores a los que abastecen de energía cada una.

LAS CAMARAS	CAMARA DE COMERCIO
	HOTEL HILTON COLON
WORD TRADE CENTER	WORD TRADE CENTER
	EDIFICIO TOYOTA ATLAS
CENTRUM	EDIFICIO CENTRUM
	GOBIERNO DEL LITORAL
	EDIFICIO CENTRO NORTE
	CLUB AVIACION CIVIL
SAN MARINO	CENTRO COMERCIAL SAN MARINO

AREA DE INFLUENCIA DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE II
Tabla III

2.2.- BLOQUES DE CARGAS

Las Subestación Kennedy Norte 1 está conformada por tres alimentadoras, las cuales son:

- Plaza del Sol;
- Urdenor;
- José Castillo.

Las tres alimentadoras tienen una combinación de tipos de carga que varían entre residencial, industrial, comercial y otros; llamando como otros a las iglesias, parques, centros de educación, etc. Para lograr hacer la selección de los porcentajes de tipos de carga, se obtuvo información de los levantamientos realizados.

Alimentadora Plaza del Sol.

El Grafico 1 y la Tabla IV muestran los porcentajes de tipo de carga de la Alimentadora Plaza del Sol, la cual tiene porcentajes de carga residencial e industrial en iguales proporciones.

TIPO DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
CARGA RESIDENCIAL	40,91%	1306,57
CARGA COMERCIAL	40,00%	1277,53
CARGA INDUSTRIAL	16,36%	522,63
OTROS	2,73%	87,10

TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL

Tabla IV

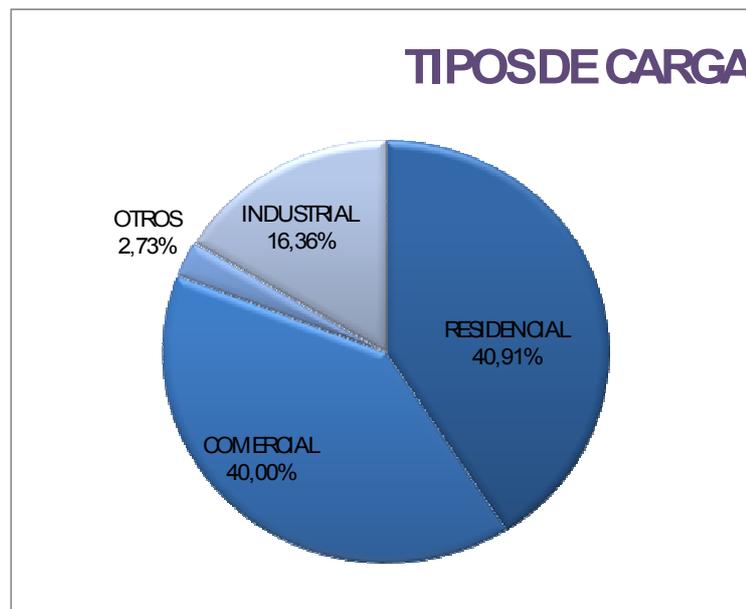


GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL

Gráfico 1

Alimentadora Urdenor.

El Grafico 2 y la Tabla V muestran los porcentajes de cada tipo de carga de la Alimentadora Urdenor, la cual es netamente residencial.

TIPO DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
CARGA COMERCIAL	18,79%	611,05
CARGA RESIDENCIAL	80,61%	2621,62
CARGA INDUSTRIAL	0,61%	19,71

TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA URDENOR
Tabla V

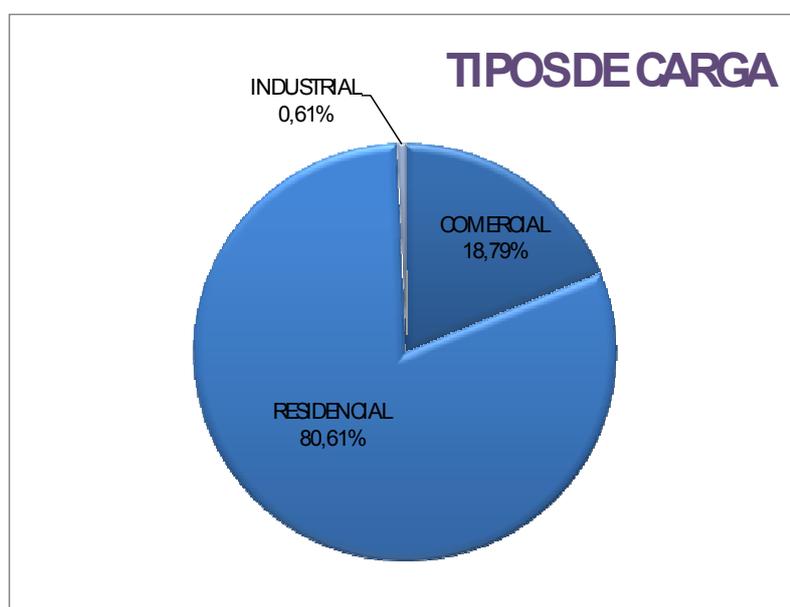


GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA URDENOR
Gráfico 2

Alimentadora José Castillo.

El Grafico 3 y la Tabla VI muestran los porcentajes de cada tipo de carga de la Alimentadora José Castillo, la cual se concluye que en su mayoría posee carga residencial.

TIPO DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
CARGA COMERCIAL	7,00%	222,73
CARGA RESIDENCIAL	88,72%	2821,30
CARGA INDUSTRIAL	2,33%	74,24
OTROS	1,95%	61,87

TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA JOSE CASTILLO
Tabla VI

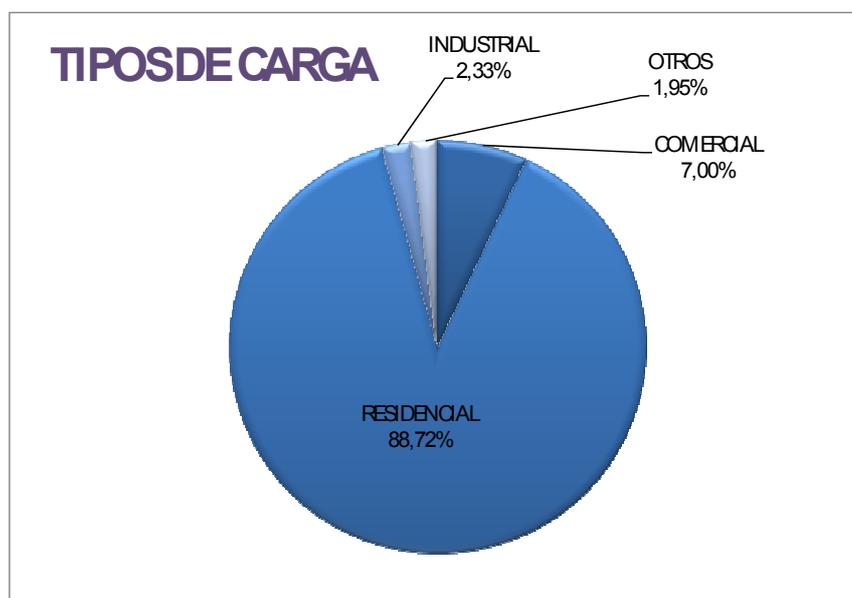


GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA
ALIMENTADORA JOSE CATILLO
Gráfico 3

Las Subestación Kennedy Norte 2 está conformada por cuatro alimentadoras, de las cuales tres de ellas son subterráneas y una es mixta. Las cuatro alimentadoras son:

- Centrum;
- Word Trade Center;
- Las Cámaras;
- San Marino;

Las alimentadoras son en su mayoría comerciales, exceptuando Las Cámaras, a la cual hemos llamado de tipo de mixta ya que sale de la subestación y hasta llegar al edificio Las Cámaras permanece subterránea, pero luego de esto alimenta a las cargas residenciales de una parte de la ciudadela Kennedy Norte, de manera aérea.

Alimentadora Centrum

La Alimentadora Centrum es netamente comercial y está conformada por cuatro grandes bloques de carga. El Grafico 4 y la Tabla VII detallan las cargas que posee la alimentadora.

BLOQUES DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
EDIFICIO CENTRUM	30,00%	410,18
CLUB DE AVIACION CIVIL	5,00%	68,36
EDIFICIO CENTRO DEL NORTE	10,00%	136,73
FIZZ	3,00%	41,02
GOBIERNO DEL LITORAL	52,00%	710,97

BLOQUES DE CARGA DE LA ALIMENTADORA CENTRUM
Tabla VII

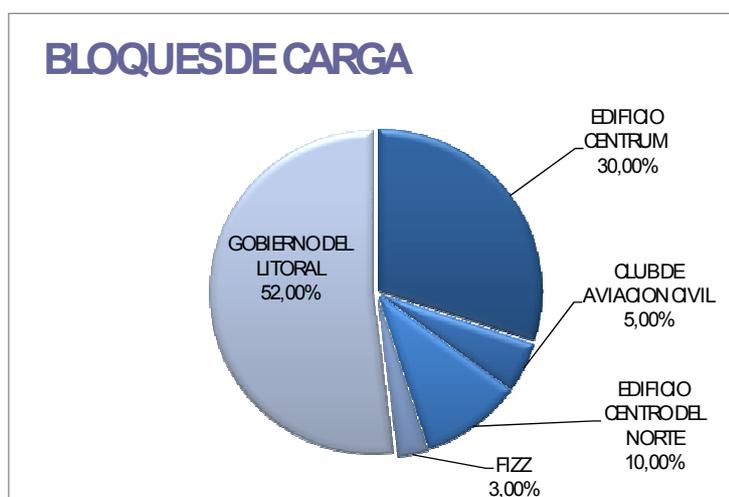


GRAFICO DE PORCENTAJES DE BLOQUES DE CARGA DE LA ALIMENTADORA CENTRUM
Gráfico 4

Alimentadora Word Trade Center

La Alimentadora Word Trade Center es netamente comercial y está conformada por dos grandes bloques de carga, los cuales son mostrados en el Gráfico 5 y la Tabla VIII.

BLOQUES DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
EDIFICIO WORD TRADE CENTER	54,58%	735,90
EDIFICIO TOYOTA ATLAS	45,42%	612,39

BLOQUES DE CARGA DE LA ALIMENTADORA WORD TRADE CENTER
Tabla VIII

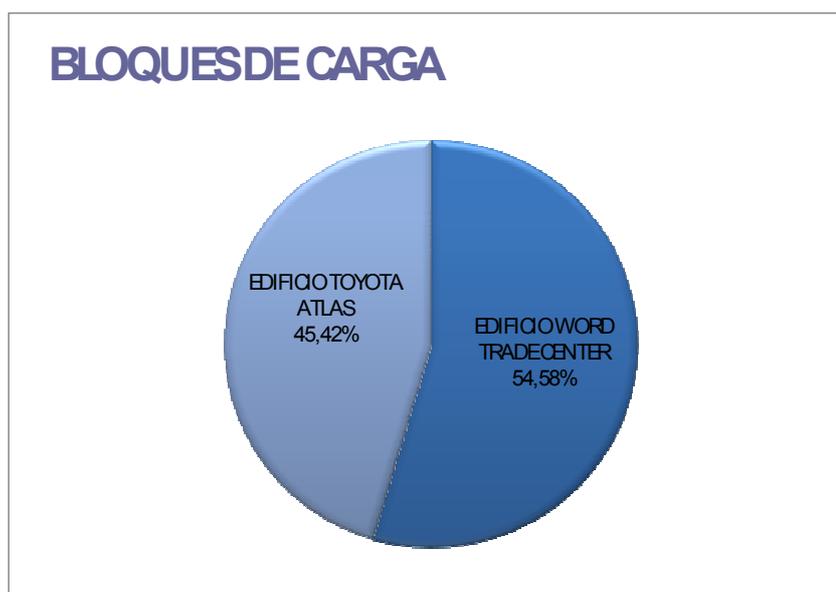


GRAFICO DE PORCENTAJES DE BLOQUES DE CARGA DE LA ALIMENTADORA WORD TRADE CENTER
Gráfico 5

Alimentadora Las Cámaras

El Gráfico 6 y la Tabla IX muestran los porcentajes de cada tipo de carga de la Alimentadora Las Cámaras.

TIPO DE CARGA	PORCENTAJE	CARGA (KVA PROMEDIO)
CARGA COMERCIAL	39,13%	1118,69
CARGA RESIDENCIAL	58,70%	1678,04
CARGA INDUSTRIAL	2,17%	62,15

TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA LAS CAMARAS
Tabla IX

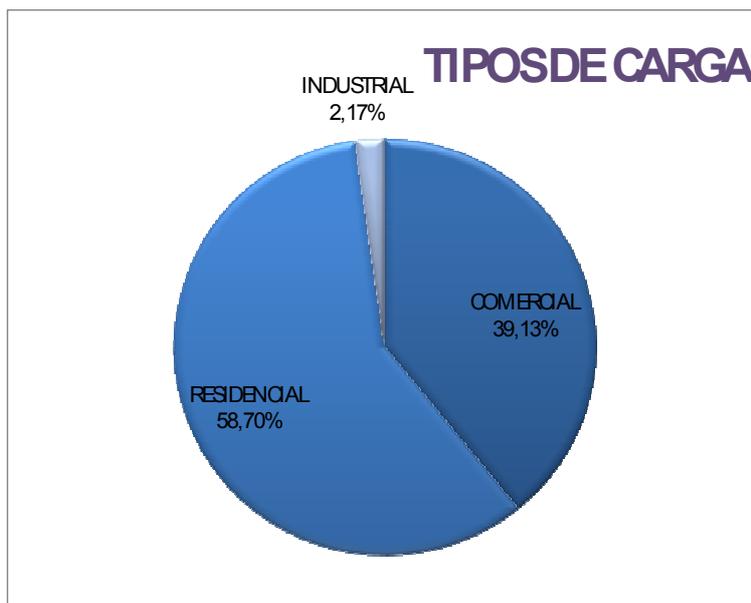


GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA LAS CAMARAS
Gráfico 6

Alimentadora San Marino

La alimentadora San Marino ha sido exclusiva para alimentar al Centro Comercial San Marino, desde su inauguración en el año 2004. Este año se está construyendo el edificio Blue Towers, el cual está conformado por el Hotel Marriot y el edificio empresarial Blue Towers. La empresa eléctrica distribuidora prevee alimentar a este bloque de carga desde esta alimentadora. En efecto, en este documento se ha excluido de todos los análisis la incidencia de este nuevo bloque de carga en el comportamiento del sistema eléctrico.

2.3.-BALANCE DE CARGA

En los sistemas de distribución es común encontrar cargas monofásicas a lo largo de alimentadores trifásicos lo cual ocasiona un aumento de las pérdidas técnicas del sistema. Las elevadas corrientes en el neutro, ocasionadas por el desbalance de las cargas, pueden generar disparos indeseados de las protecciones así como una limitación adicional en la capacidad de las líneas dada por el límite térmico del conductor de neutro.

El desbalance es implícito del tipo de cargas, especialmente debido a la existencia de transformadores monofásicos a lo largo del alimentador, esto significa que en la práctica es imposible lograr un balance total del sistema.

No obstante, es posible disminuir el grado de desbalance del sistema (el cual puede ser medido por medio de las corrientes de secuencia cero) mediante un conjunto de cambios en las fases a las que están conectadas las cargas.

El balance de fases permite disminuir las pérdidas técnicas en el sistema a un costo relativamente bajo dado por los cambios físicos que se deben realizar en el sistema. Cada cambio realizado en una carga o de un transformador incurre en un costo directo dado por la contratación del personal, e indirecto dado por los costos asociados al personal de servicio necesario para realizar el trabajo.

Una alternativa para solucionar problemas severos de desbalances de carga, consiste en la modificación de las conexiones de las diferentes cargas en un alimentador primario de tal forma que se minimicen las pérdidas de potencia activa así como los costos asociados a los cambios realizados.

Idealmente la mejor solución posible consiste en un balance total del sistema, sin embargo, esta alternativa es imposible dadas las características implícitas de los sistemas de distribución:

- Presencia de transformadores y laterales monofásicos.
- Dificultad para realizar cambios a niveles de tensión secundarios.
- Presencia de cargas de distinta naturaleza.

Para transferir la carga de una fase se debe preparar una programación, ya que no se lo puede realizar en forma continua. El propósito fundamental es minimizar el grado de desbalance del sistema, para lo cual se calcula un índice de desbalance por corrientes que se muestra a continuación:

$$d = \frac{\max\left(\left\{|I_a - I_{prom}|, |I_b - I_{prom}|, |I_c - I_{prom}|\right\}\right)}{I_{prom}} \cdot 100\%$$

Ecuación 3

Donde:

$$I_{prom} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

Ecuación 4

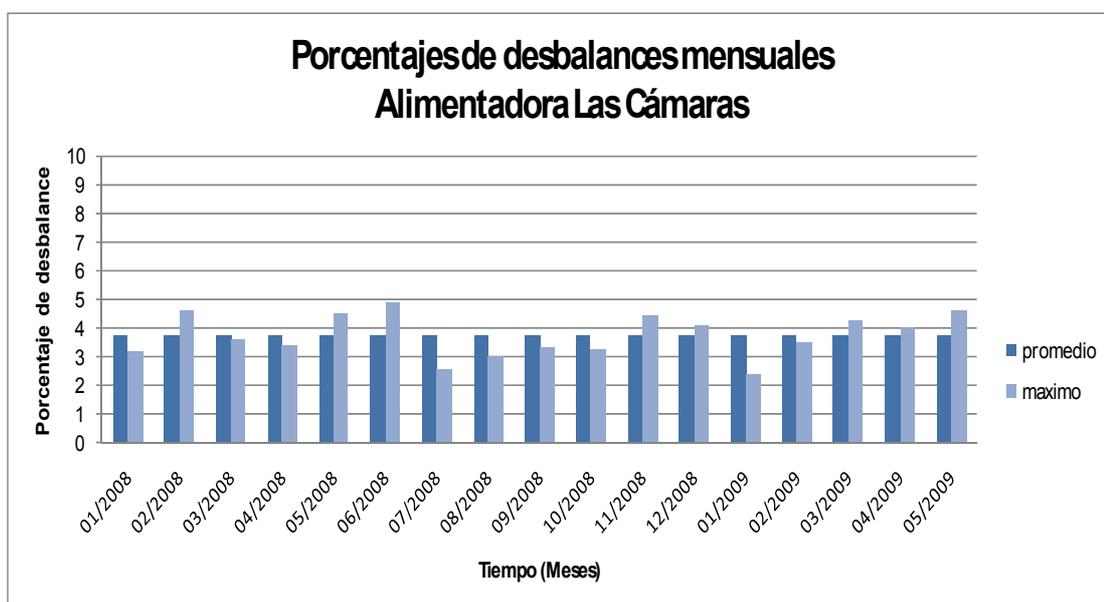
En condiciones balanceadas, el sistema transporta la misma cantidad de corriente por las tres fases por lo que el índice “d” debe ser cero indicando que no existe desbalance. En los sistemas de distribución se considera un margen del 10% por desbalance de carga, según el artículo 31 de la resolución CNEE-50-99 de la comisión nacional de energía eléctrica de Guatemala.

Análisis del desbalance de corrientes.

A continuación se muestra un análisis considerando el índice promedio de desbalance y el máximo porcentaje de desbalance para cada una de las alimentadoras estudiadas, durante los 17 últimos meses. Finalmente, se obtendrá el valor promedio total para el índice “d”.

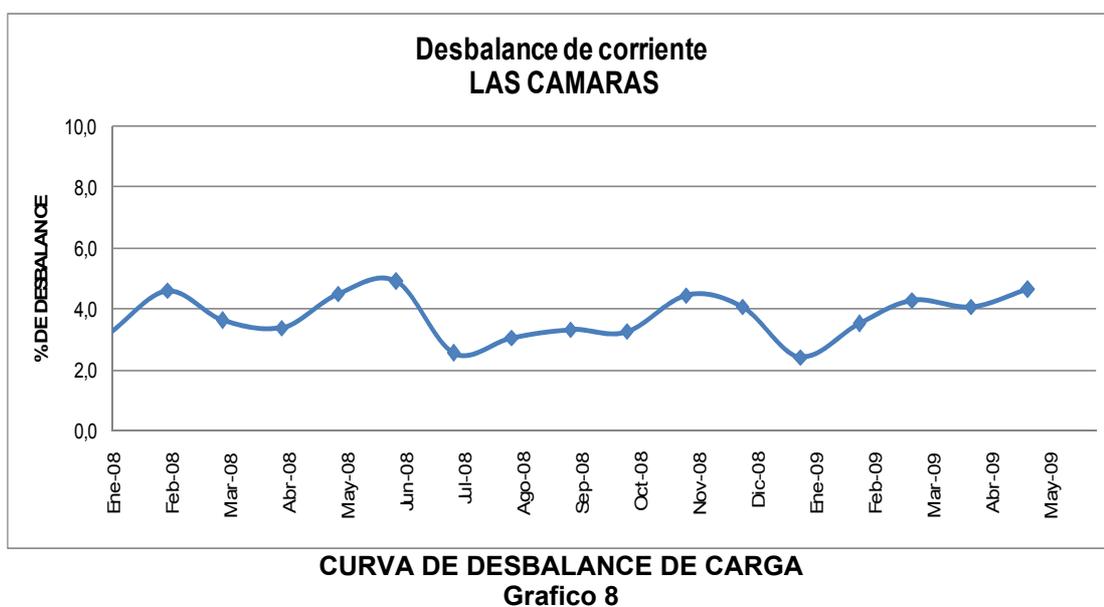
Alimentadora Las Cámaras

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios desde el año 2008 hasta mayo del 2009.



**BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 7**

El desbalance promedio de corriente de la alimentadora es de aproximadamente 3.76%, tal como lo muestra el siguiente gráfico.



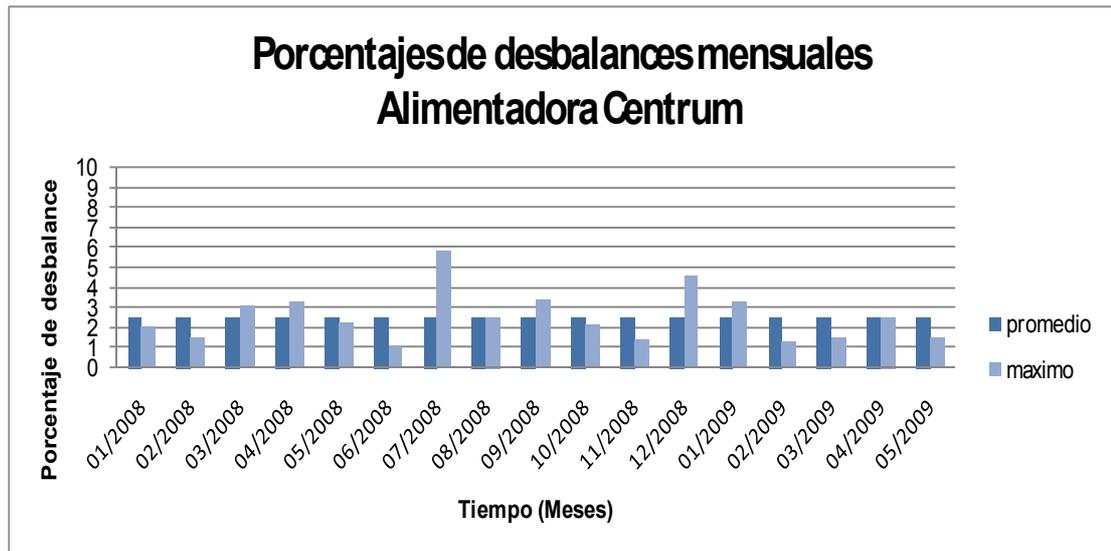
En la Tabla X se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora Las Cámaras, la cual no ha excedido el límite permisible durante el periodo de estudio. Como se puede observar en la tabla, el máximo desbalance obtenido es del 4.91% registrado en junio del 2008.

	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
LAS CAMARAS	Ene-08	5,03	220	210	221	217,00	3,00	7,00	4,00	3,23
	Feb-08	5,09	212	212	227	217,00	5,00	5,00	10,00	4,61
	Mar-08	5,46	227	224	238	229,67	2,67	5,67	8,33	3,63
	Abr-08	5,33	214	212	224	216,67	2,67	4,67	7,33	3,38
	May-08	5,15	218	216	232	222,00	4,00	6,00	10,00	4,50
	Jun-08	5,04	212	212	228	217,33	5,33	5,33	10,67	4,91
	Jul-08	5,23	221	218	228	222,33	1,33	4,33	5,67	2,55
	Ago-08	5,07	217	211	224	217,33	0,33	6,33	6,67	3,07
	Sep-08	5,22	222	213	226	220,33	1,67	7,33	5,67	3,33
	Oct-08	5,31	227	218	231	225,33	1,67	7,33	5,67	3,25
	Nov-08	5,46	234	222	241	232,33	1,67	10,33	8,67	4,45
	Dic-08	5,3	233	220	235	229,33	3,67	9,33	5,67	4,07
	Ene-09	5,42	236	228	237	233,67	2,33	5,67	3,33	2,43
	Feb-09	5,49	236	229	245	236,67	0,67	7,67	8,33	3,52
	Mar-09	5,7	244	231	249	241,33	2,67	10,33	7,67	4,28
	Abr-09	6,1	263	252	273	262,67	0,33	10,67	10,33	4,06
	May-09	5,56	239	226	246	237,00	2,00	11,00	9,00	4,64

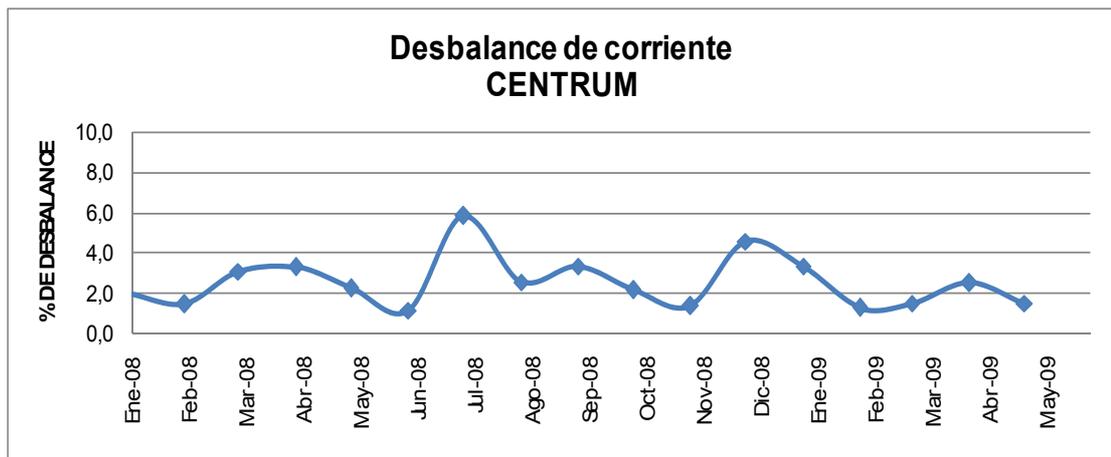
TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA LAS CAMARAS
Tabla X

Alimentadora Centrum

En el grafico 9 se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios de corriente de la alimentadora Centrum, cuyo promedio es de aproximadamente 2.54%.



**BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 9**



**CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 10**

En la Tabla XI se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, el máximo desbalance obtenido es del 5.83% registrado en julio del 2008.

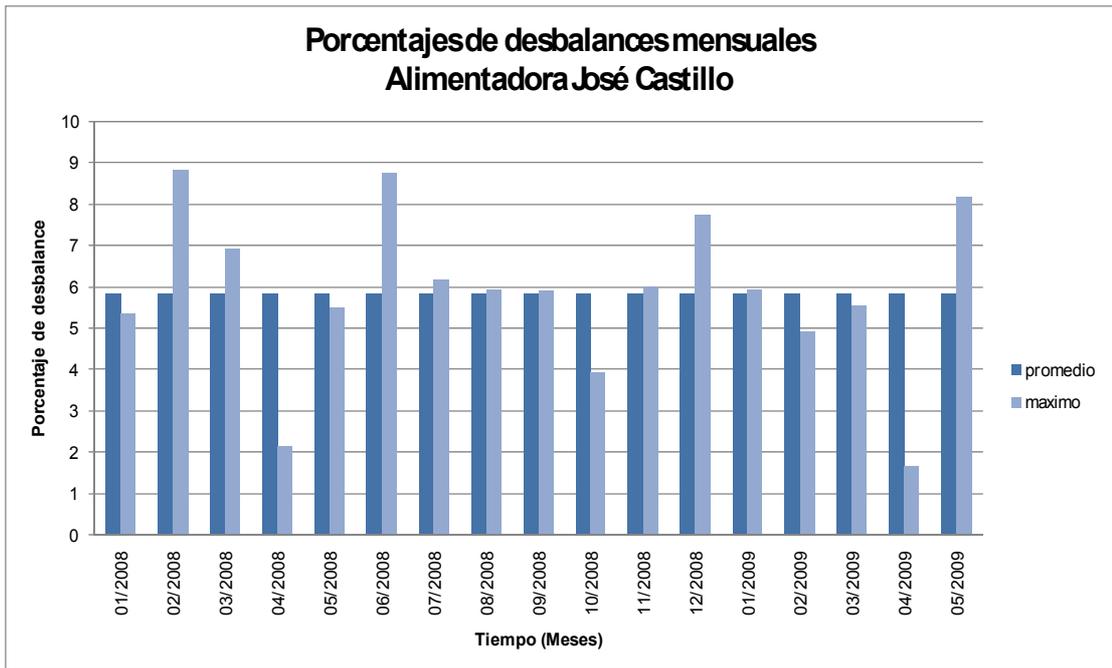
	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
CENTRUM	Ene-08	2,71	116	113	117	115,33	0,67	2,33	1,67	2,02
	Feb-08	2,65	116	113	114	114,33	1,67	1,33	0,33	1,46
	Mar-08	2,28	121	116	122	119,67	1,33	3,67	2,33	3,06
	Abr-08	2,54	125	118	123	122,00	3,00	4,00	1,00	3,28
	May-08	2,77	122	117	119	119,33	2,67	2,33	0,33	2,23
	Jun-08	2,72	118	116	118	117,33	0,67	1,33	0,67	1,14
	Jul-08	2,71	127	118	115	120,00	7,00	2,00	5,00	5,83
	Ago-08	2,75	120	115	116	117,00	3,00	2,00	1,00	2,56
	Sep-08	2,84	124	118	118	120,00	4,00	2,00	2,00	3,33
	Oct-08	2,87	126	121	124	123,67	2,33	2,67	0,33	2,16
	Nov-08	2,9	124	122	121	122,33	1,67	0,33	1,33	1,36
	Dic-08	3,05	137	127	129	131,00	6,00	4,00	2,00	4,58
	Ene-09	3,1	135	129	128	130,67	4,33	1,67	2,67	3,32
	Feb-09	3,1	133	130	131	131,33	1,67	1,33	0,33	1,27
	Mar-09	3,1	134	130	132	132,00	2,00	2,00	0,00	1,52
	Abr-09	3,11	135	130	135	133,33	1,67	3,33	1,67	2,50
	May-09	3,13	135	132	132	133,00	2,00	1,00	1,00	1,50

TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA CENTRUM

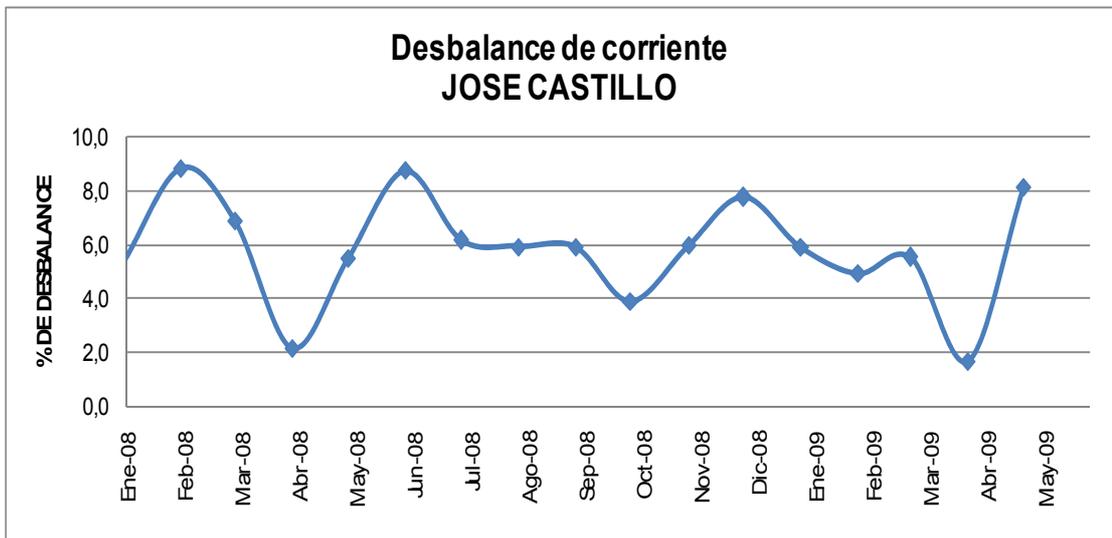
Tabla XI

Alimentadora José Castillo

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios de la alimentadora José Castillo. El desbalance promedio de corriente de la alimentadora es de aproximadamente 5.85%.



**BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 11**



**CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 12**

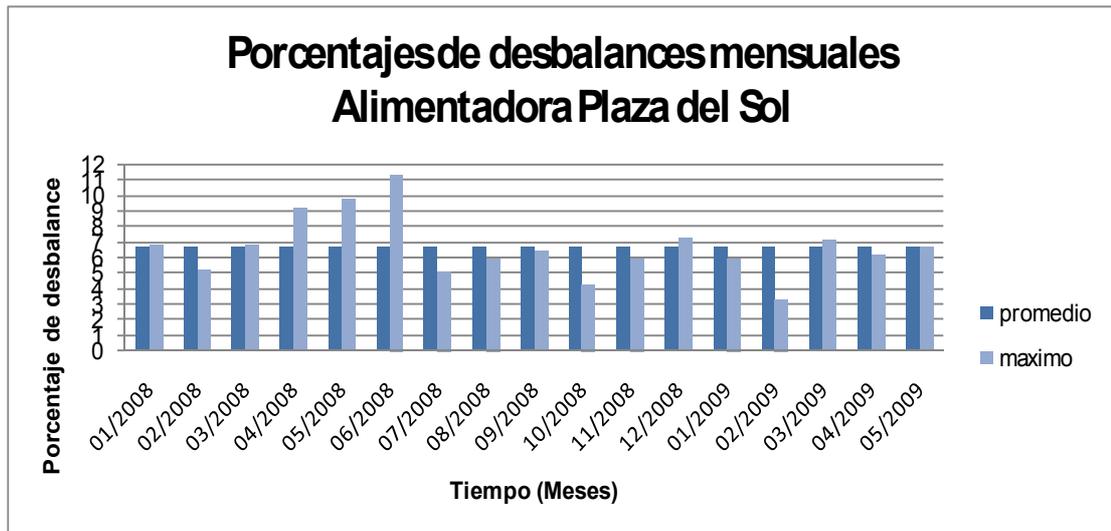
	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-lprom	IB-lprom	IC-lprom	
JOSE CASTILLO	Ene-08	4,75	195	204	216	205,00	10,00	1,00	11,00	5,37
	Feb-08	4,73	189	211	222	207,33	18,33	3,67	14,67	8,84
	Mar-08	5,36	211	229	240	226,67	15,67	2,33	13,33	6,91
	Abr-08	5,28	215	210	219	214,67	0,33	4,67	4,33	2,17
	May-08	5,22	211	224	235	223,33	12,33	0,67	11,67	5,52
	Jun-08	4,72	184	203	218	201,67	17,67	1,33	16,33	8,76
	Jul-08	4,66	188	201	212	200,33	12,33	0,67	11,67	6,16
	Ago-08	4,65	190	203	213	202,00	12,00	1,00	11,00	5,94
	Sep-08	4,93	196	209	220	208,33	12,33	0,67	11,67	5,92
	Oct-08	4,89	188	195	203	195,33	7,33	0,33	7,67	3,92
	Nov-08	4,84	193	206	217	205,33	12,33	0,67	11,67	6,01
	Dic-08	5,35	214	244	238	232,00	18,00	12,00	6,00	7,76
	Ene-09	5,21	201	223	217	213,67	12,67	9,33	3,33	5,93
	Feb-09	5,09	209	227	213	216,33	7,33	10,67	3,33	4,93
	Mar-09	5,46	222	244	239	235,00	13,00	9,00	4,00	5,53
	Abr-09	6,21	256	261	264	260,33	4,33	0,67	3,67	1,66
	May-09	5,68	235	274	251	253,33	18,33	20,67	2,33	8,16

TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA JOSE CASTILLO
Tabla XII

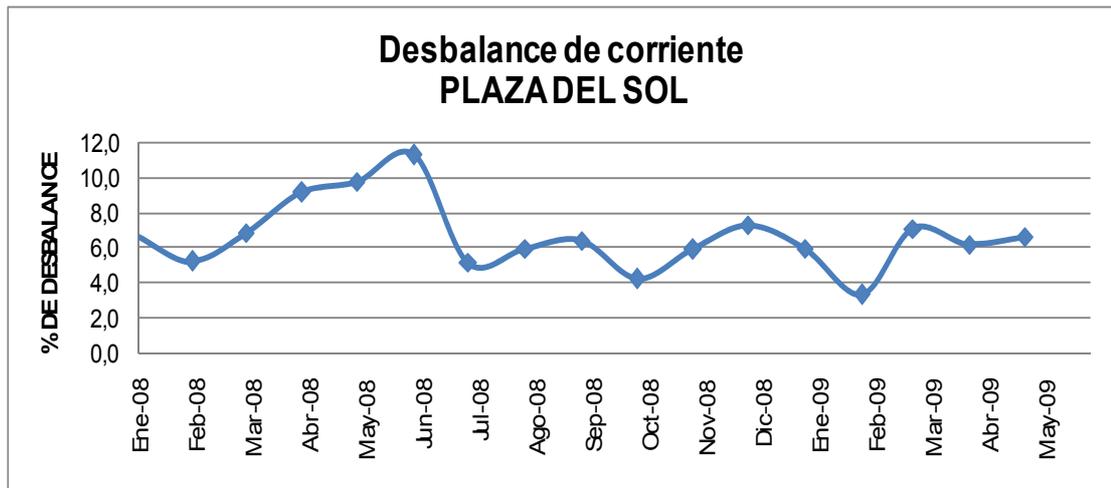
En la Tabla XII se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, se puede observar que el máximo desbalance obtenido es del 8.84%, registrado en febrero del 2008.

Alimentadora Plaza del Sol

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios de corriente de la alimentadora Plaza del Sol, el valor promedio es de 6.67%.



**BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 13**



**CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 14**

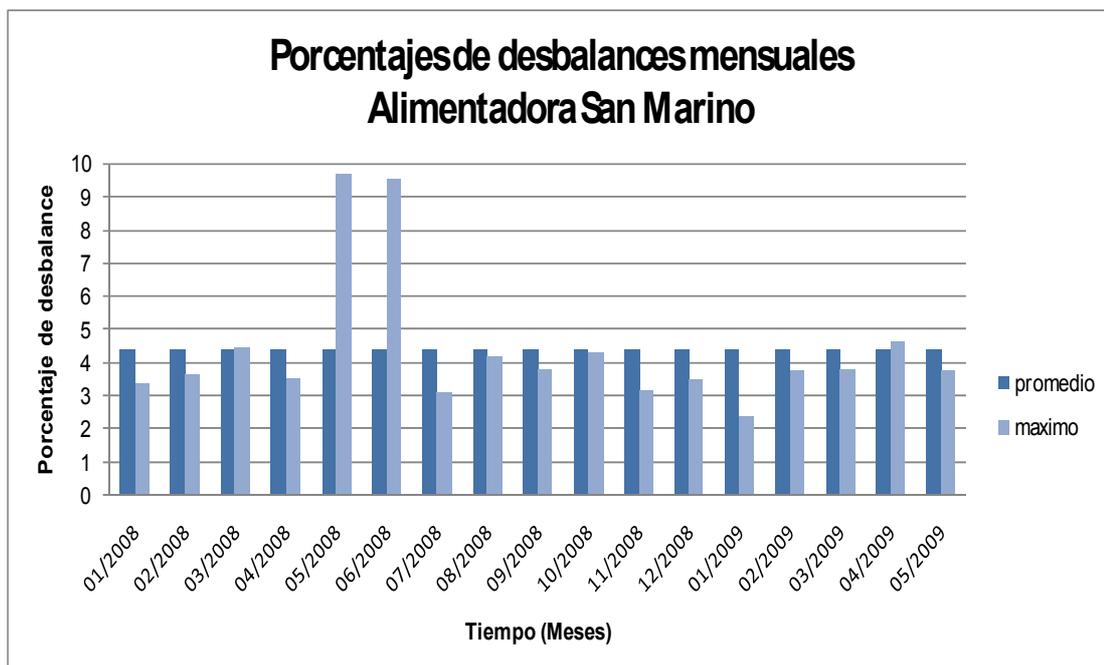
En la Tabla XIII se observa que el máximo desbalance obtenido es del 11.31%, lo cual está fuera de los límites permisibles, este valor se obtuvo en junio del 2008.

PLAZA DEL SOL	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
	Ene-08	5,59	234	233	258	241,67	7,67	8,67	16,33	6,76
Feb-08	6,63	282	277	302	287,00	5,00	10,00	15,00	5,23	
Mar-08	6,1	258	250	281	263,00	5,00	13,00	18,00	6,84	
Abr-08	6,08	255	245	286	262,00	7,00	17,00	24,00	9,16	
May-08	6,08	253	244	287	261,33	8,33	17,33	25,67	9,82	
Jun-08	6,09	250	245	292	262,33	12,33	17,33	29,67	11,31	
Jul-08	6,13	261	256	279	265,33	4,33	9,33	13,67	5,15	
Ago-08	6,75	281	283	308	290,67	9,67	7,67	17,33	5,96	
Sep-08	6,6	273	280	304	285,67	12,67	5,67	18,33	6,42	
Oct-08	6,6	274	282	296	284,00	10,00	2,00	12,00	4,23	
Nov-08	6,61	269	279	299	282,33	13,33	3,33	16,67	5,90	
Dic-08	6,88	281	290	318	296,33	15,33	6,33	21,67	7,31	
Ene-09	6,89	282	293	314	296,33	14,33	3,33	17,67	5,96	
Feb-09	6,9	290	301	309	300,00	10,00	1,00	9,00	3,33	
Mar-09	7,32	295	310	336	313,67	18,67	3,67	22,33	7,12	
Abr-09	7,61	311	322	347	326,67	15,67	4,67	20,33	6,22	
May-09	7,57	306	323	347	325,33	19,33	2,33	21,67	6,66	

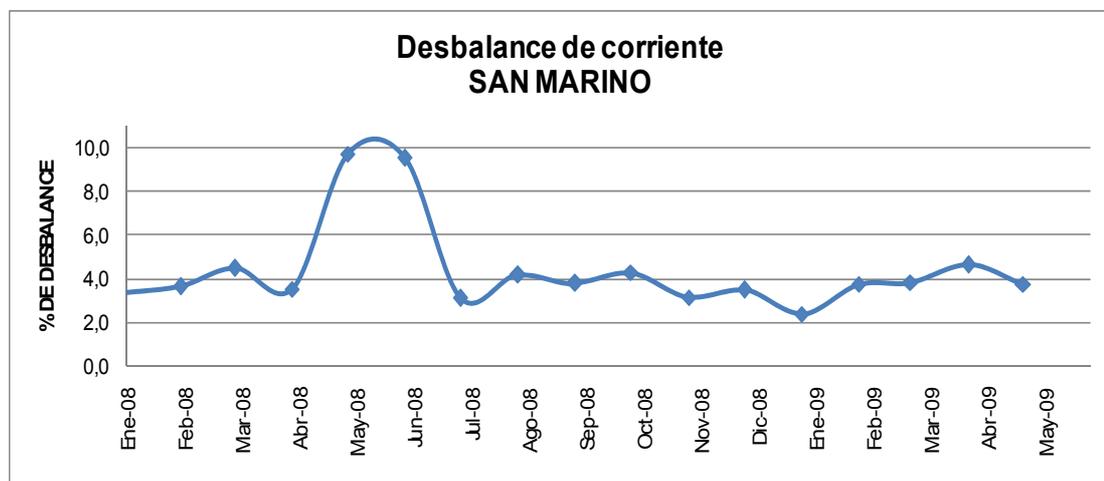
TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL
Tabla XIII

Alimentadora San Marino

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios de la alimentadora San Marino. Tal como se puede apreciar en la Grafico 15 el valor promedio es de 4.39%.



BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 15



CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 16

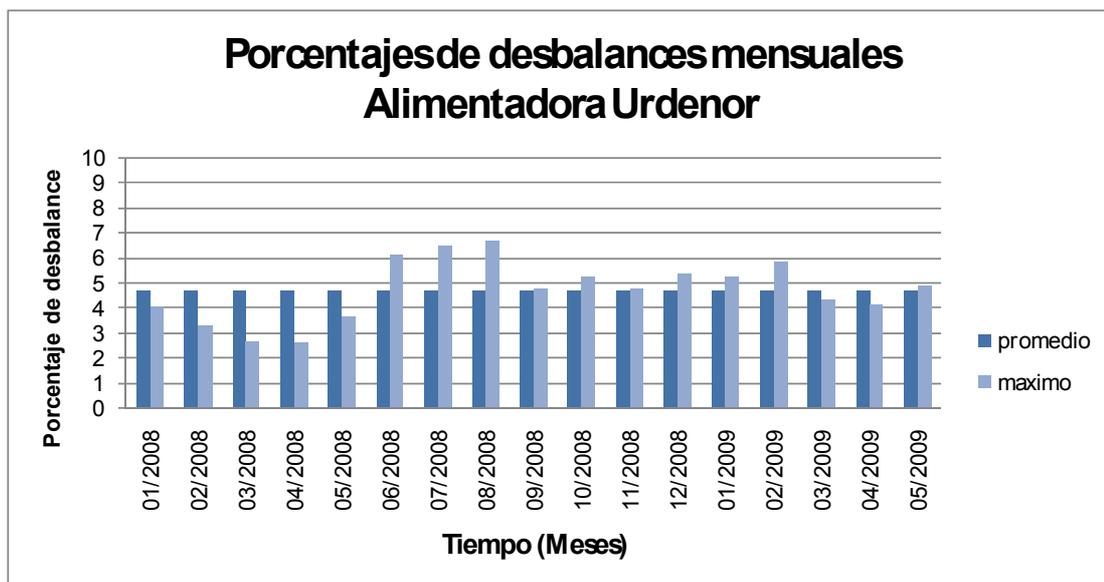
En la Tabla XIV se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, en la cual se observa que el máximo desbalance obtenido es del 9.72%, registrado en mayo del 2008.

SAN MARINO	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
Ene-08	3,89	168	175	165	169,33	1,33	5,67	4,33	3,35	
Feb-08	4,04	172	180	169	173,67	1,67	6,33	4,67	3,65	
Mar-08	4,07	168	179	167	171,33	3,33	7,67	4,33	4,47	
Abr-08	5,24	239	245	255	246,33	7,33	1,33	8,67	3,52	
May-08	6,43	261	261	301	274,33	13,33	13,33	26,67	9,72	
Jun-08	6,1	246	246	283	258,33	12,33	12,33	24,67	9,55	
Jul-08	4,03	169	177	169	171,67	2,67	5,33	2,67	3,11	
Ago-08	3,96	165	175	164	168,00	3,00	7,00	4,00	4,17	
Sep-08	3,98	164	173	163	166,67	2,67	6,33	3,67	3,80	
Oct-08	4,11	171	179	165	171,67	0,67	7,33	6,67	4,27	
Nov-08	4,24	176	185	177	179,33	3,33	5,67	2,33	3,16	
Dic-08	4,45	189	198	187	191,33	2,33	6,67	4,33	3,48	
Ene-09	4,21	183	184	177	181,33	1,67	2,67	4,33	2,39	
Feb-09	4,19	174	185	176	178,33	4,33	6,67	2,33	3,74	
Mar-09	4,38	179	190	180	183,00	4,00	7,00	3,00	3,83	
Abr-09	4,51	182	196	184	187,33	5,33	8,67	3,33	4,63	
May-09	4,4	181	193	184	186,00	5,00	7,00	2,00	3,76	

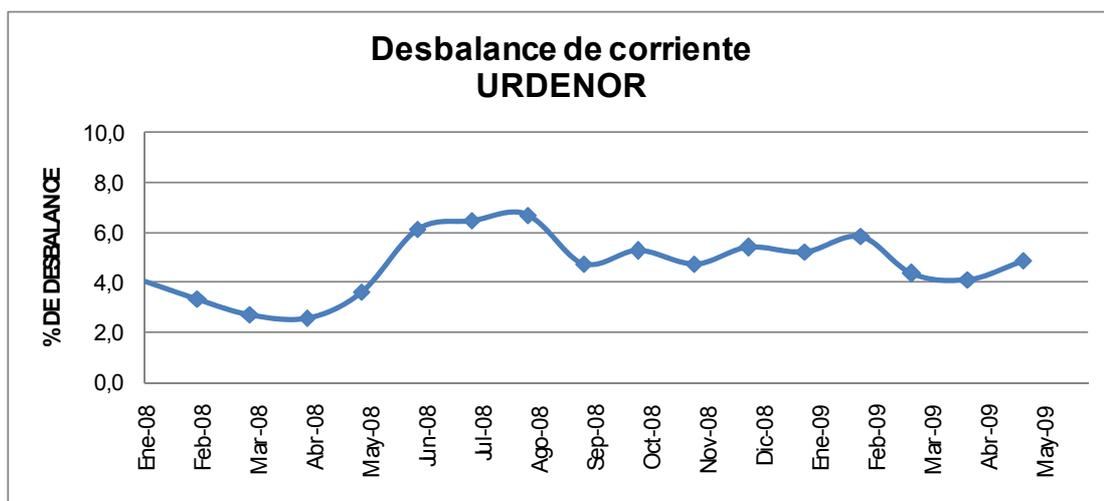
TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA SAN MARINO
Tabla XIV

Alimentadora Urdenor

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios de la alimentadora Urdenor, el valor promedio de desbalance es de 4.72%.



BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 17



CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 18

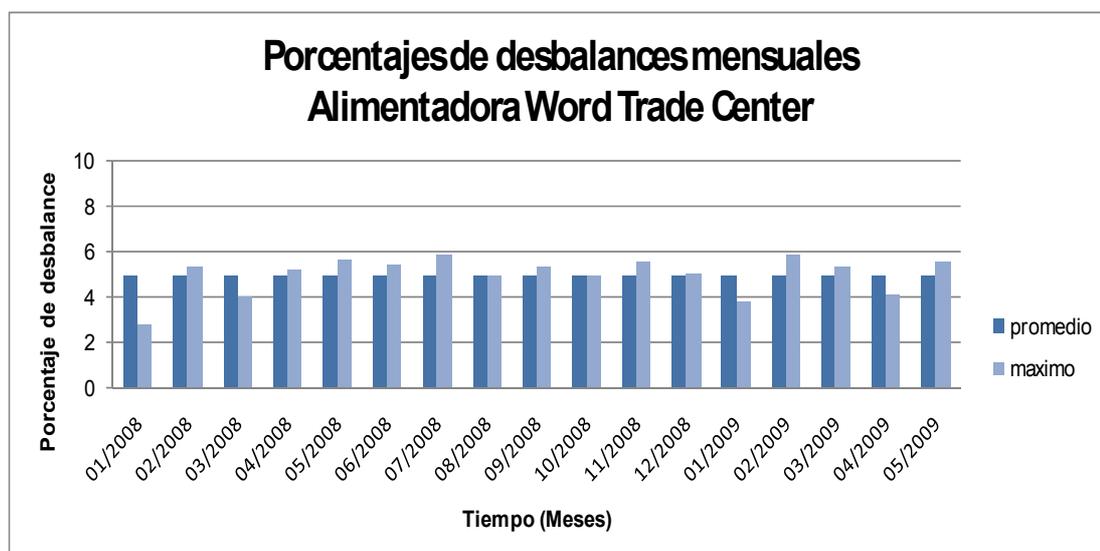
En la Tabla XV se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, como se puede observar que el máximo desbalance obtenido es del 6.71%, registrado en agosto del 2008.

URDENOR	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
Ene-08	6,08	272	254	258	261,33	10,67	7,33	3,33	4,08	
Feb-08	6,06	269	252	260	260,33	8,67	8,33	0,33	3,33	
Mar-08	6,59	289	275	284	282,67	6,33	7,67	1,33	2,71	
Abr-08	6,62	291	277	283	283,67	7,33	6,67	0,67	2,59	
May-08	6,63	295	280	279	284,67	10,33	4,67	5,67	3,63	
Jun-08	6,27	279	270	250	266,33	12,67	3,67	16,33	6,13	
Jul-08	6,02	274	250	248	257,33	16,67	7,33	9,33	6,48	
Ago-08	6,11	281	253	256	263,33	17,67	10,33	7,33	6,71	
Sep-08	6,27	279	259	261	266,33	12,67	7,33	5,33	4,76	
Oct-08	6,27	280	258	260	266,00	14,00	8,00	6,00	5,26	
Nov-08	6,29	279	260	260	266,33	12,67	6,33	6,33	4,76	
Dic-08	6,52	293	271	270	278,00	15,00	7,00	8,00	5,40	
Ene-09	6,45	288	264	269	273,67	14,33	9,67	4,67	5,24	
Feb-09	6,31	283	256	263	267,33	15,67	11,33	4,33	5,86	
Mar-09	6,55	288	275	265	276,00	12,00	1,00	11,00	4,35	
Abr-09	6,96	311	291	294	298,67	12,33	7,67	4,67	4,13	
May-09	7,04	314	296	288	299,33	14,67	3,33	11,33	4,90	

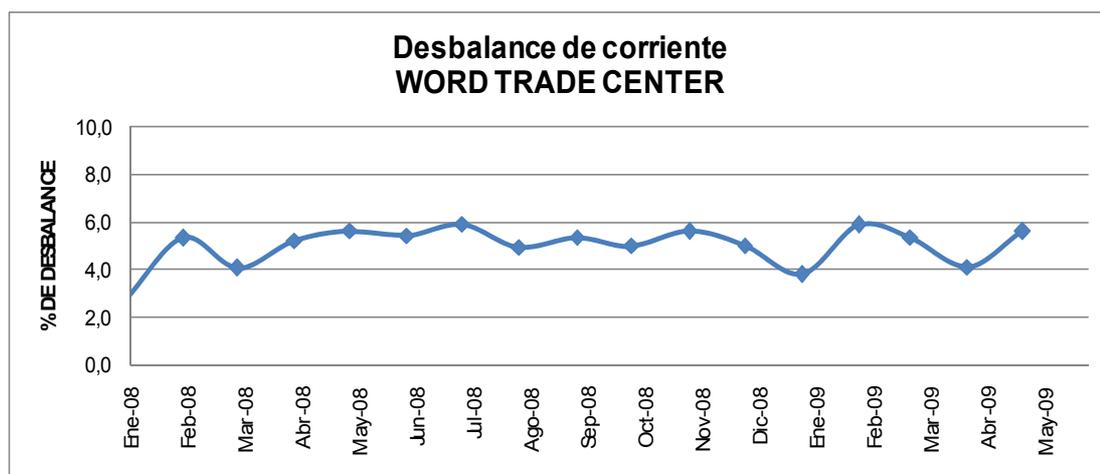
TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA URDENOR
Tabla XV

Alimentadora WORD TRADE CENTER

A continuación se muestra la ilustración de los desbalances máximos y desbalances promedios desde el año 2008 hasta mayo del 2009. El desbalance promedio de corriente de la alimentadora es de aproximadamente 5.00%.



**BARRAS DE DESBALANCES MAXIMOS RESPECTO AL PROMEDIO
Grafico 19**



**CURVA DE DESBALANCE DE CARGA
Grafico 20**

En la Tabla XVI se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, donde se registra un máximo desbalance de 5.92%, registrado en julio del 2008.

WORD TRADE CENTER	MES	MVA	Corriente registradas (amperios)			Corriente Promedio	Corrientes por fases menos valor promedio			Porcentaje de desbalance "d"
			FASE A	FASE B	FASE C		IA-Iprom	IB-Iprom	IC-Iprom	
	3,62	154	160	153	Ene-08	155,67	1,67	4,33	2,67	2,78
3,63	157	164	148	Feb-08	156,33	0,67	7,67	8,33	5,33	
4,02	170	179	167	Mar-08	172,00	2,00	7,00	5,00	4,07	
3,85	164	175	160	Abr-08	166,33	2,33	8,67	6,33	5,21	
3,72	158	169	153	May-08	160,00	2,00	9,00	7,00	5,63	
3,72	158	168	152	Jun-08	159,33	1,33	8,67	7,33	5,44	
3,54	151	161	144	Jul-08	152,00	1,00	9,00	8,00	5,92	
3,49	148	156	142	Ago-08	148,67	0,67	7,33	6,67	4,93	
3,68	156	163	147	Sep-08	155,33	0,67	7,67	8,33	5,36	
3,52	152	161	147	Oct-08	153,33	1,33	7,67	6,33	5,00	
3,44	148	157	141	Nov-08	148,67	0,67	8,33	7,67	5,61	
3,54	153	160	145	Dic-08	152,67	0,33	7,33	7,67	5,02	
3,85	159	163	152	Ene-09	158,00	1,00	5,00	6,00	3,80	
3,96	168	180	162	Feb-09	170,00	2,00	10,00	8,00	5,88	
3,78	162	170	153	Mar-09	161,67	0,33	8,33	8,67	5,36	
3,81	162	169	156	Abr-09	162,33	0,33	6,67	6,33	4,11	
3,91	166	176	158	May-09	166,67	0,67	9,33	8,67	5,60	

TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA WORD TRADE CENTER
Tabla XVI

2.4.- COMPORTAMIENTO DE LA CARGA.

A continuación se realiza un análisis del comportamiento de las alimentadoras de la subestación, basado en las curvas de cargas diarias. Para analizar cómo se comporta la carga se utiliza la información de los medidores de la Empresa Eléctrica Guayaquil que están instalados a las salidas de cada alimentadora, estos medidores toman información cada 15 minutos, lo hacen constante y permanentemente.

La subestación Kennedy cuenta con una capacidad instalada de 48 MVA nominales y sus alimentadoras tienen una carga del tipo residencial, industrial y comercial. El análisis de carga presente ayudará a realizar los cálculos de caída de voltaje ya que obtendremos los valores típicos de máxima y mínima demanda y conoceremos el factor de carga de cada una de las alimentadoras.

Curvas de demanda diaria.

Para realizar las curvas de cargas tipo, se obtuvo un promedio del día analizado con los datos que se tenían en los dos meses estudiados, este análisis se muestra en el ANEXO B para cada una de las alimentadoras.

Para obtener las curvas típicas actuales de demanda, se realizó un análisis diario durante dos meses continuos (agosto y septiembre del año 2007). Se resumió el análisis en tres grandes grupos, escogidos por la similitud del comportamiento de la carga, los cuales son:

- Día de semana.- Se refiere a los días **laborales** comprendidos de lunes a viernes, en los que se ha podido observar un comportamiento similar de consumo de energía.
- Día sábado.
- Día Domingo.

Es importante mencionar que para el análisis de los datos fueron omitidos ciertos valores en donde se presentaron transiciones por transferencia de carga, fallas o interrupciones que no deben ser tomadas en cuenta para obtener la curva promedio de demanda.

ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL.

La alimentadora Plaza del Sol posee carga netamente residencial con un poco porcentaje de carga comercial.

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda de aproximadamente 2KW hasta las 7H00 presentando un incremento brusco que alcanza los 5.5 KW desde las 10 a.m. hasta las 17H00 en donde comienza disminuir paulatinamente hasta las 23H00. El valor pico de demanda se presenta a las 15:15 con 5.517 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 3:45 con 1.730 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – PLAZA DELSOL
Gráfico 21

Las típicas curvas de los días sábados empiezan con una demanda de aproximadamente 2KW que tiende a disminuir en las siguientes horas hasta las 6 a.m., donde se presenta un incremento de carga que alcanza los 3.5

KW el cual se mantiene hasta 13:00, presentando desde entonces una disminución paulatina hasta las 17:00 llegando a 2.5 KW. A las 18:00 se observa un ligero incremento de carga, no significativo y luego de esto sigue disminuyendo hasta llegar a aproximadamente 2KW. El valor pico de demanda se presenta a las 11:45 con 3.436 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:30 con 1.692 KW.

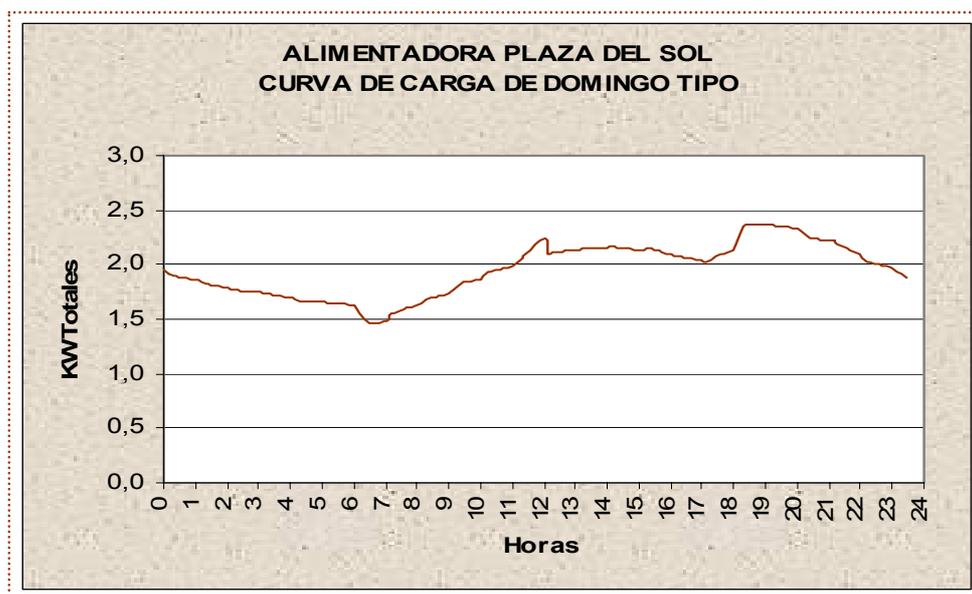


CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – PLAZA DELSOL
Grafico 22

Las típicas curvas de los días domingo empiezan con una demanda de aproximadamente 2KW que tiende a disminuir en las siguientes horas hasta las 7H00 llegando a 1.5KW donde se presenta un incremento de carga hasta las 11:00 que alcanza los 2.4 KW el cual se mantiene con pequeños altibajos

hasta 21:00, presentando desde entonces una disminución paulatina hasta la media noche llegando a 2 KW.

El valor pico de demanda se presenta a las 18:45 con 2.375 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:30 con 1.469 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – PLAZA DELSOL
Grafico 23

ALIMENTADORA URDENOR.

La alimentadora Urdenor posee carga netamente residencial con un poco porcentaje de carga comercial. Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda de aproximadamente 2KW hasta las 7H00 presentando un incremento brusco que alcanza los 5 KW desde las 10H00 hasta las 17H00 en donde comienza disminuir paulatinamente hasta las

23H00 llegando a 2KW El valor pico de demanda se presenta a las 15:30 con 5.221 KW y el valor mínimo de demanda se da a las 5:15 con 1.715 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – URDENOR
Gráfico 24

Las típicas curvas de los días sábados empiezan con una demanda de aproximadamente 2.2 KW que tiende a disminuir a 1.6 KW en las siguientes horas hasta las 7H00 donde se presenta un incremento de carga que alcanza los 3.2 KW el cual se mantiene hasta 13:00, presentando desde entonces una disminución paulatina hasta las 17:00 llegando a 2.5 KW. A las 18:00 se observa un ligero incremento de carga, no significativo y luego de esto sigue disminuyendo hasta llegar a aproximadamente 2.2 KW.

El valor pico de demanda se presenta a las 12:15 con 3.218 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:45 con 1.588 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – URDENOR
Grafico 25

Las típicas curvas de los días domingo empiezan con una demanda de aproximadamente 2KW que tiende a disminuir en las siguientes horas hasta las 8H00 llegando a 1.45KW donde se presenta un incremento de carga hasta las 11:00 estabilizándose en 2 KW nuevamente, hasta las 18:00 en el que se presenta un nuevo incremento llegando a 2.5 KW hasta las 22:00, presentando desde entonces una disminución paulatina hasta la media noche llegando a 2 KW. El valor pico de demanda se presenta a las 21:45 con 2.493 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 7:30 con 1.434 KW.

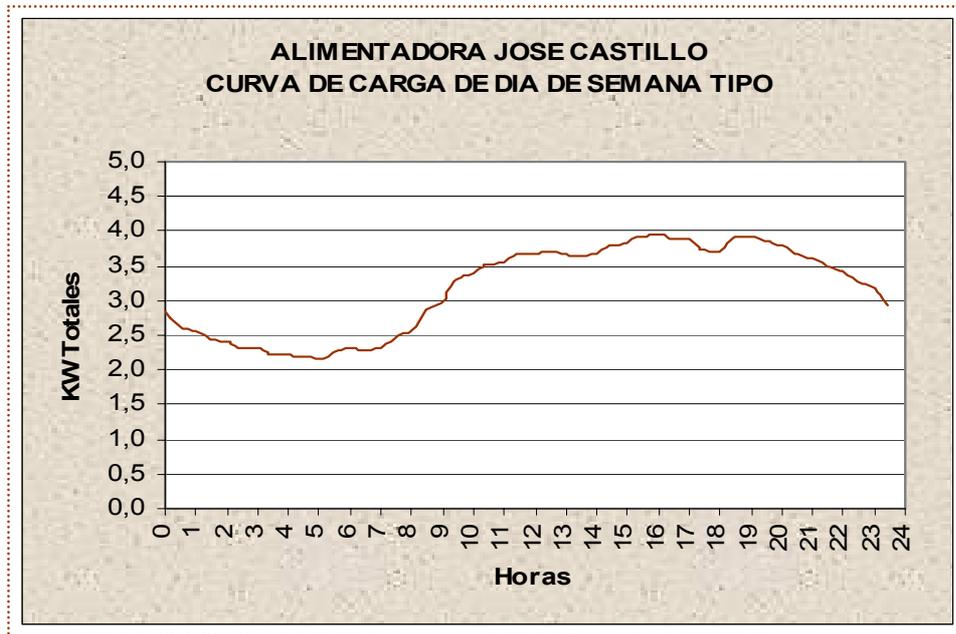


CURVA DE CARGA DE DOMINGO – URDENOR
Grafico 26

ALIMENTADORA JOSÉ CASTILLO.

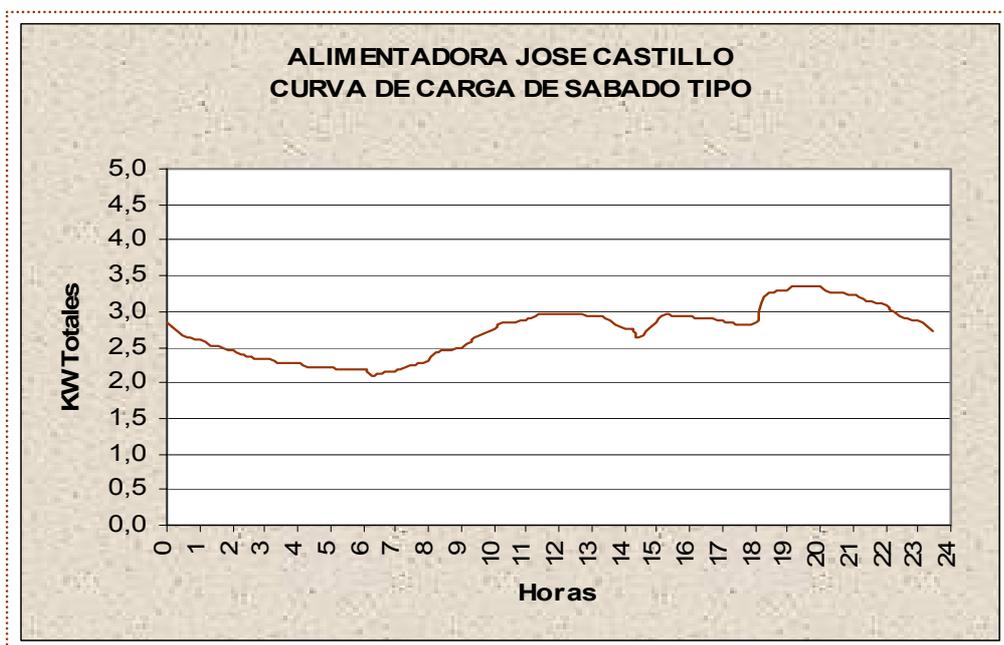
La alimentadora José Castillo posee carga netamente residencial con un poco porcentaje de carga comercial.

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda de aproximadamente 3KW la cual va disminuyendo hasta las 5H00 alcanzando valores alrededor de los 2.1KW, luego de lo cual presenta un incremento con lo que casi llega a los 4 KW, potencia que se mantiene hasta las 8 p.m. con pequeñas variaciones. En las últimas horas del día la potencia disminuye. El valor pico de demanda se presenta a las 16:30 con 3.943 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:15 con 2.174 KW.



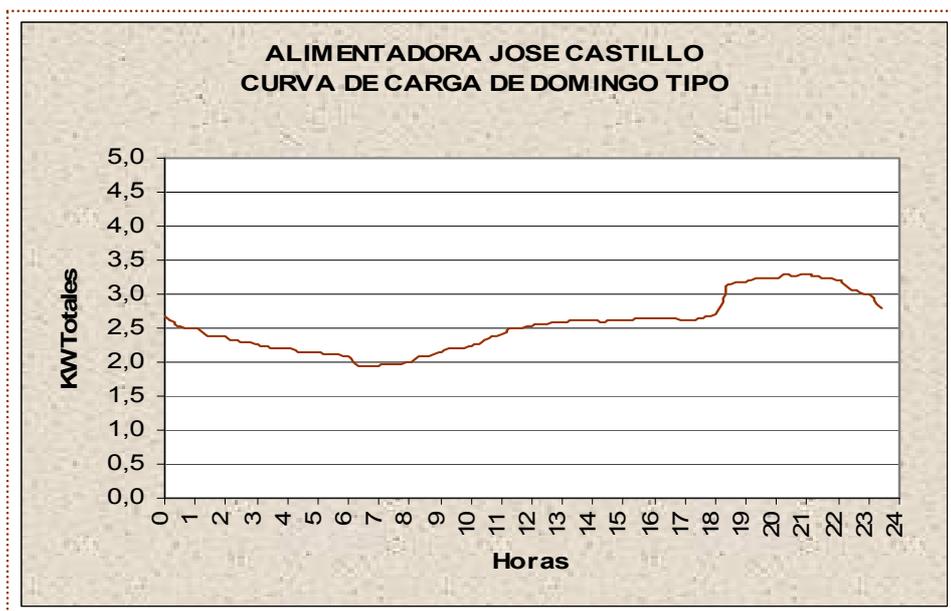
**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – JOSE CASTILLO
Grafico 27**

Las típicas curvas de los días sábados empiezan con una demanda de aproximadamente 2.8 KW que tiende a disminuir a 2.1 KW en las siguientes horas hasta las 7H00, donde se presenta un incremento de carga que alcanza los 3 KW el cual se mantiene hasta las 18H00. A las 8 p.m. surge un ligero incremento y al fin del día regresa a los 3 KW. El valor pico de demanda se presenta a las 19:45 con 3.366 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:30 con 2.108 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – JOSE CASTILLO
Grafico 28

Las típicas curvas de los días domingo empiezan con una demanda de aproximadamente 2.5KW que tiende a disminuir en las siguientes horas hasta las 7H00, llegando a 2KW, en las siguientes horas vuelve a 2.5 KW hasta las 18:00 en el que se presenta un nuevo incremento llegando a 3.4 KW hasta las 23H00. El valor pico de demanda se presenta a las 20:30 con 3.286 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:30 con 1.940 KW.



**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – JOSE CASTILLO
Grafico 29**

ALIMENTADORA WORD TRADE CENTER.

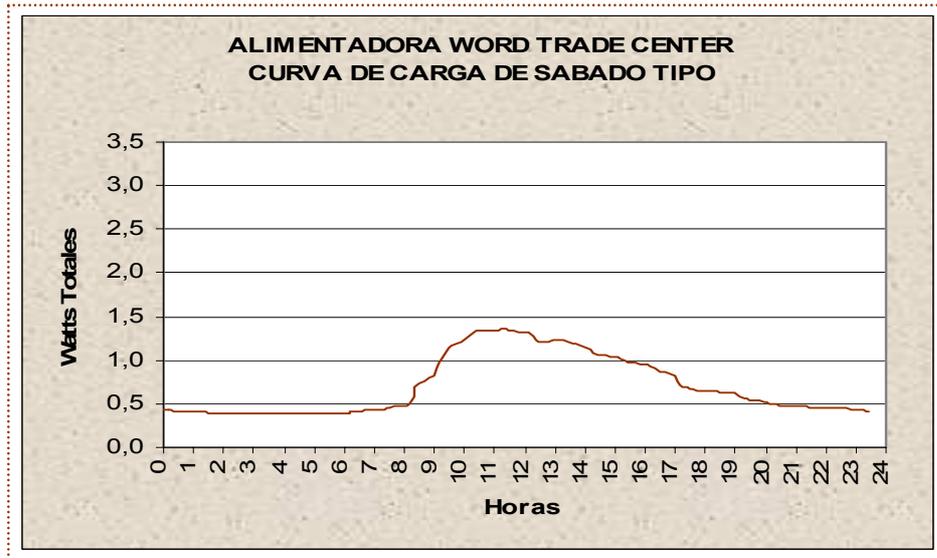
La alimentadora Word Trade Center posee carga netamente comercial, ya que alimenta al edificio del mismo nombre.

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda muy baja de 500W hasta las 7H00 donde se incrementa hasta 3KW debido al inicio de las actividades laborales, demanda que se mantiene hasta las 16H00 donde disminuye poco a poco hasta llegar a las 23H00 a los 500W nuevamente. El valor pico de demanda se presenta a las 10:15 con 3.071 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:30 con 0.396 KW.



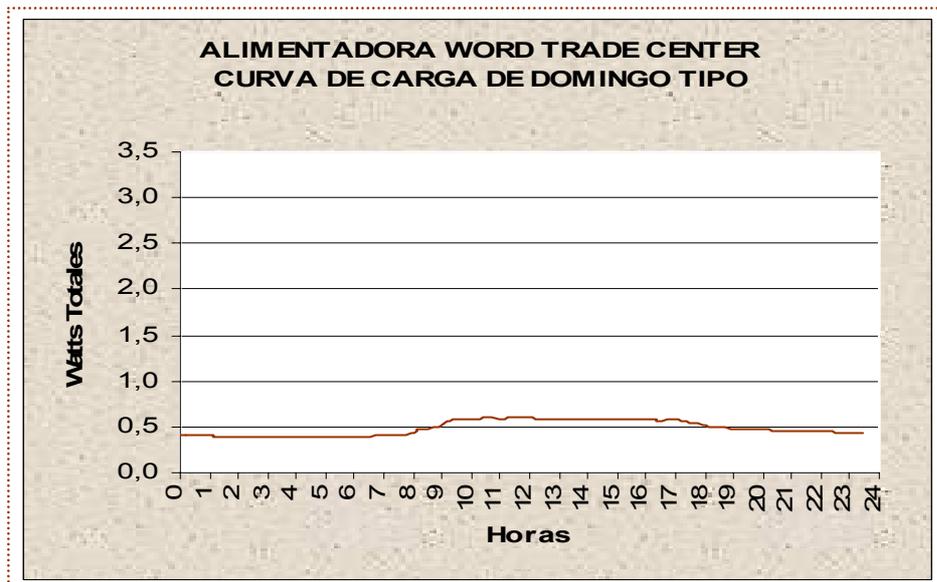
**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – WORD TRADE CENTER
Grafico 30**

Las típicas curvas de los días sábados presentan valores muy bajos de carga, empiezan con una demanda menor a los 500 vatios hasta las 9H00, luego en el lapso de 9H00 a 15H00 la demanda se aproxima a 1.5 KW, luego de los cual tiende a disminuir nuevamente hasta el final del día. El valor pico de demanda se presenta a las 11:30 con 1.352 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:15 con 0.390 KW.



**CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – WORD TRADE CENTER
Grafico 31**

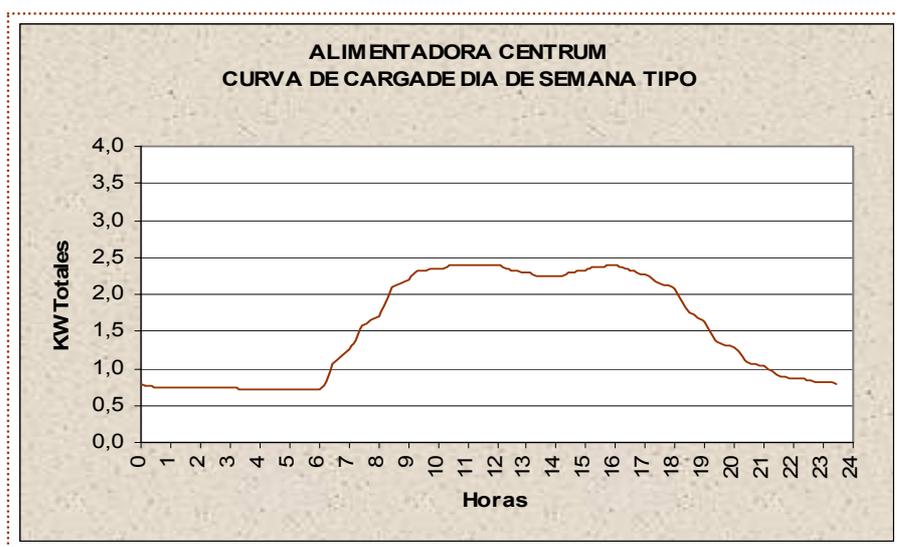
Las típicas curvas de los domingo se establecen en aproximadamente 500 W durante todo el día. El valor pico de demanda se presenta a las 12:00 con 0.602 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:30 con 0.384 KW.



**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – WORD TRADE CENTER
Grafico 32**

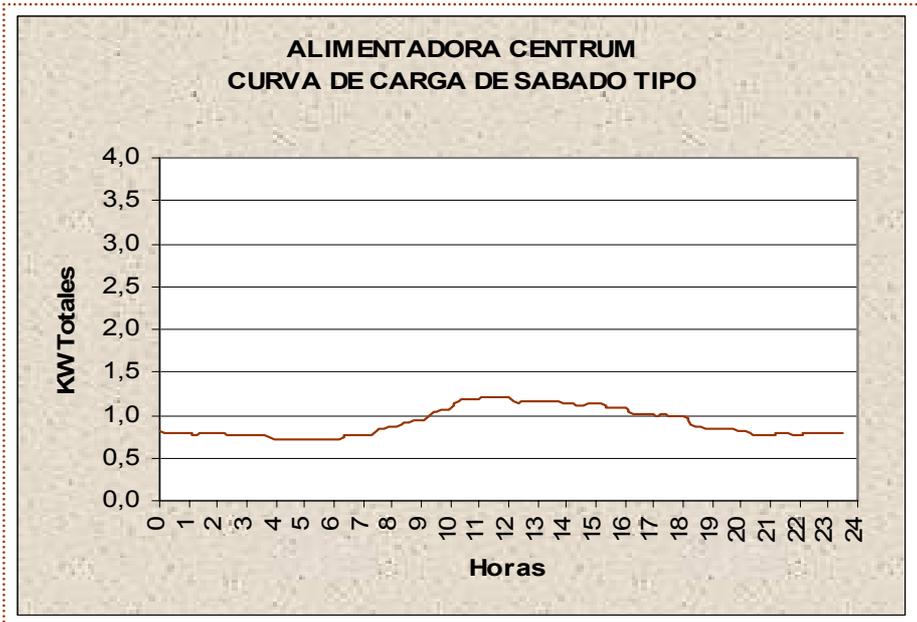
ALIMENTADORA CENTRUM.

La alimentadora Centrum fue creada para alimentar al edificio del mismo nombre, por ende su carga es netamente comercial. . El valor pico de demanda se presenta a las 11:15 con 2.397 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:45 con 0.710 KW.



CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – CENTRUM
Grafico 33

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda baja de 700 vatios hasta las 7H00 donde se incrementa hasta las 9H00 llegando a 2.5KW debido al inicio de las actividades laborales, demanda que se mantiene hasta las 18H00 donde empieza a disminuir hasta llegar a las 23H00 llegando nuevamente a los 700 vatios que se mantienen durante toda la noche.



**CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – CENTRUM
Grafico 34**



**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – CENTRUM
Grafico 35**

Los fines de semana la alimentadora presenta valores bajos de demanda. En el día sábado el valor pico se presenta a las 11H30 con 1.21 KW y el mínimo se presenta a las 4H30 con 0.706 KW. Mientras que el día domingo el valor pico se presenta a las 15H15 con 0.928 KW y el mínimo se presenta a las 7H00 con 0.688 KW.

ALIMENTADORA LAS CÁMARAS.

La alimentadora Las Cámaras fue creada para alimentar al edificio del mismo nombre, por ende su carga es netamente comercial. El valor pico de demanda se presenta a las 12:15 con 4.467 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 5:15 con 1.560 KW.

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda de 1.5KW hasta las 8H00 donde se incrementa bruscamente llegando a 4.5KW debido al inicio de las actividades laborales, demanda que se mantiene hasta las 18H00 donde empieza a disminuir hasta llegar a las 23H00 llegando nuevamente a 1.5 KW, lo cual se mantienen durante toda la noche.



**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – LAS CAMARAS
Grafico 36**



**CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – LAS CAMARAS
Grafico 37**

Los días sábados y domingos poseen comportamientos similares promediados en los 2 KW y solo al medio día sube a 3 KW. En el día sábado el valor pico se presenta a las 12H30 con 3.149 KW y el mínimo se presenta a las 5H15 con 1.580 KW. Mientras que el día domingo el valor pico se presenta a las 18H45 con 2.138 KW y el mínimo se presenta a las 5H30 con 1.591 KW.



**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – LAS CAMARAS
Grafico 38**

ALIMENTADORA SAN MARINO.

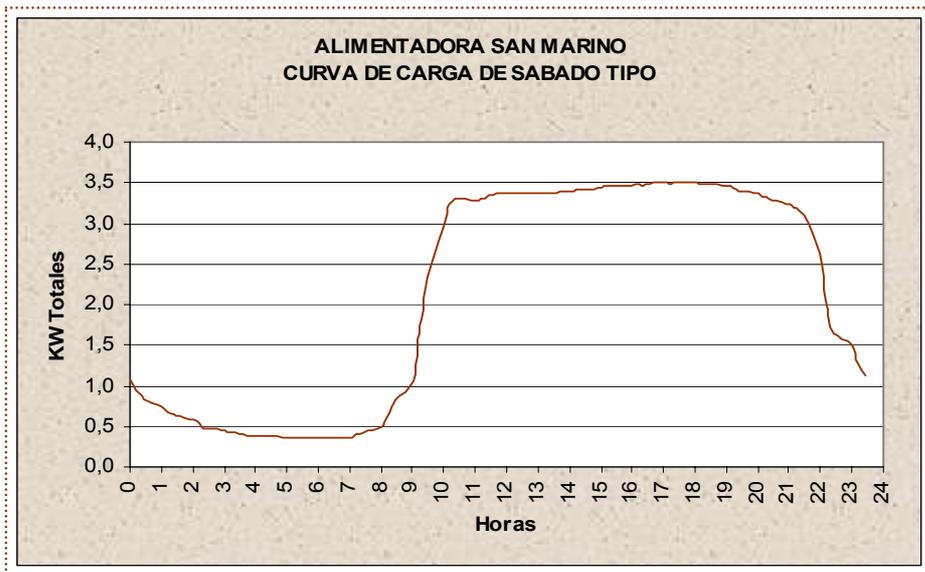
La alimentadora San Marino fue creada para alimentar al Centro Comercial San Marino, por ende su carga es netamente comercial. El valor pico de demanda se presenta a las 18:30 con 3.480 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:15 con 0.323 KW.

Las típicas curvas de los días laborales empiezan con una demanda baja de 400 vatios hasta las 9H00 donde se incrementa bruscamente llegando a 3.5KW debido al inicio de las actividades laborales, demanda que se mantiene hasta las 21H00 donde empieza a disminuir bruscamente en las últimas horas del día.

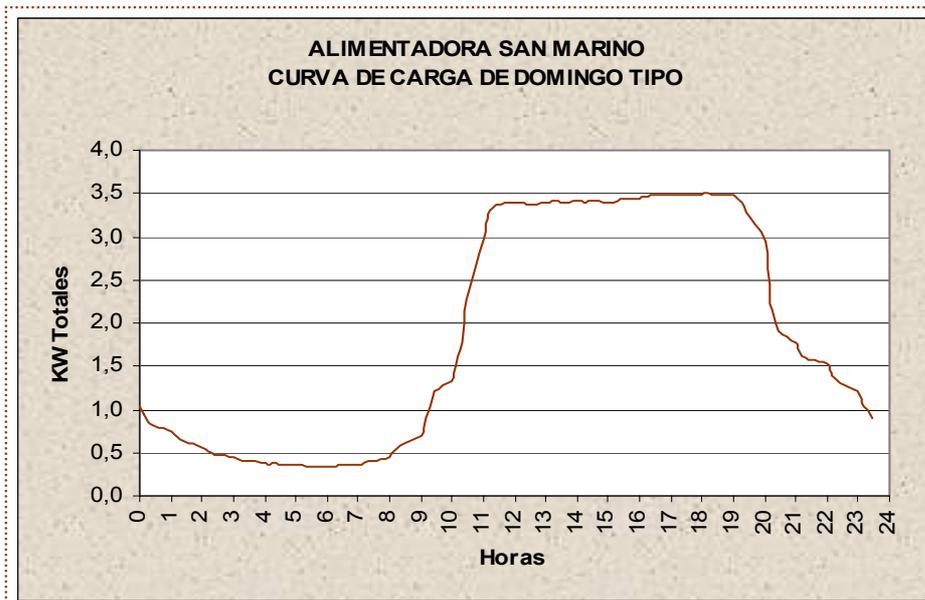


**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – SAN MARINO
Grafico 39**

Los días sábados y domingos poseen comportamientos similares a los días de semana debido a la gran actividad. En el día sábado el valor pico se presenta a las 17H45 con 3.516 KW y el mínimo se presenta a las 6H30 con 0.352 KW. Mientras que el día domingo el valor pico se presenta a las 18H15 con 3.495 KW y el mínimo se presenta a las 6H00 con 0.341 KW.



**CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – SAN MARINO
Grafico 40**



**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – SAN MARINO
Grafico 41**

FACTOR DE CARGA DE LAS ALIMENTADORAS

La Tabla XVII muestra los valores máximos y mínimos registrados en estos dos meses, los cuales nos contribuyen para calcular el factor de carga de todas las alimentadoras.

TR	ALIMENTADORA	DEMANDA (KW)			
		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
		MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
TR-1	PLAZA DEL SOL	6452	1407	6403	1427
	URDENOR	5797	1387	5911	1369
	JOSE CASTILLO	4457	1884	4637	482
TR-2	WORD TRADE CENTER	3322	189	3482	371
	CENTRUM	2636	658	2723	676
	LAS CAMARAS	4806	1444	4889	1486
	SAN MARINO	3722	264	3710	117

TABLA DE DEMANDA MAXIMA Y MINIMA

Tabla XVII

Calculando el factor de carga con la ecuación:

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Demanda Promedio}}{\text{Demanda Máxima}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Se obtienen los resultados mostrados en la Tabla XVIII

DEMANDA	PLAZA DEL SOL	URDENOR	JOSE CASTILLO	WTC	CENTRUM	LAS CAMARAS	SAN MARINO
Máximo (Kw)	6427,5	5854	4547	3402	2679,5	4847,5	3716
Mínimo (Kw)	1417	1378	1183	280	667	1465	190,5
Promedio (Kw)	3922,3	3616	2865	1841	1673,3	3156,3	1953,3
Factor de Carga	0,61	0,62	0,63	0,54	0,62	0,65	0,53

TABLA DE FACTORES DE CARGA OBTENIDOS

Tabla XVIII

2.5.- SUBESTACIÓN

La Subestación tiene una capacidad total de 48MVA y cuenta con ocho alimentadoras de 13800 voltios que distribuyen de energía a toda la zona. La Subestación Kennedy Norte 1 y 2 están ubicadas en el norte de Guayaquil en la Ciudadela Kennedy Norte Mz VC108 S#1 Av. Luis Orrantia y V.H. Sicouret. Ambas subestaciones ocupan un terreno de 1182,77 m². Su edificación consta de una estructura de hormigón armado y consiste de un sótano y una planta baja, todos los equipos de la subestación, excepto la entrada a 69 Kv, se encuentran dentro de esta edificación.

Posee una cerca perimetral de bloques y verja metálica, con 2 puertas metálicas para acceso vehicular, y una puerta metálica para acceso de personal. Su cuarto de control es parte de la edificación, aquí se han instalado los equipos de monitoreo, control, medición y protección, que permiten determinar la condición de la subestación de una manera centralizada. Existen dos cuartos adicionales: de baterías y de transformadores de auxiliares. A continuación se muestra el diagrama unifilar

LINEA DE 69 KV

ALIMENTACION SUBTERRANEA A 69KV

La entrada es a 69000 voltios y totalmente subterránea, para brindar mayor confiabilidad y seguridad, siendo la primera de este tipo que se construye en la ciudad de Guayaquil. Se construyó un patio de maniobras y se utilizaron 950 metros de cable de cobre aislado monofásico para 72KV.

En el patio de maniobras se montaron un seccionador tripolar con su respectiva puesta a tierra, operado en conjunto en forma manual o a control remoto desde la subestación, un juego de pararrayos y las puntas terminales del cable.

ESTRUCTURA A 69 KV

Su estructura es tipo H, formada por 2 postes de hormigón armado de 19 metros con soportes para un seccionador de 69KV, un juego de pararrayos de 69Kv y un juego de puntas terminales para cada cable aislado de 69 KV.

Juego de puntas terminales para cable subterráneo de 69kv.

MARCA	CABLE TIPO	KV max	DIAMETR O CABLE
ABB	PEX	84	66 mm

**Características de cable subterráneo.
Tabla XIX**

Seccionador de aire con cuchillas de tierra:

MARCA	TIPO	KV max	BIL (KV)	Icontinua (A)	Linst (kA)
ABB	NRB	72,5	325	1250	31,5

**Características del seccionador de aire con cuchillas de tierra.
Tabla XX**

Pararrayos en estructura 69 kv:

FASE	MARCA	TIPO	Id max (KA)	Vnominal (KV)	MCOV (KV)	AÑO
A	ABB	EXLIM	80	60	48	1999
B	ABB	EXLIM	80	60	48	1999
C	ABB	EXLIM	80	60	48	1999

**Característica de Pararrayos en estructura de 69 Kv
Tabla XXI**

Cada pararrayo tiene instalado un contador de operaciones.

EQUIPAMIENTO 69KV

La subestación posee instalado un equipo GIS "Gas Insulated System", el cual se encargara del manejo y control de la acometida de 69000 voltios,

equipo de fabricación alemana por ABB Calor Emag Schaltanlagen AG, siendo este equipo único en su clase. Permite seccionar la acometida y también operar los interruptores que alimentan a cada uno de los transformadores de poder. El pequeño espacio que ocupa y la versatilidad de su operación lo vuelve un equipo sumamente maniobrable y seguro.

EL GIS aislado en SF6, está formado por paneles metalclad switchgear con los siguientes compartimientos: Un cubículo que recibe la alimentación principal de entrada desde la línea de subtransmision, el cual solo contiene seccionadores y otros dos cubículos, que corresponden a las salidas de alimentación a los 2 transformadores de poder los cuales tienen un interruptor cada uno, a mas de los seccionadores.



GIS
Grafico 43

GIS marca ABB tipo EXK

CUBICULO	ELEMENTO	MARCA	TIPO	KV	BIL	I CONT.	LINST	Interr	CANT
				nominal	(KV)	(A)	(kA)	(kA)	
ENTRADA	SECC CON CUCHILLAS DE TIERRA	ABB	EXK-TE01	72,5	350	1250	80	-	1
	SECC. A TIERRA DE ALTA VELOCIDAD	ABB	EXK-EB01	72,5	350	1250	-	-	1
	INTERRUPTOR	ABB	EXK-D-01	72,5	350	1250		31,5	1
ALIMENT.	SECC CON CUCHILLAS DE TIERRA	ABB	EXK-TE01	72,5	350	1250	80	-	2
A TRANS 1	SECC. A TIERRA DE ALTA VELOCIDAD	ABB	EXK-EB01	72,5	350	1250	-	-	1
	INTERRUPTOR	ABB	EXK-D-01	72,5	350	1250		31,5	1
ALIMENT.	SECC. CON CUCHILLAS TIERRA	ABB	EXK-TE01	72,5	350	1250	80	-	2
A TRANS 2	SECC. A TIERRA DE ALTA VELOCIDAD	ABB	EXK-EB01	72,5	350	1250		-	1

**Características de la GIS 69Kv
Tabla XXII**

Transformadores de corriente dentro del GIS:

UBICACIÓN	MARCA	TIPO	RELACION	BIL (KV)	BURDEN (VA)	USO	CANT
ALIMENTACION TRANSFORMADOR T1	PFIFFNER	F5S	250/1	375	20	MEDICION	3
ALIMENTACION TRANSFORMADOR T1	PFIFFNER	5P20	250/1	375	20	PROTECC.	3
ALIMENTACION TRANSFORMADOR T2	PFIFFNER	F5S	250/1	375	20	MEDICION	3
ALIMENTACION TRANSFORMADOR T2	PFIFFNER	5P20	250/1	375	20	PROTECC.	3

**Características de los Transformadores de corriente de la GIS
Tabla XXIII**

Transformador de potencial trifásico dentro del GIS

UBICACIÓN	MARCA	TIPO	RELACION	BIL (KV)	BURDEN (VA)	SERIE
ENTRADA PRINCIPAL	RITZ	STE 3/72.5	39838/63. 5	350	50	145077

**Características del Transformador de potencial trifásico de la GIS
Tabla XXIV**

Conductores:

En 13800 Voltios	
477 26/ 7 MCM ACSR	16Mva
336 MCM 18 / 1 ACSR	12Mva
3 / 0 AWG ACSR	8Mva
2 / 0 AWG ACSR	6Mva
2 AWG ACSR	4Mva

Características de los conductores
Tabla XXV

Dispositivo de medición, protección y control dentro del GIS:

UBICACIÓN	DESCRIPCION	MARCA	TIPO	CANT
ENTRADA PRINCIPAL	VOLTIMETRO 0-100kv	ABB		1
	SELECTOR DE VOLTAJE	ABB		1
	RELE DE DENSIDAD DE GAS	ABB		1
	PULSADORES APERTURA-CIERRE	ABB		3
	INDICADOR DE POSICION	ABB		2
ALIMENT TRAFO 1	AMPERIMETRO 0-500A	ABB		1
	SELECTOR DEL AMPERIMETRO	ABB		1
	ANUNCIADOR DE ALARMAS	EES	SSM16A-1	1
	RELE DE DENSIDAD DE GAS	ABB		1
	PULSADORES APERTURA-CIERRE	ABB		6
	INDICADOR DE POSICION	ABB		6
ALIMENT TRAFO 2	AMPERIMETRO 0-500A	ABB		1
	SELECTOR DEL AMPERIMETRO	ABB		1
	ANUNCIADOR DE ALARMAS	EES	SSM16A-1	1
	RELE DE DENSIDAD DE GAS	ABB		1
	PULSADORES APERTURA-CIERRE	ABB		6
	INDICADOR DE POSICION	ABB		6

Características de los dispositivos de medición, protección y control de la GIS.
Tabla XXVI

TRANSFORMADORES DE PODER

Se han instalado 2 transformadores de 18/24 MVA cada uno, 67/13.8KV con cambiador automático de derivaciones bajo carga, lo cual permitirá entregar una optima calidad de voltaje a los clientes de la zona. Fueron fabricados en Estados Unidos por ABB Power T&D Company Inc.

La alimentación entre el GIS y los terminales de alta tensión de cada uno de los transformadores, se efectuó utilizando el mismo tipo de cable aislado de 72KV de la acometida principal.

Ambos transformadores están montados sobre una base de hormigón armado de 3 X 2.5 metros, que es parte de la edificación.

USADO PARA	ALIMENTACION SUBTERRANEA AL GIS	ALIMENTACION DEL GIS AL TRANSFORMADOR DE PODER T1	ATERIZAMIENTO
TIPO DE CABLES	240 MM2	240 MM2	150 MM2
LONGITUD (MTR)	AISLADO 72 KV 900	AISLADO 72 KV 75	Cu DESNUDO 325

**Alimentador desde GIS a Transformador
Tabla XXVII**



TRANSFORMADOR DE PODER 1
Grafico 44

Transformador 1 67000/13800Y Voltios.

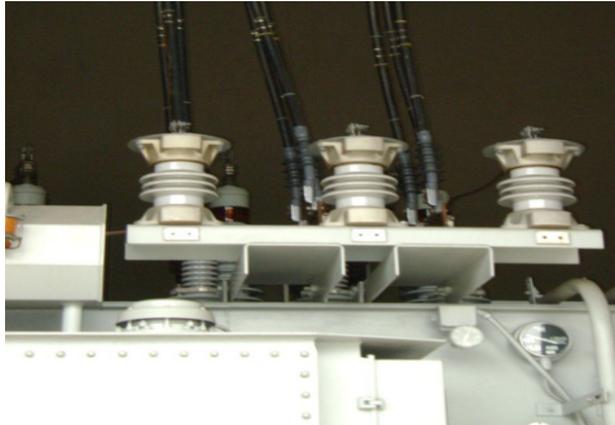
MARCA	MVA OA/FA	No DE SERIE	IMPED. Z(%)	VOLUMEN ACEITE (LT)	PESO(LBS) TOTAL	LTC:32 pos.+ - 10%		AÑO FABR.
						MARCA	TIPO	
ABB	18/24	HLB3257-004T	7,77	12641	75819	ABB	UZFRN	1998

Características de Transformador de Poder 1
Tabla XXVIII

Transformador 2 67000/13800Y Voltios.

MARCA	MVA OA/FA	No DE SERIE	IMPED. Z(%)	VOLUMEN ACEITE (LT)	PESO(LBS) TOTAL	LTC:32 pos.+ - 10%		AÑO FABR.
						MARCA	TIPO	
ABB	18/24	HLB3257-003T	7,66	12691	75819	ABB	UZFRN	1998

Características de Transformador de Poder 2
Tabla XXIX



TRANSFORMADOR DE PODER 2
Grafico 45

PARARRAYOS

Pararrayos sobre el transformador 1 en el lado de alta tensión

FASE	MARCA	TIPO	# SERIE	Id max (KA)	Vnominal (KV)	MCOV (KV)	# UNIDAD APLICADA
A	ABB	EXLIM Q	98E5074	80	60	48	1
B	ABB	EXLIM Q	98E5073	80	60	48	1
C	ABB	EXLIM Q	98E5077	80	60	48	1

CARACTERISTICAS DE PARARRAYOS DEL TRANSFORMADOR 1 (LADO DE ALTA)
Tabla XXX

Pararrayos sobre el transformador 2 en el lado de alta tensión

FASE	MARCA	TIPO	# SERIE	Id max (KA)	Vnominal (KV)	MCOV (KV)	# UNIDAD APLICADA
A	ABB	EXLIM Q	98E5076	80	60	48	1
B	ABB	EXLIM Q	98E5075	80	60	48	1
C	ABB	EXLIM Q	98E5078	80	60	48	1

CARACTERISTICAS DE PARARRAYOS DEL TRANSFORMADOR 2 (LADO DE ALTA)
Tabla XXXI

Pararrayos sobre el transformador 1 en el lado de baja tensión

FASE	MARCA	TIPO	# SERIE	Id max (KA)	Vnominal (KV)	MCOV (KV)	# UNIDAD APLICADA
A	ABB	EXLIM Q	98D5443	65	12	10.2	1
B	ABB	EXLIM Q	98D5442	65	12	10.2	1
C	ABB	EXLIM Q	98D5441	65	12	10.2	1

CARACTERISTICAS DE PARARRAYOS DEL TRANSFORMADOR 1 (LADO DE BAJA)
Tabla XXXII

Pararrayos sobre el transformador 2 en el lado de baja tensión

FASE	MARCA	TIPO	# SERIE	Id max (KA)	Vnominal (KV)	MCOV (KV)	# UNIDAD APLICADA
A	ABB	EXLIM Q	98D5445	65	12	10,2	1
B	ABB	EXLIM Q	98D5440	65	12	10,2	1
C	ABB	EXLIM Q	98D5444	65	12	10,2	1

CARACTERISTICAS DE PARARRAYOS DEL TRANSFORMADOR 2 (LADO DE BAJA)
Tabla XXXIII

INTERRUPTORES

Interruptor principal e interruptores de las alimentadoras de Kennedy Norte 1

ALIMENTADORA	CUB.	# SERIE	MEDIO INTERR	MARCA	TIPO	KV max	BIL (KV)	Icont (A)	linte max
PRINCIPAL	3	8122-359	SF6	ABB	HPA 24/1231	24	125	1250	31,5
PLAZA DEL SOL	1	8122-356	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
URDENOR	2	8122-350	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
JOSE CASTILLO	4	8122-349	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
LIBRE	5	8122-355	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5

CARACTERISTICAS DE INTERRUPTORES DE KENNEDY NORTE 1
Tabla XXXIV

Interruptor principal e interruptores de las alimentadoras de Kennedy Norte 2

ALIMENTADORA	CUB.	# SERIE	MEDIO INTERR	MARCA	TIPO	KV max	BIL (KV)	Icont (A)	linter max
PRINCIPAL	11	8122-358	SF6	ABB	HPA 24/123	24	125	1250	31,5
CENTRUM	9	8122-354	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
WORLD TRADE CENTER	10	8122-353	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
LAS CAMARAS	12	8122-352	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5
SAN MARINO	13	8122-351	SF6	ABB	HPA 24/631	24	125	630	31,5

CARACTERISTICAS DE INTERRUPTORES DE KENNEDY NORTE 2
Tabla XXXV

Interruptor de interconexión entre barras principales

CUB	# SERIE	MEDIO INTERRUP	MARCA	TIPO	KV MAX	BIL (KV)	I contin.	Iinterr max (kA)
8	8122-357	SF6	ABB	HPA 24/123	24	125	1250	31,5

CARACTERISTICAS DE INTERRUPTOR DE INTERCONEXION ENTRE BARRAS
Tabla XXXVI

SWITCHGEAR

Cabinas 13.8KV

Cabina metálica marca ABB con 14 cubículos, de los cuales 6 son para subestación Kennedy Norte 1, 6 para la subestación Kennedy Norte 2, y 2 para la interconexión de las barras principales de ambas subestaciones. 11 cubículos son para interruptores de ambas subestaciones.

Las 8 alimentadoras parten del Metal Clad Safesix 13.8KV, cada cubículo cumple con las siguientes funciones:

Cubiculo #1:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #2:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #3:	Interruptor del Transformador T1.
Cubiculo #4:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #5:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #6:	Auxiliares de barra #1.
Cubiculo #7:	Pasada de barras.
Cubiculo #8:	Interruptor de interconexion de barras.
Cubiculo #9:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #10:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #11:	Interruptor del Transformador T2.
Cubiculo #12:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #13:	Interruptor de alimentadora.
Cubiculo #14:	Auxiliares de barra #2.

DETALLE DE CUBICULOS DE LA CABINA DE 13.8 KV
Tabla XXXVII

Estas cabinas son las más compactas y seguras del mercado. Fueron construidas en Suecia por ABB SWITCHGEAR AB con interruptores aislados en SF6. Poseen unidades de control, protección y monitoreo DPU2000R, que permiten la integración total de todos los parámetros necesarios para la óptima operación de la subestación.

Desde el secundario del transformador de poder hasta el interruptor principal en el cubículo #3, está instalado sobre parrillas metálicas porta-cables 3 ternas de conductor 300 mm² aislado para 15 kv. La estructura metálica porta-cable está instalada en el sótano del edificio.



CUBICULOS A 13.8 KV
Grafico 46

Pararrayos, cuchillas de tierra y seccionadores dentro del SWITCHGEAR, Kennedy 1.

ALIMENTADORA	CUB	DESCRIPCION	MARCA	TIPO/MODELO	CANT
PRINCIPAL	3	PARARRAYOS	ABB	MWK 14	3
PRINCIPAL	3	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1
PLAZA DEL SOL	1	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1
URDENOR	2	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1
JOSE CASTILLO	4	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1
LIBRE	5	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1
A TRANSF.AUX.	6	SECCIONADOR TRIFASICOS 630A CON FUSIBLES	ABB	SFES	1
INTERCONEXION	8	CUCHILLAS DE TIERRA TRIFASICAS	ABB		1

PARARRAYOS, CUCHILLAS DE TIERRA Y SECCIONADORES DE KENNEDY NORTE 1
TABLA XXXVIII

Pararrayos, cuchillas de tierra y seccionadores dentro del SWITCHGEAR, Kennedy 2.

ALIMENTADORA	CUB	DESCRIPCION	MARCA	TIPO/ MODELO	CANT
PRINCIPAL	11	PARARRAYOS	ABB	MWK 14	3
PRINCIPAL	11	CUCHILLAS DE TIERRA 3Φ	ABB		1
CENTRUM	9	CUCHILLAS DE TIERRA 3Φ	ABB		1
WORLD TRADE CENTER	10	CUCHILLAS DE TIERRA 3Φ	ABB		1
LAS CAMARAS	12	CUCHILLAS DE TIERRA 3Φ	ABB		1
SAN MARINO	13	CUCHILLAS DE TIERRA 3Φ	ABB		1
A TRANSFORMADOR AUXILIAR	14	SECCIONADOR 3Φ 630A CON FUSIBLES	ABB	SFES	1

**PARARRAYOS, CUCHILLAS DE TIERRA Y SECCIONADORES DE KENNEDY NORTE 2
TABLA XXXIX**

Dispositivos de protección y control Kennedy 1

ALIMENTADORA	CUB	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	CANT
PRINCIPAL	3	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
PRINCIPAL	3	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
PLAZA DEL SOL	1	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
PLAZA DEL SOL	1	AMPERIMETRO 0-720A			1
PLAZA DEL SOL	1	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
PLAZA DEL SOL	1	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
PLAZA DEL SOL	1	SELECTORES DE 2 POSICIONES			2
URDENOR	2	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
URDENOR	2	AMPERIMETRO 0-720A			1
URDENOR	2	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
URDENOR	2	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
URDENOR	2	SELECTORES DE 2 POSICIONES			2
JOSE CASTILLO	4	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
JOSE CASTILLO	4	AMPERIMETRO 0-720A			1
JOSE CASTILLO	4	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
JOSE CASTILLO	4	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
JOSE CASTILLO	4	SELECTORES DE 2 POSICIONES			2
LIBRE	5	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
LIBRE	5	AMPERIMETRO 0-720A			1
LIBRE	5	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
LIBRE	5	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
LIBRE	5	SELECTORES DE 2 POSICIONES			2
INTERCONEXION	8	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
INTERCONEXION	8	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1

**DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y CONTROL DE KENNEDY NORTE 1
TABLA XL**

Dispositivos de protección y control Kennedy 2

ALIMENTADORA	CUB	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	CANT
PRINCIPAL	11	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
PRINCIPAL	11	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
CENTRUM	9	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
CENTRUM	9	AMPERIMETRO 0-720A			1
CENTRUM	9	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
CENTRUM	9	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
CENTRUM	9	SECCIONADORES DE DOS POSICIONES			2
WORLD TRADE CENTER	10	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
WORLD TRADE CENTER	10	AMPERIMETRO 0-720A			1
WORLD TRADE CENTER	10	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
WORLD TRADE CENTER	10	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
WORLD TRADE CENTER	10	SELECTORES DE DOS POSICIONES			2
LAS CAMARAS	12	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
LAS CAMARAS	12	AMPERIMETRO 0-720A			1
LAS CAMARAS	12	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
LAS CAMARAS	12	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
LAS CAMARAS	12	SELECTORES DE DOS POSICIONES			2
SAN MARINO	13	BOTONERA APERTURA-CIERRE			1
SAN MARINO	13	AMPERIMETRO 0-720A			1
SAN MARINO	13	SELECTOR DE AMPERIMETRO			1
SAN MARINO	13	UNIDAD DE PROTECCION DE ALIMENTADORA	ABB	DPU 2000R	1
SAN MARINO	13	SELECTORES DE DOS POSICIONES			2

**DISPOSITIVOS DE PROTECCION Y CONTROL DE KENNEDY NORTE 2
TABLA XLI**

Conductores Kennedy 1

USADO PARA	CONEXIÓN TRANS DE PODER INT. PRINCIPAL 13,8KV	BARRA 13,8 KV EN INTERIOR SWITCHGEAR	CONEXIÓN TRANS.AUX SWITCHGEAR	ATERRIZAMIENTO
TIPO DE CABLE	300 MM ² - TIPO FXKJ AISLADO PARA 15 KV	PLATINA DE COBRE PARA 1200A	3X70 MM ² AISLADO 15 KV	150MM ² Cu DESNUDO
LONGITUD (METROS)	385		35	70

**CONDUCTORES DE KENNEDY NORTE 1
TABLA XLII**

Conductores Kennedy 2

USADO PARA	CONEXIÓN TRANS DE PODER INT. PRINCIPAL 13,8KV	BARRA 13,8 KV EN INTERIOR SWITCHGEAR	CONEXION TRANS.AUX SWITCHGEAR	ATERRIZAMIENTO
TIPO DE CABLE	300 MM2 - TIPO FXKJ AISLADO PARA 15 KV	PLA TINA DE COBRE PARA 1200A	3X70 MM2 AISLADO 15 KV	150MM2 Cu DESNUDO
LONGITUD (METROS)	317		35	70

**CONDUCTORES DE KENNEDY NORTE 2
TABLA XLIII**

Transformadores de corriente dentro del SWITCHGEAR 13.8 KV:

ALIMENTADORA	CUB	MARCA	TIPO	RELACION	BURDEN (VA)	CLASE	USO	CANT
LIBRE	5	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
LIBRE	5	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED./PROTEC	3
LIBRE	5	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
TRANS.AUX.	6	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P10	PROTECCION	3
INTERCONEXION	8	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P10	PROTECCION	6

**TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DENTRO DEL SWITCHGEAR 13.8 KV
TABLA XLIV**

Transformadores de corriente dentro del SWITCHGEAR 13,8 KV Kennedy 1.

ALIMENTADORA	CUB	MARCA	TIPO	RELACION	BURDEN (VA)	CLASE	USO	CANT
PRINCIPAL	3	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P20	PROTECCION	3
PRINCIPAL	3	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P10	MED./PROTEC	3
PRINCIPAL	3	ABB	INTERIOR	1200/5	30	0,5	MEDICION	3
PLAZA DEL SOL	1	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
PLAZA DEL SOL	1	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED./PROTEC	3
PLAZA DEL SOL	1	ABB	INTERIOR	600/5	30	0.5	MEDICION	3
URDENOR	2	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
URDENOR	2	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED./PROTEC	3
URDENOR	2	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
JOSE CASTILLO	4	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
JOSE CASTILLO	4	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED./PROTEC	3
JOSE CASTILLO	4	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3

**TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE KENNEDY NORTE 1
TABLA XLV**

Transformadores de corriente dentro del SWITCHGEAR 13,8 KV Kennedy 2

ALIMENTADORA	CUB	MARCA	TIPO	RELACION	BURDEN (VA)	CLASE	USO	CANT
PRINCIPAL	11	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P20	PROTECCION	3
PRINCIPAL	11	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P10	MED/PROTEC.	3
PRINCIPAL	11	ABB	INTERIOR	1200/5	30	0,5	MEDICION	3
CENTRUM	9	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
CENTRUM	9	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED/PROTEC.	3
CENTRUM	9	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
WORLD TRADE CENTER	10	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
WORLD TRADE CENTER	10	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED/PROTEC.	3
WORLD TRADE CENTER	10	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
LAS CAMARAS	12	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
LAS CAMARAS	12	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED/PROTEC.	3
LAS CAMARAS	12	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
SAN MARINO	13	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	PROTECCION	3
SAN MARINO	13	ABB	INTERIOR	600/5	30	5P10	MED/PROTEC.	3
SAN MARINO	13	ABB	INTERIOR	600/5	30	0,5	MEDICION	3
TRANSF. AUXILIAR	14	ABB	INTERIOR	1200/5	30	5P10	PROTECCION	3

**TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE KENNEDY NORTE 2
TABLA XLVI**

Transformadores de potencia dentro del SWITCHGEAR 13,8KV Kennedy 1

ALIMENTADORA	CUB	MARCA	TIPO	RELACION	BURDEN (VA)	CLASE	USO	CANT
PRINCIPAL	3	ABB	INTERIOR	7967.6/110	30	0,5	MED./PROTEC	3

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE KENNEDY NORTE 1
TABLA XLVII**

Transformadores de potencia dentro del SWITCHGEAR 13,8KV Kennedy 2

ALIMENTADORA	CUB	MARCA	TIPO	RELACION	BURDEN (VA)	CLASE	USO	CANT
PRINCIPAL	11	ABB	INTERIOR	7967,7/110	30	0,5	MED/PROTEC.	3

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE KENNEDY NORTE 2
TABLA XLVIII**

Medición instalada en el SWITCHGEAR 13,8KV (Cubículo 7)

MEDIDOR	CUB	SERVICIO	MARCA	TIPO	SERIE	VOLTAJE	CLASE	ELEM.
QUANTUM	7	TOTALIZADOR	SCHLUM BERGER	ST-Q210	14659592	120	20	2,5

**MEDIDOR EN EL SWITCHGEAR 13.8 KV
TABLA XLIX**



**MEDIDOR TOTALIZADOR
Grafico 47**

Transformadores auxiliares de Kennedy Norte 1

MARCA	TIPO	CAPACIDAD (KVA)	RELACION	SERIE
COOPER	MONOFASICO	75	13800/ 120-240	981081310
PAUWELS	TRIFASICO	150	13800/ 120-242	97L72548

**TRANSFORMADORES AUXILIARES DE KENNEDY NORTE 1
TABLA L**

El transformador trifásico es del tipo Padmounted, se lo utiliza para el sistema acondicionador de aire, ventilación forzada, y los circuitos de alumbrado y tomacorrientes de la edificación.

Transformador de auxiliares Kennedy Norte 2

MARCA	TIPO	CAPACIDAD (KVA)	RELACION	SERIE
COOPER	MONOFASICO	75	13800/120-240	981081304

**TRANSFORMADODR AUXILIAR DE KENNEDY NORTE 2
TABLA LI**

TABLEROS:

Un tablero metálico donde van montados los breakers AC. La alimentación del tablero es 120/240V desde uno de los transformadores auxiliares. Este tablero se lo designa como ALNFA1. Este tablero tiene 2 interruptores 400A-600v enclavados mecánicamente, de manera que se pueda alimentar alternativamente desde cualquiera de los transformadores auxiliares, sea de la subestación 1 o 2.

Existe otro tablero metálico donde van montados los breakers DC, al cual se lo designa como ALNFA2

PANEL RA1

En el panel de protección y control designado como RA1, se tiene los elementos para protección y control del transformador de poder T1 y las barras de 13.8 KV de la subestación 1.

DESCRIPCION	MARCA	TIPO	CANT
RELE PROTECCION DIFERENCIAL DEL TRANSFORMADOR	ABB	SPAD 346C3	1
RELE CONTROLADOR DEL LTC DEL TRANSFORMADOR DE PODER	ABB	SPAU 341C3	1
PROTECCION DE SOBRECORRIENTE Y FALLA A TIERRA	ABB	SPAJ 140C	1
PROTECCION DIFERENCIAL DE LA BARRA DE 13,8 KV	ABB	RADHA	1
SISTEMA DE ALARMA	ABB	SACO 16D1	1
ALARMA AUDIBLE	ABB		2
RELE SUPERVISION	ABB	SPER 1C1	1
RELES AUXILIARES DE LA UNIDAD DE DISPARO	ABB		1
RELES AUXILIARES DE LA UNIDAD DE PROTECCION	ABB		1
INDICADORES DE POSICION LUMINOSOS PARA LOS BREAKERS	ABB		4
INDICADORES DE POSICION PARA LOS INTERRUPTORES Y SECCIONADOR	ABB		5
INDICADORES DE POSICION PARA LAS CUCHILLAS A TIERRA	ABB		6
VOLTIMETRO 0-75 KV CON SWITCH SELECTOR	ABB		1
VOLTIMETRO 0-15 KV CON SWITCH SELECTOR: BARRA PCPAL 13.8 KV	ABB		1
AMPERIMETRO 0-1.5 KA CON SWITCH SELECTOR: BARRA PCPAL 13.8 KV	ABB		1

EQUIPOS DE PROTECCION Y CONTROL DE KENNEDY NORTE 1

Tabla LII

En el panel de protección y control designado como RA2, se tiene los elementos para protección y control del transformador de poder T2 y las barras de 13.8 KV de la subestación 2.

DESCRIPCION	MARCA	TIPO	CANT
RELE PROTECCION DIFERENCIAL TRANSFORMADOR	ABB	SPAD 346C3	1
RELE CONTROLADOR DEL LTC DEL TRANSFORMADOR DE PODER	ABB	SPAU 341C3	1
PROTECCION DE SOBRECORRIENTE Y FALLA A TIERRA	ABB	SPAJ 140C	1
PROTECCION DIFERENCIAL DE LA BARRA DE 13,8 KV	ABB	RADHA	1
SISTEMA DE ALARMA	ABB	SACO 16D1	1
ALARMA AUDIBLE	ABB		2
RELE SUPERVISION	ABB	SPER 1C1	1
RELES AUXILIARES DE LA UNIDAD DE DISPARO	ABB		1
RELES AUXILIARES DE LA UNIDAD DE PROTECCION	ABB		1
INDICADORES DE POSICION LUMINOSOS PARA LOS BREAKERS	ABB		3
INDICADORES DE POSICION PARA LOS INTERRUPTORES Y SECCIONADORES	ABB		3
INDICADORES DE POSICION PARA LAS CUCHILLAS A TIERRA	ABB		4
VOLTIMETRO 0-75 KV CON SWITCH SELECTOR	ABB		1
VOLTIMETRO 0-15 KV CON SWITCH SELECTOR: BARRA PCPAL 13,8 KV	ABB		1
AMPERIMETRO 0-1,5 KA CON SWITCH SELECTOR: BARRA PCPAL 13,8 KV	ABB		1
INDICADOR DEL CAMBIADOR DE TAPS	ABB		1
SILENCIADOR DE ALARMAS	ABB		1
INDICADOR DE REPOSICION	ABB		1
PULSADOR DE PRUEBA LUMINOSA DE LOS INDICADORES	ABB		1

EQUIPOS DE PROTECCION Y CONTROL DE KENNEDY NORTE 2

Tabla LIII

DESCRIPCION	MARCA	CANT
INDICADOR DEL CAMBIADOR DE TAPS	ABB	1
SILENCIADOR DE ALARMAS	ABB	1
INDICADOR DE REPOSICION	ABB	1
PULSADOR DE PRUEBA LUMINOSA DE LOS INDICADORES	ABB	1

INDICADORES PARA BARRAS DE 13.8 KV
Tabla LIV

Banco de baterías

BANCO DE BATERIAS			ENTRADA A.C.		SALIDA DC	
MARCA	MODELO	SERIE	VOLTAJE	HZ	VOLTAJE	AMPERAJE
SAFT NIFE	SPR	PO24327	240	60	48	25

CARACTERISTICAS DEL BANCO DE BATERIAS
Tabla LV

Baterías

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VOLTAJE	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
TIPO AH	SBM 65									
MARCA	SAFT NIFE									
#	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
VOLTAJE	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	
TIPO AH	SBM 65									
MARCA	SAFT NIFE									

CARACTERISTICAS DE LAS BATERIAS
Tabla LVI

CABLES DE CONTROL

El cableado de los cubículos y los paneles RA Y RA2 de ambas subestaciones es el siguiente:

DESCRIPCION	TIPO AISLAM.	CANTIDAD (METROS)
CABLE CONCENTRICO Cu 4 # 2.5 mm2	FKLK 4G2,5	150
CABLE CONCENTRICO Cu 4 # 4 mm2	FKLK 464	200
CABLE CONCENTRICO Cu 5 # 2,5 mm2	FKLK 5G 2,5	180
CABLE CONCENTRICO CU 14 # 1,5 mm2	FKFR 14x1,5	300
CABLE CONCENTRICO Cu 27 # 1,5 mm2	FKFR 27x 1,5	153
CABLE CONCENTRICO Cu 3 # 6 mm2	FKKJ 3x6/6	50
CABLE CONCENTRICO Cu 3 # 16 mm2	FKKJ 3x16/16	50
CABLE CONCENTRICO Cu 3 # 1,5 mm2	FKLK 3G1,5	150
CABLE Cu # 50 mm2	RK50	50
CABLE Cu # 120 mm2	RK120	50

CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE CONTROL
Tabla LVII

MALLA DE TIERRA

El sistema de aterrizamiento de la subestación consta de:

26 varillas de cobre de 5/8"x8' para la puesta a tierra

370 m de cables de cobre desnudo #4/0 AWG

Este mallado es compartido por ambas subestaciones: Kennedy Norte 1 y Kennedy Norte 2

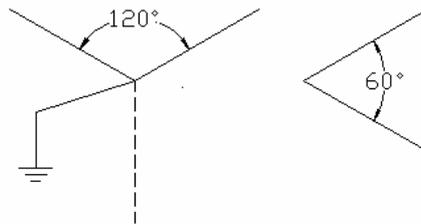
2.6.- Transformadores de Distribución.

Los transformadores de distribución son los equipos encargados de reducir el nivel de tensión primaria de las redes de distribución, a niveles accesibles para los usuarios residenciales.

La Empresa Eléctrica suministra los transformadores en el sistema de distribución para consumidores con una demanda de hasta 30 KW, si el consumidor posee una demanda mayor, él será el encargado de suministrar su propio transformador dentro de un cuarto eléctrico aprobado por la empresa.

Los transformadores de distribución que poseen las redes de distribución de la Subestación Kennedy Norte son de 10, 15, 25, 37.5 y 50 KVA. Los transformadores de 10 y 15 KVA se usan como segundo transformador; para transformadores de fuerza se usan de mayor capacidad. Los transformadores que más se emplean son el auto protegido.

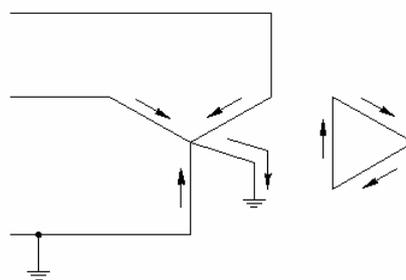
Un delta abierto en transformadores es simplemente una conexión Y – Δ en la que falta una fase, como se muestra en la siguiente figura:



CONEXIÓN Y- Δ SIN UNA FASE
Grafico 48

La conexión Y – Δ (completa) tiene una ventaja, que si tenemos tres transformadores monofásicos trabajando con esta conexión, si se daña uno de ellos simplemente lo retiramos y podemos seguir trabajando, aunque ahora solo puede alimentar al 86.6% de la carga nominal.

Si se tiene la siguiente conexión de transformadores:



FLUJO DE CORRIENTES
Grafico 49

Si ocurre una falla en el punto que se muestra, entonces este transformador actúa durante la falla como un transformador de puesta a tierra, como un filtro de secuencia cero.

Las corrientes circulan como lo indican las flechas en la figura (hay una corriente circulando en la delta del transformador). Lo único que en este caso limitaría la corriente serían la impedancia de la falla y la impedancia del transformador, la cual es muy pequeña (del 1 al 5%).

Cada vez que haya una falla o un desbalance de voltaje, este transformador va a actuar como un filtro de secuencia cero y va a haber una corriente circulante por la delta del transformador, la cual puede por sí sola ser mayor que 1 p.u. Esta corriente se suma a la corriente de carga pudiendo ocasionar que el transformador se quemara. A continuación señala un listado de los transformadores monofásicos y trifásicos que posee cada alimentador de ambas subestaciones.

Los alimentadores Centrum, San Marino y Las Cámaras no se encuentran en este listado, debido a que sus alimentadoras son subterráneas y exclusivas para dar servicio eléctrico a los edificios del mismo nombre.

ALIMENTADOR	NÚMERO DE TRANSFORMADORES		
	1F	3F	Total
JOSE CASTILLO	137	6	143
LAS CAMARAS	33	9	42
PLAZA DEL SOL	30	25	55
URDENOR	180	9	189

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION DE LAS ALIMENTADORAS
Tabla LVIII

Los transformadores trifásicos son en su mayoría tipo Padmounted y han sido requeridos para las cargas más significativas cuyas demandas son mayores a 30kw.

2.7.- Capacitores y Reguladores de voltaje.

El objetivo del capacitor no es mejorar o regular el voltaje dentro de una alimentadora, aunque en algún momento sí contribuye para disminuir las pérdidas de voltaje. La razón del capacitor es proveer la potencia reactiva para distintos elementos de los circuitos eléctricos tales como: los balastos en las lámparas fluorescentes, para la inductancia de motores, conductores de los alimentadores, circuitos magnéticos, conductores de los transformadores, etc. El capacitor compensa la potencia reactiva inductiva demandada por cada componente del sistema, sea por parte del cliente o de la empresa eléctrica.

Normalmente se ve que las alimentadoras tienen varios kilómetros de longitud. En zonas en donde la densidad de carga es uniformemente distribuida, se colocan varios bancos a lo largo de la alimentadora.

Con la instalación de estos los que obtenemos como resultado es el mejoramiento de los niveles de voltaje, también se disminuyen las pérdidas y se mejora el factor de potencia del sistema.

Los capacitores pueden estar compuestos de unidades monofásicas o trifásicas. Las unidades monofásicas son fabricadas normalmente de 50, 100 y 150 Kvar; y las unidades trifásicas de 300, 450, 600, 900 y 1200 Kvar. Usualmente se utiliza un primer banco de capacitores que se coloca en donde comienza la alimentadora, y es fijo, porque es por allí por donde más corriente fluye, y ya sea en máxima o en mínima carga, se justifica la presencia del banco para compensar la potencia reactiva inductiva existente. Después se ponen bancos desconectables alternadamente: fijo – desconectable – fijo – desconectable.

Los bancos de capacitores fijos tienen un pararrayos para protegerlos contra sobretensiones cuando ocurren descargas atmosféricas, y los fusibles, para evitar que estalle el tanque.

Los bancos de capacitores desconectables necesitan controles para el encendido y apagado oportuno, los cuales se describen brevemente a continuación.

- El control de potencia reactiva, necesita además un CT y un PT.
- Control de tiempo
- Control de corriente.
- Control de voltaje.
- Control de temperatura.

Los capacitores son equipos de una sola vida; una vez que se dañaron no pueden ser reparados, estos se diseñaban para trabajar hasta con el 10% de sobre voltaje, entonces en las alimentadoras en donde el porcentaje máximo de sobre voltaje debe ser de 5% los capacitores debían trabajar sin ningún problema.

En cuanto a la corriente, los capacitores soportaban hasta el 135% de la corriente nominal. Entonces, el capacitor está diseñado para soportar mayor sobrecarga de corriente que de voltaje. Esto es así por el efecto de los armónicos y por los desbalances de corriente que pueden existir en las redes de distribución.

En la subestación Kennedy Norte solo dos alimentadoras tienen bancos de capacitores conectados, las cuales son Plaza del Sol y Urdenor. La alimentadora Plaza del Sol tiene un banco de capacitores de 3 x 200 KVAR, el cual es desconectable y funciona de lunes a sábados de 8H00 a 22H00. Este banco está ubicado en la avenida de las Américas junto a Mecano. La alimentadora Urdenor tiene dos bancos de capacitores, ambos son fijos. El primero es de 1 x 300 KVAR y está ubicado en la ciudadela Urdesa Norte avenida primera entre la calle quinta y sexta; el segundo es de 2 x 300 KVAR y está ubicado en la ciudadela Urdenor en la Avenida Jaime Roldós y calle segunda.

A continuación de adjunta una tabla en la que se describe los aportes de potencia reactiva de los bancos de capacitores al sistema.

CARACTERISTICAS DE LOS CAPACITORES			
ALIMENTADORA	KVAR		TIPO
PLAZA DEL SOL	600	3X200	DESCONECTABLE
URDENOR	300	1X300	FIJO
	600	2X300	FIJO

REGISTROS DE LOS KVAR ENTREGADOS AL SISTEMA
Tabla LIX

Reguladores de Voltaje

Los transformadores de la subestación Kennedy no utiliza regulador de voltaje. Y sus alimentadoras tampoco cuentan con reguladores.

2.8.- Energía y Cargabilidad de las Alimentadoras

La Subestación Kennedy Norte posee un total de ocho salidas, de las cuales siete están en uso, mientras que la última aún permanece como reserva para abastecer a cargas futuras, según el aumento de consumidores de este sector. Se puede apreciar el diagrama de las Alimentadoras en el **ANEXO A**.

Las alimentadoras que salen desde el transformador 1 son:

- **Plaza del Sol.-** Abastece a la Cooperativa de Vivienda Guayaquil, Ciudadela Adace, Avenida Juan Tanca Marengo y Avenida de las Américas.
- **Urdenor.** – Urdenor 1 y Urdenor 2.
- **José Castillo.** – Urbanor.
- Libre.

Las alimentadoras que salen desde el transformador 2 son:

- **Word Trade Center.** – Edificio Word Trade Center y Edificio Toyota Atlas.
- **Centrum.** – Edificio Centrum, Edificio Banco del Progreso, Edificio Centro del Norte y Club de Aviación Civil.
- **Las Cámaras.** – Cámara de Comercio, Hotel Milton Colón y áreas aledañas.
- **San Marino.** – Centro Comercial San Marino.

Se han tomado como muestra para determinar la curva de carga de las alimentadoras y sus cargas máximas, los meses de agosto y septiembre del 2008, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 44:

SUBESTACION 1			
ALIMENTADORA	CARGA MAX (MW)	FECHA	HORA
PLAZA DEL SOL	6,452	28/08/2008	15H45
URDENOR	5,911	09/09/2008	15H00
JOSE CASTILLO	4,637	17/09/2008	16H00
SUBESTACION 2			
ALIMENTADORA	CARGA MAX (MW)	FECHA	HORA
WORD TRADE CENTER	3,482	08/09/2008	11H00
CENTRUM	2,723	08/09/2008	10H15
LAS CAMARAS	4,889	09/09/2008	15h45
SAN MARINO	3,722	05/08/2008	18H45

CARGAS MAXIMAS DE LAS ALIMENTADORAS
Tabla LX

Como podemos observar en la tabla 44, la alimentadora que registra la mayor carga máxima es la llamada Plaza del Sol, la cual posee carga netamente residencial, seguida de Urdenor la cual posee las mismas características de carga.

Así también se puede concluir que las cargas máximas a nivel residencial se dan en la tarde, aproximadamente entre las 15h00 y 16h00, mientras que en las comerciales se dan en la mañana entre 10h00 y 11h00. Considerando un factor de coincidencia de uno de las cargas máximas de los alimentadores se obtienen dos conclusiones:

- El transformador 1 está entregando 17 MVA los que equivalen al 94.44% de su capacidad OA (Aislamiento por aceite) o al 70.9% de su capacidad FA (Aire forzado con ventiladores).
- El transformador 2 está entregando 14.82 MVA los que equivalen al 82.33% de su capacidad OA (Aislamiento por aceite) o al 61.7% de su capacidad FA (Aire forzado con ventiladores).

Análisis de los Ramales

Los alimentadores a lo largo de todo su recorrido disponen de ramales:

- trifásicos (3Φ),

- dos fases (2Φ),
- monofásicos (1Φ)

Los conductores usados son los mostrados en la siguiente tabla:

TIPOS DE RAMALES	CALIBRE DEL CONDUCTOR	PROPÓSITO
TRIFÁSICOS (3Φ)	336 MCM	TRONCALES
	3/0	DISTANCIAS LARGAS
	#2	DISTANCIAS CORTAS
DOS FÁSES (2Φ)	#2	CARGAS 3Φ Y 1Φ
MONOFÁSICOS (1Φ)	#2	CARGAS 1Φ

CONDUCTORES A 13.8 KV

Tabla LXI

La Tabla 84 muestra la distancia total de las alimentadoras, especificando la cantidad de kilómetros en tamos monofásicos, de dos fases y trifásicos.

ALIMENTADOR	LONGITUD (km)			
	1F	2F	3F	Total
PLAZA DEL SOL	3,77	0,94	4,72	9,43
URDENOR	8,4	2,1	10,836	21,336
JOSE CASTILLO	3,2	0,7	3,48	7,38
WORD TRADE CENTER	0,46	0,11	0,57	1,14
CENTRUM	0,52	0,13	1,471	2,121
LAS CAMARAS	1,1	0,28	1,37	2,75
SAN MARINO			1,55	1,55

DISTANCIA TOTAL DE LAS ALIMENTADORAS

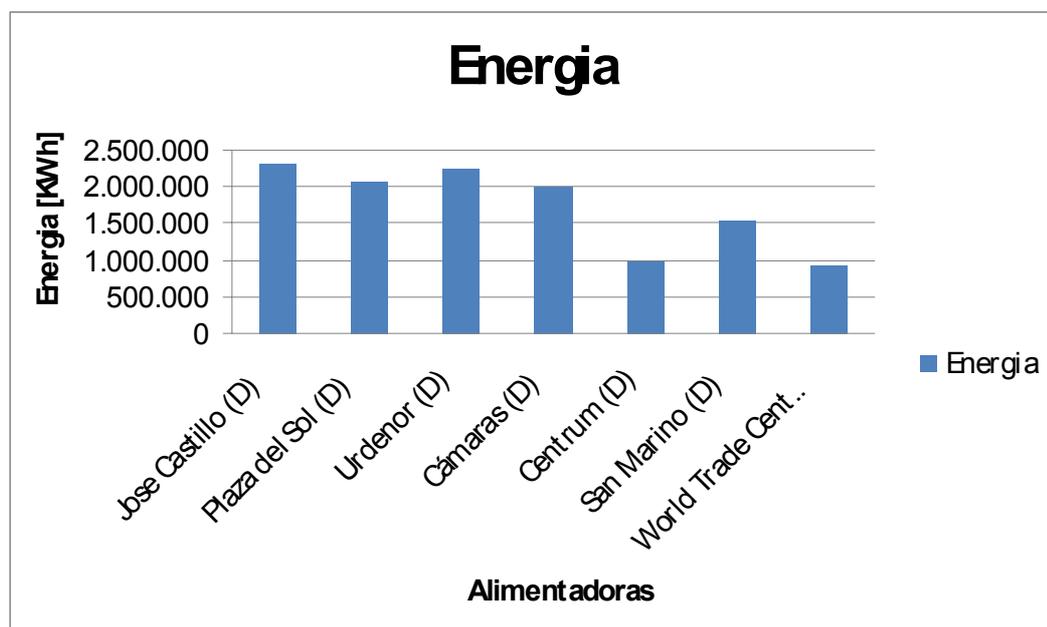
Tabla LXII

Las alimentadoras más largas son la tipo residencial, la Urdenor con 21.336 Km y Plaza del Sol con 9.430 Km. Word Trade Center y San Marino son las

más cortas debido a que salen de la subestación y llegan directamente a un switch ubicado en el Edificio Word Trade Center y en el Centro Comercial San Marino, respectivamente, sin derivación alguna con otras carga.

ANALISIS DE ENERGIA

La energía consumida por las alimentadoras se presenta en la figura VIII. Se puede observar que la alimentadora José Castillo, registra el mayor consumo de energía con un valor de 2.327,215 KW-H. La alimentadora Word Trade Center es la que registra un menor consumo con un valor de 935,387 KW-H.



CONSUMO DE ALIMENTADORAS
Grafico 50

ENERGIA PROMEDIO	
ALIMENTADORA	ENERGIA
Jose Castillo	2.327.215
Plaza del Sol	2.078.507
Urdenor	2.254.266
Cámaras	2.006,76
Centrum	979,362
San Marino	1.539,61
World Trade Center	935,387

ENERGIA PROMEDIO DE LAS ALIMENTADORAS
Tabla LXIII

Las alimentadoras de tipo residencial son las que poseen mayor demanda de energía, esto es debido al gran número de abonados conectados a ellas y a la larga longitud que poseen.

ANÁLISIS ANUAL DE CARGABILIDAD

Se han obtenido datos de porcentajes de cargabilidad en el periodo comprendido entre el 2001-2007, en los cuales se muestra que con el paso del tiempo se ha procurado en la subestación Kennedy Norte 1, que todas las alimentadoras de tipo de carga residencial, tengan los mismos porcentajes de cargabilidad ya que al inicio la alimentadora José Castillo presenta porcentajes bajos de carga mientras que Urdenor presenta porcentajes elevados de carga. Hoy en día todas las alimentadoras están cargadas alrededor del 60%, se ha tratado de equilibrarlas.

La subestación Kennedy Norte 2 presenta en todas sus alimentadoras el mismo comportamiento a lo largo de los años, ya que como han sido creadas para edificios específicos, es poco común que estos presenten cambios de cargas significativos. En febrero del 2003 se presenta una interrupción en todas las alimentadoras, comportamiento que queda excluido del análisis.

A continuación se muestran las tablas de con los datos de cargabilidad mensual de todas las alimentadoras, durante los dos últimos años. Adicionalmente se han agregado la alimentadora del sistema que haya presentado el valor máximo de Cargabilidad dentro de todo el sistema. Las tablas incluyen la fecha, hora y los MVA registrados.

MES	SUBESTACION	ALIMENTADORAS	DIA	HORA	MVA
ENERO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	5	16:15	5,3
		Plaza del Sol	4	12:15	5,63
		Urdenor	5	17:00	6,25
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	31	16:45	5,53
		Centrum	5	16:15	5,3
		San Marino	19	18:30	4,07
		World Trade Center	15	10:00	3,8
MAX DEL MES (GUASMO 1)	Acerias	18	22:30	9,04	
FEBRERO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	15	16:00	5,21
		Plaza del Sol	27	14:15	5,72
		Urdenor	15	16:00	6,17
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	1	12:45	5,44
		Centrum	21	16:15	2,43
		San Marino	14	17:45	4,28
		World Trade Center	21	10:15	3,84
MAX DEL MES (SAUCE 2)	Sauce 5	22	14:00	8,77	
MARZO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	1	16:15	5,27
		Plaza del Sol	12	14:45	5,43
		Urdenor	1	14:45	6,32
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	5	12:00	5,49
		Centrum	12	10:30	2,45
		San Marino	31	18:15	4,1
		World Trade Center	5	10:45	3,72
MAX DEL MES (SAUCE 2)	Sauce 5	7	14:45	8,66	
ABRIL DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	4	16:00	5,35
		Plaza del Sol	4	12:15	6
		Urdenor	16	15:45	6,43
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	16	11:30	5,6
		Centrum	16	9:30	2,64
		San Marino	5	16:45	4,19
		World Trade Center	16	10:15	3,89
MAX DEL MES (VERGELES)	Tnte. Hugo Ortiz	23	6:30	9,25	
MAYO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	14	16:15	5,2
		Plaza del Sol	14	15:15	5,95
		Urdenor	14	15:30	6,37
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	14	10:30	5,6
		Centrum	14	12:00	2,61
		San Marino	11	18:15	4,13
		World Trade Center	7	9:15	3,67
MAX DEL MES (VERGELES)	Tnte. Hugo Ortiz	14	21:00	8,94	
JUNIO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	18	15:15	4,54
		Plaza del Sol	4	11:15	5,49
		Urdenor	18	15:15	5,65
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	4	10:45	5,28
		Centrum	18	15:30	2,47
		San Marino	17	18:00	4,09
		World Trade Center	18	9:15	3,44
MAX DEL MES (SAUCE 1)	Sauce 3	7	16:30	8,77	

DATOS DE CARGABILIDAD PRIMER SEMESTRES DEL 2007

Tabla LXIV

MES	SUBESTACION	ALIMENTADORAS	DIA	HORA	MVA
JULIO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	19	16:15	4,55
		Plaza del Sol	27	15:00	5,44
		Urdenor	19	15:45	5,77
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	19	16:00	5,06
		Centrum	23	10:30	2,35
		San Marino	27	17:30	3,99
		World Trade Center	23	9:30	3,33
MAX DEL MES (SAUCE 2)	Sauce 5	19	15:15	9,35	
AGOSTO DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	17	15:30	4,47
		Plaza del Sol	2	15:30	5,29
		Urdenor	17	15:45	5,5
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	20	15:45	5,09
		Centrum	17	12:00	2,16
		San Marino	17	18:00	3,81
		World Trade Center	13	10:45	3,13
MAX DEL MES (SAUCE 1)	Sauce 3	1	15:15	8,49	
SEPTIEMBRE DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	11	16:00	4,5
		Plaza del Sol	8	10:45	5,52
		Urdenor	24	15:45	5,9
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	24	16:30	5,03
		Centrum	26	17:00	2,37
		San Marino	8	18:00	3,88
		World Trade Center	24	15:45	3,26
MAX DEL MES (GUASMO I)	Acerias	6	22:45	8,74	
OCTUBRE DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	8	15:15	4,27
		Plaza del Sol	5	15:45	5,43
		Urdenor	5	15:30	5,67
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	10	10:30	4,89
		Centrum	8	15:45	2,73
		San Marino	6	15:15	3,87
		World Trade Center	8	15:30	3,37
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	23	20:00	8,09	
NOVIEMBRE DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	21	18:15	5
		Plaza del Sol	27	15:45	5,92
		Urdenor	22	15:45	6,28
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	22	14:45	5,16
		Centrum	27	16:15	2,62
		San Marino	21	17:15	4,02
		World Trade Center	26	10:30	3,45
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	26	20:00	8,52	
DICIEMBRE DEL 2007	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	26	15:45	4,95
		Plaza del Sol	18	15:15	5,74
		Urdenor	26	15:45	6,26
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	10	10:15	5,2
		Centrum	17	10:45	2,73
		San Marino	26	18:15	4,26
		World Trade Center	17	10:00	3,62
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	26	20:15	8,98	

DATOS DE CARGABILIDAD SEGUNDO SEMESTRES DEL 2007

Tabla LXV

MES	SUBESTACION	ALIMENTADORAS	DIA	HORA	MVA
ENERO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	21	15:15	4,74
		Plaza del Sol	21	15:30	5,58
		Urdenor	21	15:45	6,08
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	21	11:00	5,03
		Centrum	7	10:15	2,71
		San Marino	27	12:00	3,89
		World Trade Center	7	10:00	3,62
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	22	20:15	8,76	
FEBRERO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	15	16:15	4,72
		Plaza del Sol	26	10:15	5,82
		Urdenor	29	16:00	6,06
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	11	11:00	5,09
		Centrum	26	9:30	2,65
		San Marino	14	16:30	4,04
		World Trade Center	11	9:30	3,62
MAX DEL MES (CUMBRES)	Sta Cecilia	9	13:30	8,76	
MARZO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	24	16:30	5,36
		Plaza del Sol	24	16:00	6,1
		Urdenor	24	16:00	6,59
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	24	16:00	5,46
		Centrum	24	16:30	2,82
		San Marino	29	16:45	4,07
		World Trade Center	24	10:15	4,02
MAX DEL MES (GUASMO I)	Acerias	7	10:30	8,7	
ABRIL DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	4	14:45	5,6
		Plaza del Sol	24	11:30	6,54
		Urdenor	4	15:15	7,07
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	14	11:00	5,78
		Centrum	22	16:00	3,03
		San Marino	22	15:45	6,68
		World Trade Center	21	9:45	4,19
MAX DEL MES (GUASMO I)	Acerias	7	17:30	8,9	
MAYO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	12	16:00	5,22
		Plaza del Sol	13	14:45	6,08
		Urdenor	13	15:45	6,63
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	13	10:30	5,15
		Centrum	5	10:00	2,77
		San Marino	13	16:15	6,43
		World Trade Center	5	10:00	3,72
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	14	20:00	9,03	
JUNIO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	11	16:15	4,72
		Plaza del Sol	9	11:30	6,09
		Urdenor	11	16:00	6,27
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	9	12:00	5,04
		Centrum	9	16:30	2,72
		San Marino	11	15:30	6,1
		World Trade Center	9	10:00	3,72
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	18	20:00	9,69	

DATOS DE CARGABILIDAD PRIMER SEMESTRES DEL 2008

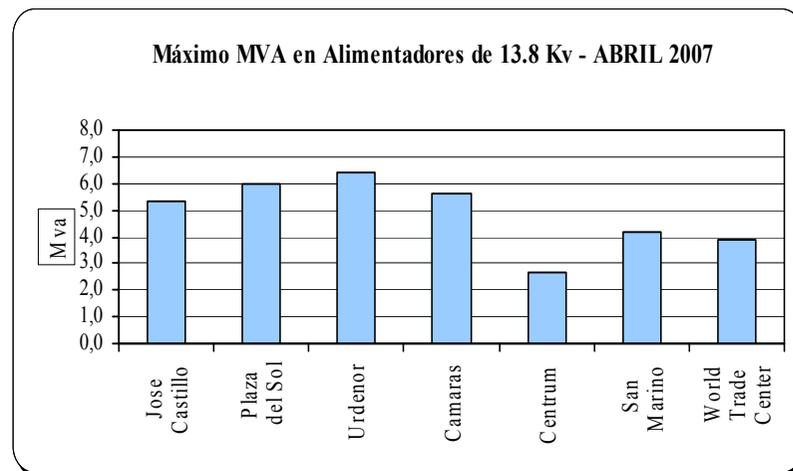
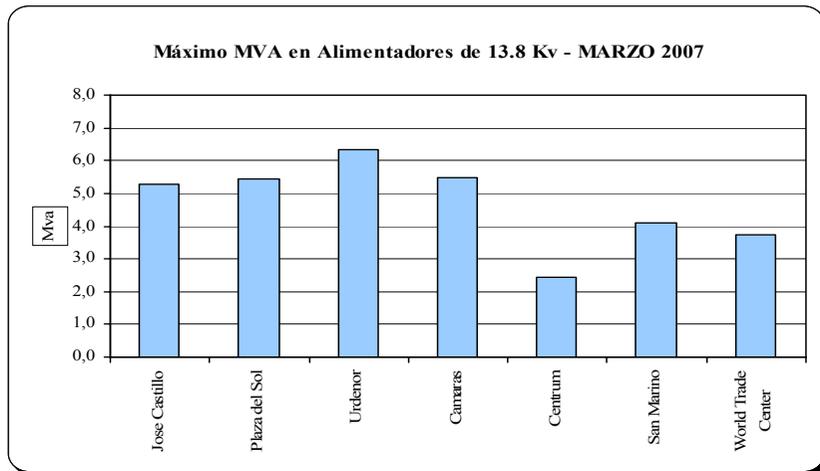
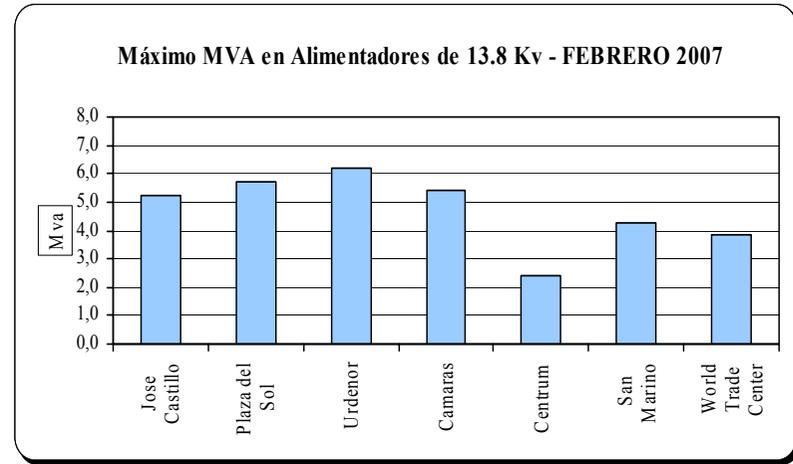
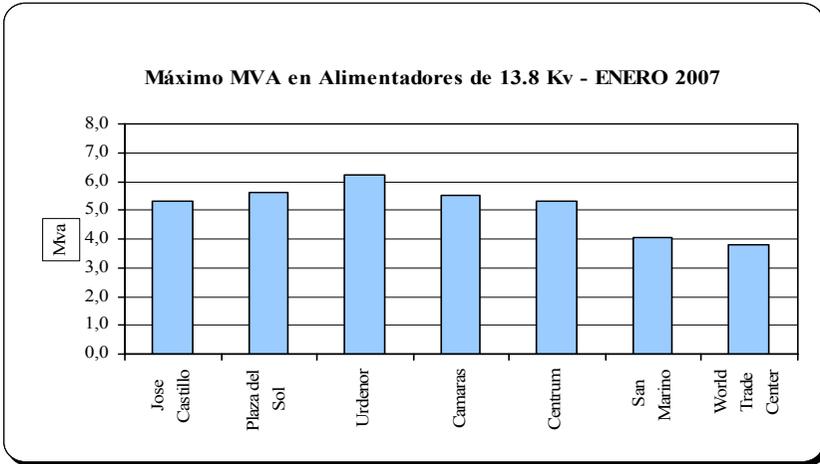
Tabla LXVI

MES	SUBESTACION	ALIMENTADORAS	DIA	HORA	MVA
JULIO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	28	16:15	4,74
		Plaza del Sol	28	15:00	6,12
		Urdenor	28	15:45	6,28
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	7	10:30	5,23
		Centrum	16	16:15	2,7
		San Marino	4	18:15	4,03
		World Trade Center	14	10:00	3,53
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	1	20:00	9,08	
AGOSTO DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	28	14:45	4,65
		Plaza del Sol	28	15:30	6,75
		Urdenor	28	15:15	6,11
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	14	16:15	5,06
		Centrum	19	11:30	2,75
		San Marino	5	18:30	3,95
		World Trade Center	4	10:00	3,49
MAX DEL MES (GARAY I)	El Salado	14	16:45	9,56	
SEPTIEMBRE DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	17	15:45	4,93
		Plaza del Sol	10	14:00	6,6
		Urdenor	9	15:00	6,27
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	17	16:15	5,22
		Centrum	8	10:00	2,84
		San Marino	21	15:30	3,97
		World Trade Center	8	10:45	3,68
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	10	20:00	9,13	
OCTUBRE DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	28	15:00	5,06
		Plaza del Sol	28	15:00	6,62
		Urdenor	28	15:00	6,47
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	27	10:00	5,35
		Centrum	2	16:30	2,63
		San Marino	8	16:00	4,15
		World Trade Center	27	10:00	3,52
MAX DEL MES (CEIBOS II)	Ceibos	28	14:30	9,68	
NOVIEMBRE DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	17	15:30	4,84
		Plaza del Sol	17	14:30	6,61
		Urdenor	24	15:15	6,29
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	24	15:30	5,46
		Centrum	17	15:45	2,9
		San Marino	30	15:00	4,24
		World Trade Center	4	10:15	3,44
MAX DEL MES (AYA CUCHO)	Pichincha	8	9:30	8,9	
DICIEMBRE DEL 2008	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	17	15:15	5,35
		Plaza del Sol	17	15:15	6,88
		Urdenor	9	15:30	6,52
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	22	11:30	5,3
		Centrum	22	9:45	3,05
		San Marino	17	15:00	4,45
		World Trade Center	22	9:45	3,54
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	29	20:15	7,98	

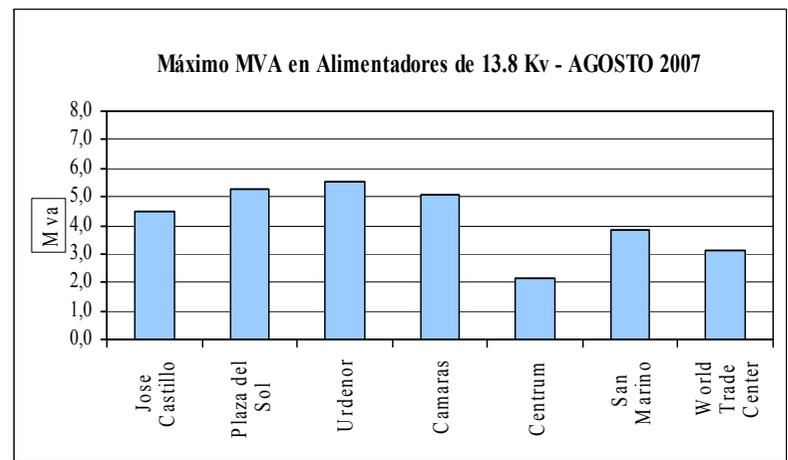
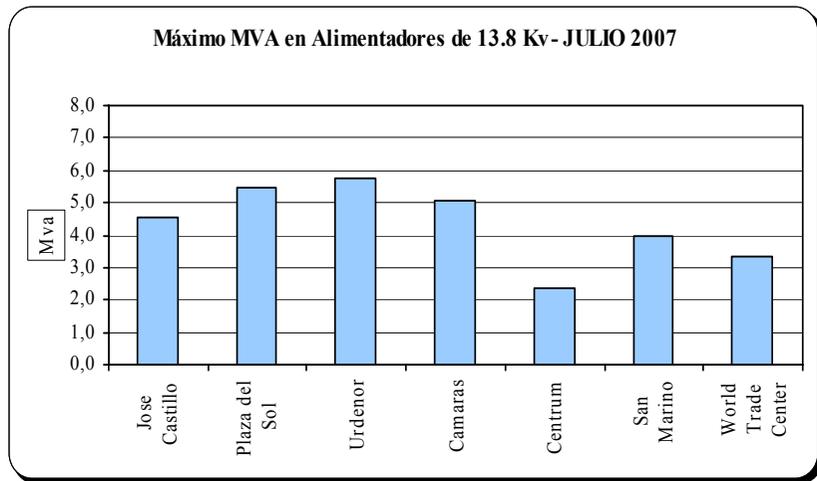
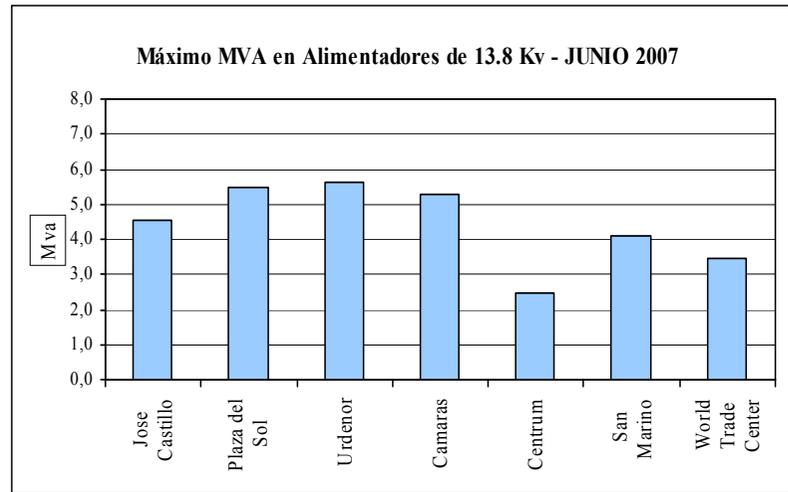
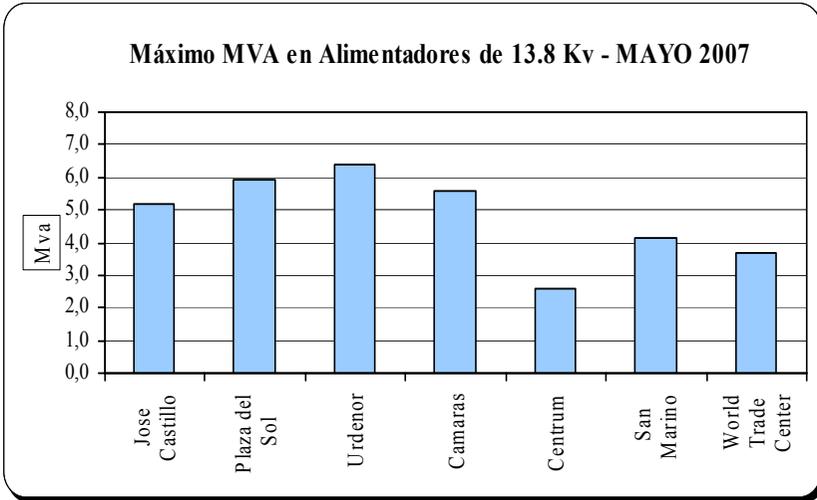
DATOS DE CARGABILIDAD SEGUNDO SEMESTRES DEL 2008
Tabla LXVII

MES	SUBESTACION	ALIMENTADORAS	DIA	HORA	MVA
ENERO DEL 2009	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	6	15:30	5,62
		Plaza del Sol	5	11:00	7,31
		Urdenor	6	15:45	6,93
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	5	10:00	5,8
		Centrum	5	9:00	3,09
		San Marino	9	18:00	4,31
		World Trade Center	5	11:15	3,9
MAX DEL MES (FLOR DE BASTION 1)	Flor de Bastion 4	4	20:00	8,16	
FEBRERO DEL 2009	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	1	10:00	6,32
		Plaza del Sol	20	15:30	8,65
		Urdenor	6	15:15	6,31
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	17	15:00	5,49
		Centrum	17	15:15	3,1
		San Marino	14	15:00	4,19
		World Trade Center	16	9:45	3,96
MAX DEL MES (BOYACA I)	Malecon	20	15:00	9,55	
MARZO DEL 2009	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	30	15:45	5,46
		Plaza del Sol	1	12:15	9,15
		Urdenor	1	12:00	8,51
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	30	16:15	5,7
		Centrum	9	16:15	3,1
		San Marino	9	17:00	4,38
		World Trade Center	9	10:45	3,78
MAX DEL MES (SAMANES)	Samanes	1	12:45	9,84	
ABRIL DEL 2009	KENNEDY NORTE 1	Jose Castillo	5	11:30	8,26
		Plaza del Sol	23	14:45	7,61
		Urdenor	16	15:15	6,96
	KENNEDY NORTE 2	Camaras	20	10:30	6,1
		Centrum	20	10:30	3,11
		San Marino	23	17:00	4,5
		World Trade Center	27	9:45	3,9
MAX DEL MES (TORRE I)	Torre 3	8	18:45	8,72	

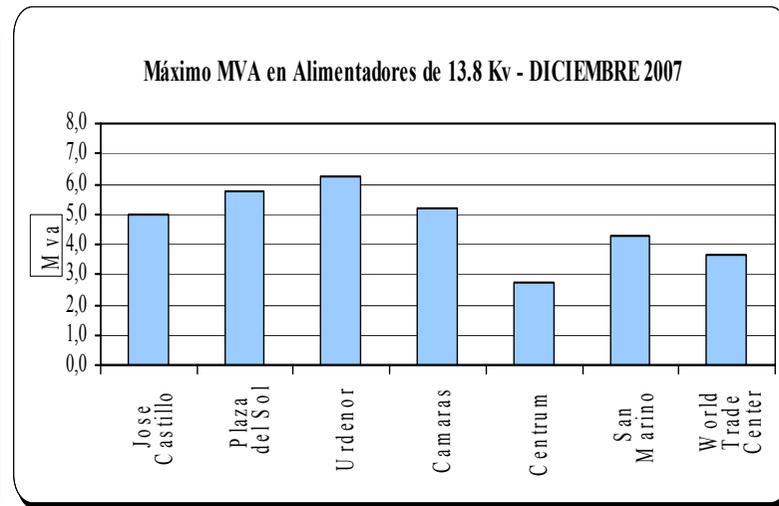
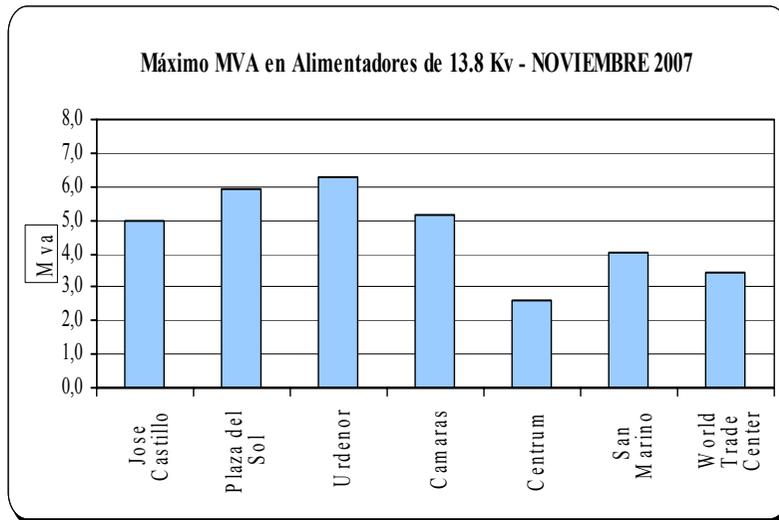
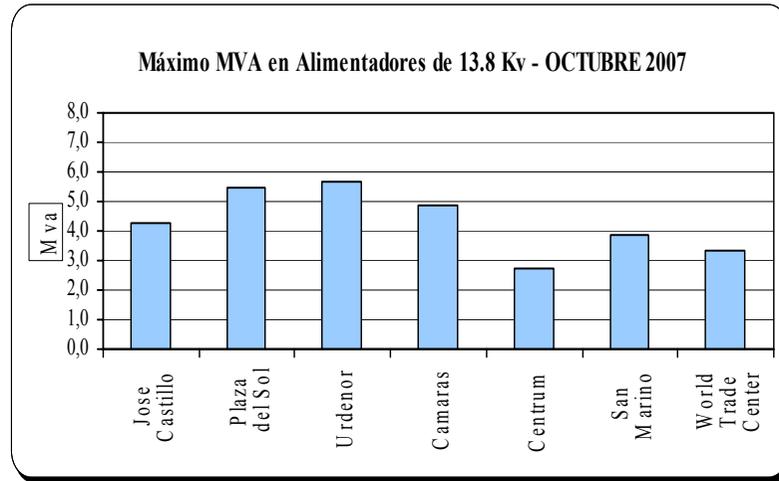
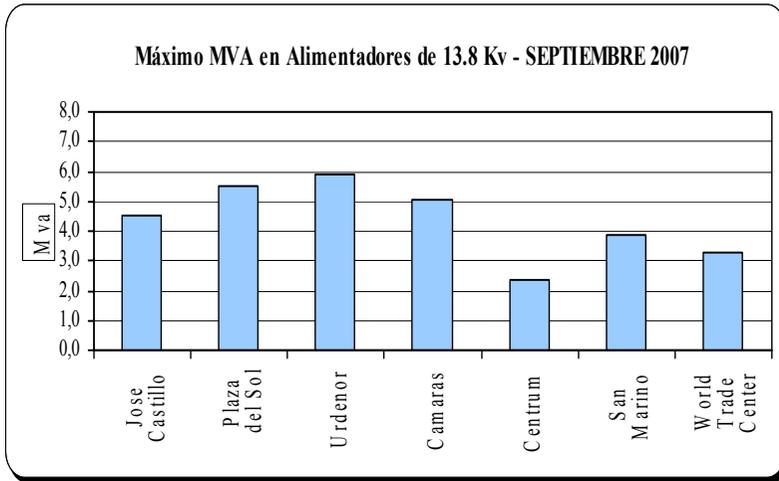
DATOS DE CARGABILIDAD PRIMER SEMESTRES DEL 2009
Tabla LXVIII



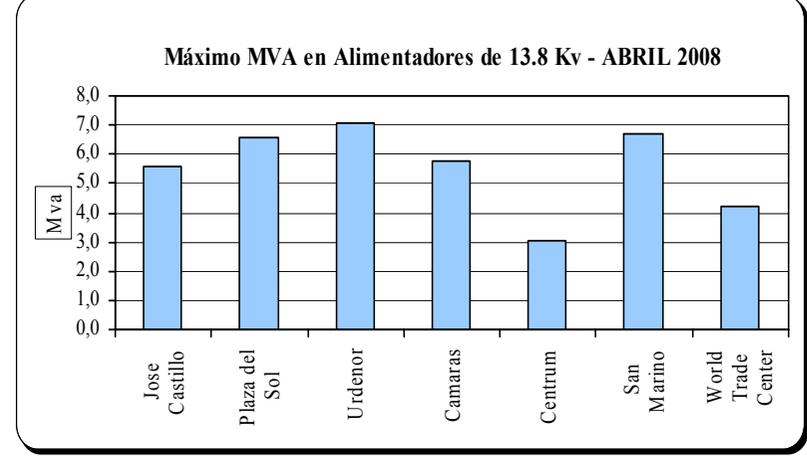
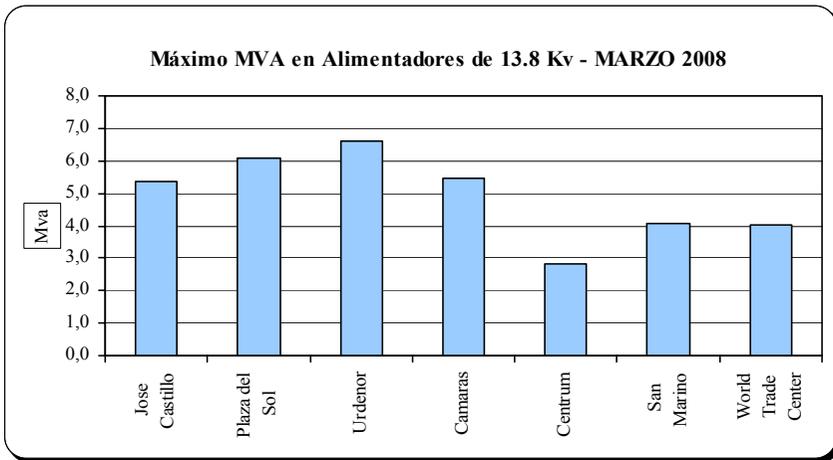
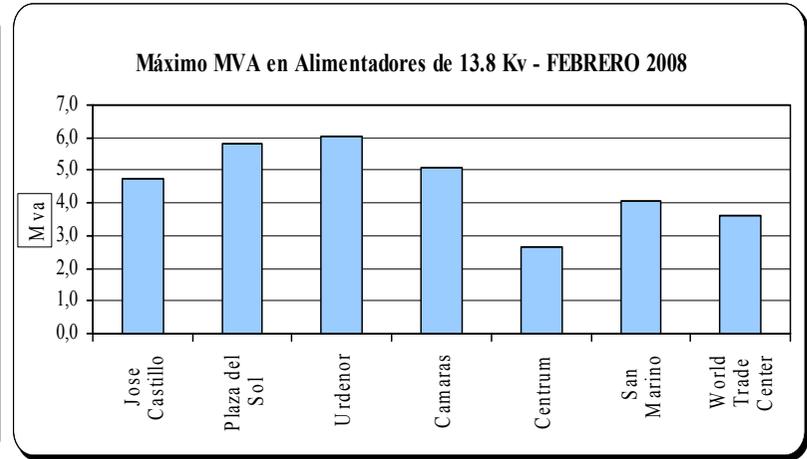
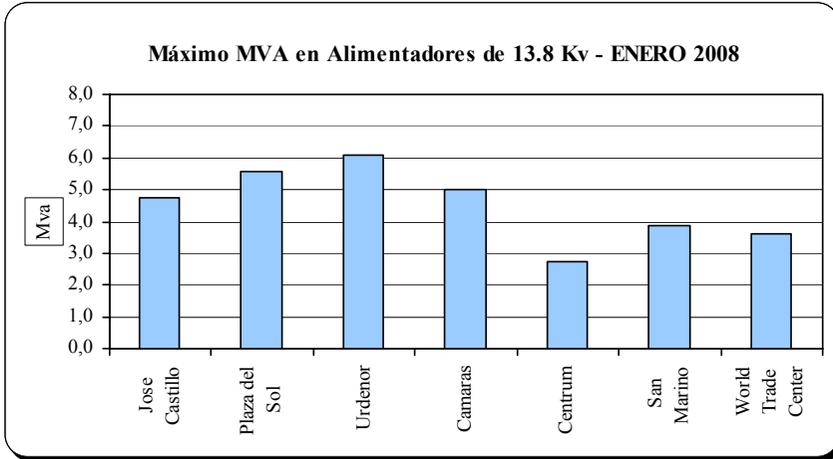
**Máximo de las alimentadoras Enero a Abril 07
Grafico 51**

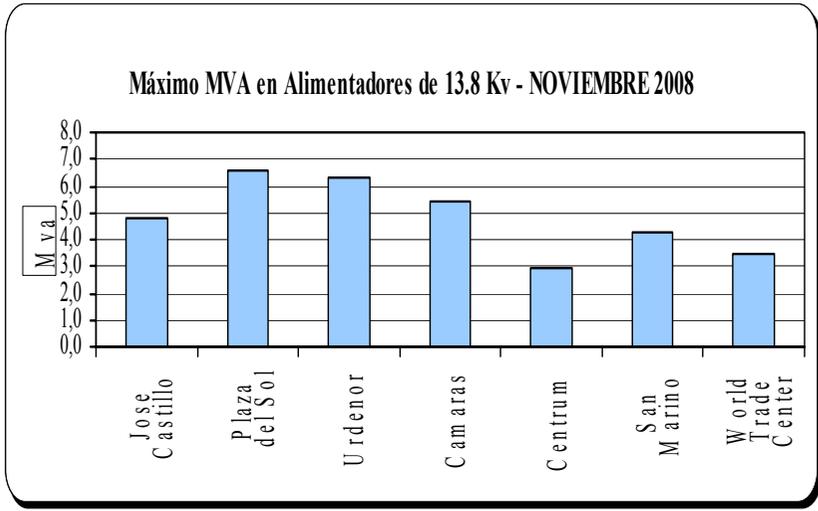
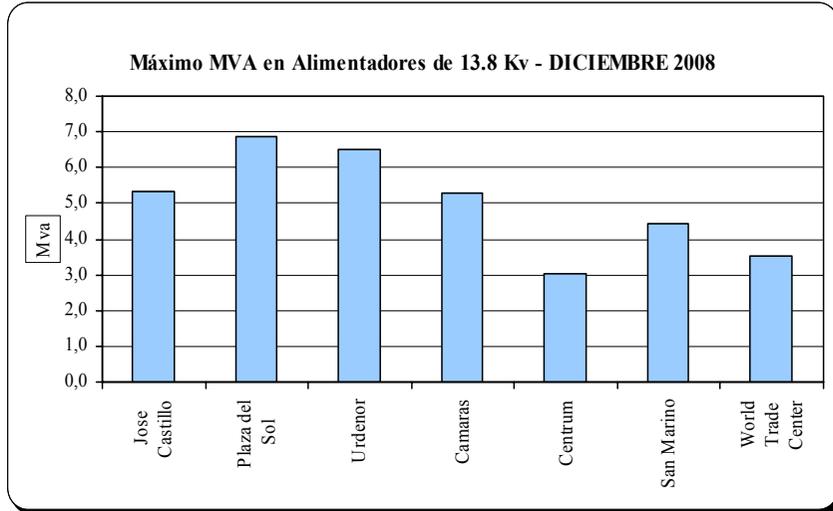
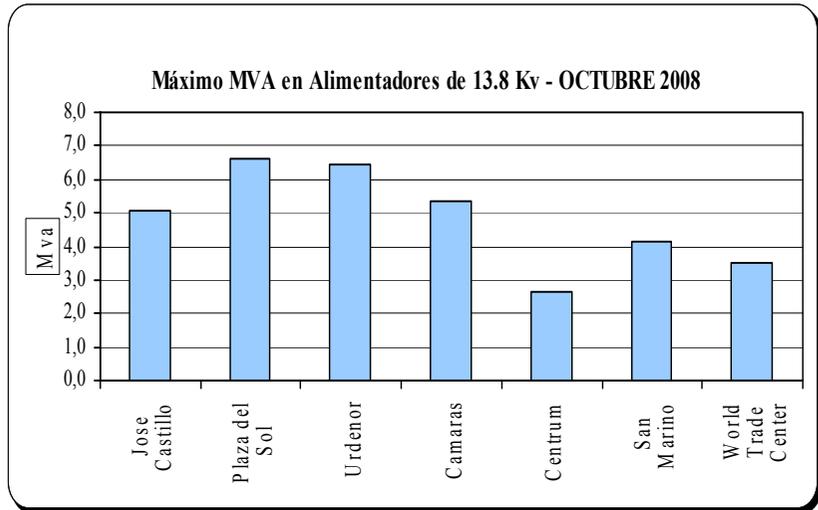
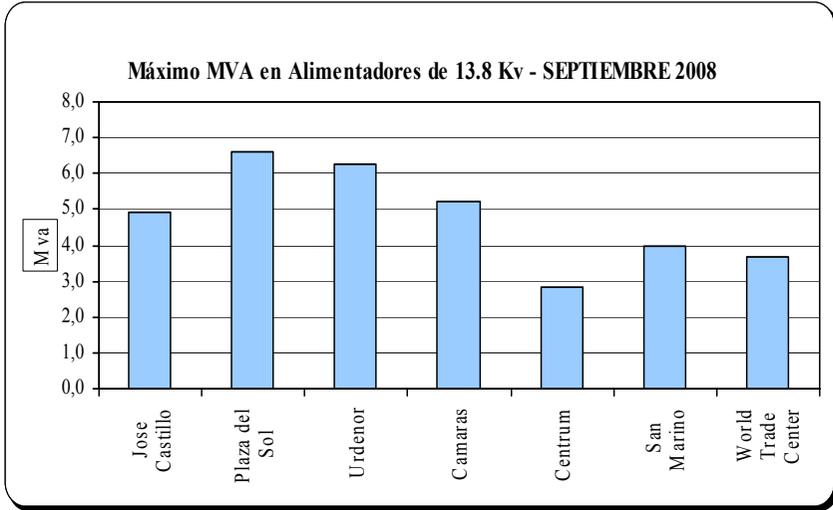


**Máximo de las alimentadoras Mayo a Agosto 07
Grafico 52**



**Máximo de las alimentadoras Septiembre a Diciembre 07
Grafico 53**

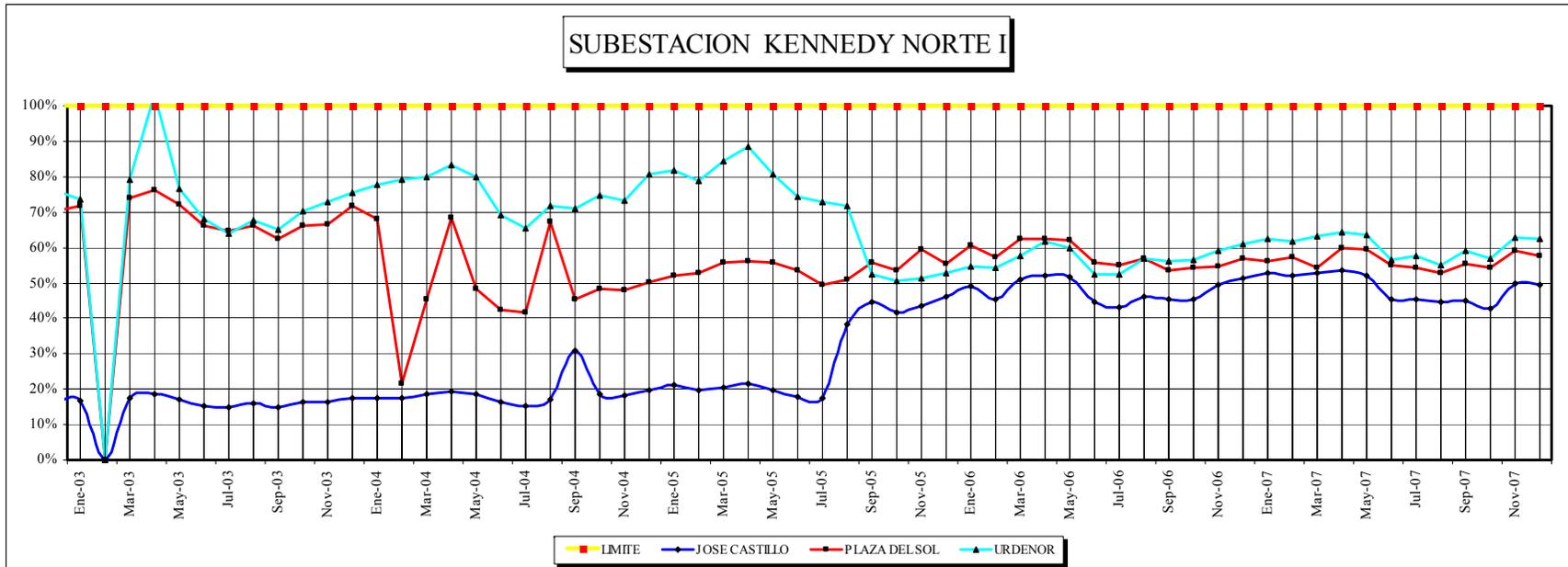




**Máximo de las alimentadoras Sep. a Dic. 08
Grafico 55**

Cargabilidad en las Alimentadoras

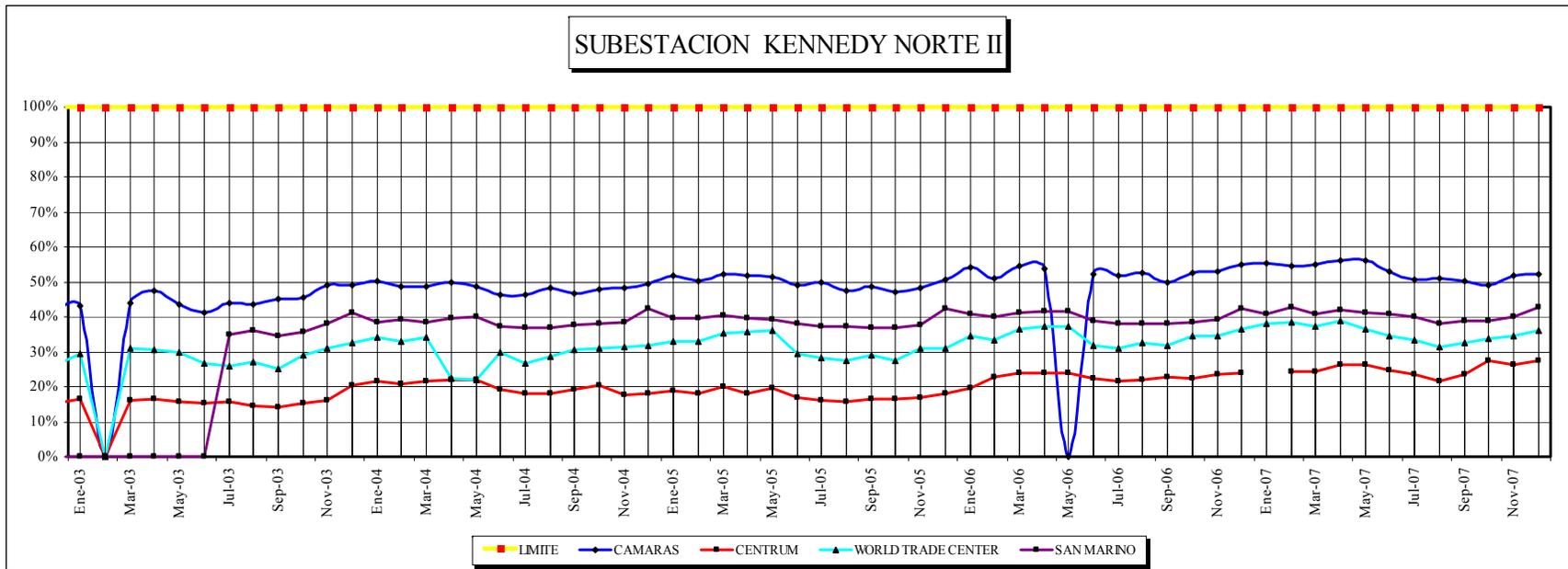
Para cada mes se analiza cada alimentadora y se analiza cual fue la máxima carga que tuvo esta en el mes. Se define a la cargabilidad como el porcentaje a la cual está cargado el alimentador con respecto a su máxima capacidad para lo cual fue diseñado. Se muestra gráficamente la cargabilidad de mes a mes, a continuación el transformador 1 de la S/E Kennedy Norte.



**Cargabilidad de alimentadoras KN1
Grafico 56**

Cargabilidad en las Alimentadoras.

Como se puede observar en el grafico anterior existen meses donde la carga de la alimentadora llega muy cerca de su máxima capacidad, como la José Castillo que aumenta su carga de mes a mes, mientras que para la de Urdenor empieza a bajar quizás por alguna transferencia permanente que se produjo, mientras las otras se deja que aumenten naturalmente su carga. A continuación se presenta las alimentadoras de la S/E Kennedy Norte 2.



Cargabilidad de las alimentadoras KN II
Grafico 57

CAPITULO III

OPERACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II

3.1.- Flujos de Carga y Caída de Voltaje en CYME.

Análisis en el lado de alta 69KV

En esta sección mostraremos por medio de un simulador Eléctrico para estudios de Ingeniería (PSAF), los flujos de potencia y caídas de voltaje en el lado de 69Kv y 13.8Kv de la S/E Kennedy Norte desde su alimentación de la Subestación Policentro de Transelectric 138/69Kv y a su vez esta desde la Subestación de Pascuales de Transelectric de 230/138Kv, presentando en los siguientes informes la caída de voltaje en la S/E Kennedy Norte cuando se presentan los siguientes 3 casos en la barra de 138Kv de Pascuales:

Caso 1: 138Kv; (Voltaje Nominal) S/E Pascuales

Para la barra de 69Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 69.28Kv.

Para la barra de 13.8Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 13.84Kv.

Caso 2: 147,66Kv; (+7%) S/E Pascuales

Para la barra de 69Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 69.32Kv.

Para la barra de 13.8Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 13.86Kv.

Caso 3: 133,86Kv (-7%) S/E Pascuales

Para la barra de 69Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 69.18Kv.

Para la barra de 13.8Kv (voltaje base) S/E Kennedy Norte.

Voltaje en barra: 13.79Kv.

La variación de Voltaje en la S/E Pascuales no varía mucho en la S/E Kennedy Norte, como se puede notar tanto como el primario y el secundario de la S/E Kennedy Norte no varía mucho debido a que el transformador de Policentro lleva LTC y el transformador de Kennedy también.

Más adelante se presentan las 3 corridas de Caídas de voltaje y flujos, para estos 3 casos se presenta la caída de voltaje en la barra de la S/E Kennedy Norte tanto en lado de alta 69Kv y en el lado de Baja 13.8Kv, también se presenta los parámetros de los flujos de carga que son necesario para realizar dicha corrida.

Los datos de carga que se presentan son solo los que se analizarán en este caso esta las dos únicas cargas que se presentan para la línea de subtransmision Piedrahita la S/E Kennedy norte con sus dos transformadores y la S/ E de Mall del Sol. El conductor que utiliza la línea de S/T Piedrahita es 477-26/7 MCM cuya capacidad es de 72MVA y se presenta las distancias y las impedancias para dicho conductor desde que sale de la S/E Policentro 138/69Kv hasta cada derivación que se presenta.

Los transformadores que utiliza la S/E son con LTC se incluye los datos más importantes tales como la relación del transformador, la Potencia Nominal, su Impedancia entre otros, también se incluye los parámetros del transformador de 3 devanados de la S/E Policentro 138/69Kv.

A continuación se presentan los parámetros de corrida del caso # 1 y el método aplicado que fue Newton Raphson y una potencia Base de 100Mva, para los otros 2 casos se usan los mismos parámetros pero se cambia el voltaje en la Barra de 138Kv de pascuales.

PARÁMETROS DE ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA		
Estudio	S/E KENNEDY NORTE (CASO # 1)	
Hora:	Wed May 27 16h06m47s 2009	
Método:	New ton-Raphson	
Potencia de base:	100.00 [MVA]	
Tolerancia:	0.100 [MVA]	
Reporte sumario completo CATEG		
Datos sumarios	Potencia activa	Potencia reactiva
Total de generaciones	710.370	314.072
Capacidad de reserva	341.460	(Excluyendo la conexión de la barra del proveedor).
Carga estática	696.376	157.280
Cargas shunts	0.000	0.000
Cargas del motor	0.000	0.000
Carga total	696.376	157.280
Pérdidas en las líneas / cables	8.300	26.216
Pérdidas de los transformadores	6.318	169.120
Pérdidas totales	14.618	195.336
Inadaptaciones	-0.624	-38.543

PARAMETROS DE ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA
Tabla LXIX

Los 696.376 Mw es la carga de CATEG. Los 14.618 MW son las pérdidas de CATEG y de los Puntos de Entrega con sus interconexiones (Parte del SNI) incluyendo transformadores, líneas a 230 y 138Kv perteneciente a

Transelectric. Quitando las perdidas del SNI CATEG cuenta con 7 MW de perdidas en sus líneas de 69Kv y sus transformadores.

Para suplir toda la demanda de CATEG más las Perdidas DE CATEG y Transelectric se necesita de una generación de 710.37Mw.

DATOS DE CARGA

Nombre	barra	P	Q	S	F P.
		[MW]	[MVAR]	[MVA]	[%]
MSOL	SMSOL13.8	6.66	2.52	7.12	93.5
SKN1	SKN13.8-1	18.2	5.25	18.9	96.1
SKN2	SKN13.8-2	15.4	5.51	16.4	94.2

DATOS DE CARGA
Tabla LXX

DATOS DE BARRAS

Nombre	kV Base	V sol	Ang sol	Vmin	Vmax	P Gen	Q Gen	Carga P	Carga Q
		[kv]	[deg]	[kv]	[kv]	[MW]	[MVAR]	[MW]	[MVAR]
LPIE1	69.00	69.24	-8.10	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
LPIE2	69.00	69.19	-8.20	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
LPIE3	69.00	69.19	-8.20	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
LPIE4	69.00	69.19	-8.20	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN13.8-1	13.80	13.82	-11.40	13.39	14.21	0.00	0.00	18.18	5.25
SKN13.8-2	13.80	13.82	-10.90	13.39	14.21	0.00	0.00	15.44	5.51
SKN69	69.00	69.18	-8.20	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
SPAS138	138.00	137.67	-0.30	128.34	144.90	0.00	0.00	0.00	0.00
SPAS230	230.00	230.00	0.00	218.50	246.10	14.10	136.12	0.00	0.00
SPAS69	69.00	69.37	-1.50	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00
SPOL138	138.00	133.65	-1.70	128.34	144.90	0.00	0.00	0.00	0.00
SPOL69-1	69.00	69.28	-8.10	66.93	71.07	0.00	0.00	0.00	0.00

DATOS DE BARRAS

Tabla LXXI

DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE LA LÍNEA DE S/T PIEDRAHITA (CATEG)

NOMBRE TXFO	Barra de procedencia	Barra de destino	Nombre De Base	Tipo	S nominal	kV nominal	kV nominal	P	Q	S	Fac P.	I	langle
					[MVA]	Primario	Secundario	[MW]	[MVAR]	[MVA]	[%]	[A]	[deg]
TKN1	SKN69	SKN13.8-1	TKN1	Transfo regulable	24	67	13.8	18.26	6.41	19.35	94.40	161.60	-27.60
TKN2	SKN69	SKN13.8-2	TKN2	Transfo regulable	24	67	13.8	15.50	6.36	16.76	92.50	139.90	-30.50
TMSOL	SMSOL69	SMSOL13.8	TMSOL	Transformador fijas	12	67	13.8	6.68	2.78	7.24	92.30	60.40	-30.80
Perdidas P	Perdidas Q	Capacidad (Norm.)	CARGA [%]	Capacidad (Emer.)	CARGA [%]	Relación de las tomas	POSIC.TOMAS	Min	Max	Setpoint	Setpoint	BARRA CTRLDA/V	Nbrebarra ctrlId
[MW]	[MVAR]	[MVA]	Capacidad	[MVA]	Capacidad	%	[kv]			Min	Max	[kv]	
0.08	1.16	24	80.6	24	80.6	97.956	69.61	60.3	73.7	13.8	13.8	13.8	SKN13.8-1
0.06	0.85	24	69.8	24	69.8	97.956	69.61	60.3	73.7	13.8	13.8	13.8	SKN13.8-2
0.02	0.27	12	60.3	12	60.3	97.101	69						

DATOS DE TRANSFORMADORES DE LA LÍNEA DE S/T PIEDRAHITA

Tabla LXXII

DATOS DE LOS CONDUCTORES

Nombre	Bar proce	Bar destino	Nombre DBase	Tipo	kV nom	LONGITUD	P	Q	S	Factor P.	I	I angle	Perdidas	Perdidas	Ampacity (Norm.)	CARGA	Ampacity (Emer.)	CARGA (Emer.)
							[M W]	[M VAR]	[M VA]	[%]	[A]	[deg]	P [M W]	Q [M VAR]	[A]	%	[A]	%
LPAS-POL138	SPAS138	SPOL138	477MCM 24/7 138KV	Línea	138	15.10	135.75	60.10	148.46	9140	622.60	-24.20	1.16	4.33	2400.00	25.90	2400.00	25.90
LPIE1	LPIE1	LPIE2	477MCM 18/1	Línea	69	0.29	40.47	15.64	43.39	93.30	36180	-29.30	0.02	0.05	502.00	72.10	602.50	60.10
LPIE2-3	LPIE2	LPIE3	477MCM 26/7	Línea	69	0.11	6.68	2.77	7.23	92.40	60.40	-30.70	0.00	0.00	502.00	12.00	602.50	10.00
LPIE2-SKN69	LPIE2	SKN69	477MCM 18/1	Línea	69	0.32	33.77	12.80	36.12	93.50	30140	-28.90	0.01	0.04	502.00	60.00	602.50	50.00
LPIE3-4	LPIE3	LPIE4	477MCM 18/1	Línea	69	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	502.00	0.00	602.50	0.00
LPIE3-SMSOL6	LPIE3	SM SOL69	477MCM 18/1	Línea	69	0.38	6.68	2.78	7.24	92.30	60.40	-30.80	0.00	0.00	502.00	12.00	602.50	10.00

DATOS DE LOS CONDUCTORES

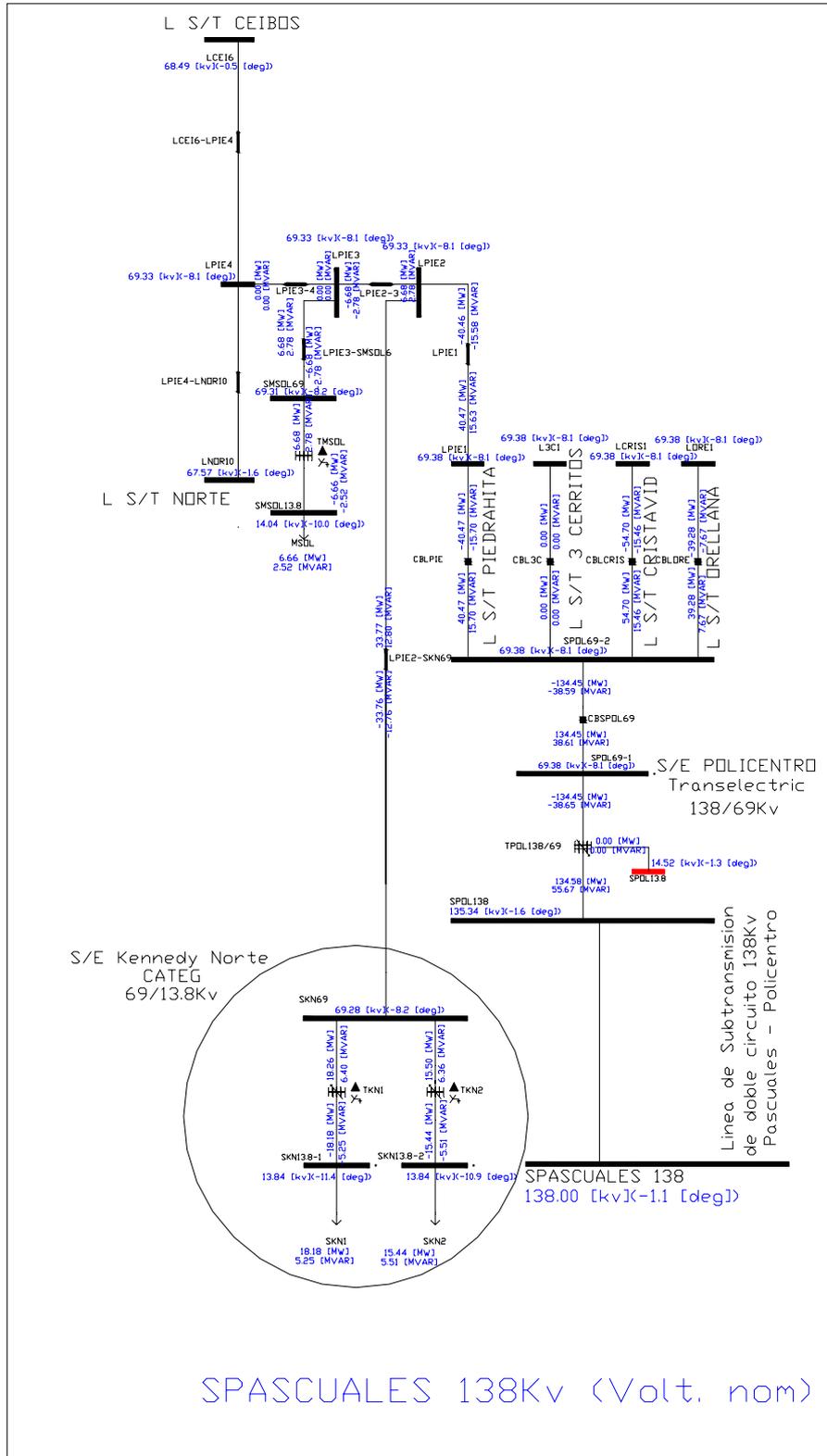
Tabla LXXIII

DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE 3 DEVANADOS (TRANSELECTRIC)

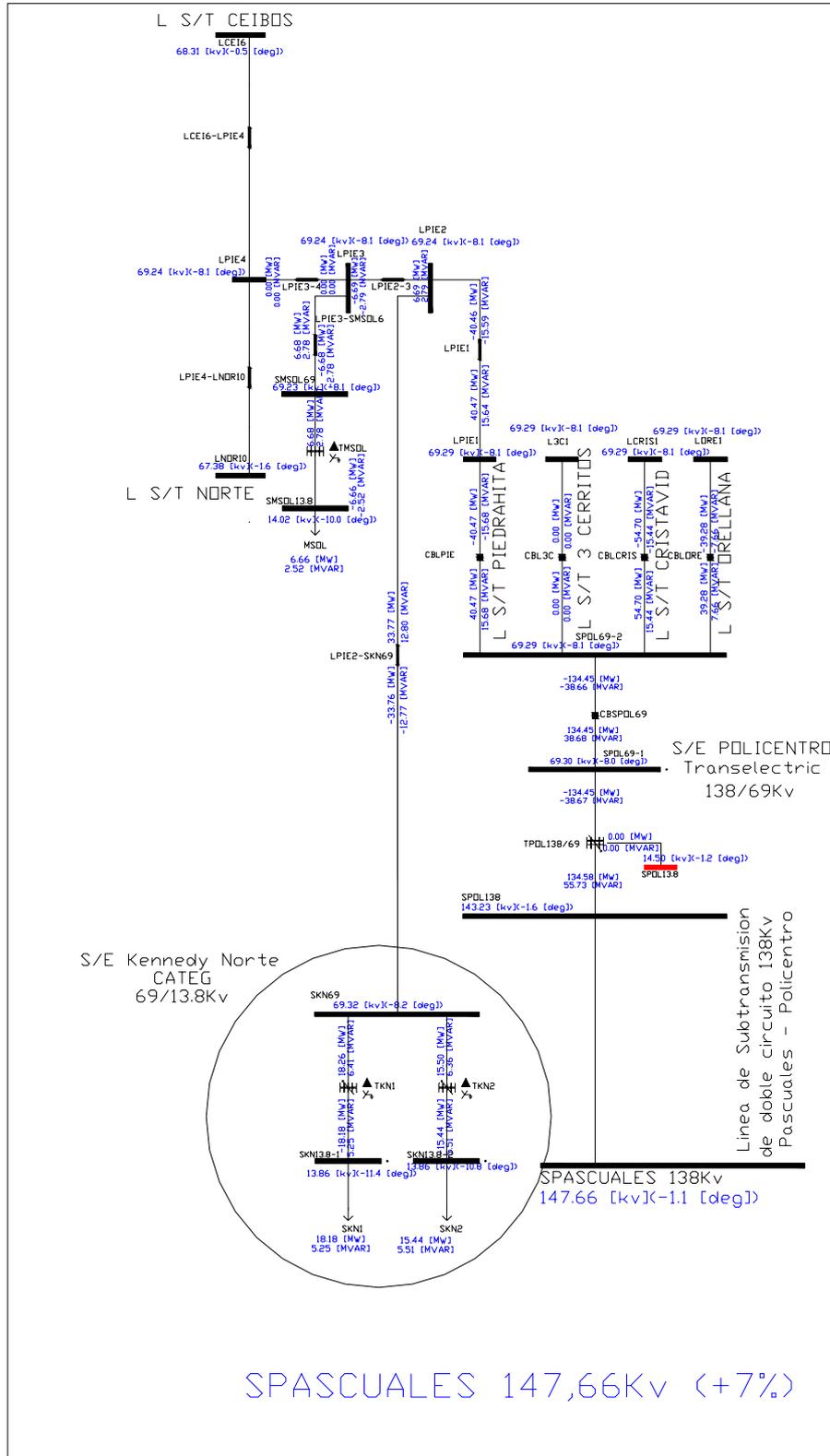
NOMBRE TXFO	Barra de procedencia	Barra sec.	Barra ter.	Nombre DBase	S nominal	S nominal	S nominal	kV nominal	kV nominal	kV nominal	P	P	P	Q	Q	Q	S
S	S	I	I	I	Perdidas P	Perdidas Q	Capacidad (Norm.)	CARGA [%]	Capacidad (Emer.)	CARGA [%]	Toma mínima	Toma máxima	POSIC. TOMAS	Barra	Barra	BARRA CTRLDA/V	Nbrebarra ctrlId
Secundari [MVA]	TERCIARIO [MVA]	Primario [A]	Secundario [A]	TERCIARIO [A]	[MW]	[MVAR]	[MVA]	Capacidad	[MVA]	Capacidad	[kV]	[kV]	[kV]	V MIN [kV]	V MAX [kV]	[kV]	
TPOL138/69	SPOL138	SPOL69-	SPOL13.8	POL138/69	150	150	50	138	69	13.8	134.58	-134.45	0	55.67	-38.65	0	145.64
139.89	0	621.3	1164.1	0	0.13	17.02	150	97.1	150	97.1	124.2	151.8	129.28	69	69	69	SPOL69-1

DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE 3 DEVANADOS

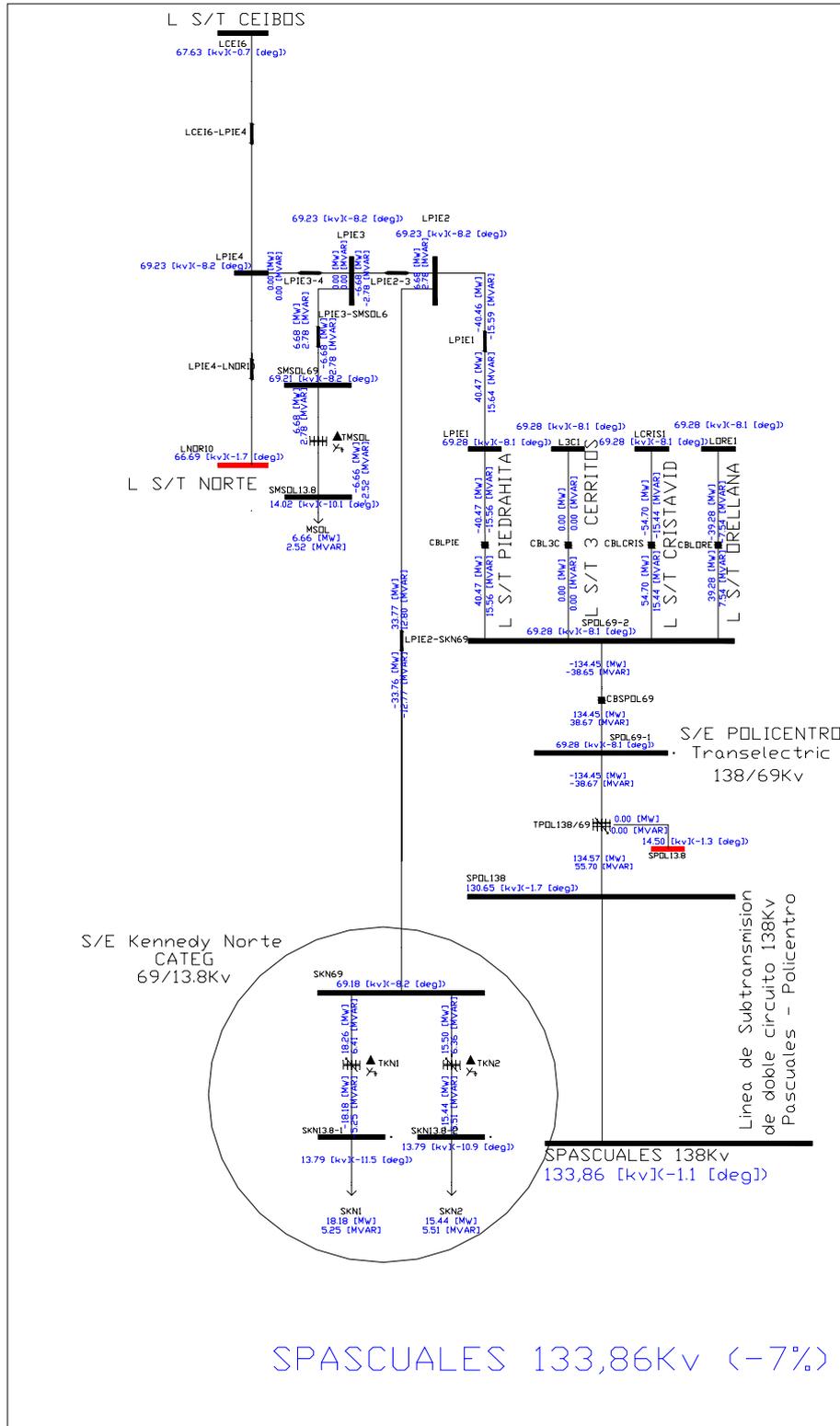
Tabla LXXIV



Tensión en KN cuando Pascuales tiene 138Kv (Vn)
 Grafico 58



Tensión en KN cuando Pascuales tiene 147,66Kv (+7%)
Grafico 59



Tensión en KN cuando Pascuales tiene 133,86Kv (-7%)
Grafico 60

Calculo de voltaje

El cálculo de voltaje de las Alimentadoras permite conocer si existen condiciones de sobre voltaje o bajo voltaje en las mismas, para este fin se procederá a verificar que cada alimentadora cumpla con los límites de variación de voltaje establecidos en la REGULACION No. CONELEC – 004/01.

La norma antes mencionada indica que la empresa distribuidora no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

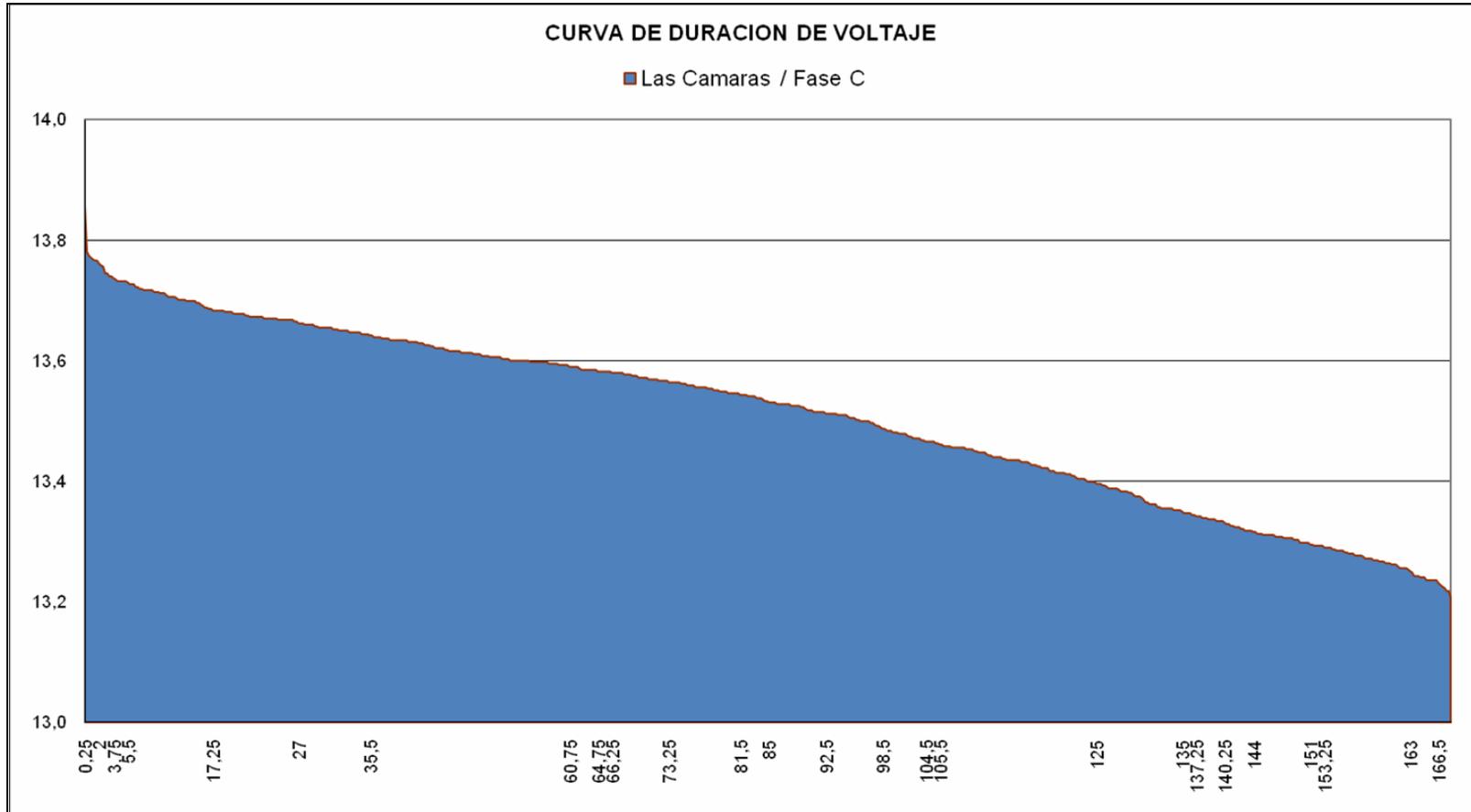
Tipo de red por Nivel de Voltaje	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	7,00%	5,00%
Medio Voltaje	10,00%	8,00%
Bajo Voltaje. Urbanas	10,00%	8,00%
Bajo Voltaje. Rurales	13,00%	10,00%

PORCENTAJES ADMISIBLES POR SUBETAPAS SEGÚN EL NIVEL DE VOLTAJE DE LA RED
TABLA LXXV

Para el caso de la Subestación Kennedy norte la variación máxima en la magnitud de voltaje nominal que es 13.8KV, es del 8%. De esta forma se controla que el voltaje este entre 0.92 y 1.08 p.u. Es decir q no exceda los 14.9KV y q no baje de 12.7KV por un periodo de medición establecido (8.4 horas) por el CONELEC.

A continuación se muestra la curva de duración de voltaje de una de las alimentadoras de la Subestación Kennedy Norte (Alimentadora Las Cámaras). Los datos de voltaje fueron medidos durante siete días continuos (desde el 4 hasta el 10 de agosto del 2008). En el anexo C se muestran las “Curvas de duración voltaje” y “Las curvas de caída de voltaje en las alimentadoras”, relacionadas respecto al valor nominal.

Las allimentadoras cumplen con los límites permisibles exigidos por la regulación del Conelec 004/01.



**Curva Duración de Voltaje las Cámaras
Grafico 61**

3.2.- Estudio de Corto Circuito

Se hará un Análisis para alta y baja de la S/E Kennedy Norte:

Factores que intervienen en el lado de ALTA:

- Equivalente Thevenin del SNI en la barra 230Kv Pascuales.
- La S/E Pascuales y su patio de 230/138Kv.
- La S/E Policentro 138/69Kv.
- S/E Kennedy Norte 69/13.8Kv.

Factores que intervienen en el lado de BAJA:

- Alimentadoras que salen de cada uno de los transformadores.
- Clientes con acometidas 3F, 2F y 1F con transformadores 13800/480-120V.
- Transformadores de distribución de CATEG 1F 13800/220-120V.

3.2.1.- Cortocircuito S/E Kennedy Norte (ALTA 69Kv).

Se refiere al análisis desde la S/E Pascuales 230/138Kv a S/E Policentro 138/69Kv hasta la S/E de Kennedy norte 69/13.8KV y es aquí en el lado de alta de 69Kv es donde se hará todo el análisis en esta parte.

Se realizaron cuatro clases de cortocircuito en la barra de 69Kv de la S/E Kennedy Norte. En la parte B de la presente sección se presenta el corto en la barra de 13.8Kv.

- Trifásica
- Línea a tierra
- Línea a línea
- Línea línea a tierra.

Para poder realizar este análisis se hizo el levantamiento de los componentes del sistema eléctrico que pueden aportar para esta corriente de falla en las diferentes clases que se pudieran presentar. Se determinó el aporte de corto circuito por parte del SNI en la barra de 230kv Pascuales y con este equivalente Thevenin procedemos a simular toda la región del sistema eléctrico aguas abajo de la barra de 230Kv.

Entonces se procedió armar el sistema con todas las unidades de generación que pertenecen a las diferentes compañías como Gonzalo Cevallos, CATEG Generación, Trinitaria, etc., luego se procedió instalar la respectiva carga que en este caso son las líneas de subtransmisión a la fecha viernes 5 de junio del 2009 se tienen 18 líneas de subtransmisión y para esto se hace la simulación con la carga del 30 de mayo del 2009 a las 15:15pm. Entonces en este instante se realiza los análisis de corto circuito.

Se toma una potencia de 100Mva, una frecuencia de 60 Hz, el protocolo de estudio es NO ANSI y las tensiones de fallas son las tensiones de base, se determina una impedancia de 0.4773 de resistencia y 6.7957 de reactancia tal que la relación X/R es de 14.2371.

CATEG.	
COORPORACION PARA LA ADMINISTRACION TEMPORAL ELECTRICA DE GUAYAQUIL.	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA	
PARÁMETROS DE ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO	
Estudio:	S/E Kennedy Norte
Hora:	Mon May 25 16h04m10s 2009
Potencia de base:	100.00 [MVA]
Frecuencia fundamental:	60.00 [hz]
Protocolo de estudio:	No ANSI
Cargas incluidas:	No
Tensiones pre-falla =	Tensiones de base
BARRA CON DEFECTOSKN69	
Zeq(+)	= 0.4773 +J 6.7957 (Ohms) 69.0000 kV base 100.0000 MVA base
	Zeq(+)
	= 0.0100258 +J 0.1427378 (p.u.) X/R = 14.2371
Zeq(0)	= 4760.9951 +J 4760.9951 (Ohms) 69.0000 kV base 100.0000 MVA base
Zeq(0)	= 99.9999008 +J 99.9999008 (p.u.)

**Reporte de corrida del programa Psaf
TABLA LXXVI**

Para la línea de subtransmisión Piedrahita con sus respectivas fases A, B, y C que alimenta a nuestra S/E, se muestra los cuatro tipos diferente de falla que son:

- Trifásica
- Línea a tierra
- Línea a línea
- Línea-línea a tierra

Para la barra de 69Kv de la S/E Kennedy Norte y para cada una de estas fallas se muestra la potencia de corto circuito que genera esta.

Barra de falla	Nombre barra	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Potencia de falla	la	la	lb	lb	lc	lc	In	In
					[MVA]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]
SKN69	SKN69	69	0	LLL	699.00	5.85	-85.98	5.85	154.02	5.85	34.02	0.00	0.00
SKN69	SKN69	69	0	LG	0.60	0.00	89.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.59
SKN69	SKN69	69	0	LL	605.00	0.00	0.00	5.06	-175.98	5.06	4.02	0.00	0.00
SKN69	SKN69	69	0	LLG	605.00	0.00	44.82	5.06	-175.98	5.07	4.01	0.00	0.00

**POTENCIA DE CORTOCIRCUITO PARA CADA FALLA
TABLA LXXVII**

Donde:

SKN69: Barra de 69 KV en Subestación Kennedy Norte.

LLL: Falla trifásica.

LG: Falla de línea a tierra.

LL: Falla de línea a línea.

LLG: Falla de línea a línea a tierra.

Se muestra también las contribuciones que aportan los transformadores de la S/E Kennedy norte como la derivación donde se alimenta la S/E Kennedy a la línea de subtransmisión Piedrahita, mas adelante en los diagramas unifilares se puede apreciar mejor. Cabe recalcar que en las alimentadoras no se instalo motores de manera que no se va apreciar la corriente que estos aportan a la falla, por esta razón la contribución por parte de los generadores es de cero, por experiencias cuando se conectan

los motores si se producen corrientes que alimentan a la falla, claro está que son pequeñas comparadas a las que vienen de la generación propiamente dicha.

Barra de falla	Nombre barra	Tipo	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Potencia de	la	la	lb	lb	lc	lc	ln	ln
						[MVA]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]	[KA]	[deg]
SKN69	TKN1	Trafo regulable	69	0	LLL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LLG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69	TKN2	Trafo regulable	69	0	LLL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Trafo regulable	69	0	LLG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69	LPIE2-SKN69	Línea	69	0	LLL	699.00	5.85	-85.98	5.85	154.02	5.85	34.02	0.00	0.00
SKN69		Línea	69	0	LG	0.60	0.00	89.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.70
SKN69		Línea	69	0	LL	605.00	0.00	-63.47	5.06	-175.98	5.06	4.02	0.00	0.00
SKN69		Línea	69	0	LLG	605.00	0.00	-90.01	5.06	-175.97	5.06	4.00	0.00	-90.59

**CORRIENTE EN CADA FALLA
TABLA LXXVIII**

Se muestra el voltaje para cada una de las fallas que se produce en la barra de 69Kv de la S/E Kennedy Norte, mostrando el voltaje en cada una de las fases, Para una trifásica el voltaje es cero en todas las fases. Para un falla de línea a tierra se ve como en la fase fallada el voltaje es cero, mientras que en las otras 2 fases si hay voltaje marcando 69.03Kv Para una falla línea a línea no caen todas a cero Voltios más bien marca en A, B, C: 39.84, 19.92, 19.92 KV respectivamente. Para una falla línea-línea a tierra se nota que solo hay voltaje en la que no ha sido fallada marcando 59.76Kv.

Barra de falla	Nombre barra	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Va	Va	Vb	Vb	Vc	Vc
					[kv]	[deg]	[kv]	[deg]	[kv]	[deg]
SKN69	SKN69	69	0	LLL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69	SKN69	69	0	LG	0.00	0.00	69.03	-150.01	69.03	150.01
SKN69	SKN69	69	0	LL	39.84	0.00	19.92	180.00	19.92	180.00
SKN69	SKN69	69	0	LLG	59.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**VOLTAJE EN CADA FALLA
TABLA LXXIX**

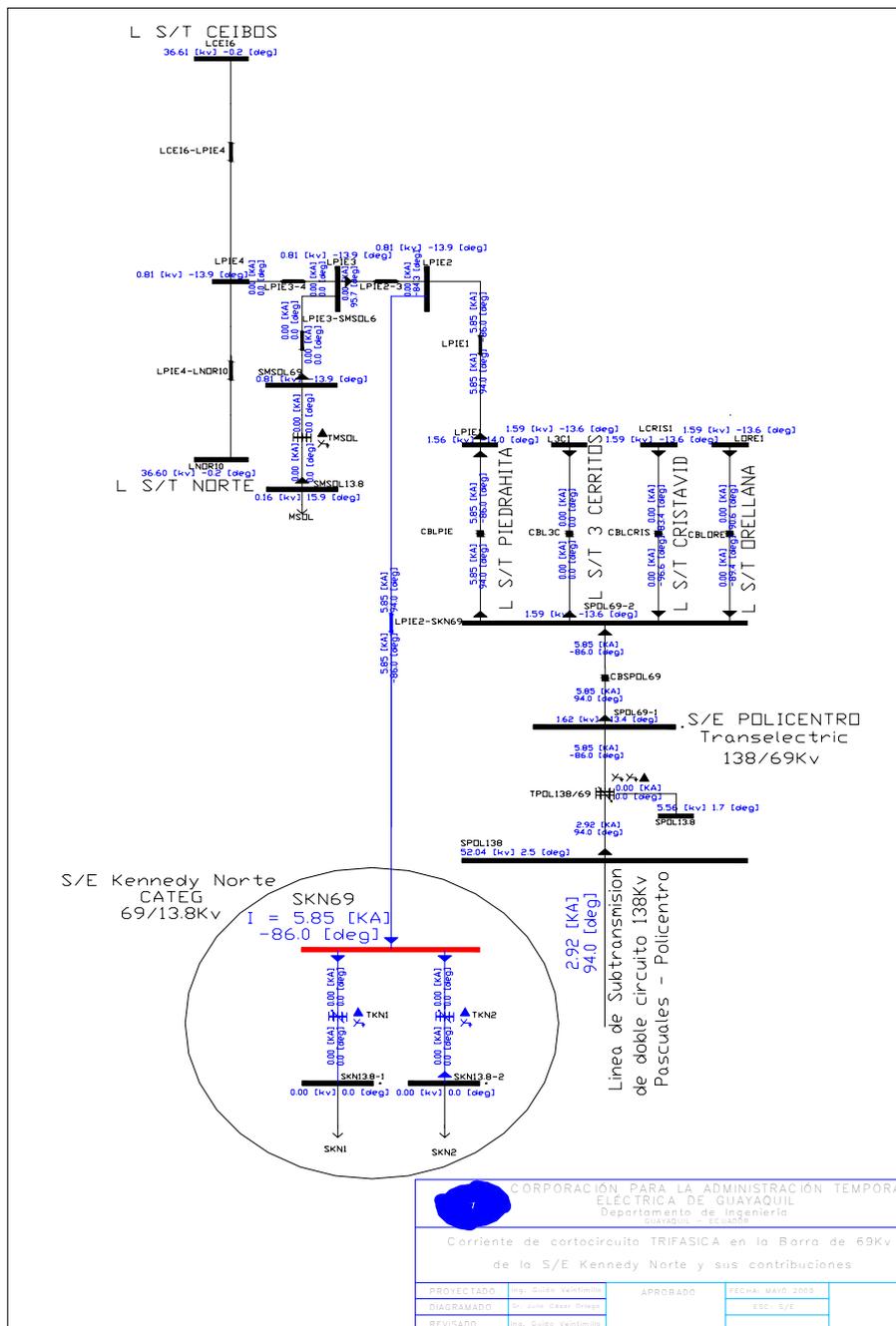
Contribución de Voltajes ante las fallas en la Barra de 69Kv de la S/E.

Barra de falla	Nombre barra	Tipo	kV Prefalla	Ángulo	Tipo falla	Va	Va	Vb	Vb	Vc	Vc
						[kv]	[deg]	[kv]	[deg]	[kv]	[deg]
SKN69	TKN1 (@ Barra :	Transfo regulable	13.8	0	LLL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LG	7.97	29.98	7.97	-90.00	7.97	150.01
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LL	6.90	0.00	0.00	180.00	6.90	180.00
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LLG	6.90	0.00	0.00	-175.85	6.90	180.00
SKN69	TKN2 (@ Barra :	Transfo regulable	13.8	0	LLL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LG	7.97	29.98	7.97	-90.00	7.97	150.01
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LL	6.90	0.00	0.00	180.00	6.90	180.00
SKN69		Transfo regulable	13.8	0	LLG	6.90	0.00	0.00	-175.85	6.90	180.00
SKN69	LPIE2- SKN69	Línea	69	0	LLL	0.81	-13.88	0.81	-133.88	0.81	106.12
SKN69		Línea	69	0	LG	0.00	180.00	69.03	-150.01	69.03	150.01
SKN69		Línea	69	0	LL	39.84	0.00	20.10	-178.05	19.76	178.02
SKN69		Línea	69	0	LLG	59.76	0.00	0.71	-104.11	0.71	75.81

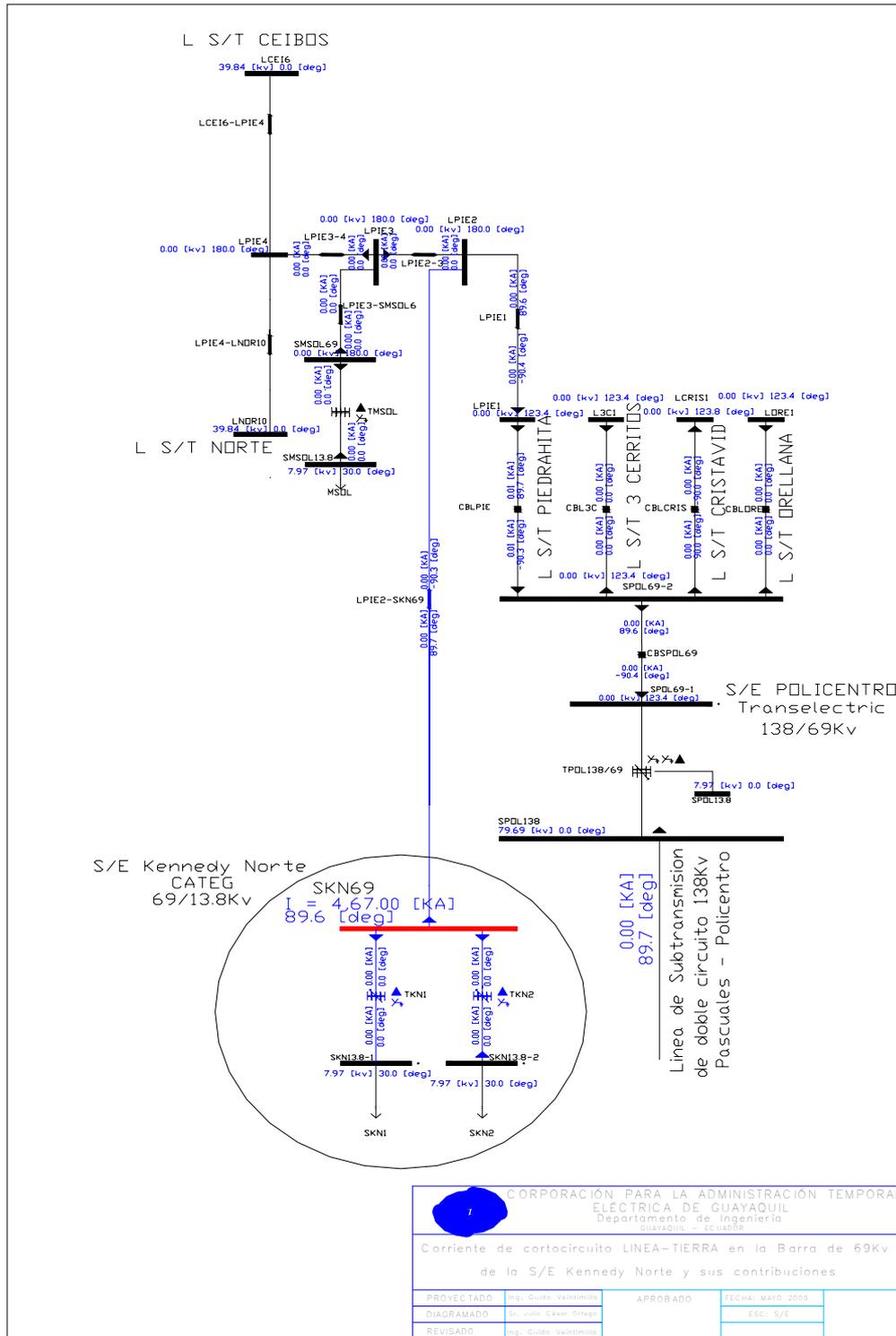
**CONTRIBUCION DE VOLTAJE ANTE LAS BARRAS DE 69 KV
TABLA LXXX**

Se muestra gráficamente las cuatro clases de cortocircuito en la barra de 69Kv, para cada clase de falla se muestra sus contribuciones desde la S/E Policentro 138/69Kv, además se muestra las otras 4 líneas de subtransmisión que salen de la S/E Policentro, pero el análisis lo vamos a

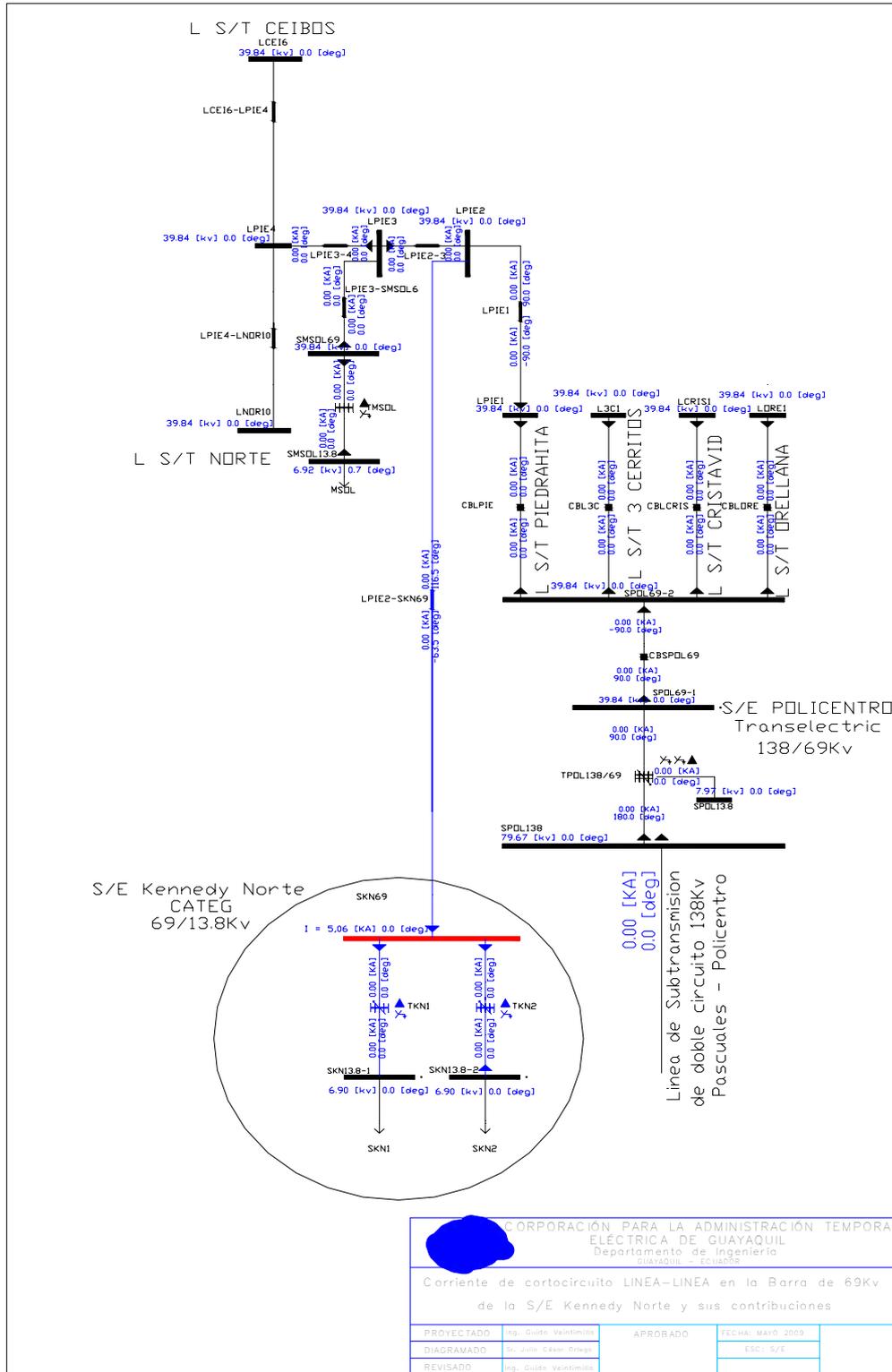
hacer en Piedrahita que es la línea de su transmisión de donde se alimenta la S/E Kennedy norte. Más adelante se presentan los 4 tipos cortocircuito en todas las barras del sistema sin considerar ahora su contribución.



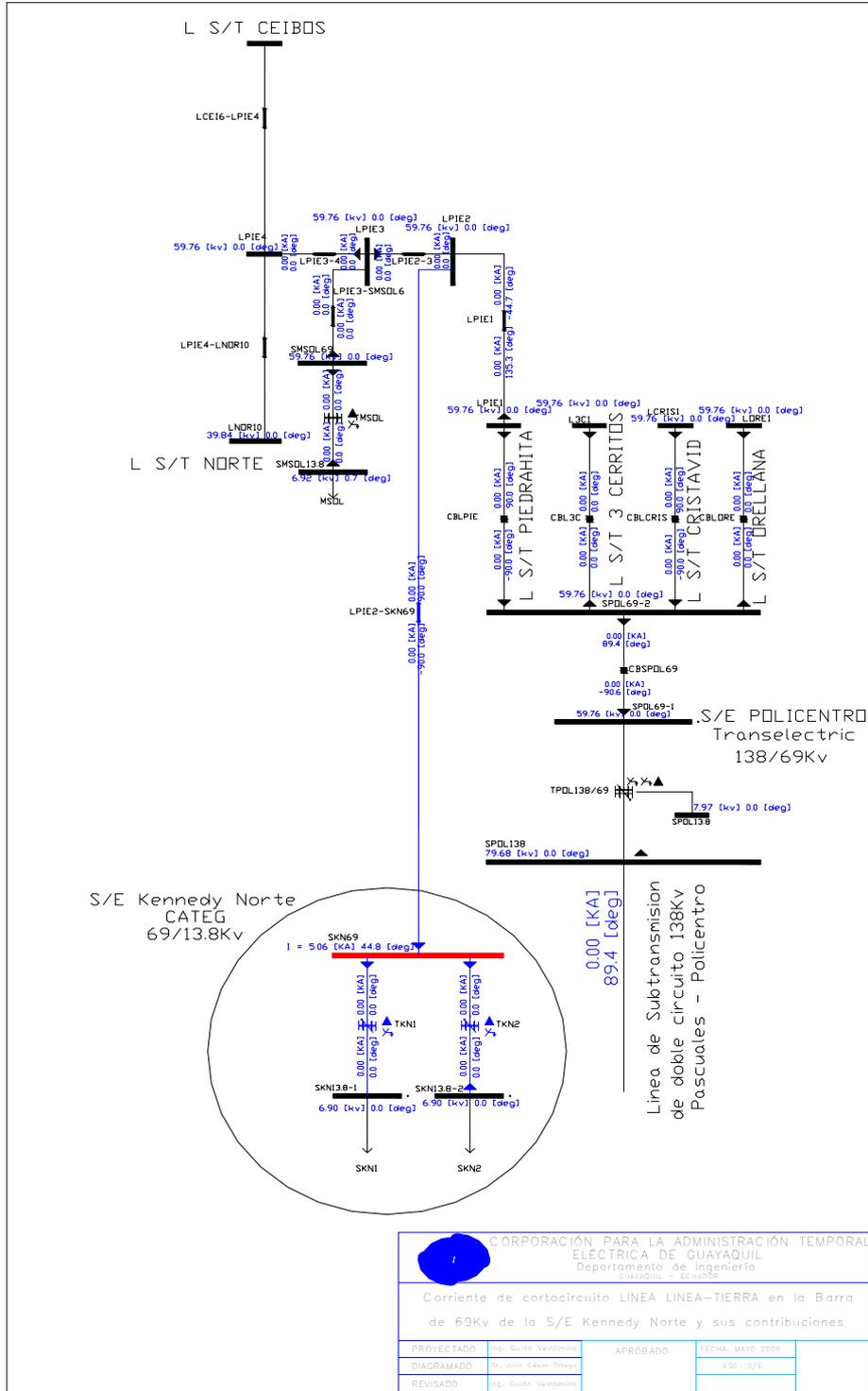
Contribución de corriente para falla trifásica en KN 69Kv
Grafico 62



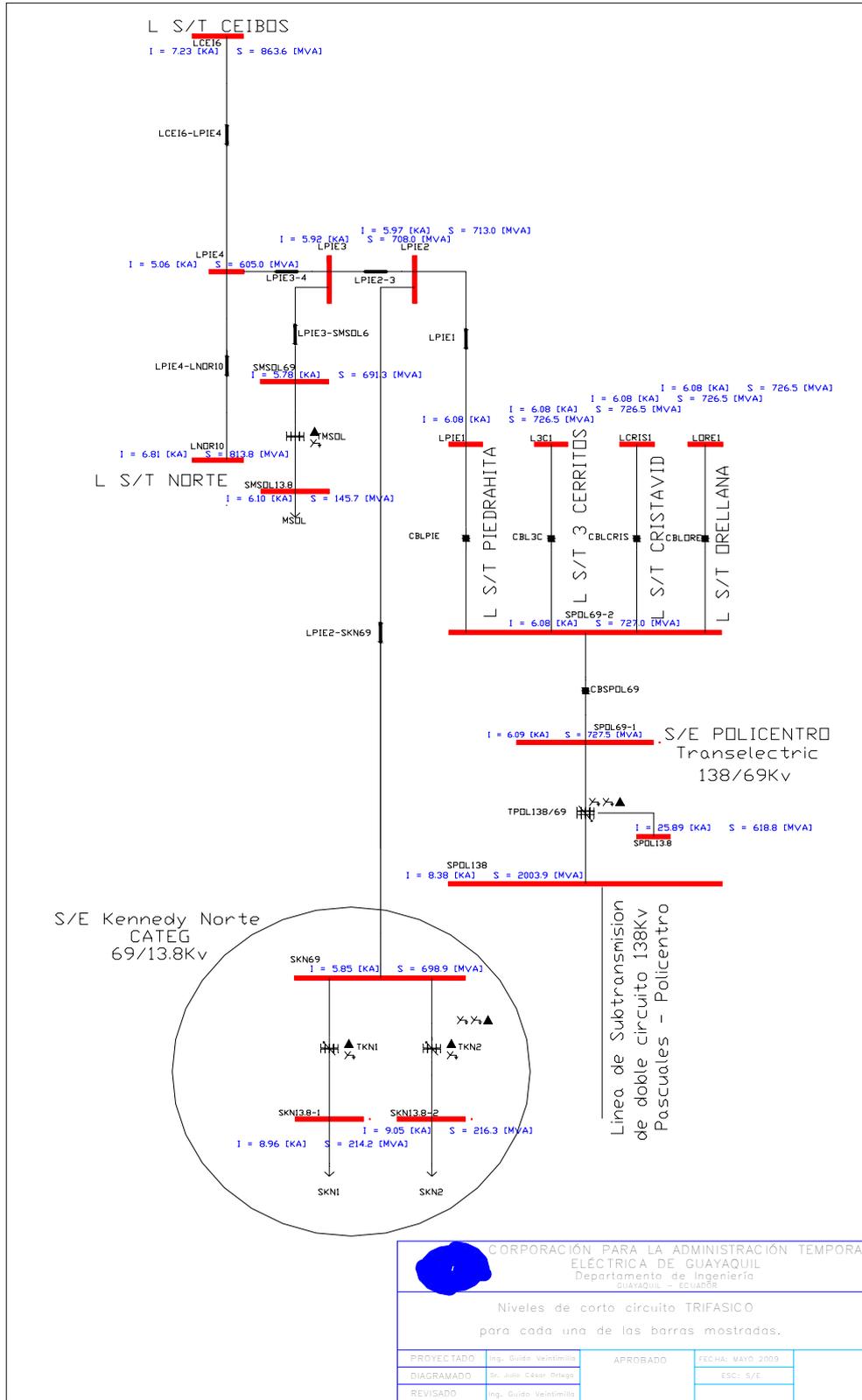
**Contribución de corriente para falla Línea a tierra en KN 69Kv
 Grafico 63**



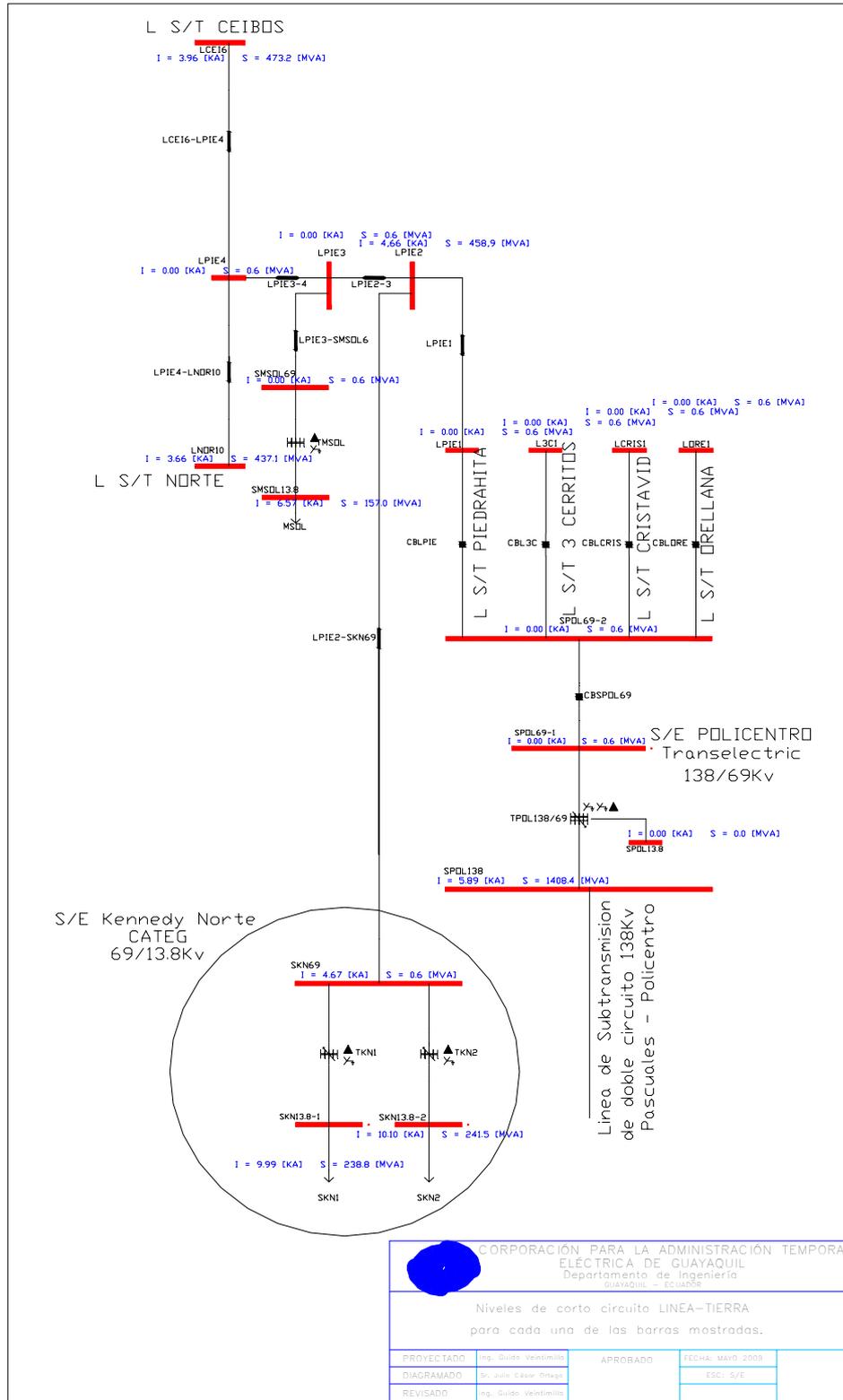
Contribución de corriente para falla Línea - Línea en KN 69kV
Grafico 64



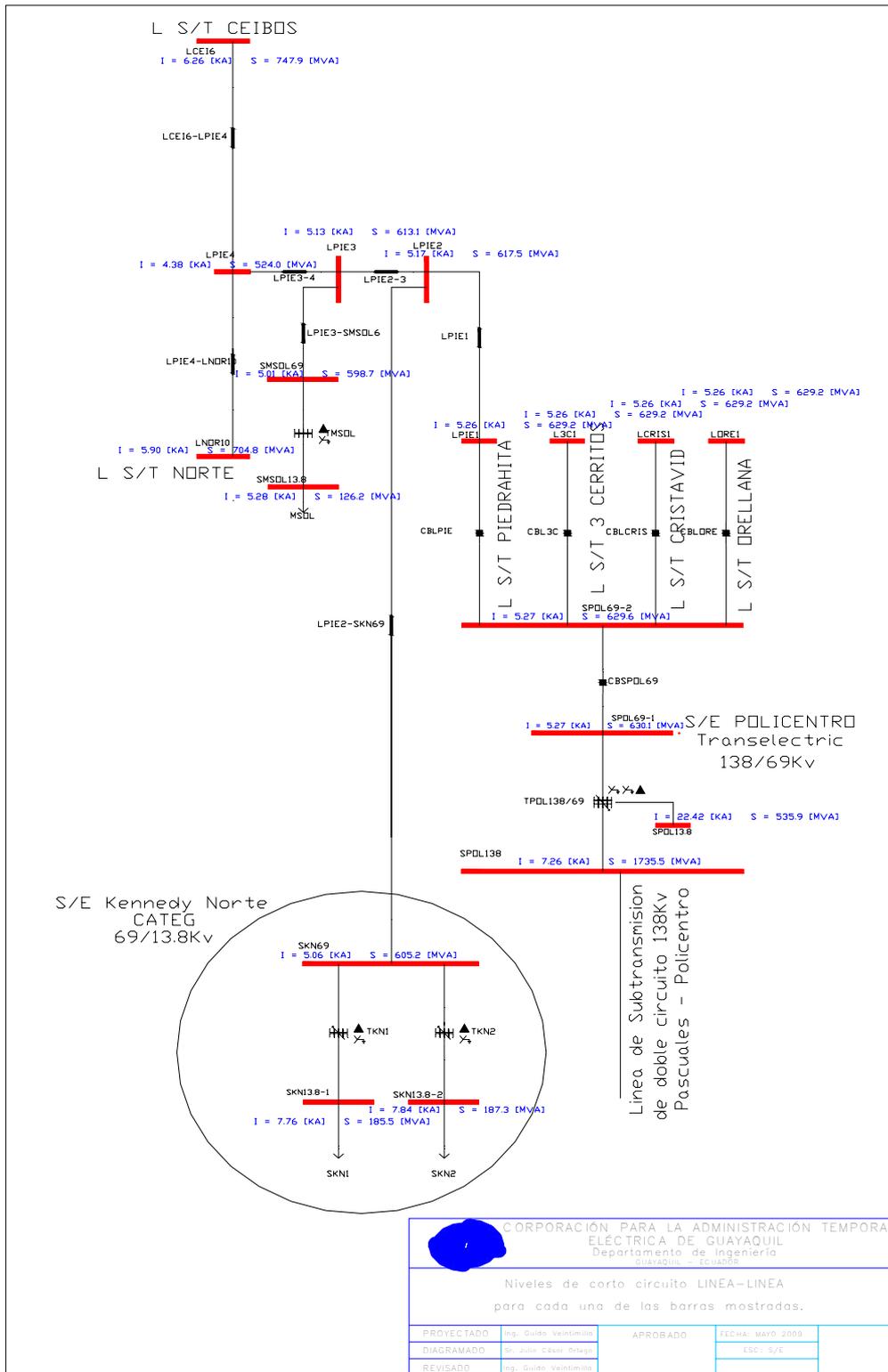
**Contribución de corriente para falla Línea Línea a tierra en KN 69Kv
Grafico 65**



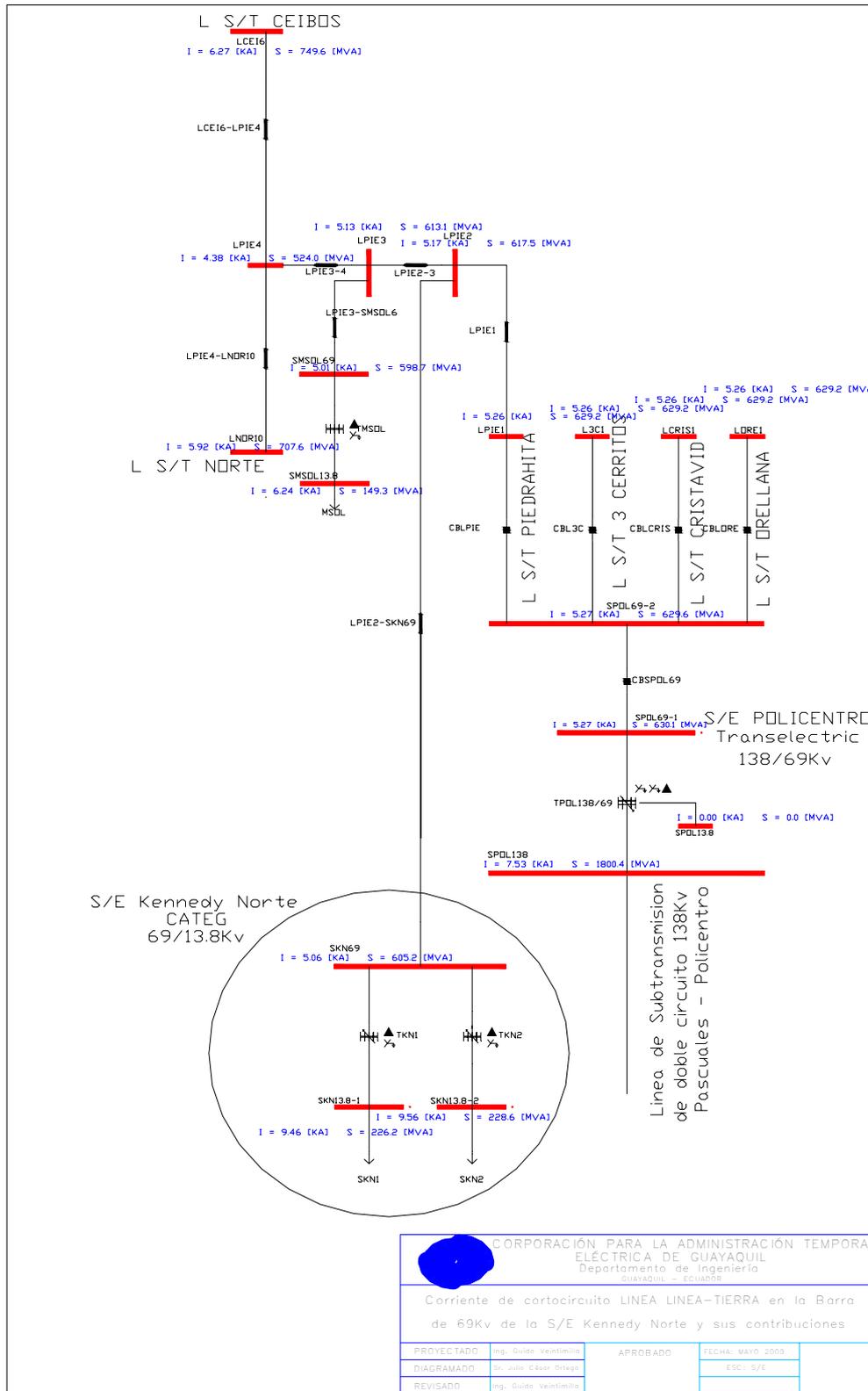
Falla trifásica en todas las barras
 Grafico 66



Falla Línea a tierra en todas las barras
 Grafico 67



Falla Línea a línea en todas las barras
 Grafico 68



Falla Línea-línea a tierra en todas las barras
 Grafico 69

CORPORACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN TEMPORAL
 ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL
 Departamento de Ingeniería
 GUAYAQUIL - ECUADOR

Corriente de cortocircuito LINEA LINEA-TIERRA en la Barra
 de 69Kv de la S/E Kennedy Norte y sus contribuciones

PROYECTADO	Ing. Guido Velez Jimenez	APROBADO	FECHA: MAYO 2009
DIAGRAMADO	Dr. Juan C. Carr (Riesg)		ESC: S/E
REVISADO	Ing. Guido Velez Jimenez		

3.2.2.- Cortocircuito S/E Kennedy Norte (Baja 13.8Kv).

En el presente sub-capítulo se explicará primero los pasos para el cálculo de parámetros necesarios en el estudio de cortocircuito para finalmente obtener valores de corrientes y voltajes de falla para la Subestación Kennedy Norte.

Impedancias de las líneas

Primero es necesario conocer los valores de impedancias de las líneas a las cuales se les va a realizar el estudio de cortocircuito. Por esa razón se realizó un levantamiento de las 4 alimentadoras aéreas de la subestación Kennedy Norte. En ese levantamiento se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Calibre del conductor (fase y neutro).
- Tipo de Ramal (3Φ , 2Φ , 1Φ).
- Tipo de estructura (centrada o volada).
- Elementos eléctricos tales como acometidas en media tensión, transformadores y bancos de capacitores.

Una vez que se identificaron los tipos de tramos se procede a usar los planos que se nos facilitó la CATEG, que estaban elaborados en el programa autocad, para la obtención de las distancias de los tramos sean estos 3ϕ 's, 2ϕ 's y 1ϕ 's.

- Luego con ayuda de la tabla 2-A del libro Transmisión y Distribución de la Westinghouse se determina los parámetros de los conductores, tales como: resistencia y radio medio geométrico.
- Por último, se procederá a hallar la reactancia de la línea. Se tomará como base las distancia establecidas en el libro de INECEL que trata el diseño de líneas de 13.8KV.

Los tipos de conductores que se encontraron en las 4 alimentadoras de la subestación durante el proceso de levantamiento son:

- **ACSR 336 Conductor de la Troncal**
- **ACSR 3/0 Ramal Trifásico**
- **ACSR #2 Usado para ramales trifásicos, de dos fases y monofásicos**

A continuación se presentarán los valores de resistencia y reactancia de los conductores de las alimentadoras de la Subestación Kennedy Norte.

Secuencia Positiva y Negativa

Resistencia

En la siguiente tabla se muestran los valores de resistencia de los conductores que se encontraron instalados en las alimentadoras de la Subestación Kennedy Norte.

Calibre	R [50°C]	R [50°C]
	Ω/milla	Ω/Km
336	0.278	0.173
3/0	0.723	0.449
2	1.690	1.050

RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES
Tabla LXXXI

Nota: Los valores de las resistencias por unidad de longitud fueron encontrados en la tabla 2-A del libro T&D de la Westinghouse.

Reactancia

Luego de obtener los valores de resistencia se procedió a hallar los valores de reactancia que dependen de la geometría del conductor y del espaciamiento entre los mismos. Para esto usamos la siguiente ecuación:

$$X = \frac{0.2794 \cdot f}{60} * \log \left[\frac{GMD_{\Phi}}{GMR_{\Phi}} \right] \quad \text{Ecuación 6}$$

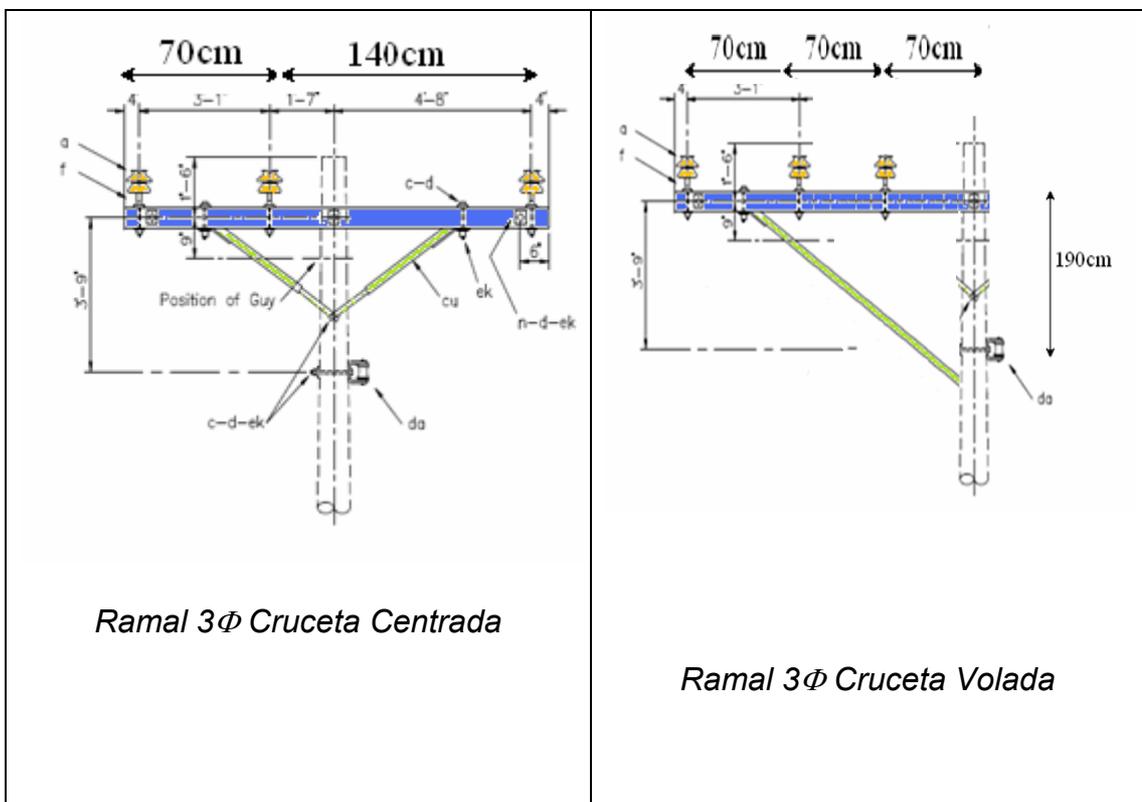
GMD_{Φ} = Distancia media geométrica entre los conductores de fases en pies [ft]

GMR_{Φ} = Radio medio geométrico del conductor de fase en pies.

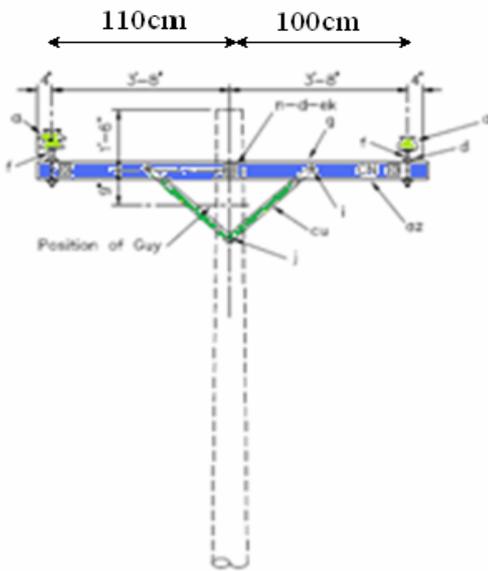
Nota: El radio medio geométrico de cada conductor se obtiene de la tabla 2-A del libro del T&D de la Westinghouse.

GMD_{ϕ}

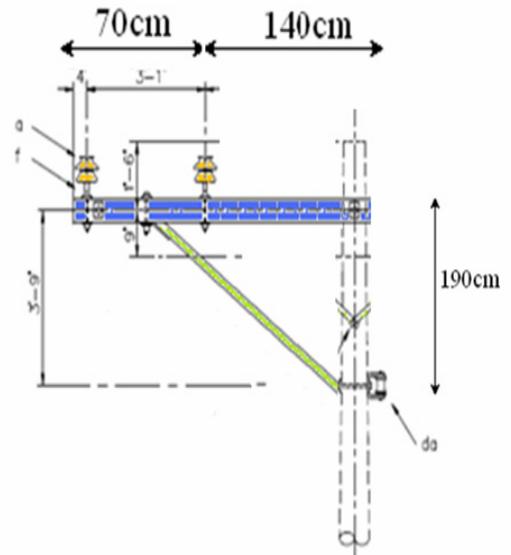
La distancia media geométrica o “ d_{eq} ” se la obtiene tomando en cuenta la siguiente disposición de los conductores que se muestra en la tabla siguiente:



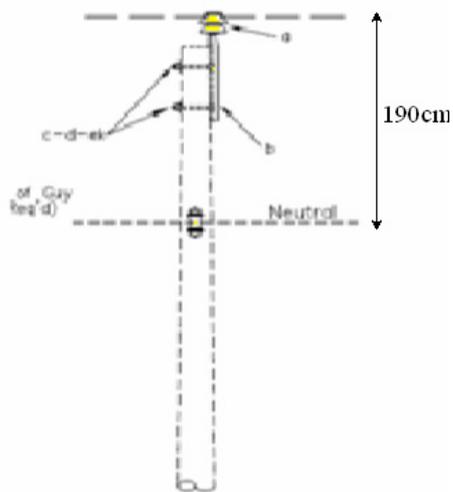
**Tipos de crucetas de tres conductores
Grafico 70**



Ramal 2 Φ Cruceta Centrada



Ramal 2 Φ Cruceta Volada



Ramal 1 Φ

**Cruceta de dos fases y monofásica
Grafico 71**

A continuación se mostrarán las fórmulas usadas para el cálculo de la distancia media geométrica entre conductores:

Distancias medias geométricas			
Tipo de Línea (neutro multiterrizado)			
Cantidad	Trifásica	Dos Fases	Una Fase
GMD_{ϕ}	$\sqrt[3]{d_{ab} d_{bc} d_{ca}}$	d_{bc}	d_{an}

**Distancias medias Geométricas
TABLA LXXXII**

El cálculo de las reactancias para cada conductor de las 4 alimentadoras de la subestación Kennedy Norte se muestra a continuación:

Resistencias y Reactancias obtenidas para secuencia positiva y negativa				
Esquemas de estructuras	R₁₋₂		X₁₋₂	
	Ω /milla	Ω /Km	Ω /milla	Ω /Km
Circuito 3 Fases 336 Centrado	0.278	0.173	0.624	0.388
Circuito 3 Fases 336 Volado	0.278	0.173	0.580	0.360
Circuito 3 Fases 3/0 Centrado	0.723	0.449	0.794	0.494
Circuito 3 Fases 3/0 Volado	0.723	0.449	0.750	0.466
Circuito 3 Fases # 2 Centrado	1690	1050	0.838	0.521
Circuito 3 Fases # 2 Volado	1690	1050	0.794	0.493
Circuito 2 Fases # 2 Centrado	1690	1050	0.899	0.559
Circuito 2 Fases # 2 Volado	1690	1050	0.766	0.476
Circuito 1 Fase # 2	1690	1050	0.899	0.559

**Impedancias para cada tipo de estructura
TABLA LXXXIII**

La ecuación general para el cálculo de impedancias de secuencia positiva y negativa queda como sigue:

$$Z = R_{\phi} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{GMD_{\phi}}{GMR_{\phi}} \left[\frac{\Omega}{\text{millas}} \right]$$

Ecuación 7

Secuencia Cero

Para la impedancia de secuencia cero se usaron las siguientes formulas:

$$Z_{00} = R_{\phi} + 0.2867 \frac{f}{60} + j0.8382 \frac{f}{60} \log \frac{D_{\phi}}{\sqrt[3]{GMR_{\phi} \times GMD_{\phi}^2}} - \frac{3Z_{\phi n}^2}{Z_{NN}} \left[\frac{\Omega}{\text{milla}} \right]$$

Ecuación 8

Donde:

$$Z_{NN} = R_N + 0.0954 \frac{f}{60} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{D_{\phi}}{GMR_N}$$

$$Z_{\phi N} = 0.0954 \frac{f}{60} + j0.2794 \frac{f}{60} \log \frac{D_{\phi}}{GMD_{\phi N}}$$

$$D_{\phi} = 2160 \sqrt{\frac{\rho}{f}} f$$

R_{ϕ} = Resistencia del conductor de fase en [Ω /milla]

f = Frecuencia nominal del sistema en Hertz

ρ = valor promedio de resistividad de la tierra, ohmios-metros, de la ruta del circuito. Si no se dispone del valor, se asume un valor de 100

$GMD_{\phi n}$ = Distancia media geométrica entre los conductores de fases y el conductor del neutro en pies.

GMR_n = Radio medio geométrico del conductor del neutro en pies.

R_n = Resistencia del conductor neutro en [Ω /milla]

A continuación se mostrarán las fórmulas usadas para el cálculo de la distancia media geométrica relacionadas al neutro:

Distancias medias geométricas			
Tipo de Línea (neutro multiaterrizado)			
Cantidad	Trifásica	Dos Fases	Una Fase
GMD_{ϕ}	$\sqrt[3]{d_{ab} d_{bc} d_{ca}}$	d_{bc}	d_{an}

Distancias medias Geométricas
TABLA LXXXIV

Los valores calculados de impedancia de secuencia cero son los siguientes:

Resistencias y Reactancias obtenidas para secuencia cero				
Esquemas de estructuras	R_o		X_o	
	Ω /milla	Ω /Km	Ω /milla	Ω /Km
Troncal Centrada	0.760	0.472	2866	1781
Troncal Volada	0.747	0.464	2967	1844
Circuito 3 Fases 3/0 Centrado	1309	0.813	2950	1834
Circuito 3 Fases 3/0 Volado	1292	0.803	3049	1895
Circuito 3 Fases # 2 Centrado	2339	1454	3018	1875
Circuito 3 Fases # 2 Volado	2321	1442	3114	1935
Circuito 2 Fases # 2 Centrado	2334	1451	2898	1801
Circuito 2 Fases # 2 Volado	2309	1435	3174	1973
Circuito 1 Fase # 2	2339	1453	2896	1800

Impedancias para cada estructura
TABLA LXXXV

Impedancia del transformador

Una vez que se obtiene los valores de impedancia de línea, tanto de secuencia positiva, negativa y cero, procedemos a hallar el valor de impedancia de secuencia del transformador.

Secuencia Positiva y Negativa

Para determinar la impedancia de secuencia positiva del transformador de la subestación Kennedy Norte en ohmios referida al secundario, se necesita conocer los siguientes valores:

KV_S = Voltaje fase – fase, en KV, nominal del transformador en el lado secundario del transformador trifásico.

MVA_T = Capacidad nominal (OA) del transformador trifásico en MVA.

KW_{NL} = Pérdidas sin carga del transformador trifásico en KW.

KW_{TOT} = Pérdidas totales del transformador trifásico en KW cuando está entregando la salida nominal (OA).

$Z_{T\%}$ = Impedancia de fuga del transformador en porcentaje.

En la subestación existen dos transformadores llamados Kennedy 1 y Kennedy 2, a continuación se muestran los valores requeridos para cada transformador:

Kennedy 1

Transformador			Perdidas	
KV _S	MVA _T	Z%	KW _{TOT}	KW _{NL}
13,8	18	7,77	92,994	20,007

Características Técnicas Kennedy 1
TABLA LXXXVI

Kennedy 2

Transformador			Perdidas	
KV _S	MVA _T	Z%	KW _{TOT}	KW _{NL}
13,8	18	7,66	93,3595	19,314

Características Técnicas Kennedy 2
TABLA LXXXVII

Para el cálculo de impedancias se usará la siguiente fórmula:

$$Z_{1T} = \frac{KV_S^2}{MVA_T} \left[\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000MVA_T} + j \sqrt{\left(\frac{Z_{T\%}}{100} \right)^2 - \left(\frac{KW_{TOT} - KW_{NL}}{1000MVA_T} \right)^2} \right]$$

Ecuación 9

Donde Z_{1T} es la impedancia de secuencia positiva del transformador. La impedancia de secuencia negativa toma el mismo valor de la positiva.

De acuerdo a los cálculos, los valores de impedancia de secuencia positiva y negativa referida al secundario de los transformadores son las siguientes:

Kennedy 1

Z1 en Ohmios secundarios	
R[Ω]	X[Ω]
0,0429	0,820946

**Impedancia + y - Kennedy 1
TABLA LXXXVIII**

Kennedy 2

Z1 en Ohmios secundarios	
R[Ω]	X[Ω]
0,043522	0,809259

**Impedancia + y - Kennedy 2
TABLA LXXXIX**

Secuencia Cero

Los transformadores de potencia de la subestación Kennedy Norte tienen una conexión Delta – Y sólidamente aterrizado y para hallar la impedancia de secuencia Cero en Ω referida al lado secundario se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_0 = K_1 Z_{1T} + 3Z_N$$

Ecuación 10

Donde:

Z_N = Impedancia del neutro en ohmios

$K_1 = 1.0$ para banco de transformadores (3 unidades)

$K_1 = 0.9$ para un transformador trifásico con núcleo de tres piernas. Este es un valor aproximado. Los valores actuales pueden variar considerablemente dependiendo del diseño del transformador.

Puesto que el transformador de poder de la subestación Kennedy Norte está sólidamente aterrizado no se tomará en cuenta el valor de Z_N , por lo tanto, el segundo término de la ecuación mostrada anteriormente se elimina.

Entonces, el valor de la constante k_1 será 0.9 puesto el transformador de poder de la subestación que está siendo analizada es trifásico. De acuerdo a los cálculos, el valor de impedancia de secuencia cero referida al secundario del transformador de la subestación Kennedy Norte es el siguiente:

Kennedy 1

Z0 en Ohmios secundarios	
R[Ω]	X[Ω]
0,03861	0,738851

Impedancia sec cero Kennedy 1
TABLA XC

Kennedy 2

Z0 en Ohmios secundarios	
R[Ω]	X[Ω]
0,03917	0,728333

Impedancia sec cero Kennedy 2
TABLA XCI

Cálculo de impedancia de secuencias para el sistema aguas arriba del transformador de poder.

Una vez hallado todos los valores de impedancias es necesario y fundamental considerar la impedancia que tiene el circuito antes de los terminales primarios de los transformadores de poder.

Con referencia al diagrama unifilar, el sistema que provee la potencia del lado de alto voltaje o primario del transformador de poder de la subestación puede ser representado por una impedancia Thevenin en ohmios referida al lado secundario tanto para la red de secuencia positiva como para la red de secuencia cero.

Secuencia Positiva y Negativa

Si el sistema que alimenta el lado primario de la subestación de distribución es definido en términos de los MVA de falla trifásica, factor de potencia, y la corriente disponible de una falla franca a tierra, las impedancias de secuencia del sistema primario en ohmios referidos al lado secundario son:

$$Z_{1P} = \frac{KV_S^2}{MVA_{3P}} \left[PF_{3P} + j\sqrt{1 - PF_{3P}^2} \right] \left[\frac{KV_{3P}}{KV_P} \right]^2$$

Ecuación 11

Donde:

KV_S = Voltaje fase – fase nominal del transformador en KV en el lado secundario del transformador.

KV_P = Voltaje fase – fase nominal del transformador en KV en el lado primario del transformador.

MVA_{3P} = Capacidad de falla trifásica disponible en MVA en los terminales primarios del transformador de la subestación.

KV_{3P} = Voltaje fase – fase del sistema primario usado como la base en calcular MVA_{3P} . Usualmente este es el mismo que KV_P .

PF_{3P} = Factor de potencia de la corriente de falla trifásica disponible en los terminales primarios; es igual a $\cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{x}{r}\right)\right)$ donde $\frac{x}{r}$ es la relación de impedancias del sistema.

El cálculo de la impedancia de secuencia positiva y negativa para el sistema aguas arriba de los transformadores de potencia se muestra en la siguiente tabla.

Falla Lado primario				Transformador		Z1 p.u. del sistema	
MVAcc 3 Φ	KV3p	x/r	FP 3P	KVp	KVs	R	X
908,287	69	10	0,0995	67	13,8	0,021999	0,219989

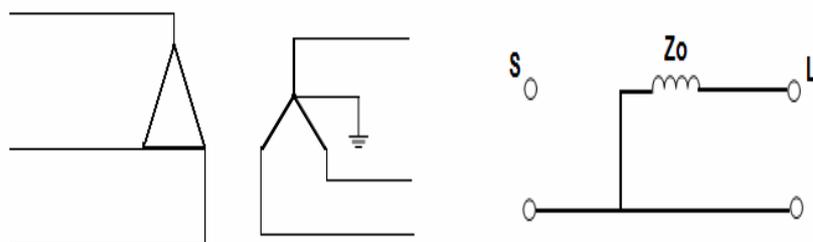
Impedancia de secuencia positiva y negativa aguas arriba
TABLA XCII

Secuencia Cero

La impedancia de secuencia cero no se la necesita para el análisis de falla debido a que tenemos una conexión DELTA-ESTRELLA (aterrizado), por esta razón al momento de analizar los circuitos de secuencia esta impedancia queda aislada.

Conexión del Transformador

Diagrama de Impedancia Cero



Circuito de secuencia o para tafos delta estrella
Grafico 72

En la figura de arriba se muestra la razón por la cual el circuito de impedancia de secuencia cero queda aislado en el lado de la fuente del transformador, por lo tanto la exclusión de este valor de impedancia no afectará el análisis de corto circuito a nivel de 13.8 KV.

Análisis de falla

Una vez obtenido los parámetros necesarios, se procederá a hallar todas las corrientes de fallas para cada uno de los puntos más relevantes de las 4 alimentadoras aéreas de la subestación Kennedy Norte, con la finalidad de obtener valores máximos y mínimos que nos permitan verificar si la coordinación actual es la correcta y para hacer mejoras que se requieran y/o determinar los puntos en las alimentadoras que requieran de mejoras.

Para eso se utilizan las siguientes fórmulas:

Corriente de falla trifásica

Magnitud de corriente en las tres fases

$$|If_{3\phi}| = \left| \frac{V_{pf}}{Z_1} \right|$$

Ecuación 12

Corriente de falla línea a tierra

Magnitud de corriente en la fase fallada y el neutro

$$|If_{1\phi}| = \left| \frac{3 * V_{pf}}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \right|$$

Ecuación 13

Corriente de falla línea a línea

Magnitud de corriente en las dos fases falladas

$$|If_{L-L}| = \left| \pm j \frac{\sqrt{3} * V_{pf}}{Z_1 + Z_2} \right|$$

Ecuación 14

Corriente de falla dos fases a tierra

Magnitud de corriente en una fase fallada

$$|If_{2\phi}| = \left| -j\sqrt{3}V_{pf} \frac{Z_0 + 3Z_f - aZ_2}{Z_1Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right|$$

Ecuación 15

Magnitud de corriente en la otra fase fallada

$$|If_{2\phi}| = \left| +j\sqrt{3}V_{pf} \frac{Z_0 + 3Z_f - a^2Z_2}{Z_1Z_2 + (Z_1 + Z_2)(Z_0 + 3Z_f)} \right|$$

Ecuación 16

Magnitud de corriente que circula en el neutro

$$|If_{2\phi}| = \left| \frac{3V_{pf}}{Z_1 + Z_2 \parallel Z_0} * \frac{Z_2}{Z_2 + Z_0} \right|$$

Ecuación 17

Donde

$If_{3\phi}$	Corriente de falla trifásica
$If_{1\phi}$	Corriente de falla monofásica
If_{L-L}	Corriente de falla línea a línea
$If_{2\phi}$	Corriente de falla dos fases a tierra
Z_1, Z_2, Z_0	Impedancias de secuencia positiva, negativa y cero
V_{pf}	Voltaje de Pre-falla

Cálculo de las corrientes de falla de las 4

Alimentadoras

La localización de los puntos de las 4 alimentadoras aéreas de la subestación Kennedy Norte en donde se efectuó el estudio completo de fallas se muestran en los planos adjuntos y los valores de corriente de falla en esos puntos se los muestran en tablas, todo esto lo puede encontrar en los anexos “Diagramas de las Alimentadoras” y “Cálculo de Fallas”.

A continuación se mostrará el resumen del estudio de falla realizado a cada alimentadora. Se tomará en cuenta en este resumen el valor de corriente de falla máxima y mínima simétrica en una de las fases, a lo largo de toda la alimentadora, el valor de la corriente asimétrica la cual nos ayuda a determinar la capacidad de interrupción de los equipos es menor a 10KA y se muestra en el anexo “Calculo de Fallas”.

Alimentadora “Las Cámaras”

En la siguiente tabla se muestran los valores de corriente de falla de esta alimentadora.

CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA		
En una de las fases		Tipo
Máxima	8529 Amp.	L-T
Mínima	4180 Amp.	L-T

Corriente de falla las cámaras
TABLA XCIII

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la corriente de falla máxima en toda la alimentadora es menor a 8 KA, mientras que la corriente debido una falla a tierra es mayor a ese valor pero menor a 10KA (capacidad de la caja porta fusible); estos valores son de gran importancia para determinar la capacidad de interrupción del equipo de protección.

Alimentadora “Urdenor”

En la siguiente tabla se muestran los valores de corriente de falla de esta alimentadora.

CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA		
En una de las fases		Tipo
Máxima	8529 Amp.	L-T
Mínima	1605 Amp.	L-T

**Corriente de falla Urdenor
TABLA XCIV**

El valor máximo de corriente coincide con el de la alimentadora las cámaras esto se debe a que la corriente máxima se da en las terminales del transformador es decir en el arranque de la alimentadora y este valor es el mismo para todas las alimentadoras.

Alimentadora “Plaza del Sol”

En la siguiente tabla se muestran los valores de corriente de falla de esta alimentadora.

CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA		
En una de las fases		Tipo
Máxima	8529 Amp.	L-T
Mínima	2239 Amp.	L-T

Corriente de falla Plaza del Sol
TABLA XCV

Se observa que los valores de corriente mínima son menores que en la alimentadora las cámaras esto se deben a la longitud de la alimentadora ya que mientras más larga es menor va a ser la corriente de falla.

Alimentadora “José Castillo”

En la siguiente tabla se muestran los valores de corriente de falla de esta alimentadora.

CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA		
En una de las fases		Tipo
Máxima	8538 Amp.	L-T
Mínima	1300 Amp.	L-T

Corriente de falla José Castillo
TABLA XCVI

Esta alimentadora es la que posee la corriente más baja debido a que es la más larga como ya se comentó antes.

Cálculo de voltajes de falla de las 4 Alimentadoras

Los puntos donde se calcularon los voltajes se encuentran coincidentes con los puntos donde se realizó el estudio de cortocircuito y este se encuentra detallado en los planos y en el documento de Cálculos de Cortocircuito.

A continuación se muestra la variación máxima de voltaje que se presenta a lo largo de las alimentadoras tomando como voltaje nominal 7967 [Vln].

Cabe recalcar que el voltaje que se muestra a continuación es el voltaje máximo en una de las fases falladas.

Alimentadora “Las cámaras”

En la siguiente tabla se muestran los valores de voltaje máximo de falla de esta alimentadora.

Voltaje de Falla

Máximo	8.945.767.912
% de elevación	117.398.529

**Voltaje de falla las cámaras
TABLA XCVII**

En la alimentadora Las cámaras el voltaje máximo de falla que ocurre en algún punto alejado del arranque de la misma y supera en 17.4% al valor nominal. Presenta el menor incremento de voltaje que todas las alimentadoras aéreas y esto se debe a su corta longitud.

Alimentadora “Urdenor”

En la siguiente tabla se muestran los valores de voltaje máximo de falla de esta alimentadora.

Voltaje de Falla

Máximo	105.325.784
% de elevación	138.222.814

**Voltaje de falla Urdenor
TABLA XCVIII**

En la alimentadora Urdenor el voltaje máximo de falla ocurre en algún punto alejado del arranque de la misma y supera en 38.22% al valor nominal. Esta presenta el mayor sobre voltaje probablemente a que es una alimentadora bastante larga

Alimentadora “Plaza del sol”

En la siguiente tabla se muestran los valores de voltaje máximo de falla de esta alimentadora.

Voltaje de Falla

Máximo	980.822.269
% de elevación	128.716.833

Voltaje de falla Plaza del sol
TABLA XCIX

En la alimentadora Plaza del sol el voltaje máximo de falla supera en 22.21% al valor nominal.

Alimentadora “José Castillo”

En la siguiente tabla se muestran los valores de voltaje máximo de falla de esta alimentadora.

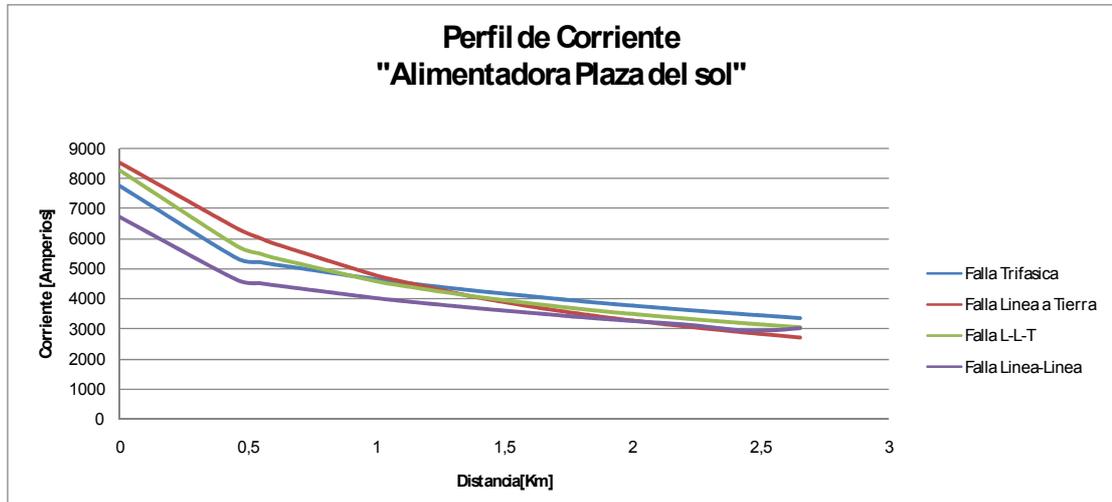
Voltaje de Falla

Máximo	985.262.098
% de elevación	129.299.488

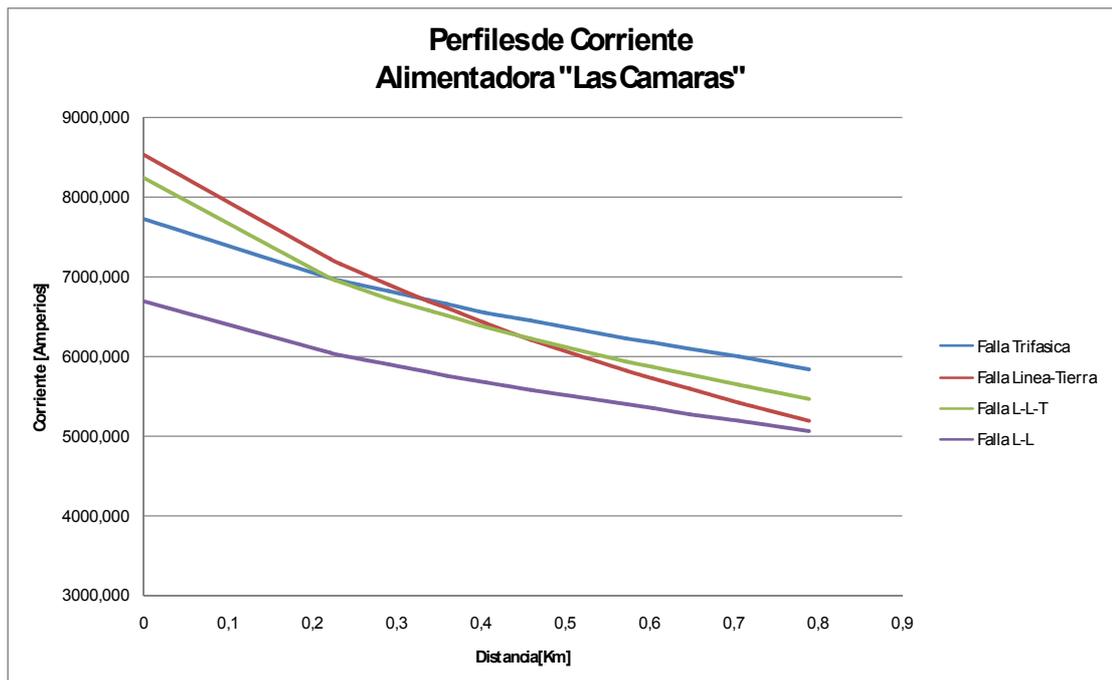
Voltaje de falla José Castillo.
TABLA C

En la alimentadora José Castillo el voltaje máximo de falla supera en 22.21% al valor nominal.

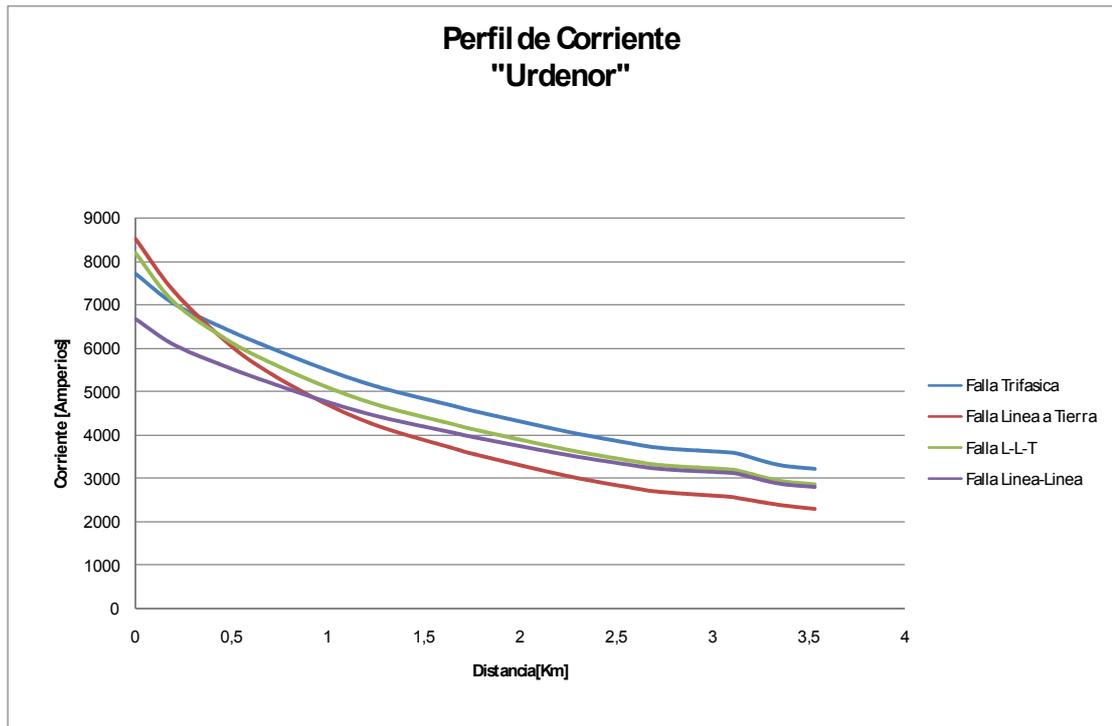
PERFILES DE CORRIENTE



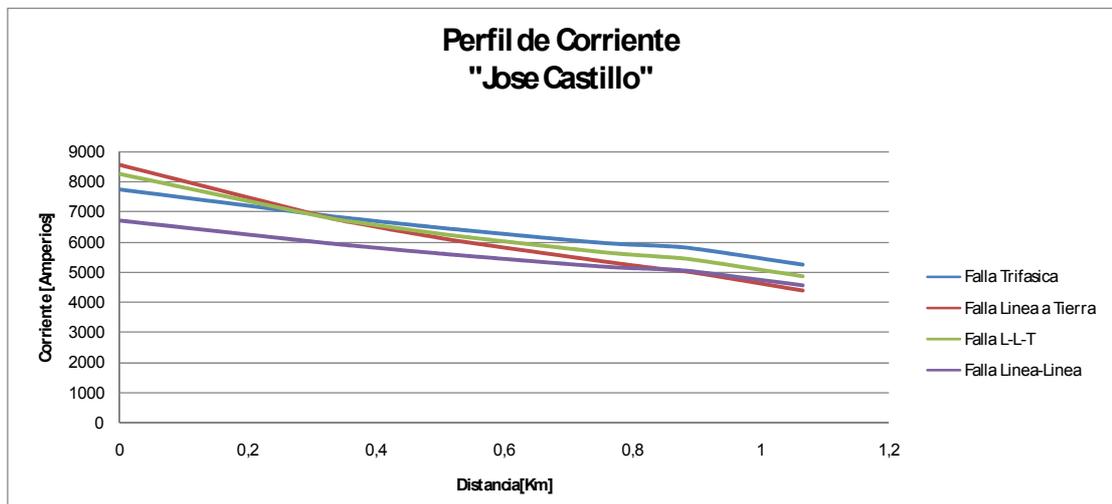
**Perfil de corriente las cámaras
Grafico 73**



**Perfil de corriente Plaza del sol
Grafico 74**

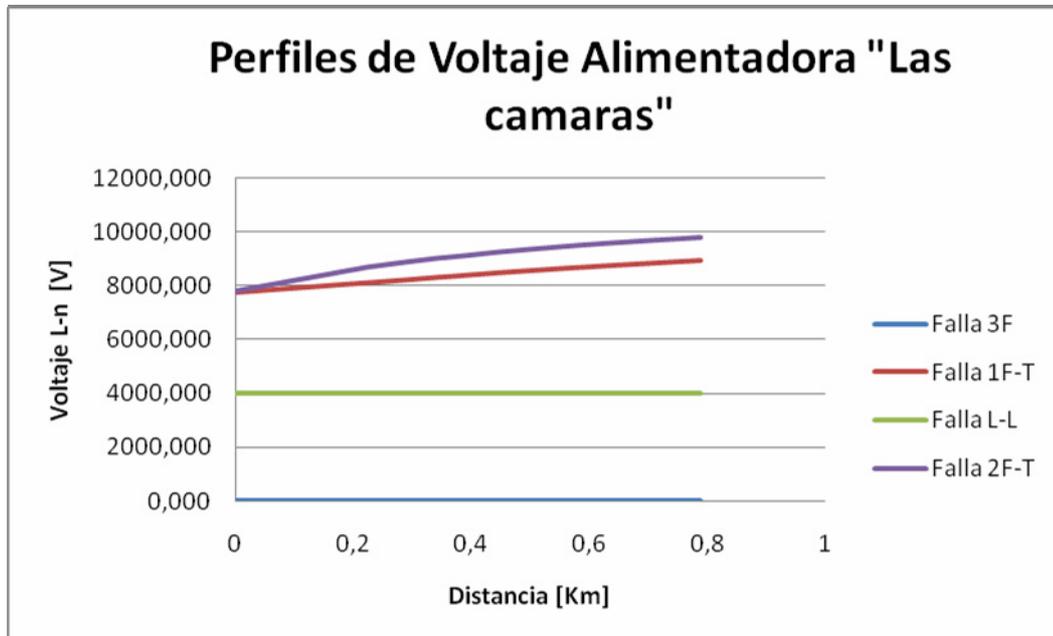


**Perfil de corriente Urdenor
Grafico 75**

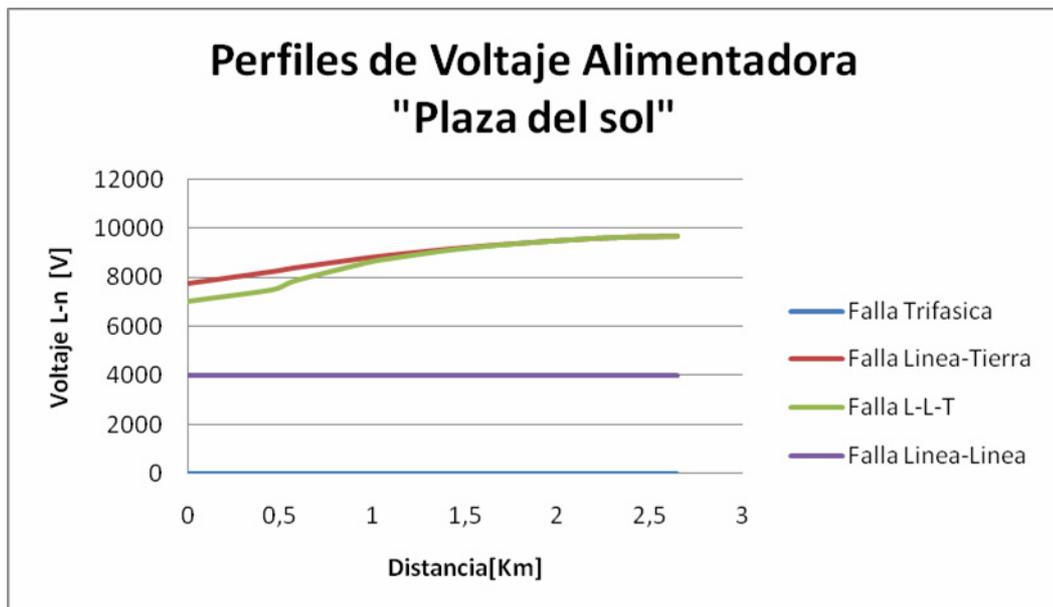


**Perfil de corriente José Castillo
Grafico 76**

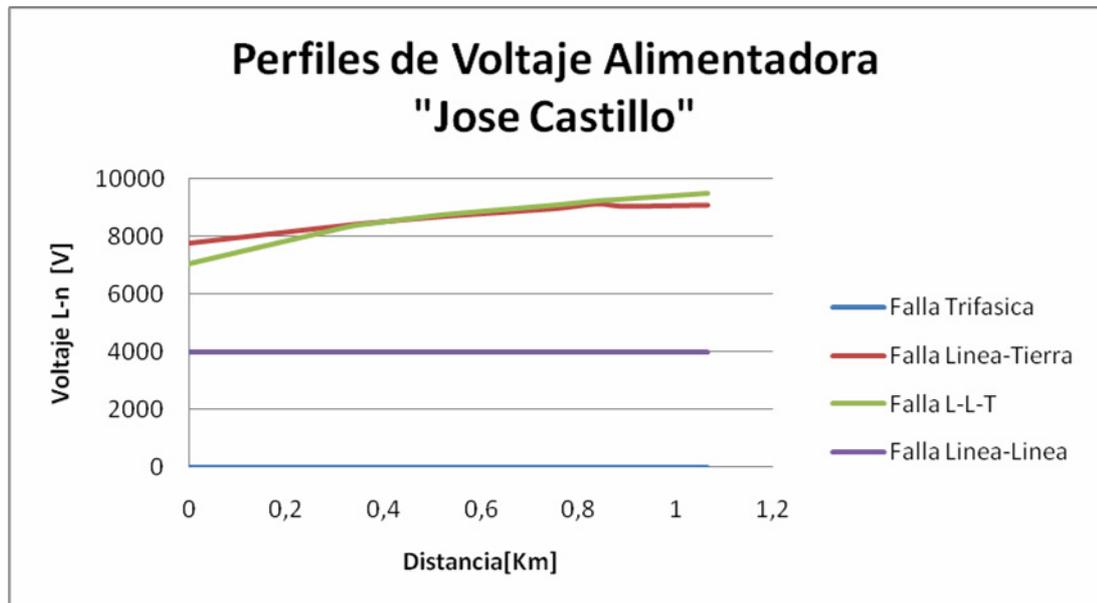
PERFILES DE VOLTAJE



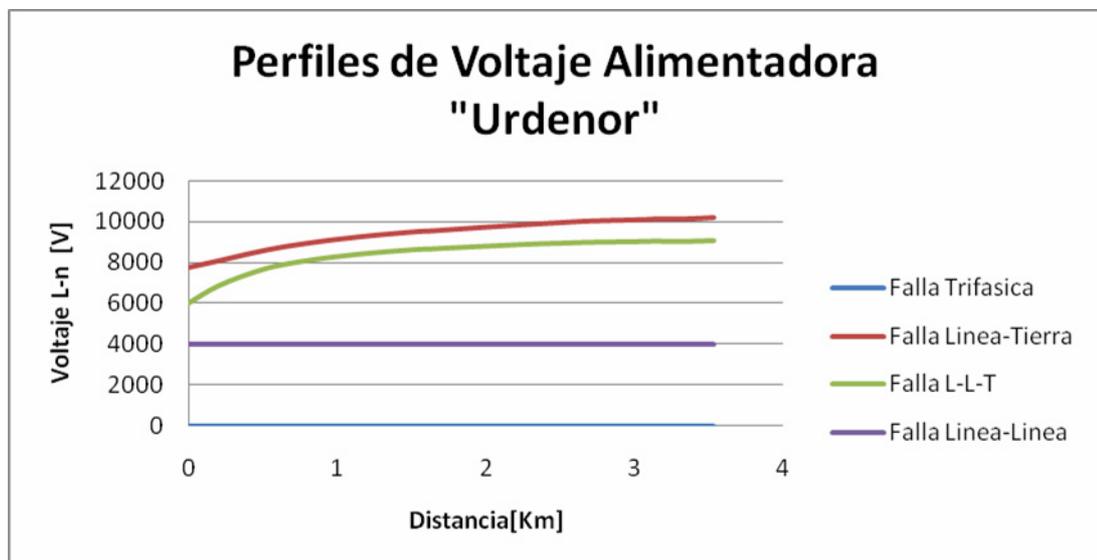
Perfil de voltaje Las Cámaras
Grafico 77



Perfil de voltaje Plaza del Sol
Grafico 78



Perfil de voltaje José Castillo
Gráfico 79



Perfil de voltaje Urdenor
Gráfico 80

3.3.- Coordinación de Protecciones

La coordinación del sistema de protecciones en un sistema eléctrico es una parte fundamental debido a que nos garantiza la correcta operación del mismo en casos de cualquier tipo de contingencia. La coordinación, selectividad y rapidez, son los parámetros fundamentales para lograr un alto grado de confiabilidad en la entrega del servicio.

La coordinación de los fusibles con la protección de la subestación se las muestra en los anexos “Coordinación de Protecciones”.

Selección del Fusible en los transformadores de distribución

Para la selección del valor de corriente nominal de los fusibles para la protección de los transformadores de distribución se utilizan los siguientes valores estandarizados por la CATEG.

TRANSFORMADOR	VALORES
CAPACIDAD (KVA)	FUSIBLE
10	6K
15	6K
25	6K
37,5	6K
50	10K
75	15K
100	15K
167	25K
250	50K
333	50K
500	80K

Monofásicos

Tabla CI

TRANSFORMADOR	VALORES
CAPACIDAD (KVA)	FUSIBLE
45	6K
50	6K
75	6K
100	6K
112.5	6K
125	6K
150	10K
200	10K
225	15K
250	15K
300	15K
400	20K
500	25K
630	35K
750	50K
1000	50K
1500	80K

Trifásicos

Tabla CII

Fusibles en las alimentadoras

La alimentadora “Las Cámaras” contiene de 6 fusibles que se los puede apreciar en el diagrama unifilar mostrado en el Anexo “Rediseño del sistema de protecciones basado En la calidad del servicio” y cuyos valores se muestra en la tabla mostrada a continuación.

Fusible	Tipo
1	80K
2	20K
3	50K
4	20K
5	140K
6	25K

**Fusible en las Cámaras
Tabla CIII**

Los fusibles 5 (respaldo) y 6 (protector) de la alimentadora las cámaras deberían estar seleccionados según los criterios de coordinación (ver anexo Coordinación de Protecciones). Sus valores son de 140k y 25K respectivamente, tal como se muestran en la anterior tabla.

La máxima corriente de coordinación entre estos fusibles es de 5800 A. El siguiente paso será conocer cuál es el valor máximo de corriente de corto en la ubicación del fusible protector, en este caso, es de 5700 A (ver siguiente tabla). Debido a que este valor es menor que el límite de 5800 A, entonces

los fusibles y 6 de la subestación Kennedy Norte están correctamente coordinados.

PUNTOS EN PLANO		TIPO DE FUSIBLE		TABLA	I MAX DE CC	COORDINACION
PRINCIPAL	RESPALDO	PRINCIPAL	RESPALDO			
6	5	25K	140K	5800	5700	SI

**Coordinación las Cámaras
TABLA CIV**

La alimentadora “Plaza del sol” contiene 10 fusibles cuyos valores se encuentran en la siguiente tabla.

Fusible	Tipo
1	15K
2	40k
3	140k
4	15K
5	10K
6	20K
7	8K
8	100K
9	40K
10	10K

**Fusibles plaza del Sol
TABLA CV**

En este caso los fusibles 2 (respaldo) y 3 (protector) deberían estar coordinados de manera correcta (ver anexos de coordinación). Sus valores respectivamente son 80K y 140K como se muestra en la tabla.

La máxima corriente de coordinación entre estos fusibles es de 5800 A. El siguiente paso será conocer cuál es el valor máximo de corriente de corto en la ubicación del fusible protector, en este caso, es de 4200 A (ver siguiente tabla). Debido a que este valor es menor que el límite de 5800 A, entonces los fusibles 2 y 3 de la subestación Kennedy norte se encuentran correctamente coordinados.

PUNTOS EN PLANO		TIPO DE FUSIBLE		TABLA	I MAX DE CC	COORDINACION
PRINCIPAL	RESPALDO	PRINCIPAL	RESPALDO			
2	3	40K	140K	5800	4200	SI

Coordinación Plaza del Sol
TABLA CVI

La alimentadora “José Castillo” contiene 20 fusibles cuyos valores se los puede apreciar en la siguiente tabla.

Fusible	Tipo	Fusible	Tipo
1	20K	11	25
2	140K	13	6K
3	15K	14	140K
4	20K	15	3K
5	25K	16	50K
6	8K	17	80K
8	40K	18	100K
9	10K	19	50K
10	15K	20	12K

Coordinación José Castillo
TABLA CVII

En el caso de la alimentadora José Castillo existen 11 casos para en los cuales los fusibles deberían estar coordinados y la coordinación se muestra a continuación.

PUNTOS EN PLANO		TIPO DE FUSIBLE		TABLA	I MAX DE CC	COORDINACION
PRINCIPAL	RESPALDO	PRINCIPAL	RESPALDO			
3	2	15K	140K	5800	5600	Si
4	2	20K	140K	5800	5500	Si
5	2	25K	140K	5800	5300	Si
6	2	8K	140K	5800	5400	Si
7	2	30K	140K	5800	5750	Si
8	2	40K	140K	5800	3800	Si
16	14	50K	140K	5800	4200	Si
17	14	50K	140K	5800	3900	Si
18	14	30K	140K	5800	4200	Si
19	17	50K	140K	5800	5700	Si
20	18	12K	100K	5800	3540	Si

Coordinación de fusibles J. Castillo
TABLA CVIII

La alimentadora “Urdenor” contiene de 15 fusibles cuyos valores se los puede apreciar en la siguiente tabla.

Fusible	Tipo	Fusible	Tipo
1	140K	11	8K
2	12K	12	10K
3	65K	13	100K
4	140K	14	6K
5	10K	15	6K
6	6K		
7	50K		
8	80K		
9	40K		
10	80K		

Fusibles Urdenor
TABLA CIX

En el caso de la alimentadora Urdenor existen 9 casos para en los cuales los fusibles deberían estar coordinados y la coordinación se muestra a continuación.

PUNTOS EN PLANO		TIPO DE FUSIBLE		TABLA	I MAX DE CC	COORDIN A
PRINCIPAL	RESPALDO	PRINCIPAL	RESPALDO			
2	1	12K	140K	5800	3680	si
3	1	65K	140K	5800	2666	si
4	1	50K	140K	5800	3650	si
5	4	10K	140K	5800	3540	si
6	4	6K	100K	3450	3460	si
7	4	50K	140K	5800	3420	si
8	4	80K	140K	4500	3420	si
10	9	40K	100K	3450	2150	si
15	13	6K	100K	3900	3080	si

**Coordinación de fusiles Urdenor
TABLA CX**

3.4.- Estadística de las interrupciones

Según la regulación 004/01, la empresa Distribuidora de energía eléctrica deberá llevar un registro histórico de interrupciones de por lo menos los últimos tres años. Esta regulación contempla 4 formas de clasificación las cuales se muestran a continuación.

- a) Por su duración
- b) Por su origen
- c) Por su Causa
- d) Por el Nivel de Voltaje

A continuación se procederá a clasificar los tipos de falla y se analizará esa clasificación para la subestación (Para más información revise el anexo “Estadísticas de Fallas”).

Por su Duración:

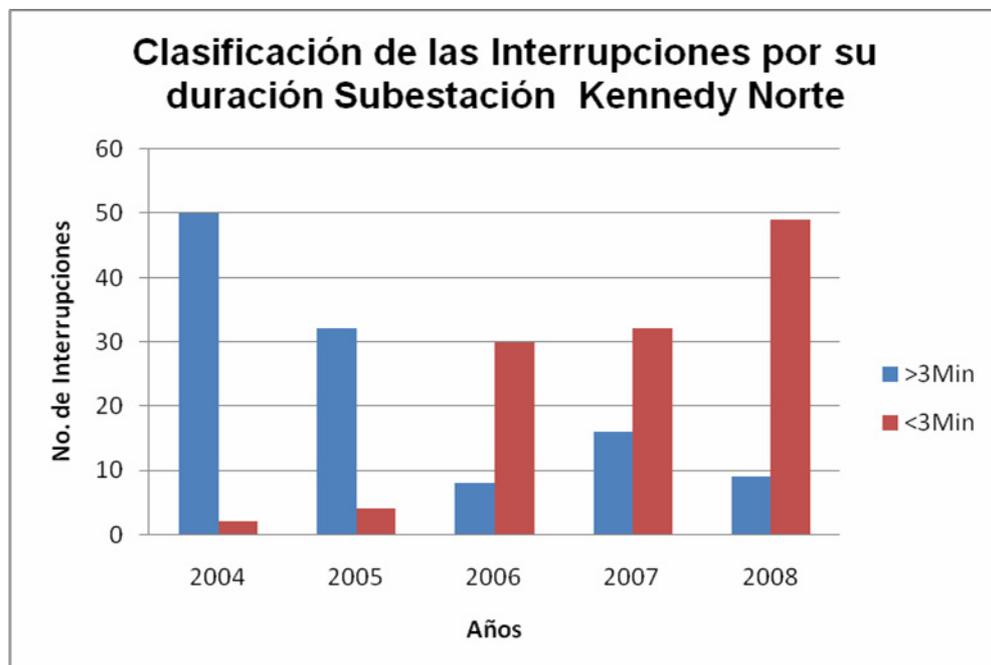
A su vez la regulación 004/01 clasifica a las interrupciones según su duración en 2 grupos:

- a) Breves, las de duración menor o igual a tres minutos y
- b) Largas, las de duración mayor a tres minutos.

En la siguiente tabla se mostrará la mencionada clasificación.

Año	>3Min	<3Min	Total
2004	50	2	52
2005	32	4	36
2006	8	30	38
2007	16	32	48
2008	9	49	58

**CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS POR SU DURACIÓN
TABLA CXI**



**Clasificación de las interrupciones por duración
Grafico 81**

En el gráfico que se muestra arriba se puede observar que las interrupciones de duración mayor a 3 minutos tiene una tendencia a decrecer conforme pasan los años, en cambio las de menor duración tienen una tendencia a subir. Esto se debe a que la Empresa está haciendo una labor aceptable para disminuir la duración de las fallas.

Por su Origen:

A su vez la regulación 004/01 clasifica a las interrupciones según su origen en 2 grupos:

- a) Externas al sistema de distribución.
 - Otro Distribuidor
 - Transmisor
 - Generador
 - Restricción de carga
 - Baja frecuencia
 - Otras

- b) Internas al sistema de distribución.
 - Programadas

- No Programadas

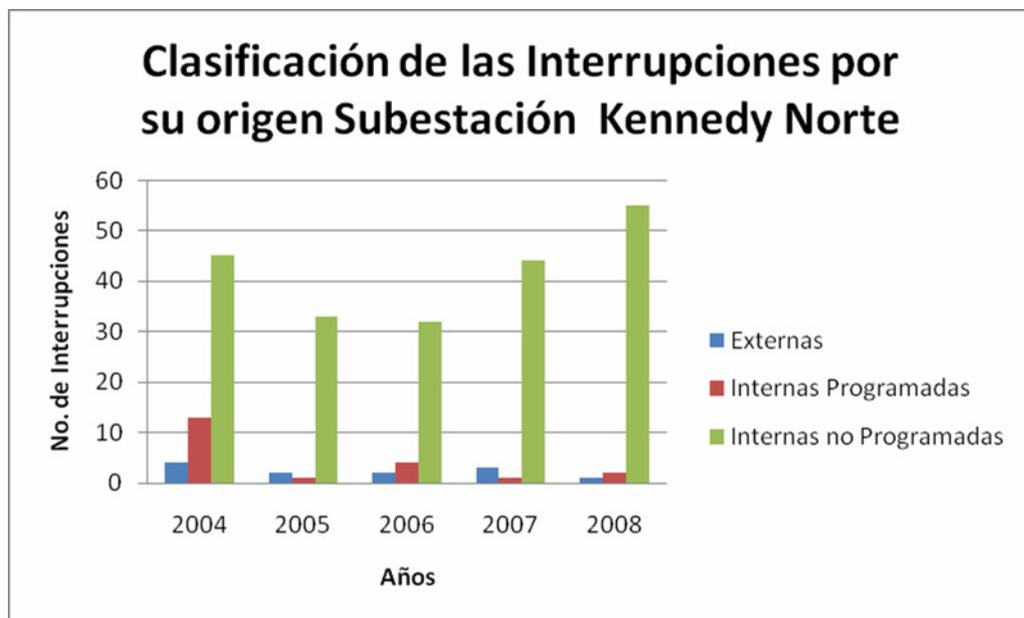
En la siguiente tabla se mostrará la mencionada clasificación.

Subestación Kennedy Norte

Año	Externas	Internas Programadas	Internas no Programadas	Total
2004	4	13	45	52
2005	2	1	33	36
2006	2	4	32	38
2007	3	1	44	48
2008	1	2	55	58

CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS POR SU ORIGEN

Tabla CXII



Clasificación de las interrupciones por Origen
Grafico 82

En la figura que se muestra arriba se puede observar que las interrupciones internas no programadas son ampliamente superiores a las internas programadas y a las externas. Esto quiere decir que los problemas imprevistos ocurren más frecuentemente que los otros tipos de falla, por ejemplo se puede citar: Choques contra postes, animales que hacen contacto con las líneas, condiciones climáticas, etc.

Por su causa:

La regulación 004/01 clasifica a las interrupciones según su causa en 2 grupos:

- a) Programadas.
 - Mantenimiento
 - Ampliaciones
 - Maniobras
 - Otras

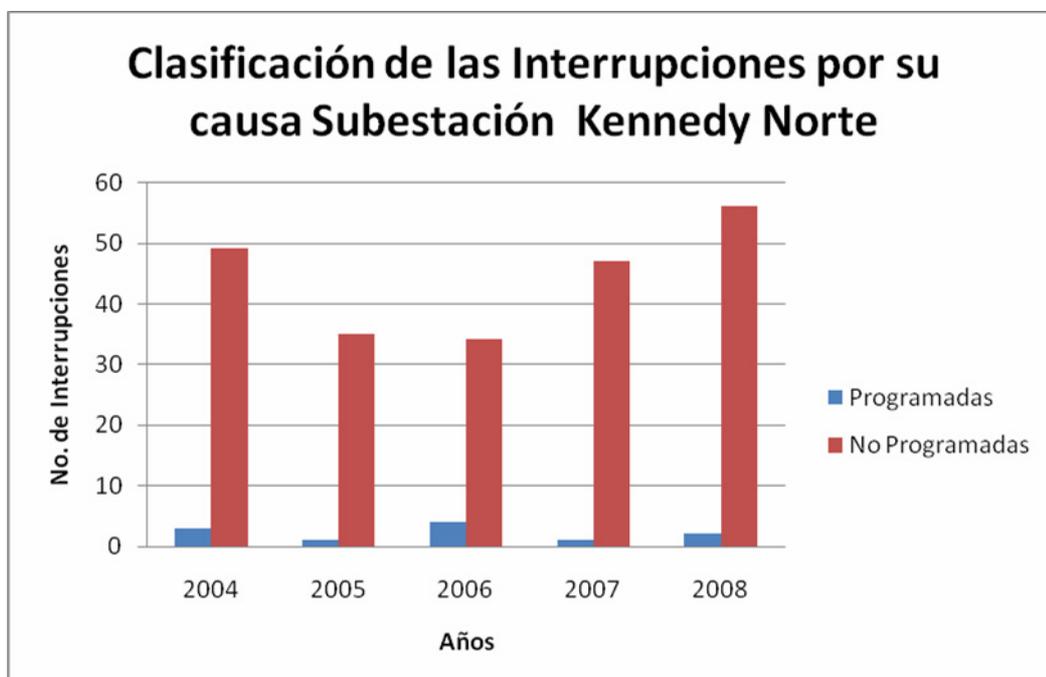
- b) No programadas (intempestivas, aleatorias o forzadas).
 - Climáticas
 - Ambientales
 - Terceros
 - Red de alto voltaje (AV)

- Red de medio voltaje (MV)
- Red de bajo voltaje (BV)
- Otras

En la siguiente tabla se mostrará la mencionada clasificación.

Año	Programadas	No Programadas	Total
2004	3	49	52
2005	1	35	36
2006	4	34	38
2007	1	47	48
2008	2	56	58

Clasificación de las fallas por su causa.
TABLA CXIII



Clasificación de las interrupciones por Causa
Grafico 83

En el gráfico se puede observar que el número de interrupciones programadas es igual al número de interrupciones internas programadas de la clasificación anterior. Esto quiere decir, que las fallas ocurridas a nivel de generación y transmisión no han sido programadas.

Observe además que las fallas no programadas son ampliamente superiores a las programadas. Esto significa, que la frecuencia de fallas por casos imprevistos es más grande en comparación con interrupciones programadas ya sea por el generador, transmisor o distribuidor.

Por el voltaje nominal:

La regulación 004/01 clasifica a las interrupciones según su voltaje nominal en 3 grupos:

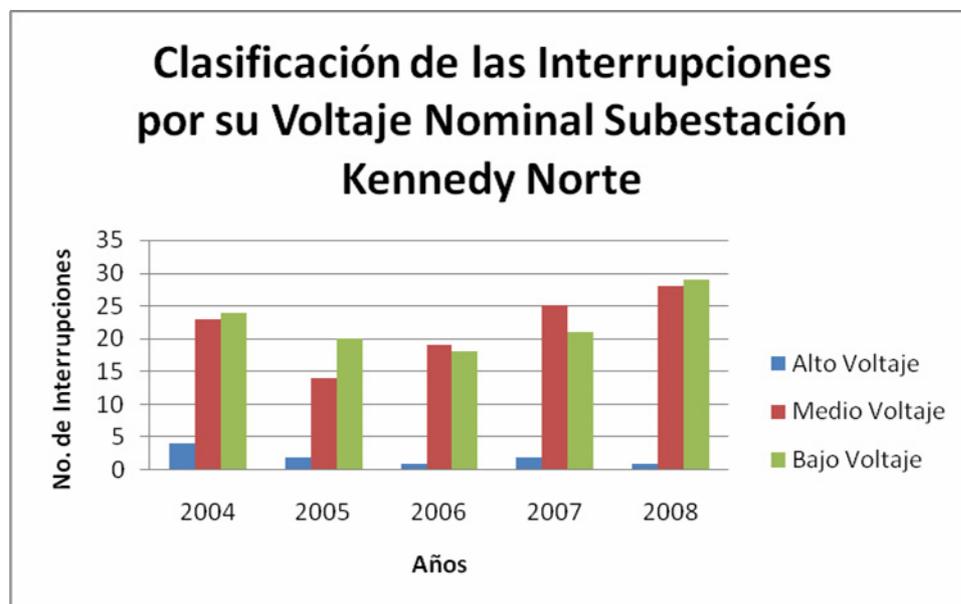
- a) Bajo voltaje
- b) Medio voltaje
- c) Alto voltaje

En la siguiente tabla se mostrará la mencionada clasificación.

Subestación Kennedy Norte

Año	Alto Voltaje	Medio Voltaje	Bajo Voltaje	Total
2004	4	23	24	52
2005	2	14	20	36
2006	1	19	18	38
2007	2	25	21	48
2008	1	28	29	58

Clasificación de las fallas por su Voltaje Nominal
TABLA CXIV



Clasificación de las interrupciones por V. nominal
Grafico 84

En el gráfico que se muestra arriba se puede observar que el número de interrupciones son mayores a nivel de bajo voltaje y van disminuyendo conforme el voltaje aumenta. Esto tiene mucho sentido ya que a medida que el voltaje se eleva los puntos de recepción de carga disminuyen y la confiabilidad del sistema aumenta.

3.5.-Evaluación de la confiabilidad

La subestación Kennedy norte para que tenga una buena operatividad es necesario que se tenga un control sobre las interrupciones que estas a la vez dependen de su duración y de la frecuencia, se debe tener presente que las duraciones de largo tiempo perjudican mas a la producción y las frecuencias altas perjudican mas a los equipos electrónicos.

Para conocer la operatividad es necesario evaluar la confiabilidad del mismo en base a la bitácora de interrupciones que pueden ser muchos los casos como cuando un pájaro abre las alas hasta cuando un carro choca contra un poste provocando las interrupciones.

Para esto tenemos que obtener varios estimadores probabilísticos estos a la vez guardan relación con los tiempos de reposición y todos los componentes del sistema, con respecto a los tiempos a medida que pasa

el tiempo se van mejorando ya que antes para llegar a un switch se lo hacía por una calle apedreada mientras ahora se la hace por una calle asfaltada, pequeños detalles pero que mejoran los tiempos de reposición.

Por medio de los estimadores probabilísticos podemos encontrar los índices de confiabilidad del sistema con lo cual se puede evaluar los tiempos de reparación y el funcionamiento de los componentes ante alguna clase de falla que se pueda presentar en el sistema.

Los estimadores a continuación:

- ✓ Tasa de falla en función de la longitud de la línea
- ✓ Tasa de falla de los transformadores de distribución
- ✓ Tasa de falla de los equipos de protección.
- ✓ Tiempo de Switcheo
- ✓ Duración de la salida de servicio.

TASA DE FALLA EN FUNCION DE LA LONGITUD.

Cuando se tiene en cuenta la longitud o el tramo afectado por medio de este estimador podemos indicar la probabilidad de que el sistema falle, cabe informar en el levantamiento que se hizo se observo que hay tramos que son muy propensos a fallas desde los árboles topando las líneas hasta alimentadoras muy cercas de techos o vallas que con una gran

probabilidad de que con el viento se podrían topar provocando las interrupciones.

La tasa de falla la podemos obtener mediante la siguiente ecuación:

$$\hat{\lambda} = b \times L$$

Ecuación 18

Donde :

$\hat{\lambda}$ = Tasa de falla estimada (fallas/año)

L = Longitud de la Alimentadora

b = factor de escala de la tasa de falla

La ecuación para el factor de escala es la siguiente:

$$b = \frac{m}{n \times T} \text{ (falla/Km - año)}$$

Ecuación 19

Donde :

m = Número de fallas observadas

n = Longitud total del componente expuesto a la falla

T = Tiempo de la prueba

Se debe considerar que no existe diferencia alguna entre fallas tanto en la troncal como en sus ramales ya que en la empresa eléctrica no se especifica

este asunto, este es el motivo que se obtiene una sola tasa general para líneas.

El tiempo de análisis es de 48 meses.

Alimentadoras Aéreas.

Descripción	Alimentadoras Longitud [Km]				Total
	Las camaras	Plaza del Sol	Jose Castillo	Urdenor	Kennedy Norte
3Φ	1,37	4,72	3,48	10,836	20,406
2Φ	0,3	0,94	0,7	2,1	4,04
1Φ	1,1	3,77	3,2	8,4	16,47
Total	2,77	9,43	7,38	21,336	40,916
Descripción	Alimentadoras				Total
	Las camaras	Plaza del Sol	Jose Castillo	Urdenor	Kennedy Norte
Fallas en línea primaria	10	25	35	31	101

Longitud de las alimentadoras aéreas.
Tabla CXV

$$b = \frac{m}{n \times T} = \frac{101}{40.91 \left(\frac{48}{12} \right)} = 0.617(\text{falla/Km-año})$$

Alimentadoras Subterráneas.

Descripción	World Trade Center	San Marino	Centrum	Kennedy Norte
3Φ	0,57	1,55	1,471	3,591
2Φ	0,11	0	0,13	0,24
1Φ	0,46	0	0,52	0,98
Total	1,14	1,55	2,121	4,811
Alimentadoras				Total
Descripción	World Trade Center	San Marino	Centrum	Kennedy Norte
Fallas en línea primaria	3	3	3	9

Longitud de las alimentadoras Subterráneas
Tabla CXVI

$$b = \frac{m}{n \times T} = \frac{9}{4.811 \left(\frac{48}{12} \right)} = 0.4619 \text{ (falla/Km-año)}$$

TASA DE FALLA DE LOS TRANSFORMADORES.

El cambio de estado cuando el transformador esta normalmente operando y pasa al estado fuera de servicio, a esta transición se le llama tasa de falla de los transformadores.

Es decir este estimador indica el número de transformadores que han tenido alguna avería importante por año ya sea que el transformador tenga una falla en el interior o en su exterior de esta manera se va contabilizando el número de operaciones de los transformadores de distribución.

Estos daños perjudican a los clientes conectados al transformador averiado y esta tasa la podemos obtener con la siguiente ecuación.

$$\hat{\lambda} = \frac{m}{n \times T} \text{ (falla/año)}$$

Ecuación 20

Donde :

$\hat{\lambda}$ = Tasa de falla estimada

m = Número de fallas observadas

n = Número de unidades expuestas a la falla (población)

T = Periodo de tiempo que las unidades fueron expuestas a la falla

A continuación se muestra indicando el número de veces que falló el transformador por alimentadora.

El tiempo de análisis es de 48 meses.

Descripción	Alimentadoras				Total
	Las camaras	Plaza del Sol	Jose Castillo	Urdenor	Kennedy Norte
No. De Transformadores	46	110	257	165	578
Transformador Fallados	1	2	3	1	7

Tasa de falla de transformadores
Tabla CXVII

Para un periodo de 48 meses, la tasa de fallas de los transformadores es:

$$\hat{\lambda} = \frac{m}{n \times T} = \frac{7}{578 \left(\frac{48}{12} \right)} = 0.0030277 \text{ (fallas/año)}$$

TIEMPO DE SWITCHEO.

Indica el tiempo que se demora en restaurar un componente desde que ocurre la falla hasta repararla completamente por el personal de la empresa.

Es necesario considerar si los switch son de líneas de subtransmisión o de distribución, y a la vez tienen sus ventajas y desventajas, por ejemplo para líneas de Subtransmisión son más fáciles de buscar pero son muchas más altas y dificulta el trabajo mientras que para las de distribución son más difíciles de buscar pero son más bajas y alivia el trabajo.

Los siguientes aspectos son los que determinan los tiempos de restauración:

- ✓ Notificación.
- ✓ Formación de la cuadrilla.
- ✓ Ubicación de la falla.
- ✓ Viajes entre switches.
- ✓ Operación manual de los switches.

Se consultó a cuadrillas de la zona que está a cargo de la subestación Kennedy Norte y el tiempo de switcheo es de alrededor de 20 minutos.

DURACIÓN DE LA SALIDA DE SERVICIO.

El impacto de la falla de un componente en la disponibilidad del sistema es influenciado por los procedimientos operacionales.

- ✓ La restauración permanente de las funciones del sistema
- ✓ La restauración temporal (total o parcial) de las funciones del sistema a través de la reconfiguración del circuito (switcheo).

Los principales componentes de una duración de salida de servicio son:

- ✓ Tiempo de notificación.
- ✓ Tiempo de preparación de la cuadrilla.
- ✓ Tiempo de ubicación de la falla.
- ✓ Tiempo de viaje del switch.
- ✓ Tiempo de operación del switch.

Para determinar el intervalo entre el inicio de la falla y la reparación o reemplazo del componente dañado. La formula a utilizar para su cálculo es la siguiente:

$$\hat{r} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{m}$$

Donde :

\hat{r} = Tiempo promedio de restauración estimados

t_i = Tiempo de restauración asociado con la i – ésima falla

m = Número de fallas durante el periodo de observación

Alimentadoras	Numero de Fallas (m)	$\sum_{i=1}^m t_i$ (Horas)	Tiempo Promedio de Restauración (Horas)
Las cámaras	20	10.15	0.5075
Plaza del sol	42	19.367	0.4611
José Castillo	39	23	0.589
Urdenor	36	17.33	0.481
San Marino	15	9.36	0.624
World Trade Center	15	8.47	0.564
Centrum	17	9.35	0.55

**TIEMPO MEDIO DE RESTAURACIÓN DE LAS ALIMENTADORAS
TABLA CXVIII**

Cuando ocurre un daño en los transformadores de la Empresa Eléctrica de Guayaquil es necesario que el personal tenga el conocimiento que clase de daño se produce en el transformador, hay veces que ha ocurrido en que se lo va a reparar y se topan con la noticia de que hay que cambiarlo, por lo que ese ya sería otro tiempo. El tiempo promedio para reparar por completo algún transformador es de 7 horas.

3.6.- Índices de la Calidad del Servicio Técnico CONELEC 004-01

La calidad del servicio eléctrico depende fundamentalmente de la continuidad y confiabilidad de este. Los clientes reciben un servicio con calidad cuando se minimiza el número de veces que se les interrumpe el suministro de energía eléctrica y el tiempo que dura cada corte.

Al ocurrir una falla se necesita toda la información posible para ubicar la falla, aislar el tramo afectado y normalizar el servicio al mayor número de abonados posibles. En adelante se realizará un análisis comparativo entre los índices calculados en la Subestación Kennedy y los establecidos en esta regulación.

El cálculo de los índices de calidad de servicio técnico se lo realiza de manera mensual, estos cálculos son mostrados en el anexo G. A

continuación se muestran por alimentadora dos tablas en las cuales se dan los valores máximos, mínimos y promedio de cada año, de cada índice.

Se observará que en todos los años los valores mínimos tienen el valor de cero para un análisis individual de cada alimentadora, esto indica que en por lo menos un mes de cada periodo, la alimentadora no sufrió problema de falla de larga duración.

También se puede notar que el valor promedio es pequeño con respecto al máximo, esto se debe a que hubo muchos meses que no ocurrieron fallas de larga duración. Los valores máximos y mínimos del FMIK y TTIK no son coincidentes, es decir, que no necesariamente ocurrieron en el mismo mes.

A continuación se detallan los índices calculados para cada una de las alimentadoras, y se hace un breve análisis de si cumplen o no la norma dictada por el CONELEC.

ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	2,1978	0,7752	0,8838	0,2769	0,7889	1,250	1,540
PROMEDIO	0,3424	0,3183	0,2467	0,0667	0,1012	0,978	0,770
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

FMIK Plaza del Sol
TABLA CXIX



FMIK Plaza del Sol
Grafico 85

La alimentadora Plaza del Sol, de tipo urbano, presento en el 2003 un máximo de 2.1978 de frecuencia media de interrupción, el cual aun siendo el máximo de todo el periodo estudiado, no excedió el límite (FMIK) fijado por la norma (5).

TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	11,099	1,0337	2,6512	0,1738	1,0913	0,570	1,010
PROMEDIO	1,0525	0,3029	0,3223	0,0406	0,1093	0,471	0,505
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

TTIK Plaza del Sol
TABLA CXX



TTIK Plaza del sol
Grafico 86

El valor máximo registrado del tiempo total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK) se dio en el 2003, donde alcanzo 11.0989, excediendo el límite permitido (10), desde entonces se muestra una disminución estando hasta la actualidad con un valor menor a 2.

ALIMENTADORA URDENOR

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,366	0,7236	0,4257	0,1574	0,683	2,470	1,140
PROMEDIO	0,0629	0,3169	0,1902	0,0131	0,1012	1,846	0,695
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0,25

**FMIK Urdenor
TABLA CXXI**

La alimentadora Urdenor, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.

TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,61	0,7356	0,2554	0,0708	0,5692	1,400	0,460
PROMEDIO	0,0659	0,2008	0,0996	0,0059	0,0758	0,958	0,265
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0,07

**TTIK Urdenor
TABLA CXXII**



FMIK Urdenor
Grafico 87



TTIK Urdenor
Grafico 88

La alimentadora Urdenor, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

ALIMENTADORA JOSÉ CASTILLO

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,2846	0,4633	1,1137	0,4391	0,9638	4,650	1,120
PROMEDIO	0,0472	0,1662	0,2794	0,0784	0,2145	3,185	0,560
MINIMO	0	0	0	0	0	0,69	0

FMIK José Castillo
TABLA CXXIII

La alimentadora José Castillo, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.



FMIK José Castillo
Grafico 89

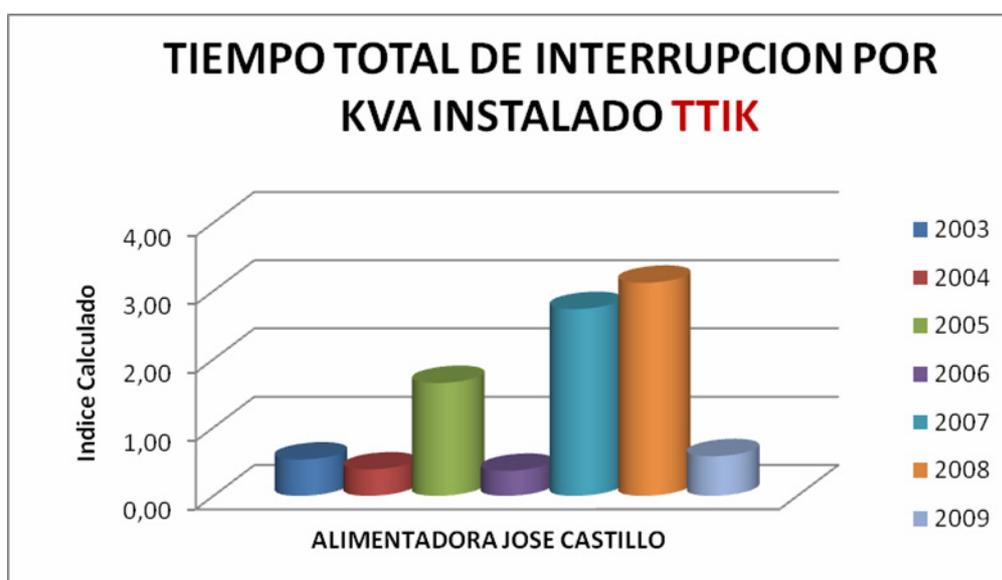
TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,5313	0,3861	1,6521	0,3659	2,7347	3,120	0,580
PROMEDIO	0,0698	0,1159	0,2575	0,0431	0,381	2,154	0,290
MINIMO	0	0	0	0	0	0,78	0

**TTIK José Castillo
TABLA CXXIV**

La alimentadora José Castillo, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,3003	0,3914	0,6488	0,1553	0,1657	0,870	0,960
PROMEDIO	0,0471	0,0471	0,0691	0,0251	0,0273	0,508	0,480
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**FMIK José Castillo
TABLA CXXV**



**TTIK José Castillo
Grafico 90**

ALIMENTADORA CENTRUM



**FMIK Centrum
Grafico 91**

La alimentadora Centrum, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.

TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,5031	0,1305	0,8651	0,0654	0,124	0,830	0,340
PROMEDIO	0,0715	0,0183	0,0801	0,0074	0,0145	0,484	0,170
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**TTIK Centrum
TABLA CXXVI**



**TTIK Centrum
Grafico 92**

La alimentadora Centrum, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

ALIMENTADORA WORLD TRADE CENTER

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,2717	0,4698	0,057	0,0534	0,2547	0,930	0,810
PROMEDIO	0,0317	0,0763	0,0047	0,0089	0,0409	0,543	0,405
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**FMIK World Trade Center
TABLA CXXVII**



**FMIK WTC
Grafico 93**

La alimentadora Word Trade Center, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.

TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,7835	0,2302	0,0304	0,0238	0,2547	0,890	0,230
PROMEDIO	0,076	0,0322	0,0025	0,0027	0,0271	0,519	0,115
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**TTIK World Trade Center
TABLA CXXVIII**



**TTIK WTC
Grafico 94**

La alimentadora Word Trade Center, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

ALIMENTADORA LAS CÁMARAS

FMIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,2794	0,4114	0,3672	0,1645	0,4472	0,960	1,030
PROMEDIO	0,0497	0,1496	0,0679	0,0137	0,0805	0,560	0,515
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**FMIK las Cámaras
TABLA CXXIX**



**FMIK Las cámaras
Grafico 95**

La alimentadora Las Cámaras, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.

TTIK							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,4218	0,2085	0,1958	0,074	0,4248	0,910	0,430
PROMEDIO	0,0621	0,0514	0,0345	0,0062	0,0458	0,531	0,215
MINIMO	0	0	0	0	0	0	0

**TTIK las Cámaras
TABLA CXXX**

La alimentadora Las Cámaras, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.



**TTIK Las cámaras
Grafico 96**

ALIMENTADORA SAN MARINO

FMIK						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,501	0,154	0,033	0,4829	1,240	0,680
PROMEDIO	0,0751	0,0154	0,0027	0,0526	0,683	0,340
MINIMO	0	0	0	0	0	0

**FMIK San Marino
TABLA CXXXI**

La alimentadora San Marino, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.



**FMIK San Marino
Grafico 97**

TTIK						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
MAXIMO	0,2589	0,0821	0,0148	0,1485	1,06	0,32
PROMEDIO	0,0327	0,0122	0,0012	0,0244	0,6	0,16
MINIMO	0	0	0	0	0	0

**TTIK San Marino
TABLA CXXXII**



**TTIK San Marino
Grafico 98**

La alimentadora San Marino, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

3.7.-Índices de confiabilidad IEEE 1366-1998

Los índices a continuación serán calculados con respecto al consumidor y orientados a la carga. El objetivo de estos índices es proporcionar una referencia de cómo va a ser el impacto de las interrupciones por número por severidad y duración.

Para poder obtener estos índices fue necesario consultar a los datos históricos de de la empresa eléctrica, ya que estos llevan una bitácora de cada una de las operaciones de las alimentadoras estos anotan la hora en que se interrumpe la hora que en que opera nuevamente, el tiempo que ha estado interrumpido y la causa que provoco dicha interrupción.

Los índices de confiabilidad a usar se toman de la norma “IEEE 1366-1998, Guía para Índices de Confiabilidad en Sistemas de Distribución”. A continuación se procede a detallar cada uno de los índices de confiabilidad.

Índices de funcionamiento orientados al consumidor

Se tiene que:

λ_i = Tasa de falla del elemento i , fallas o interrupciones/año

r_i = Tiempo de reparación del elemento i , horas

U_i = Indisponibilidad anual del elemento i , horas/año

N_i = Usuario i atendido.

SAIFI (Índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema)

Define el número de veces promedio que un cliente es interrumpido durante un año por no más de 3 minutos. La interrupción del cliente se define como una interrupción por un cliente.

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{NÚMERO DE INTERRUPCIONES A LOS USUARIOS}}{\text{NÚMERO TOTAL DE USUARIOS ATENDIDOS}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i}$$

Ecuación 24

SAIDI (Índice de la duración de interrupción promedio del sistema)

Define el tiempo total que un usuario no ha tenido servicio eléctrico debido a las interrupciones durante el periodo de un año.

$$SAIDI = \frac{\text{SUMA DE LAS DURACIONES DE LAS INTERRUPCIONES}}{\text{NÚMERO TOTAL DE USUARIOS ATENDIDOS}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Ecuación 25

CAIDI (Índice de la duración de interrupción promedio de consumidores)

Define la duración de una interrupción promedio por consumidor, de otra forma es la relación entre el SAIDI y el SAIFI.

$$CAIDI = \frac{\text{SUMA DE LAS DURACIONES DE LAS INTERRUPCIONES}}{\text{NÚMERO TOTAL DE USUARIOS AFECTADOS}}$$

$$CAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \lambda_i}$$

Ecuación 26

ASAI (Índice de la disponibilidad promedio del servicio)

Define el valor del número total de clientes por hora que fueron servidos durante un año en relación al total de clientes horas demandados (clientes horas = 24 horas/días x 365 días = 8760 horas)

$$ASAI = \frac{\text{CONSUMIDOR- HORAS DE SERVICIO DISPONIBLE}}{\text{CONSUMIDOR- HORAS DEMANDADAS}}$$

$$ASAI = \frac{\sum N_i \times 8760 - \sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760} \quad \text{Ecuación 27}$$

ASUI (Índice de indisponibilidad promedio del servicio)

$$ASUI = 1 - ASAI = \frac{\text{CONSUMIDOR - HORAS DE SERVICIO INDISPONIBLE}}{\text{CONSUMIDOR - HORAS DEMANDADAS}}$$

$$ASUI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \times 8760}$$

Ecuación 28

Índices de funcionamiento orientados a la carga

ENS (Energía no suplida por el sistema)

$$ENS = \sum La_i U_i \quad \text{Ecuación 29}$$

La_i = Carga promedio conectada al punto de carga.

AENS (Energía promedio no suplido o Índice de corte de energía)

$$AENS = \frac{\text{Energía total no suplida}}{\text{Numero total de consumidor afectado}}$$

$$AENS = \frac{\sum La_i U_i}{\sum N_i} \quad \text{Ecuación 30}$$

Cálculo de los Índices de confiabilidad en las 7 alimentadoras

1.-Alimentadora las Cámaras

Saifi	1,160193356	Int/Cons-año
Saidi	0,981419501	Hrs/Cons-año
Caidi	0,845910292	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999887966	
Asui	0,000112034	
Ens	2,53248382	Mw-h/año
Aens	3,029286866	Kw-h/Cons-año

Indices de confiabilidad las camaras
Tabla CXXXIII

2.-Alimentadora Plaza del Sol

Saifi	4,072555721	Int/Cons-año
Saidi	2,198704113	Hrs/Cons-año
Caidi	0,539883126	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999749006	
Asui	0,000250994	
Ens	9,020063934	Mw-h/año
Aens	13,40276959	Kw-h/Cons-año

Indices de confiabilidad Plaza del Sol
Tabla CXXXIV

3.-Alimentadora Urdenor

Saifi	4,815245987	int/ Cons-año
Saidi	2,794409116	Hrs/ Cons-año
Caidi	0,580325309	Hrs/ Cons-interrup
Asai	0,999681004	
Asui	0,000318996	
Ens	5,168303152	Mw-h/ año
Aens	3,877196663	Kw-h/ Cons-año

Indices de confiabilidad Urdenor
Tabla CXXXV

4.-Alimentadora José Castillo

Saifi	3,525147224	Int/Cons-año
Saidi	2,902620146	Hrs/Cons-año
Caidi	0,823403949	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999668651	
Asui	0,000331349	
Ens	8,192721164	Mw-h/año
Aens	3,737555276	Kw-h/Cons-año

Indices de confiabilidad Jose Castillo
Tabla CXXXVI

5.-Alimentadora Centrum

Saifi	0,481898281	Int/Cons-año
Saidi	0,30548845	Hrs/Cons-año
Caidi	0,633927245	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999965127	
Asui	3,48731E-05	
Ens	0,139526777	Mw-h/año
Aens	0,674042403	Kw-h/Cons-año

Indices de confiabilidad Centrum
Tabla CXXXVII

6.-Alimentadora World Trade Center

Saifi	1,170357701	Int/Cons-año
Saidi	0,718564102	Hrs/Cons-año
Caidi	0,613969644	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999917972	
Asui	8,20279E-05	
Ens	0,965549307	Mw-h/año
Aens	1,061043194	Kw-h/Cons-año

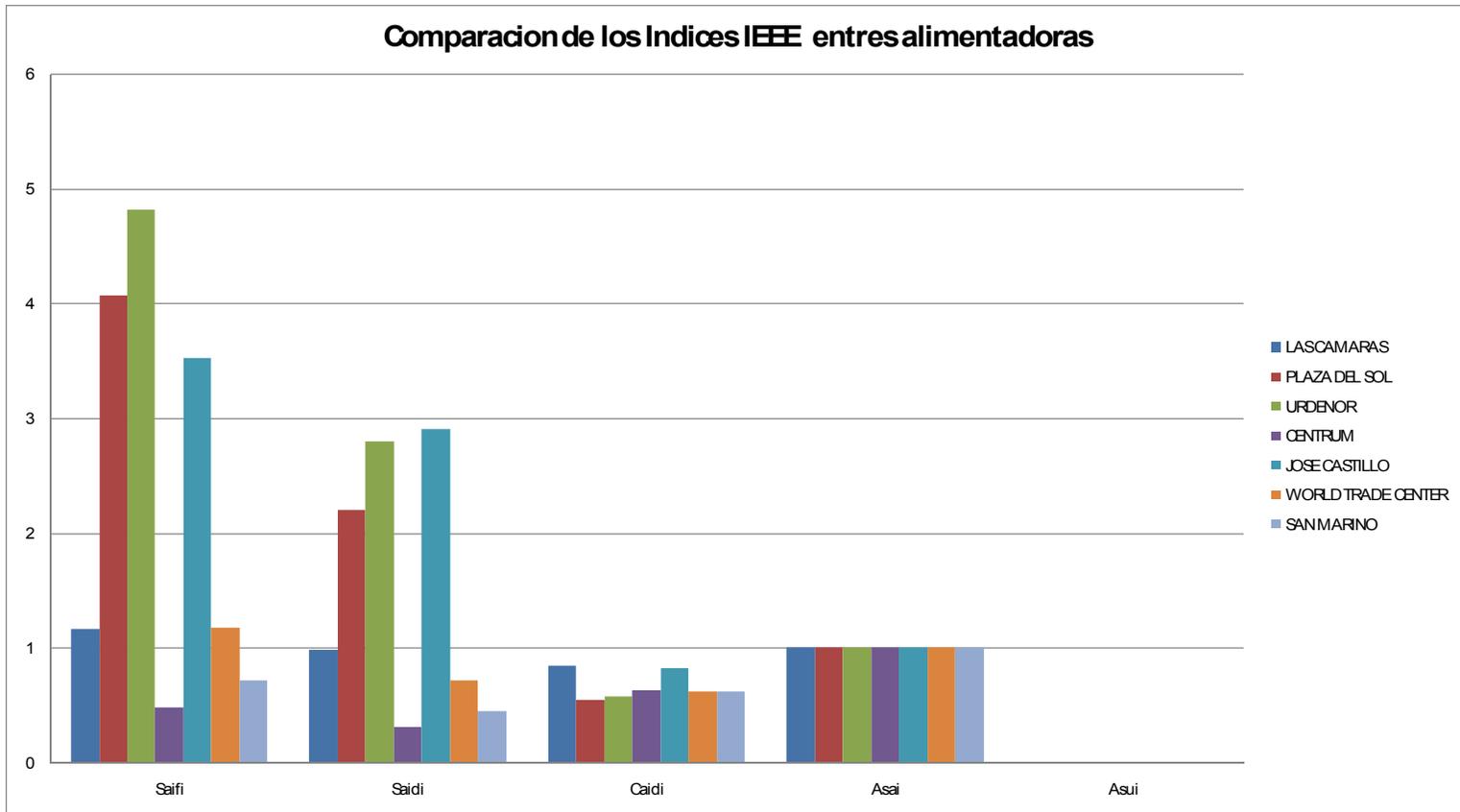
Indices de confiabilidad world Trade Center
Tabla CXXXVIII

7.-Alimentadora San Marino

Saifi	0,713609862	Int/Cons-año
Saidi	0,444515398	Hrs/Cons-año
Caidi	0,622910952	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999949256	
Asui	5,07438E-05	
Ens	0,889030796	Mw-h/año
Aens	0,254008799	Kw-h/Cons-año

Indices de confiabilidad San Marino
Tabla CXXXIX

Todos estos datos se analizarán posteriormente en la sección 4.4



**Comparación de los índices entre alimentadoras
Grafico 99**

3.8.- Calculo del costo del sistema actual

Se nombraran ciertos indicadores que no son incluidos en el instante del cálculo de las interrupciones pero que perjudican en gran numero al consumidor como al distribuidor, luego se propondrá un modelo matemático de análisis para la evaluación de costos de interrupción frente a los beneficios que daría las propuestas de mejoras en el sistema, ya calculados y analizados los valores los relacionaremos con la del capítulo 4.6 que es el de Análisis Técnico-Económico. Cuando hay una interrupción que perjudica tanto a los consumidores o como a la empresa es muy difícil tener un control sobre estos parámetros ya que muchos de estos van desde situaciones insignificantes pero muy valoradas por varias personas como ver la novela hasta las situaciones más difíciles como emergencias graves que puedan ocurrir, lo que sí se puede hacer es

tener varios criterios de manera que pueda tenerse bajo control esta advertencia como los que se presenta a continuación.

Desde el punto de vista de la Empresa

- ✓ La empresa pierde dinero al no vender la energía
- ✓ Los consumidores pierden la confianza en la empresa
- ✓ Cuando una nueva industria quiera instalarse le será muy difícil
- ✓ Al reparar dar mantenimiento se generan más gastos a la empresa.

Desde el punto de vista del consumidor.

- ✓ Los costos en una industria son muy elevados y perjudicial a la sociedad debido a que se pierde miles de dólares en la no producción.
- ✓ Los consumidores se ven afectados al tener que recurrir a otros métodos que proporcionen alumbrado y otros costos como generadores.
- ✓ Estos costos tienen muchas variables en el momento de cuantificarlos como ver tu programa favorito, hasta los asaltos que son provocados por la ausencia de alumbrado en la ciudad.

Para poder cuantificar los costos es necesario saber que a medida que más tiempo este interrumpido un sistema, mas es el costo de interrupción y si la interrupción es instantánea se diría que la energía no suplida es mínima pero los daños que causa estas interrupciones son más severas pudiendo perjudicar a muchos equipos electrónicos. A continuación algunos factores que se relacionan con los costos.

- ✓ Costos que varían sobre un amplio rango.
- ✓ Las interrupciones que generan los costos dependen mucho del sistema eléctrico que tenga el país si es robusto o sensible a perturbaciones.
- ✓ Los costos dependen del tipo de consumidor y son muy diferentes para una industria pequeña, una industria grande, tipo de industria, tipos de consumidores, residenciales, comerciales, agrícolas.
- ✓ Para un consumidor no es el mismo caso de su costo con respecto a otro para un consumidor le puede ser más severo y más costoso una interrupción que otro.

Análisis de los costos versus los Beneficios.

La relación entre la carga interrumpida y la energía no suplida genera un costo. estos están asociados con los índices de confiabilidad (λ , r , U , L , E) ahora si solo tenemos presente la carga y la energía podemos obtener la siguiente ecuación que ayudara a calcular costos.

$$C_T = \sum_i C_{Li} \lambda_i L_i + \sum_i C_{ei} E_i + \sum_i C_{eu} E_i + C_r + C_m + C_s$$

Ecuación 31

Donde

i = i -ésimo punto de carga o consumidor.

C_{Li} = Costo al consumidor por kW de carga desconectada.

C_{ei} = Costo al consumidor por kWh no suplido.

C_{eu} = Pérdida de ingreso por kWh no suplido.

L_i = Carga desconectada.

E_i = Energía no suplida.

C_r = Costos anualizados de las inversiones en los reforzamientos.

C_m = Incremento de los costos anualizados de mantenimiento.

C_s = Incremento en el costo anualizado de las pérdidas del sistema.

Cálculo de los costos de Interrupción del sistema actual

Para residencial, comercial, industrial utilizaremos los siguiente valores de costos, se los adquirió de un análisis que hizo la universidad de Manchester Institute of Science and Technology la cual estos valores son recolectados por el Ingeniero Jaime Venegas en su obra titulada "Metodologías de evaluación de costo de Fallas en Sistemas Eléctricos".

Aquí se presentan varios costos y notaremos que son diferentes para cada área de clientes para una empresa los que son menos perjudicados son los residenciales frente a los industriales como los comerciales que son altamente perjudicados por estas interrupciones como lo notamos a continuación:

	Cli	Cei	Ceu
	\$/KW	\$/KW-H	\$/KW-h
Residencial	1,109	2,3	0,093
Comercial	3,6	2,9	0,052
Industrial	4,7	2,9	0,052

Costos de Interrupción
Tabla CXL

EL costo de CEI se lo tomó del documento CEARE 01-03 cuyo nombre es “Valor de la Confiabilidad en el Sistema Eléctrico-La Discusión Metodológica para su Determinación”, el Costo CEU se lo obtiene de los datos del CONELEC en el documento: “Cargos Tarifarios para el Consumo Eléctrico de Clientes Regulados”.

En la inversión es necesaria tener en cuenta cuales son los materiales eléctricos que utilizaremos en las mejoras para cada alimentadora de la subestación Kennedy norte por lo que se acudió a varias comercializadoras como Electroleg e Inproel.

Costos de materiales Eléctricos para el rediseño.

	Precio		Mano Obra	Total
POSTES Postes	\$187.15		\$80.00	\$267.11
CONDUCTOR Costo por Km.	\$4,030.00		\$750.00	\$4,780.00
SECCIONADOR Seccionalizador	\$7,110.00		\$200.00	\$7,310.00
Separador	\$5,696.00		\$200.00	\$5,896.00
Transferencia	\$5,696.00		\$200.00	\$5,896.00
Transferencia auto.	\$11,970.00		\$200.00	\$12,170.00
FUSIBLE	Tira	Caja		
6K	\$1.20	\$67.00	\$80.00	\$148.20
10K	\$1.50	\$67.00	\$80.00	\$148.50
15K	\$2.00	\$67.00	\$80.00	\$149.00
25K	\$2.50	\$67.00	\$80.00	\$149.50
45K	\$2.90	\$67.00	\$80.00	\$149.90
65K	\$3.60	\$67.00	\$80.00	\$150.60
100K	\$6.67	\$67.00	\$80.00	\$153.67
140K	\$9.75	\$67.00	\$80.00	\$156.75
200K	\$11.50	\$67.00	\$80.00	\$158.50
RECONECTADOR Reconectador	\$8,831.37		\$200.00	\$9,031.30

**Costos de Elementos Eléctricos
Tabla CXLI**

Datos proporcionados por ELECTROLEG , INPROEL e ingenieros asociados con los presupuestos en el momento de adquirir materiales eléctricos para distribuidoras e industrias.

Costos del Sistema Actual

1.-Alimentadora Las Cámaras

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 8.718,15
	ΣCe_i	\$ 6.976,43
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 156,82
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 120,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 15.971,39

Costos de las Cámaras
Tabla CXLII

2.-Alimentadora Plaza del Sol

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 37.608,00
	ΣCe_i	\$ 24.543,35
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 579,39
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 120,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 62.850,74

Costos de Plaza del Sol
Tabla CXLIII

3.-Alimentadora Urdenor

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 23.544,82
	ΣCe_i	\$ 12.164,70
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 461,68
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 130,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 36.301,20

Costos de Urdenor
Tabla CXLIV

4.-Alimentadora José Castillo

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 12.082,53
	ΣCe_i	\$ 19.037,79
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 301,00
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 120,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 31.240,31

Costos de Jose Castillo
Tabla CXLV

5.-Alimentadora Centrum

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 1.015,46
	ΣCe_i	\$ 674,66
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 12,10
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 120,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 1.822,22

Costos de Centrum
Tabla CXLVI

6.-Alimentadora World Trade Center

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 5.663,71
	ΣCe_i	\$ 2.800,09
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 50,21
Inversion	C_r	\$ 0,00
Mantenimiento	C_m	\$ 120,00
Perdidas	C_s	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 8.634,01

Costos de World Trade Center
Tabla CXLVII

7.-Alimentadora San marino

Costos al Consumidor	$\Sigma Ci.\lambda$	\$ 5.137,99
	ΣCe_i	\$ 124,61
Costos a la Empresa	$\Sigma Ce_u.E$	\$ 2,23
Inversion	Cr	\$ 0,00
Mantenimiento	Cm	\$ 120,00
Perdidas	Cs	\$ 0,00
COSTO TOTAL		\$ 5.384,83

Costos de San Marino
Tabla CXLVIII

Todos estos datos se analizarán posteriormente en la sección 4.5

CAPITULO IV

REDISEÑO DEL SISTEMA

ELECTRICO

4.1.- Rediseño de la topología de la red.

Un rediseño en la topología de la red puede considerarse de varias formas como las que se muestra a continuación.

- ✓ Instalando nuevos switches o usando los existentes podemos hacer nuevas rutas para alimentar la carga de una mejor manera, seguramente porque hacen un recorrido demasiado largo o pasan a través de una área demasiado conflictiva que produce gran cantidad de fallas.
- ✓ Construcción de nuevas líneas para alimentar mejor la carga debido a que no hay forma de rediseñar nuevas rutas con los switches y líneas existentes.
- ✓ Cuando existe una carga especial como una grande industria y esta al entrar en operación produce daños en los componentes del sistema produciendo interrupciones es necesario crear una sola línea para la industria de manera que su operación eléctrica no afecte a algún abonado.

- ✓ En algunos casos se observo algunas estructuras en mal estado o postes a punto de caer, casos como estos también entrarían en el rediseño.

Rediseño de las Protecciones

La Continuidad del suministro eléctrico puede ser más eficiente si añadimos algunos dispositivos mas como los que siguen a continuación:

- ✓ Aumentando los Equipos de protección
- ✓ Instalando Seccionadores en la línea
- ✓ Mejorando los ajuste de los equipos de protección
- ✓ Realizando transferencias estratégicas.

4.2.- Rediseño del sistema de protecciones basado en la calidad del servicio.

La confiabilidad del sistema actual puede ser mejorada colocando más equipos de protección y seccionamiento en las líneas. A continuación se mostrarán las alternativas a los sistemas de protección, seccionamiento y transferencia que se le realizarán a cada una de las cuatro alimentadoras aéreas con la finalidad de mejorar los índices de calidad. En lo que respecta a las alimentadoras subterráneas se hace énfasis en las transferencias automáticas exceptuando a la alimentadora San Marino a la cual no se le realiza ninguna mejora debido a que los índices de confiabilidad son bajos al igual que sus costos. Las alternativas que se presentan a continuación son con respecto al caso base que se presento en los capítulos 3.7 y 3.8.

Nota: Se pueden revisar los anexos de “Rediseño del sistema de protecciones basado en la calidad del servicio” donde se encuentran los planos de las mejoras y se podrá encontrar su ubicación real en el sistema.

ALTERNATIVAS EN LAS ALIMENTADORAS

1.-Alimentadora las cámaras

La alimentadora alborada cuenta con los siguientes componentes:

- ✓ 8 Fusibles
- ✓ 1 seccionador aéreo que permite la interconexión con la alimentadora Plaza del sol y un switch de media tensión de 3 vías el cual permite aislar la alimentadora Las Cámaras de la Subestación Kennedy Norte y el edificio de la cámara de comercio.

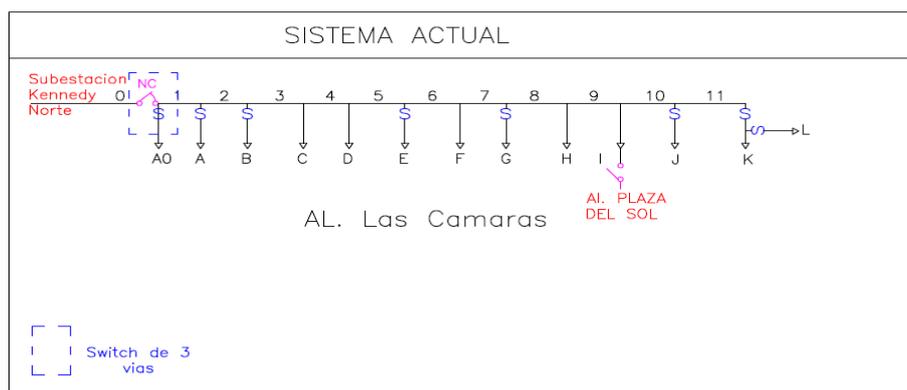


Diagrama unifilar las cámaras
Grafico 100

ALTERNATIVA 1:

En este diseño se pretende incrementar la confiabilidad de la alimentadora instalando cinco fusibles en puntos estratégicos con el objeto de disminuir la frecuencia de salida del servicio del sistema.

En la figura de abajo se muestra el diagrama de confiabilidad usado para el cálculo de los índices.

ALTERNATIVA 2:

De la misma alternativa anterior, se procedió a añadir 3 fusibles mas, de esta manera sumando un total de 11 fusibles, en puntos estratégicos de la alimentadora con el objeto de disminuir la frecuencia de salida del servicio del sistema.

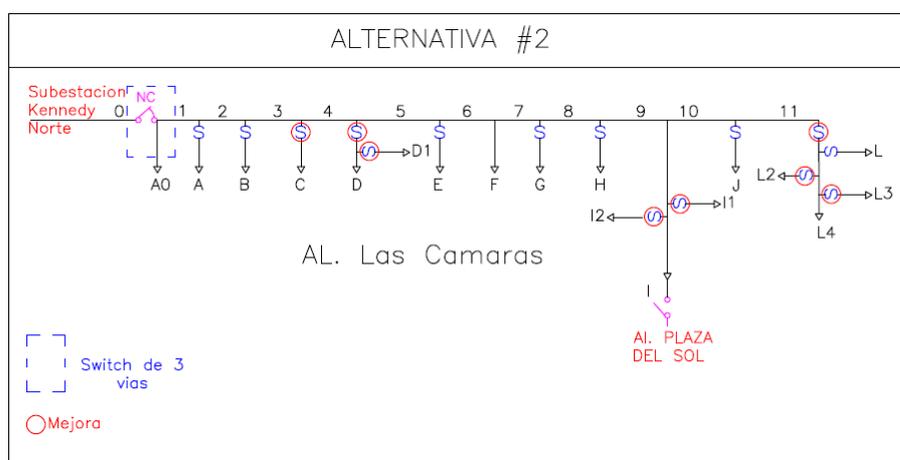


Diagrama unifilar las cámaras con alternativa 2
Grafico 102

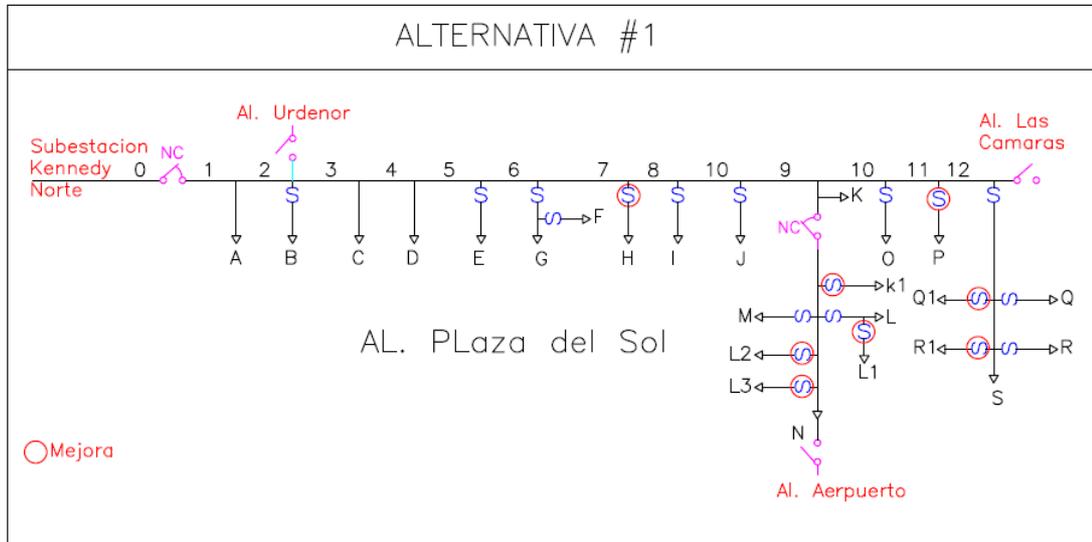
Saifi	0,841269965	int/Cons-año
Saidi	0,791182167	Hrs/Cons-año
Caidi	0,940461684	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999909682	
Asui	0,000090318	
Ens	2,008416728	Mw-h/año
Aens	2,411064500	Kw-h/Cons-año

Indices con alternativa 2 las Camaras
Tabla CLI

	Alternativa 2
Costo de Interrupción	6.236,19
Costo de inversión	\$ 158,60
Costo Total	\$ 6.394,79

Costos con alternativa 2 las Camaras
Tabla CLII

fallado se vea afectado y este quede aislado además de no afectar al resto del sistema.



**Diagrama unifilar Plaza del sol con alternativa 1
Grafico 104**

Saifi	2,780605069	int/Cons-año
Saidi	1,549853277	Hrs/Cons-año
Caidi	0,557379865	Hrs/Cons-interrupt
Asai	0,997618604	
Asui	0,002381396	
Ens	6,102521850	Mw-h/año
Aens	9,067640193	Kw-h/Cons-año

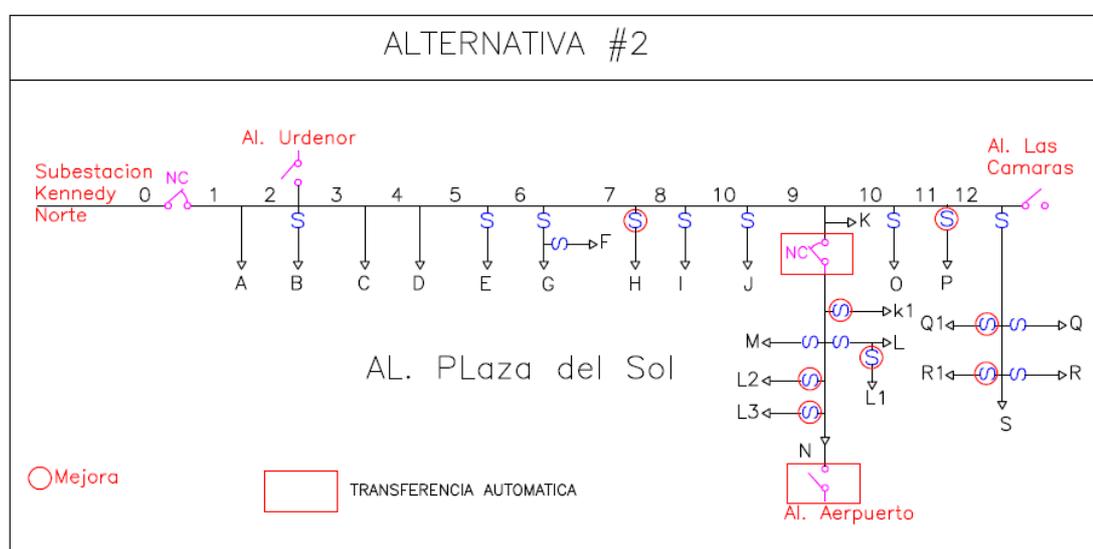
**Indices con alternativa 1 Plaza del Sol
Tabla CLIII**

	Alternativa 1
Costo de Interrupción	50.596,04
Costo de inversión	\$ 236,83
Costo Total	\$ 50.832,87

**Costos con alternativa 1 Plaza del Sol
Tabla CLIV**

ALTERNATIVA 2:

Lo mismo que la alternativa uno pero incluye una transferencia automática de carga parcial a la alimentadora Aeropuerto. La probabilidad de transferencia de esta zona del aeropuerto a transferir es de 1 debido a que la carga q se va a transferir es 1.7 MVA y la carga máx de la alimentadora aeropuerto es de 6MVA, esto es en carga máxima.



**Diagrama unifilar Plaza del sol con alternativa 2
Grafico 105**

Saifi	2,760268303	int/Cons-año
Saidi	1,457252903	Hrs/Cons-año
Caidi	0,527938861	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,997760888	
Asui	0,002239112	
Ens	5,615397586	Mw-h/año
Aens	8,343829995	Kw-h/Cons-año

**Indices con alternativa 2 Plaza del Sol
Tabla CLV**

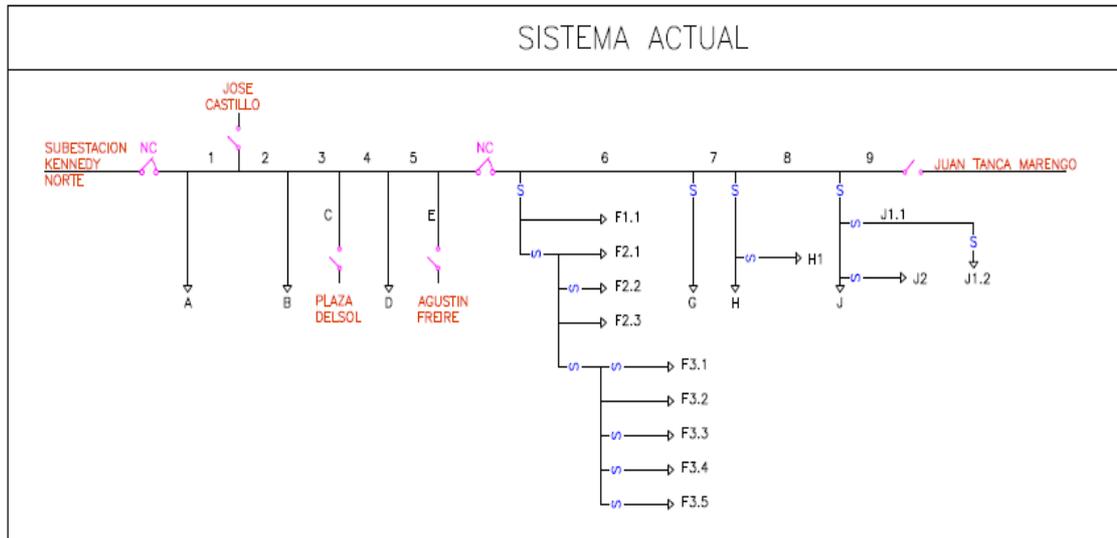
	Alternativa 2
Costo de Interrupción	48.909,40
Costo de inversión	\$ 1.496,77
Costo Total	\$ 50.406,17

Costos con alternativa 2 Plaza del Sol
Tabla CLVI

3.-Alimentadora Urdenor

La alimentadora Urdenor cuenta con los siguientes componentes

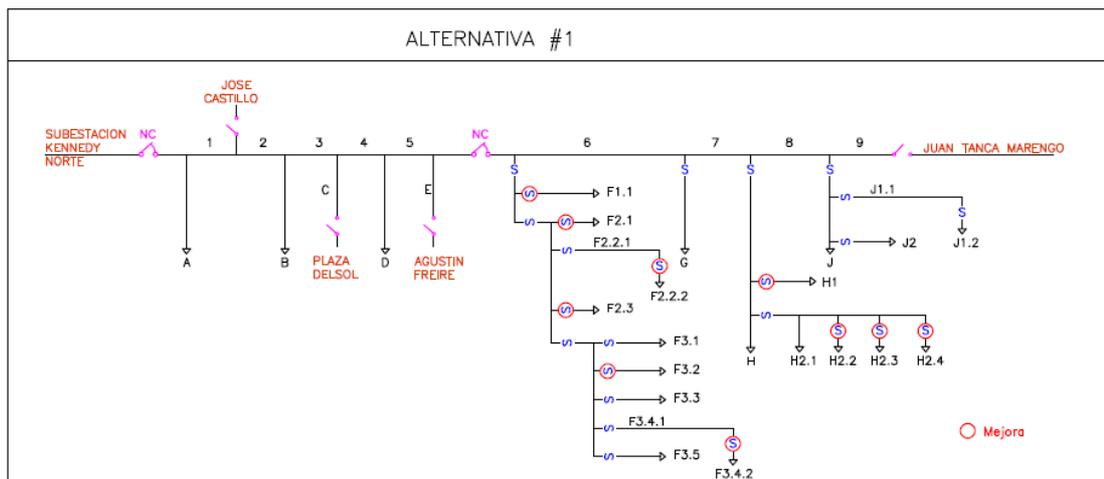
- ✓ 15 Fusibles
- ✓ Cuenta con seccionadores que le permiten en casos de contingencias transferir parte o toda la carga a las alimentadoras: Plaza del Sol, Agustín Freire, y José Castillo para lo cual posee cinco seccionadores, tres ubicados en la conexión con las alimentadoras antes mencionadas, uno a la salida de la subestación y el ultimo se encuentra en la mitad del recorrido de la alimentadora y sirve para separar la carga.



**Diagrama unifilar Urdenor
Grafico 106**

ALTERNATIVA 1:

La alternativa 1 consiste en aumentar en el sistema 10 fusibles de protección, en los ramales que se indican en el diagrama de confiabilidad en la figura inferior, el objetivo es disminuir el número de abonados afectados en los ramales que son importantes.



**Diagrama unifilar Urdenor con alternativa 1
Grafico 107**

Saifi	2,523400000	int/Cons-año
Saidi	2,322662530	Hrs/Cons-año
Caidi	0,590327324	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999734856	
Asui	0,000265144	
Ens	4,397991171	Mw-h/año
Aens	3,299318208	Kw-h/Cons-año

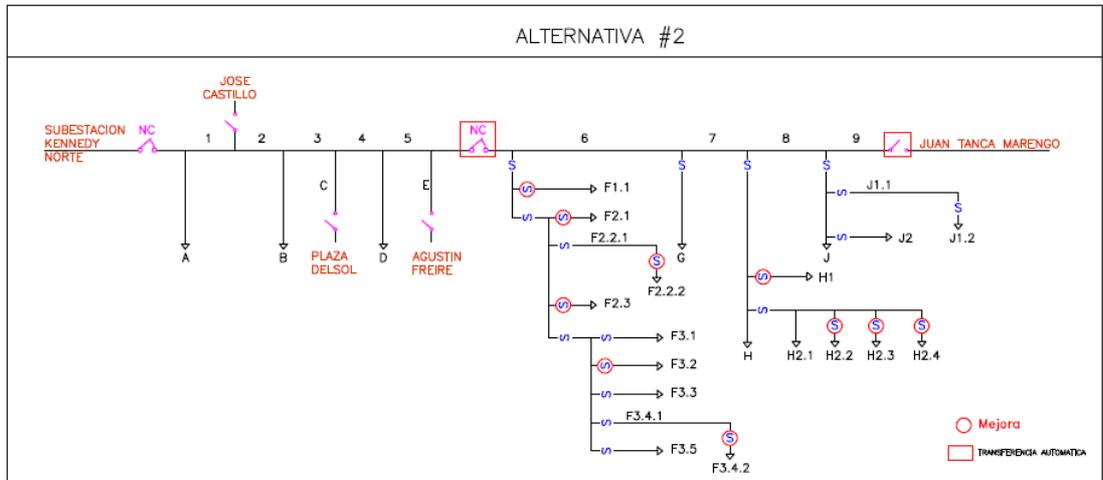
**Indices con alternativa 1 Urdenor
Tabla CLVII**

	Alternativa 1
Costo de Interrupción	16.962,91
Costo de inversión	\$ 160,36
Costo Total	\$ 17.123,27

**Costos con alternativa 1 Urdenor
Tabla CLVIII**

ALTERNATIVA 2:

La alternativa 1 es lo mismo que la uno, pero en esta se incorpora una transferencia automática con el objeto de disminuir la duración de las salidas de servicio del sistema, esta transferencia se realiza con probabilidad de uno para los dos bloques de carga q se forman debido a que el primer bloque que se observa en la derecha de la grafica inferior posee una carga de 2MVA y se puede transferir a cualquiera de las tres alimentadoras con las cuales posee interconexión, la carga de la izquierda también posee probabilidad uno debido a q la carga es de 3MVA y la alimentadora Tanca marengo posee una carga de 4MVA.



**Diagrama unifilar Urdenor con alternativa 2
Grafico 108**

Saifi	2,523400000	int/Cons-año
Saidi	1,291232872	Hrs/Cons-año
Caidi	0,328179422	Hrs/Cons-interrup
Asai	0,999852599	
Asui	0,000147401	
Ens	2,453947007	Mw-h/año
Aens	1,840920485	Kw-h/Cons-año

**Indices con alternativa 2 Urdenor
Tabla CLIX**

	Alternativa 2
Costo de Interrupción	9.465,26
Costo de inversión	\$ 2.300,00
Costo Total	\$ 11.765,26

**Costos con alternativa 2 Urdenor
Tabla CLX**

3.-Alimentadora José Castillo

La alimentadora José Castillo cuenta con los siguientes componentes

- ✓ 20 Fusibles
- ✓ Cuenta con 4 seccionadores aéreos, uno a la salida de la Subestación, el seccionador segundo y tercero con la posibilidad de interconexión con la alimentadora Urdenor y el cuarto con posibilidad de interconexión con la alimentadora Plaza Dañin.

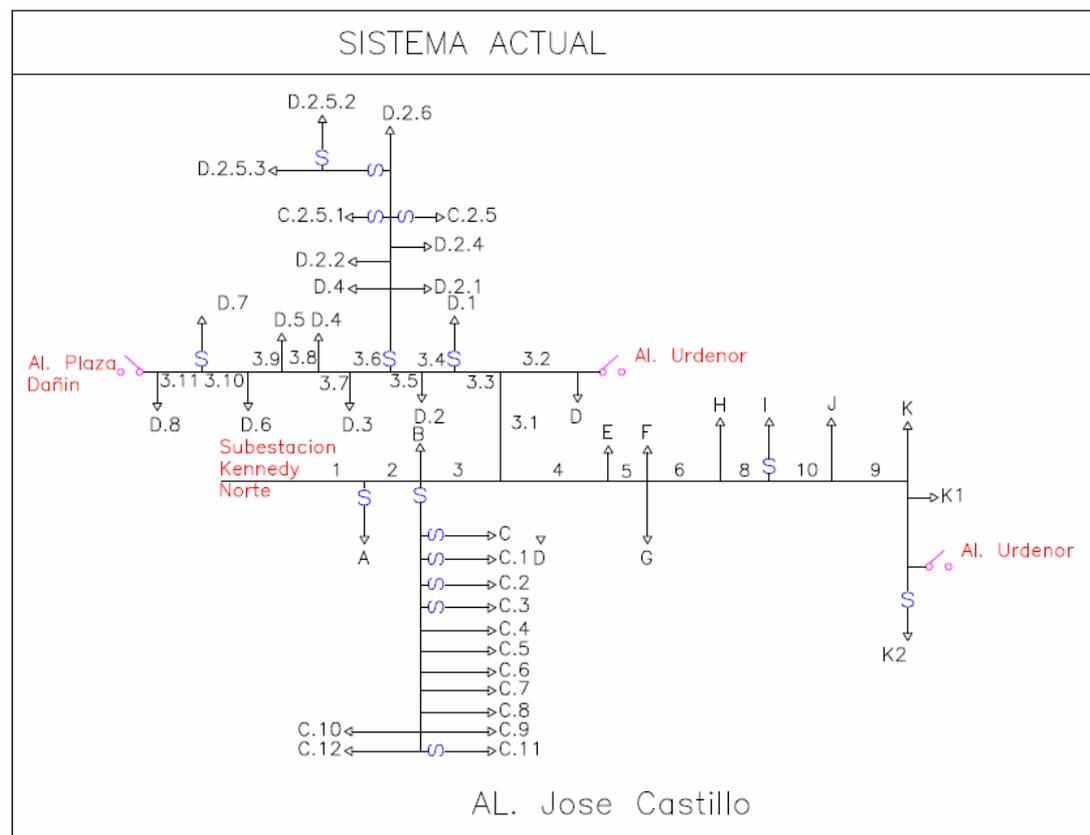
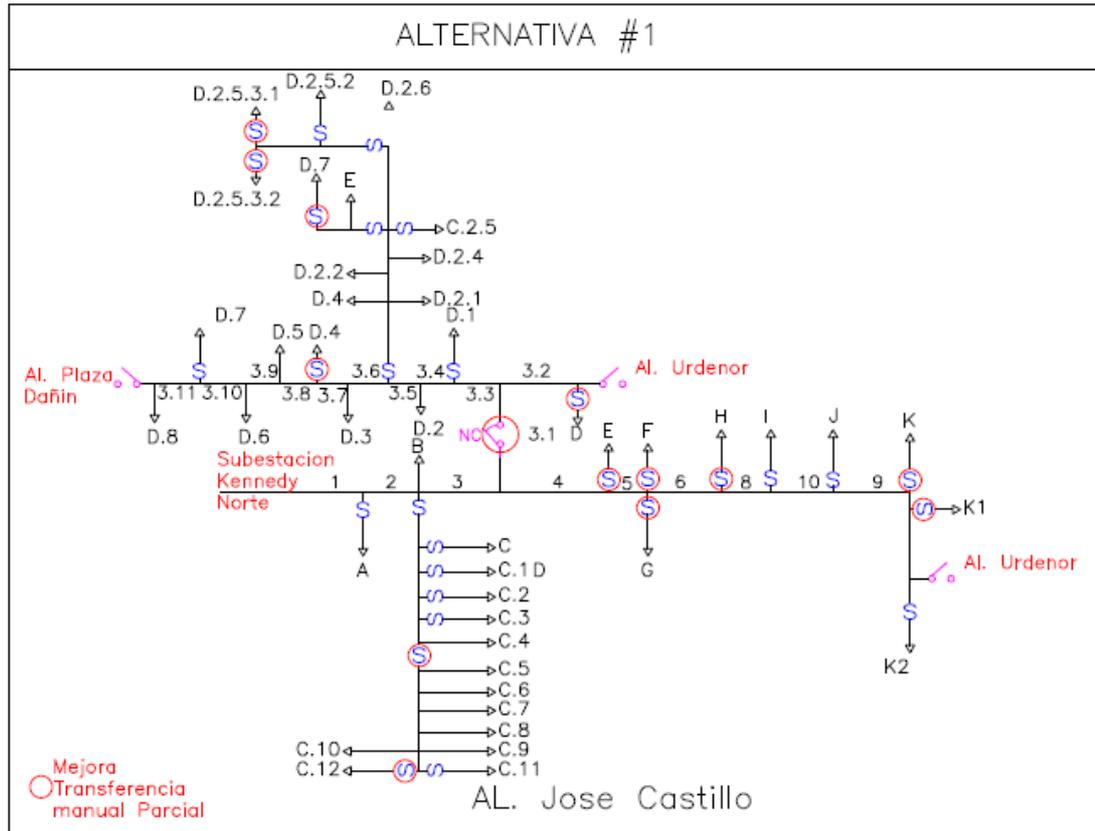


Diagrama unifilar José Castillo
Grafico 109

ALTERNATIVA 1:

Como esta alimentadora tiene una gran cantidad de ramales que no tienen fusibles y que estas propensas a áreas que producen muchas fallas interrumpiendo el servicio eléctrico a los abonados, se considera instalar fusibles en lugares estratégicos. Además se pretende instalar un seccionador en la mitad de la alimentadora con el objeto de poder transferir la carga en dos bloques, el primero el bloque superior (ver grafica 110) se puede transferir con Urdenor o con Plaza Dañin con probabilidad de transferencia de 1 ya que la carga de este bloque es de 2.5 MVA y las alimentadoras Urdenor y Plaza Dañin tiene una carga máxima de 6.3 y 6.7, el bloque inferior posee una carga de 2.2MVA y la alimentadora Urdenor una carga de 6.3 MVA y de igual manera la probabilidad de transferencia es de 1



**Diagrama unifilar José Castillo con alternativa 1
Grafico 110**

Saifi	2,545966071	int/ Cons-año
Saidi	1,932899021	Hrs/ Cons-año
Caidi	0,75920062	Hrs/ Cons-interrup
Asai	0,999779349	
Asui	0,000220651	
Ens	5,622603129	Mw-h/ año
Aens	2,623706547	Kw-h/ Cons-año

**Indices con alternativa 1 Jose Castillo
Tabla CLXI**

	Alternativa 1
Costo de Interrupción	21.372,39
Costo de inversión	\$ 803,50
Costo Total	\$ 22.175,89

Costos con alternativa 1 Jose Castillo
Tabla CLXII

ALTERNATIVA 2:

En esta alternativa se usaron los mismos fusibles y seccionador que en la anterior con la diferencia que en este caso la transferencia es automática, con el objeto de disminuir la duración de la salida de servicio de los abonados del servicio eléctrico.

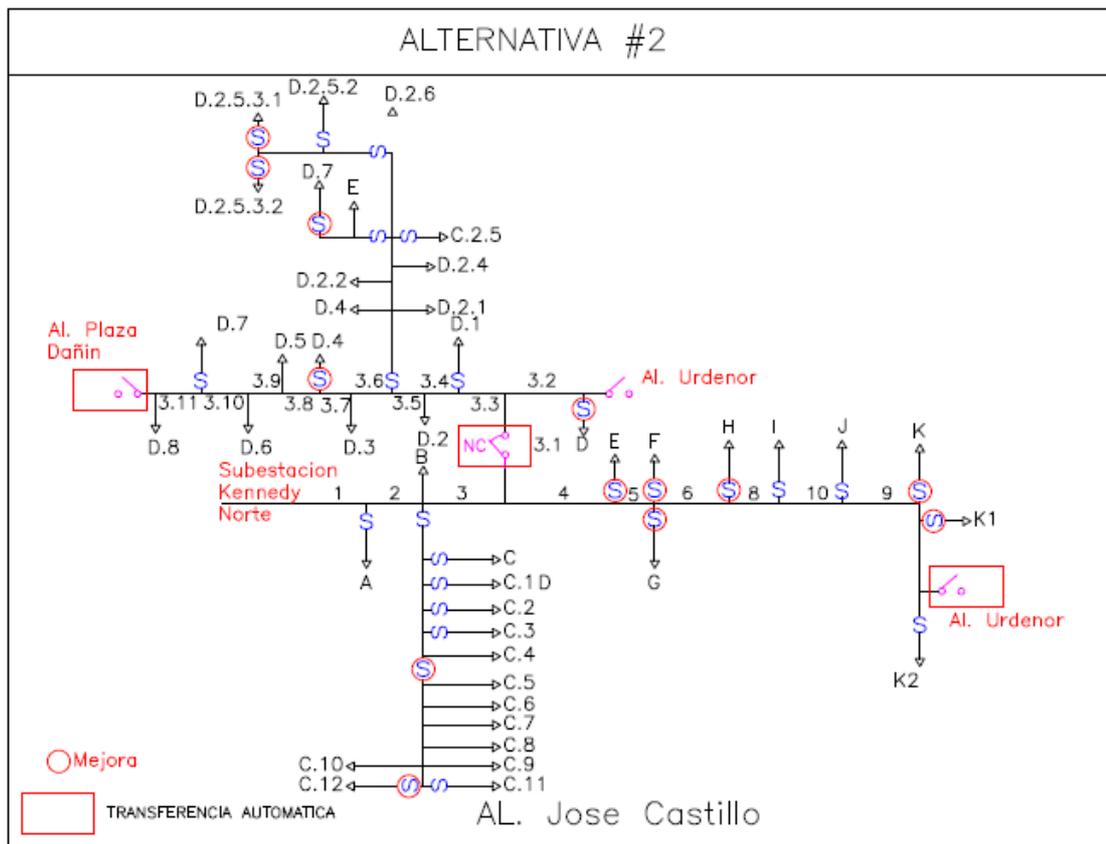


Diagrama unifilar José Castillo con alternativa 2
Grafico 111

Saifi	2,525855475	int/ Cons-año
Saidi	1,396490702	Hrs/ Cons-año
Caidi	0,552878308	Hrs/ Cons-interrup
Asai	0,999840583	
Asui	0,000159417	
Ens	4,342036921	Mw-h/ año
Aens	2,02614882	Kw-h/ Cons-año

**Indices con alternativa 2 Jose Castillo
Tabla CLXIII**

	Alternativa 2
Costo de Interrupción	16.819,95
Costo de inversión	\$ 2.604,36
Costo Total	\$ 19.424,31

**Costos con alternativa 2 Jose Castillo
Tabla CLXIV**

5.-Alimentadoras Centrum

La alimentadora Centrum cuenta con los siguientes componentes

- ✓ 4 Fusibles
- ✓ Centrum tiene interconexión con la alimentadora World Trade center, tiene cargas específicas como el ministerio del litoral, centro del norte y con el edificio de Porta.

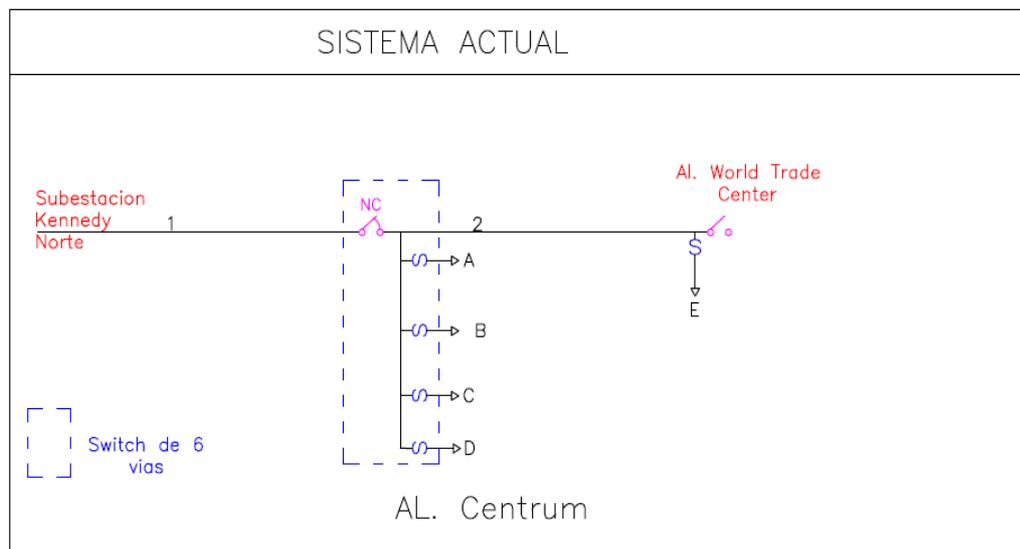


Diagrama unifilar Centrum
Grafico 112

ALTERNATIVA 1:

Aquí se busca una transferencia automática con la alimentadora World Trade center con probabilidad de transferencia de la unidad debido a que las carga de la alimentadora es de 4MVA mientras que los de la alimentadora Centrum son de 3MVA, estos esquemas de transferencia automática son costosos.

Saifi	0,481898281	int/ Cons-año
Saidi	0,182160914	Hrs/ Cons-año
Caidi	0,37800698	Hrs/ Cons-interrup
Asai	0,999979205	
Asui	2,07946E-05	
Ens	0,080699543	Mw-h/ año
Aens	0,389852864	Kw-h/ Cons-año

Indices con alternativa 1 Centrum
Tabla CLXV

	Alternativa 1
Costo de Interrupción	1.539,71
Costo de inversión	\$ 1.268,77
Costo Total	\$ 2.808,48

Costos con alternativa 1 Centrum
Tabla CLXVI

6.-Alimentadora World Trade Center

La alimentadora World Trade Center cuenta con los siguientes componentes

- ✓ 2 Fusibles
- ✓ Tiene posibilidad de interconexión con Centrum, y alimenta a cargas específicas como a las torres del World Trade Center y al edificio del Banco del Pichincha.

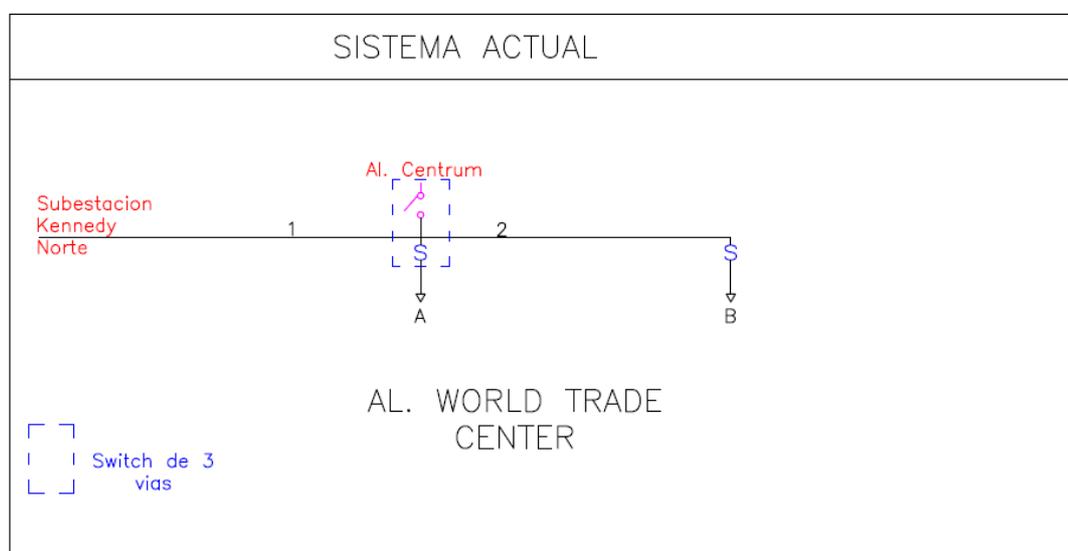


Diagrama unifilar WTC
Grafico 113

ALTERNATIVA 1:

Aquí se busca una transferencia automática con la alimentadora World Trade center con probabilidad de transferencia de la unidad debido a que las cargas de las alimentadoras World Trade center es de 4MVA y de la alimentadora Centrum es de 3MVA, estos esquemas de transferencia automática son costosos.

Saifi	1,170357701	int/ Cons-año
Saidi	0,357984181	Hrs/ Cons-año
Caidi	0,305875871	Hrs/ Cons-interrup
Asai	0,999959134	
Asui	4,08658E-05	
Ens	0,489223231	Mw-h/ año
Aens	0,537607946	Kw-h/ Cons-año

**Indices con alternativa 1 World Trade Center
Tabla CLXVII**

	Alternativa 1
Costo de Interrupción	7.227,90
Costo de inversión	\$ 1.268,77
Costo Total	\$ 8.496,67

**Costos con alternativa 1 Centrum
Tabla CLXVIII**

7.-Alimentadora San Marino

La alimentadora San Marino cuenta con los siguientes componentes

- ✓ 1 Fusible
- ✓ Tiene posibilidad de interconexión con la alimentadora M.H. Alcívar y alimenta al centro comercial que lleva su nombre.

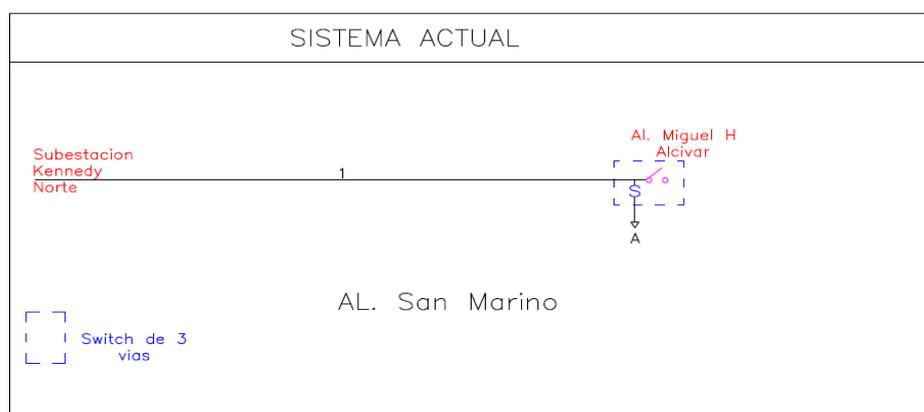
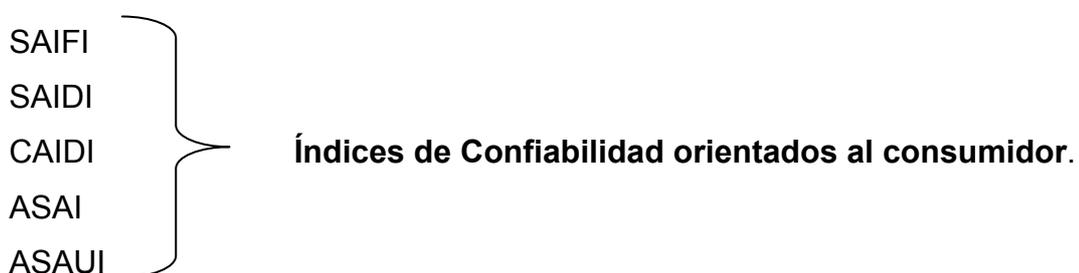


Diagrama unifilar San Marino
Grafico 114

4.3.-Resultados por alimentadora

Se presentara los resultados de los índices para cada mejora que se ha hecho con esto podemos determinar cómo varia cada uno de los índices en función a cada arreglo que se está proponiendo, también se presentara el costo total por alimentadora el número de consumidores por alimentadora y el costo total por consumidor.

Los índices se los presentara en el orden que primero se pueda analizar los índices de confiabilidad orientados al consumidor para luego estudiar los que van orientados a las cargas así:



ENS }
AENS } **Índices de confiabilidad orientados a la carga**

CT → **Costo Total, costo de interrupción más Inversión.**

CP → **Costo por Consumidor**

Alimentadora Las Cámaras

Las Camaras	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Saifi	1,160193356	1,000772918	0,841269965
Saidi	0,981419501	0,869129065	0,791182167
Caidi	0,845910292	0,868457818	0,940461684
Asai	0,999887966	0,999900784	0,999909682
Asui	0,000112034	0,000099216	0,000090318
Ens	2,532483820	2,225306013	2,008416728
Aens	3,029286866	2,661849297	2,411064500

	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de Interrupción	15.971,39	7.447,53	6.236,19
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 118,41	\$ 158,60
Costo Total	\$ 15.971,39	\$ 7.565,94	\$ 6.394,79

	802	802	802
Num. De Consumidores			
COSTO por Consumidor	\$ 19,91	\$ 9,43	\$ 7,97

**Comparacion de los indices las Camaras
Tabla CLXIX**

Alimentadora Plaza del Sol

Plaza del Sol	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Saifi	4,072555721	2,780605069	2,760268303
Saidi	2,198704113	1,549853277	1,457252903
Caidi	0,539883126	0,557379865	0,527938861
Asai	0,999749006	0,997618604	0,997760888
Asui	0,000250994	0,002381396	0,002239112
Ens	9,020063934	6,102521850	5,615397586
Aens	13,402769590	9,067640193	8,343829995

	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de Interrupción	62.850,74	50.596,04	48.909,40
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 236,83	\$ 1.496,77
Costo Total	\$ 62.850,74	\$ 50.832,87	\$ 50.406,17

Num. De Consumidores	1500	1500	1500
COSTO por Consumidor	\$ 41,90	\$ 33,89	\$ 33,60

Comparacion de los indices Plaza del Sol Tabla CLXX

Alimentadora Urdenor

Urdenor	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Saifi	4,815245987	2,523400000	2,523400000
Saidi	2,794409116	2,322662530	1,291232872
Caidi	0,580325309	0,590327324	0,328179422
Asai	0,999681004	0,999734856	0,999852599
Asui	0,000318996	0,000265144	0,000147401
Ens	5,168303152	4,397991171	2,453947007
Aens	3,877196663	3,299318208	1,840920485

	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de Interrupción	\$ 36.301,20	16.962,91	9.465,26
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 160,36	\$ 2.300,00
Costo Total	\$ 36.301,20	\$ 17.123,27	\$ 11.765,26

Num. De Consumidores	1458	1458	1458
COSTO por Consumidor	\$ 24,90	\$ 11,74	\$ 8,07

Comparacion de los indices Urdenor Tabla CLXXI

Alimentadora José Castillo

Jose Castillo	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Saifi	3,525147224	2,545966071	2,525855475
Saidi	2,902620146	1,932899021	1,396490702
Caidi	0,823403949	0,759200620	0,552878308
Asai	0,999668651	0,999779349	0,999840583
Asui	0,000331349	0,000220651	0,000159417
Ens	8,192721164	5,622603129	4,342036921
Aens	3,737555276	2,623706547	2,026148820

	Sistema Actual	Alternativa 1	Alternativa 2
Costo de Interrupción	\$ 31.240,31	21.372,39	16.819,95
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 803,50	\$ 2.604,36
Costo Total	\$ 31.240,31	\$ 22.175,89	\$ 19.424,31

Num. De Consumidores	2192	2192	2192
COSTO por Consumidor	\$ 14,25	\$ 10,12	\$ 8,86

Comparacion de los indices jose Castillo
Tabla CLXXII

Alimentadora Centrum

Centrum	Sistema Actual	Alternativa 1
Saifi	0,481898281	0,481898281
Saidi	0,305488450	0,182160914
Caidi	0,633927245	0,378006980
Asai	0,999965127	0,999979205
Asui	0,000034873	0,000020795
Ens	0,139526777	0,080699543
Aens	0,674042403	0,389852864

	Sistema Actual	Alternativa 1
Costo de Interrupción	1.822,22	1.539,71
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 1.268,77
Costo Total	\$ 1.822,22	\$ 2.808,48

Num. De Consumidores	1100	1100
COSTO por Consumidor	\$ 1,66	\$ 2,55

Comparacion de los indices las Centrum
Tabla CLXXIII

Alimentadora World Trade Center

World Trade Center	Sistema Actual	Alternativa 1
Saifi	1,170357701	1,170357701
Saidi	0,718564102	0,357984181
Caidi	0,613969644	0,305875871
Asai	0,999917972	0,999959134
Asui	0,000082028	0,000040866
Ens	0,965549307	0,489223231
Aens	1,061043194	0,537607946

	Sistema Actual	Alternativa 1
Costo de Interrupción	8.634,01	7.227,90
Costo de inversión	\$ 0,00	\$ 1.268,77
Costo Total	\$ 8.634,01	\$ 8.496,67

Num. De Consumidores	910	910
COSTO por Consumidor	\$ 9,49	\$ 9,34

Comparacion de los indices World Trade Center
Tabla CLXXIV

4.4.-Análisis de los índices de confiabilidad por alimentadora.

Antes de anticipar a decir si están bien o mal los índices, podemos observar en la siguiente tabla los valores calculados para la empresa Indiana la cual tiene características similares a la empresa eléctrica de Guayaquil, debido a la densidad de abonados y características del sistema.

Year	SAIFI			SAIDI (Minutes)			CAIDI (Minutes)		
	I&M ²	Indiana Utilities ³	North American Utilities ⁴	I&M ⁵	Indiana Utilities ⁶	North American Utilities ⁷	I&M ⁸	Indiana Utilities ⁹	North American Utilities ¹⁰
2002	1.681	1.47	1.1	179.1	145	90	159.3	119.9	81.6
2003	1.583	1.43	1.1	128.5	158	90	135	140.2	81.6
2004	1.424	1.42	1.1	194.1	145	90	155.6	130.1	81.6
2005	1.311			170.7			171.1		
2006	1.242			146.7			130.6		
2007**	1.237			139.1			125.6		

**Índices Indiana
TABLA CLXXV**

Además en el artículo R280-90-7 “Analysis of Distribution System Reability and Outage Rates” de la Cooper Power se muestran valores metas para estos índices. A continuación se mostrarán en la siguiente tabla:

Índice	Tipo de Sistema	Operación Meta
SAIFI	Urbano	1.0 Interrucción/Consumidor-Año
SAIFI	Rural	1.5 Interrucción/Consumidor-Año
SAIDI	Urbano	1.0 Hora/Consumidor-Año
SAIDI	Rural	1.5 Horas/Consumidor-Año
CAIDI	Urbano/Rural	1.0 Hora/Consumidor-Interrupción
ASAI	Urbano	99.989% Disponibilidad anual
ASAI	Rural	99.983% Disponibilidad anual

Meta Cooper
Tabla CLXXVI

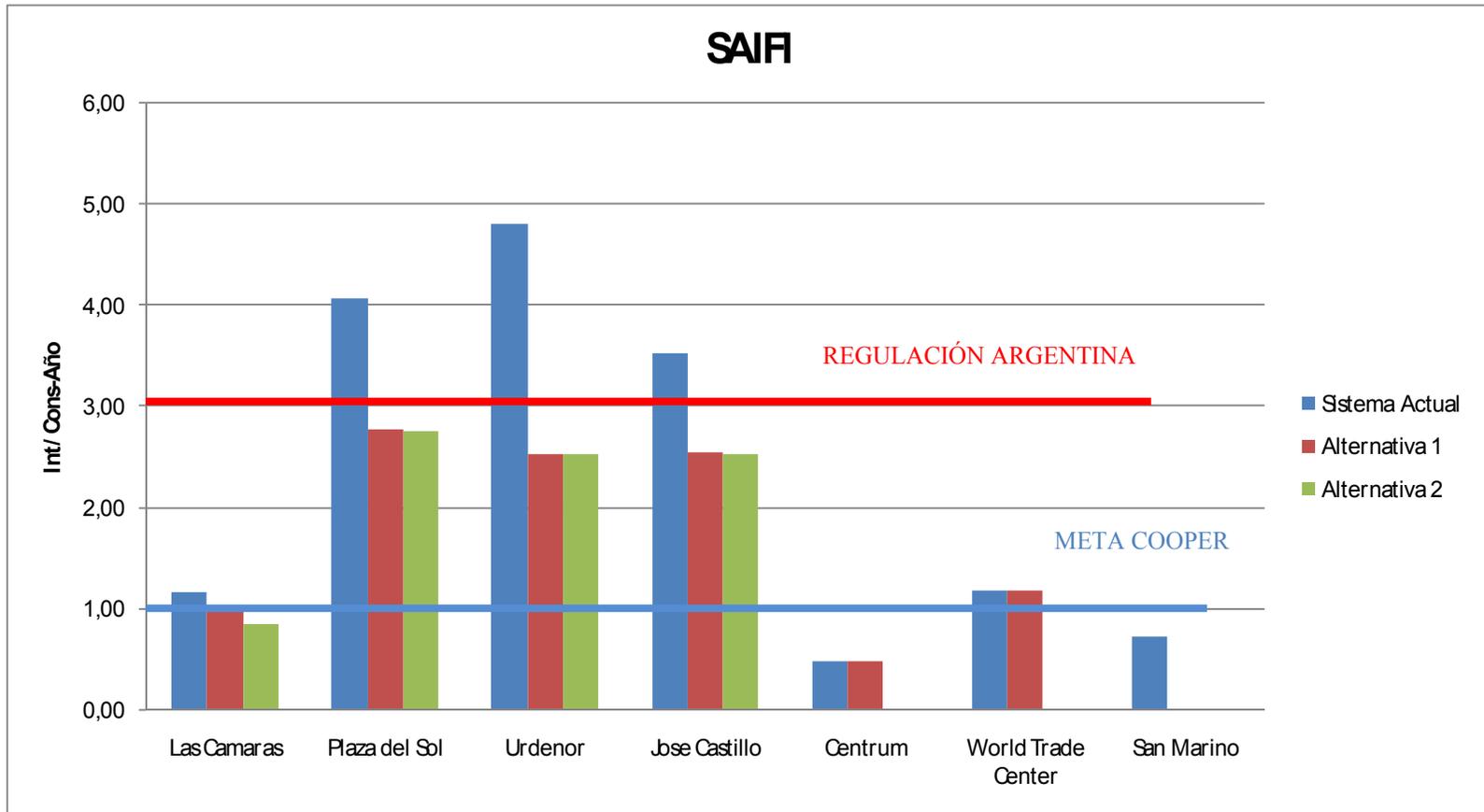
Con respecto a países sudamericanos comparamos con las normas Argentinas, las cuales se encuentran en la regulación “Calidad del Servicio Público de Electricidad/ Edenor-Argentina”

	SAIFI	SAIDI
Regulacion Argentina	4	3

Índice Normas Argentinas
Tabla CLXXVII

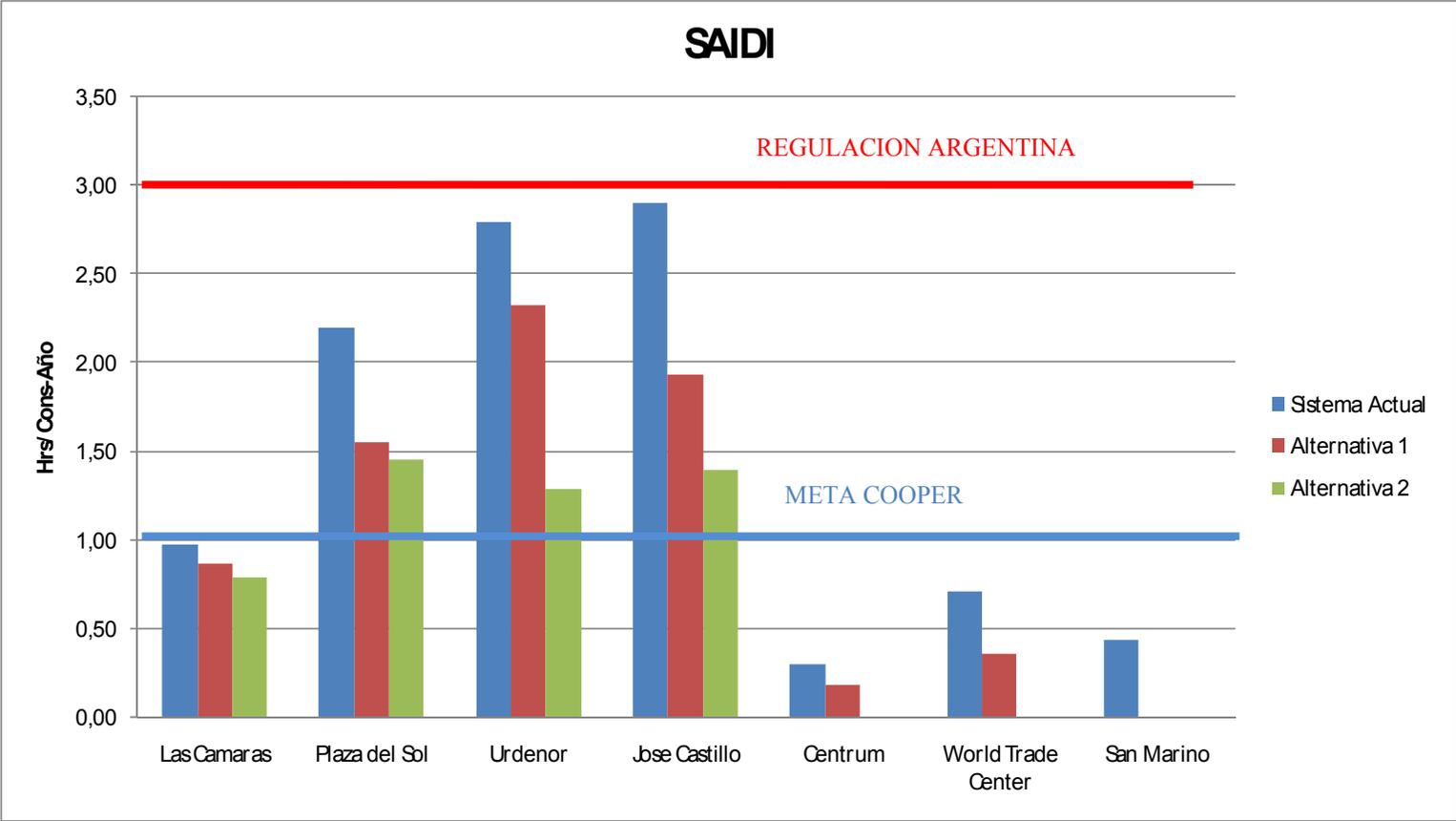
A continuación se presentan todos los índices IEEE 1366-1998, comparando el estado actual con las diferentes alternativas planteadas.

SAIFI (Índice de frecuencia de interrupción promedio del Sistema)



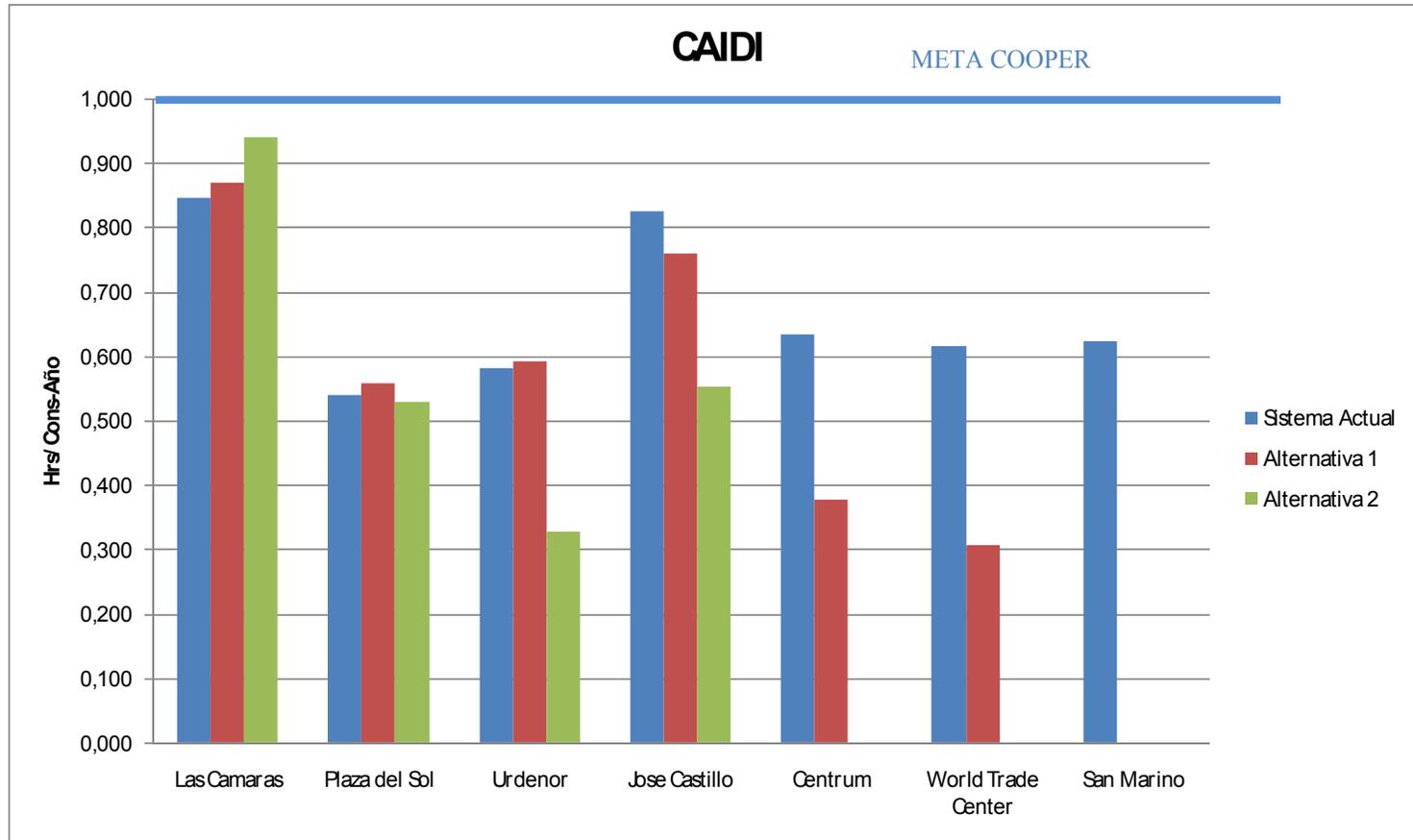
Comparación de SAIFI de cada alimentadora
Grafico 115

SAIDI (Índice de la duración de la interrupción promedio del Sistema)



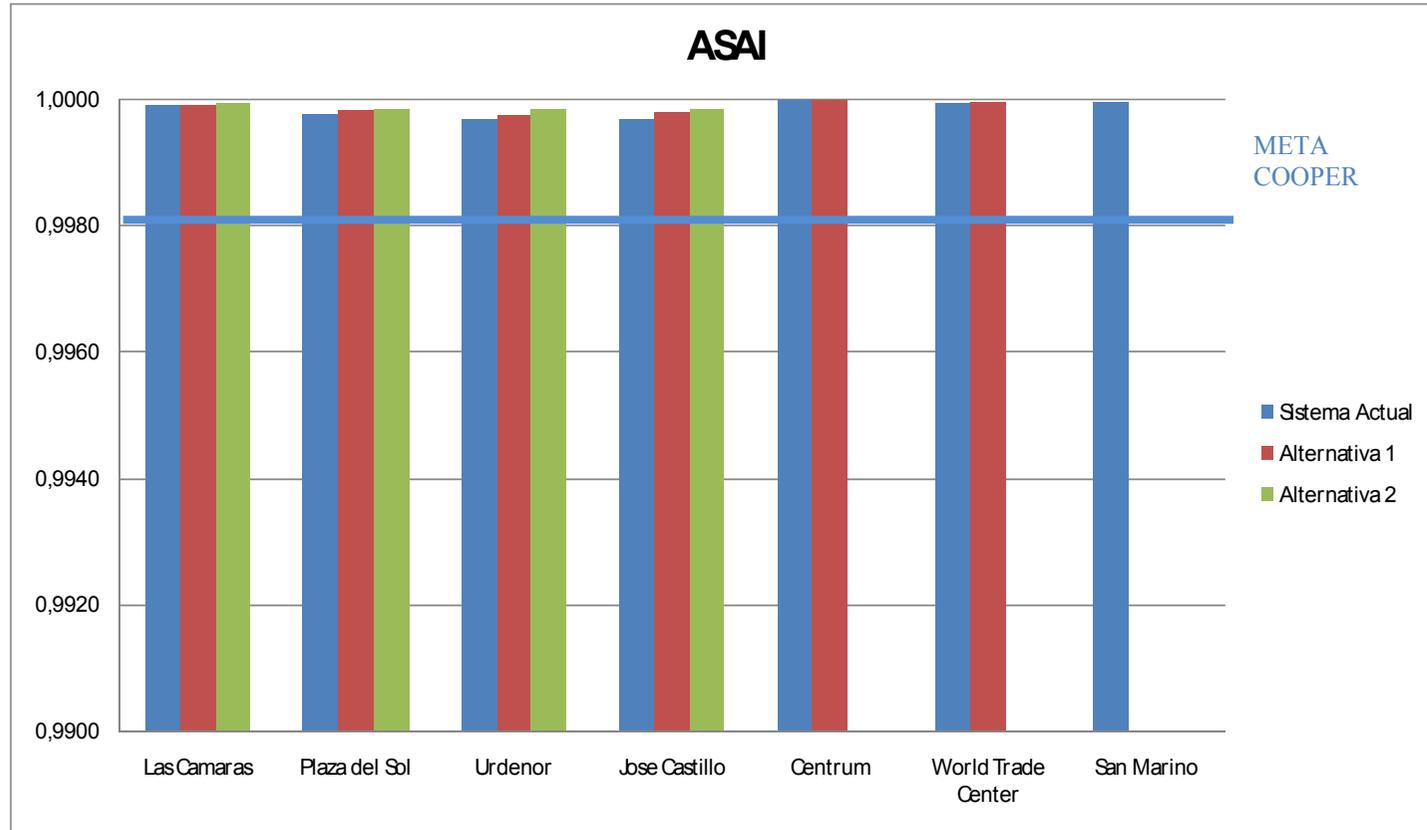
**Comparación de SAIDI de cada alimentadora
Grafico 116**

CAIDI (Índice de la duración de la interrupción promedio de consumidores)



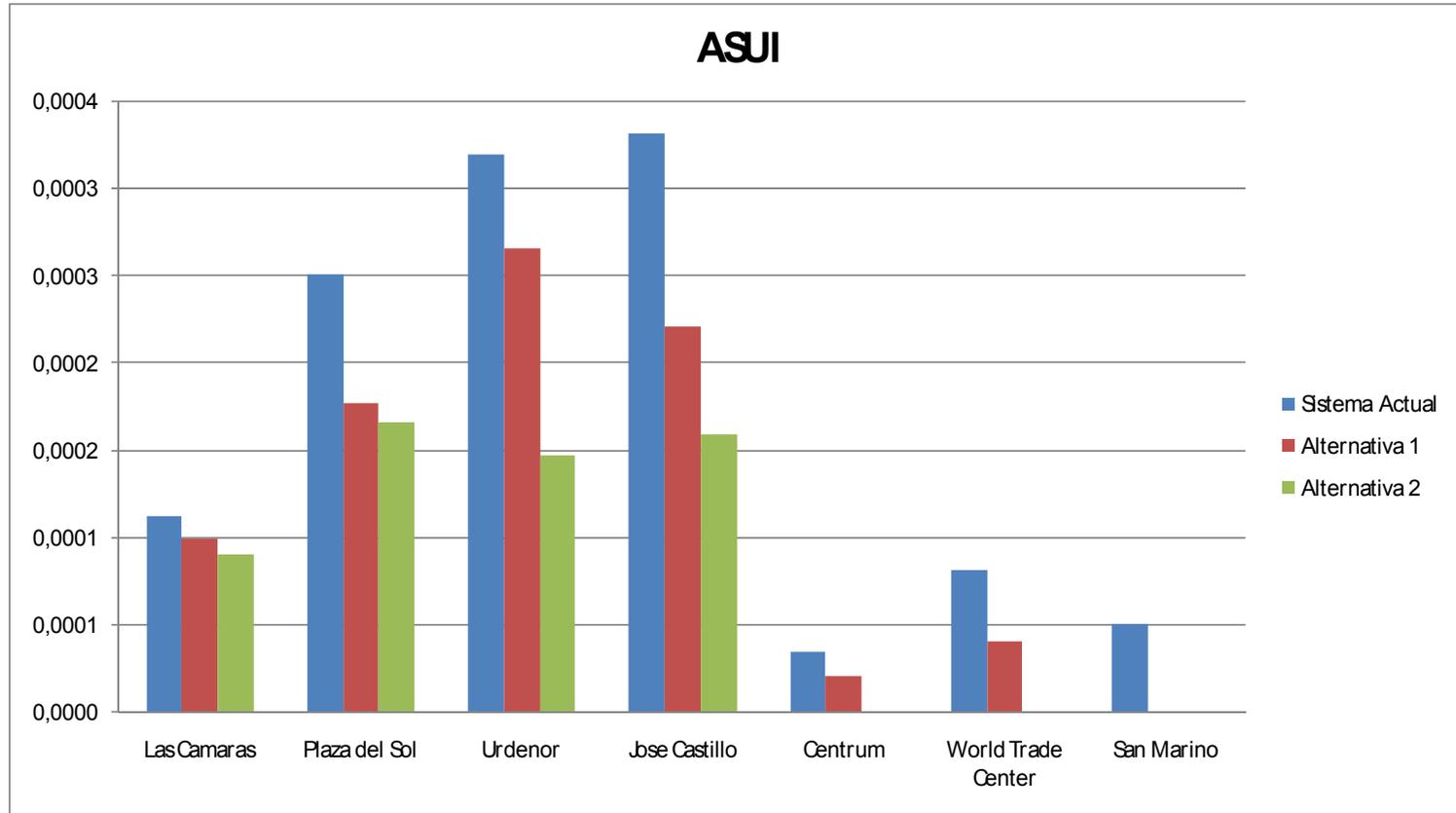
Comparación de CAIDI de cada alimentadora
Grafico 117

ASAI (Índice de la disponibilidad promedio del servicio)

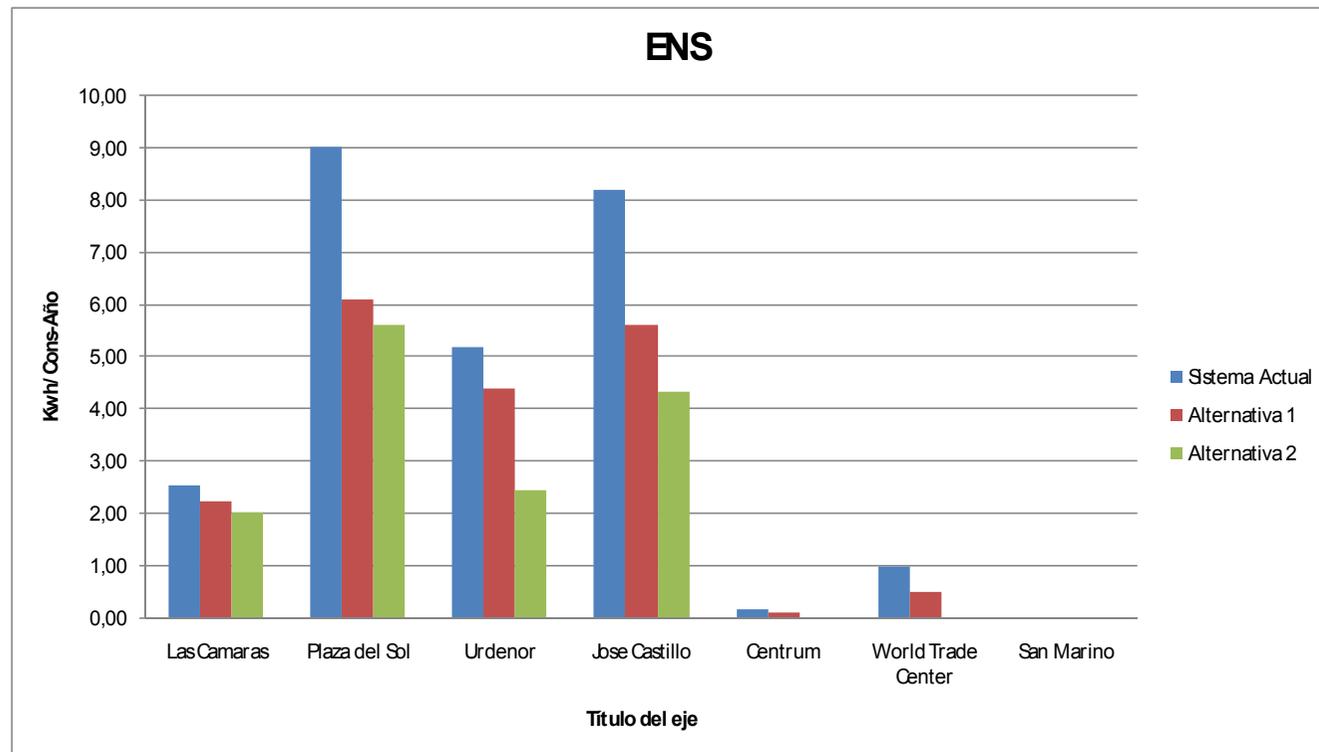


Comparación de ASAI de cada alimentadora
Grafico 118

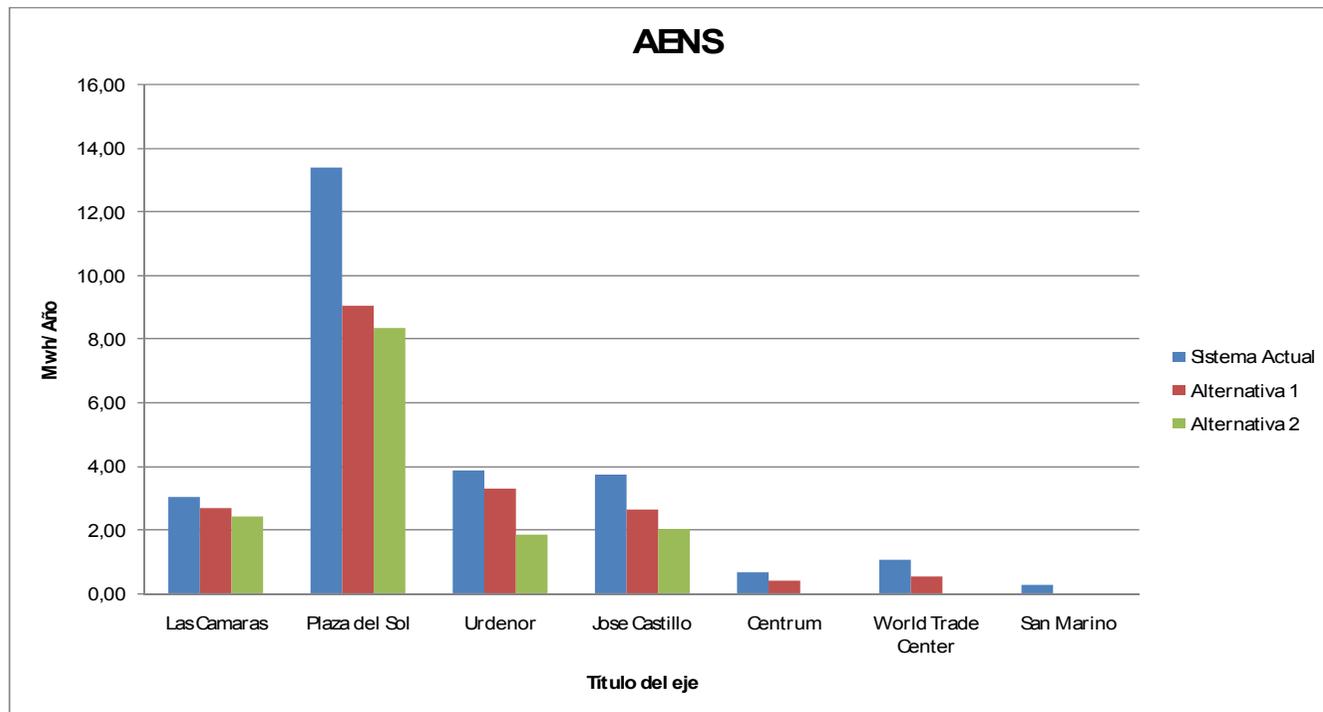
ASUI (Índice de la indisponibilidad promedio del servicio)



**Comparación de ASUI de cada alimentadora
Grafico 119**

ENS (Índice de energía no suplida)

**Comparación de ENS de cada alimentadora
Grafico 120**

AENS (Energía promedio no suplida o índice de corte de carga promedio del sistema)

**Comparación de AENS de cada alimentadora
Grafico 121**

En las graficas anteriores se puede recalcar que en lo que respecta al Saifi solo las alimentadoras centrum y san marino cumplen con las metas Cooper y el resto ya planteando las alternativas cumplen con la regulación argentina, en lo que respecta al Saidi todas las alimentadoras cumplen

Anteriormente se pudo observar que el SAIFI y SAIDI se reduce a medida que se realizan las mejoras y ahora el CAIDI se reduce en unas mejoras pero en otras se trepa.

Reducir el tiempo de duración de la falla se hace un tanto complicado para este análisis puesto que estos tiempos de por sí ya son pequeños, se logra reducir algo pero no mucho, en cambio con cada mejora que se realiza, se logra reducir en gran medida la frecuencia de interrupción. Por esta razón el CAIDI tiene ese comportamiento irregular.

A diferencia de los anteriores índices se cumple la meta si el valor de ASAI está por encima del valor dado por la referencia ya que este índice da una probabilidad de tener servicio y esta debe incrementarse conforme se presentan las alternativas.

4.5.-Análisis de los Costos

Una vez que se ha hecho el análisis para llegar a varias soluciones Técnicas es necesario estudiar el costo para cada una de ellas.

El costo que se desea analizar es el costo Total que resulta de la suma de dos términos:

- ✓ El costo de Interrupción que perjudica a los abonados
- ✓ El costo de inversión que sirve para que las interrupciones disminuyan y todo funcione correctamente.

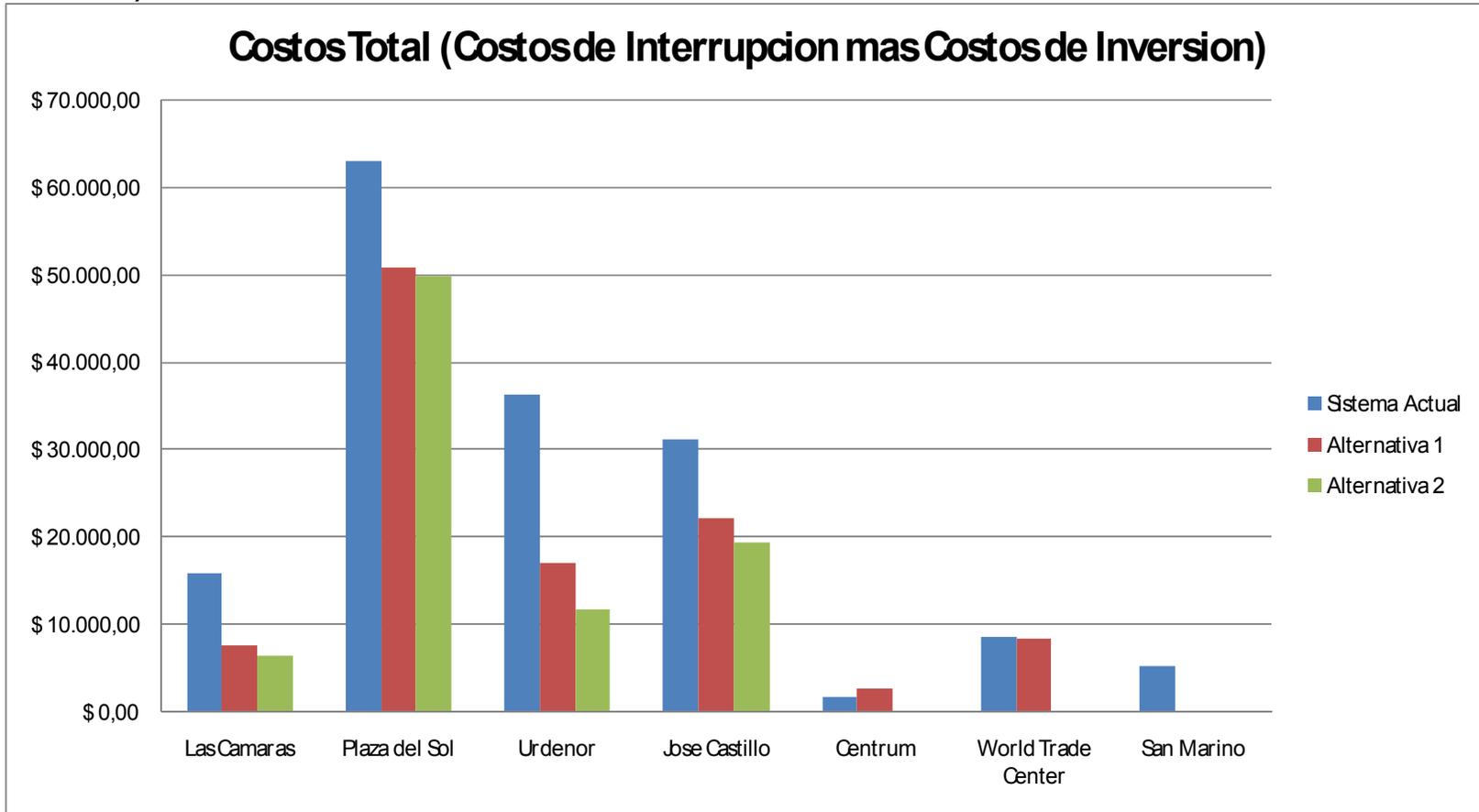
De una u otra forma la suma de estos dos variables al final deben concluir que el costo total debe ser el menor y que estos a la vez produzcan un beneficio mayor.

Se puede obtener el costo total por consumidor para hacer referencias en estudios ,para saber cuánto le disminuirán los costos a un abonado o

cuanto le aumentaran, El costo total por consumidor es el resultado de la relación entre el Costo Total y el número de abonados que tiene la alimentadora. Considere que los costos se encuentran anualizados.

Nuestro objetivo es determinar que el costo de interrupción sea el menor esto indicara que tendremos un servicio continuo y confiable, el mismo que sirve para que futuros clientes sientan la seguridad de invertir en el país sin riesgos de interrupciones innecesarias.

Costo Total (Costo de interrupción más costo de Inversión)

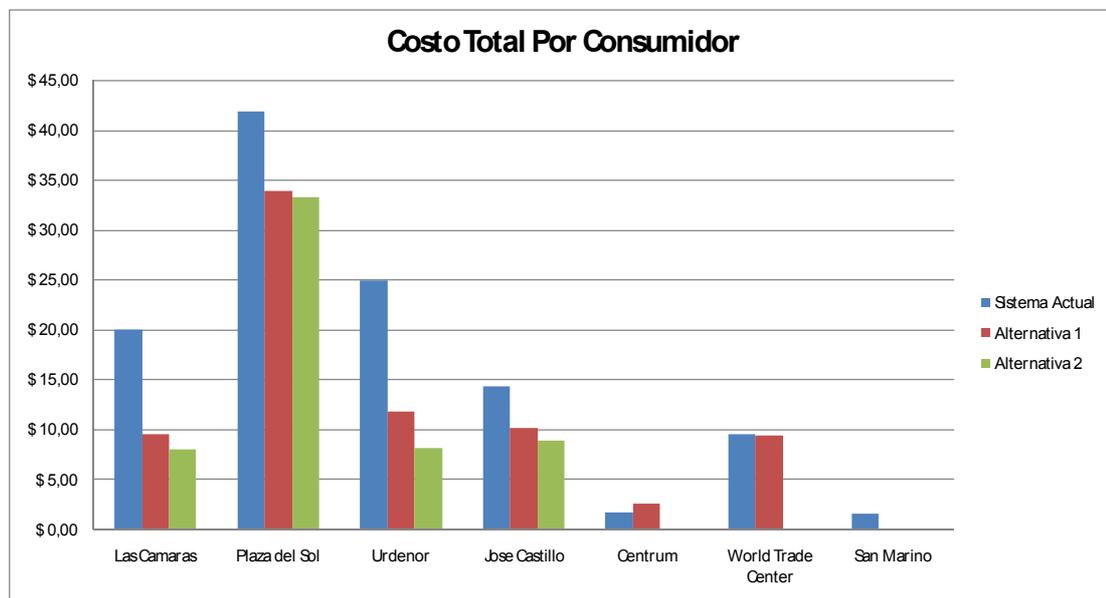


Comparación de costos de cada alimentadora
Grafico 122

En la figura de la página anterior se considera como análisis el costo total, en una grafica donde comparamos los costos versus las mejoras a la red que se han hecho, es decir desde el costo actual que tiene el sistema hasta el último costo que provoca la ultima mejora que se considero en este trabajo

De la grafica podemos observar que el costo total más elevado lo tiene Plaza del sol y José castillo, mientras que los costos de las alimentadoras subterráneas son muy bajos. Entonces con los mejoramientos hechos a las alimentadoras se observa como las cuatro alimentadoras aéreas al hacer cada mejoramiento sus costos se reducen de manera que es una buena inversión poner en marcha lo que se ha propuesto. En las alimentadoras subterráneas vemos que solo en el caso de World Trade center es viable la mejora propuesta.

Costo Total por Consumidor



Costo Total por cada alimentadora
Grafico 123

En el Grafico anterior se muestra las variaciones que tiene el costo total por consumidor, variaciones que han sido producidas por cada mejoramiento es decir por el rediseño en la topología o en el sistema de protecciones.

A medida que se buscan mas soluciones factibles que involucran costos de inversión llegara un punto que los costos de inversión superaran los costos de interrupción y por lo tanto nos va a resultar más costoso de los que antes iniciamos que era no hacer nada es decir mantener el sistema actual.

Se puede observar como los costos por consumidor conservan su tendencia con respecto al costo total por alimentadora hay ocasiones en que el costo de una alimentadora es la mayor de todas pero cuando se hace el análisis por consumidor quizás esta caiga siendo otra la de mayor costo esto se lo puede analizar en el siguiente ej.:

Hay dos alimentadoras la primera con un costo de \$2000 y la segunda alimentadora con un costo de \$4000 aquí la de mayor costo es la segunda.

La primera tiene 200 abonados y la segunda tiene 1000 abonados al dividir los \$2000 de la primera alimentadora para sus 200 abonados obtengo \$10 mientras que si dividimos \$4000 para sus 1000 abonados obtengo \$4 ahora la alimentadora con mayor costo es la primera.

Por lo tanto se debería invertir inicialmente en la primera alimentadora ya que esta tiene el costo total más bajo pero por usuario tiene el costo más alto, esto implica que por usuario estos están recibiendo un exceso de fallas o interrupciones, así que se recomienda invertir inicialmente en la primera alimentadora.

La otra alimentadora tiene un costo total muy alto pero es por la cantidad clientes o usuarios y si analizo por usuario el costo es muy bajo es decir ocasionalmente estos reciben alguna falla o interrupción.

4.5.-Análisis Técnico – Económico

Para los mejores resultados se necesitan dos puntos:

- La Mejor solución técnica
- El escenario más económico

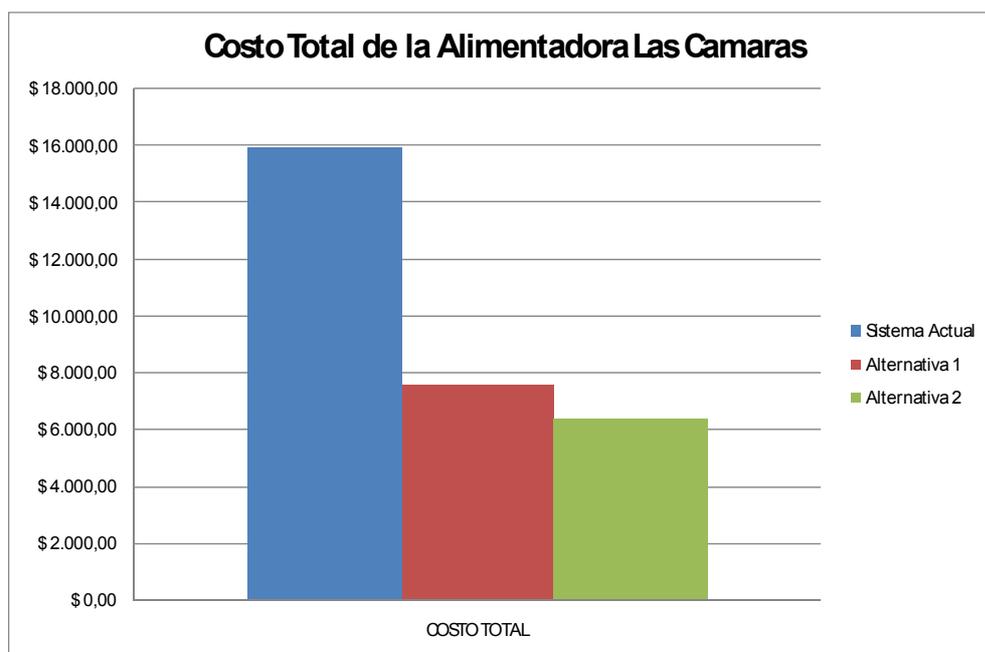
Es decir uno puede tener varias soluciones técnicas pero la limitante es la económica, se puede tener desde soluciones técnicas que no ayudan a mucho pero que son muy económicas hasta soluciones técnicas muy avanzadas que eliminan toda clase de error en el sistema pero muy costosas, entonces económicamente tú eliges cuanto quieres gastar pero queda claro que debes ser muy competitivo en el mercado. Por ejemplo si:

Solución técnica A	Efectividad 100%	costo \$1000
Solución técnica B	Efectividad 97%	Costo \$670
Solución técnica C	Efectividad 67%	Costo \$335

Para este pequeño ejemplo se puede observar que la solución A y B producen los mismos resultados y uno de ellos tiene menor costo, entonces de esto se trata el trabajo de llegar a estos análisis y ver quienes producen los máximos, mejores o similares beneficios y escoger cual tiene el menor costo de inversión. Si nos damos cuenta es mejor que los beneficios sean inversamente proporcionales a los costos, que todo negocio siga esta tendencia, no conviene que los beneficios sean iguales o proporcionales a los costos, se trata de que se invierta menos y ganes mas.

1.-Alimentadora Las Cámaras

Recordando el costo total de la alimentadora Las cámaras para las distintas mejoras tenemos que:



Costos las Cámaras
Grafico 124

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

	Sistema Actual	Alternativas	
		1	2
% de Reducción de Costos	100%	52,6%	60,0%

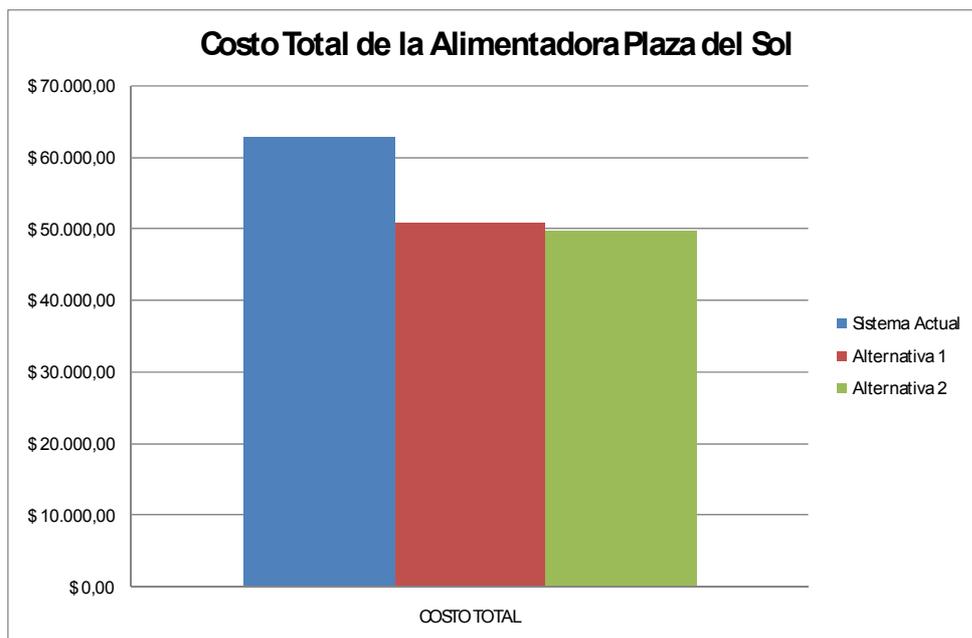
**Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLXXVIII**

De la tabla anterior se puede observar que la alternativa ideal es la número 2 “Fusibles adicionales en ramales” porque es la que tiene el mayor porcentaje de reducción del costo total y cumple con los índices de confiabilidad propuestos por la Cooper. Esta reduce el costo total a un valor mínimo de **\$6 394 20** anuales.

Cabe recalcar que esta alternativa es bastante viable debido a que solo se incurre en el costo de los fusibles.

2.-Alimentadora Plaza del Sol

Recordando el costo total de la alimentadora Plaza del sol para las distintas mejoras tenemos que:



**Costos Plaza del sol
Grafico 125**

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

	Sistema Actual	Alternativas	
		1	2
% de Reducción de Costos	100%	19,1%	20,0%

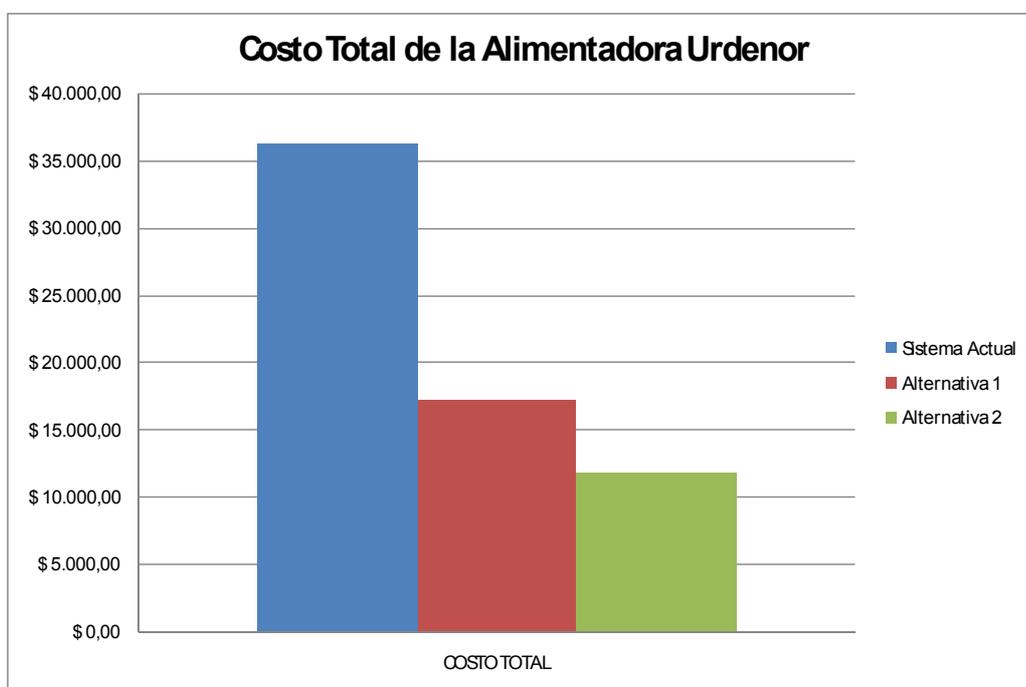
**Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLLXXIX**

De la tabla anterior se puede observar que la alternativa ideal es la número 2 “Fusibles adicionales en ramales más transferencia automática parcial de carga” porque es la que tiene el mayor porcentaje de reducción del costo total y cumple con los índices de confiabilidad propuestos por la Cooper

exceptuando por el Saifi pero este lo cumple en la regulación argentina. Esta reduce el costo total a un valor mínimo de \$ 49 829 anuales.

3.-Alimentadora Urdenor

Recordando el costo total de la alimentadora Plaza del sol para las distintas mejoras tenemos que:



**Costos Urdenor
Grafico 126**

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

	Sistema Actual	Alternativas	
		1	2
% de Reducción de Costos	100%	52,8%	67,6%

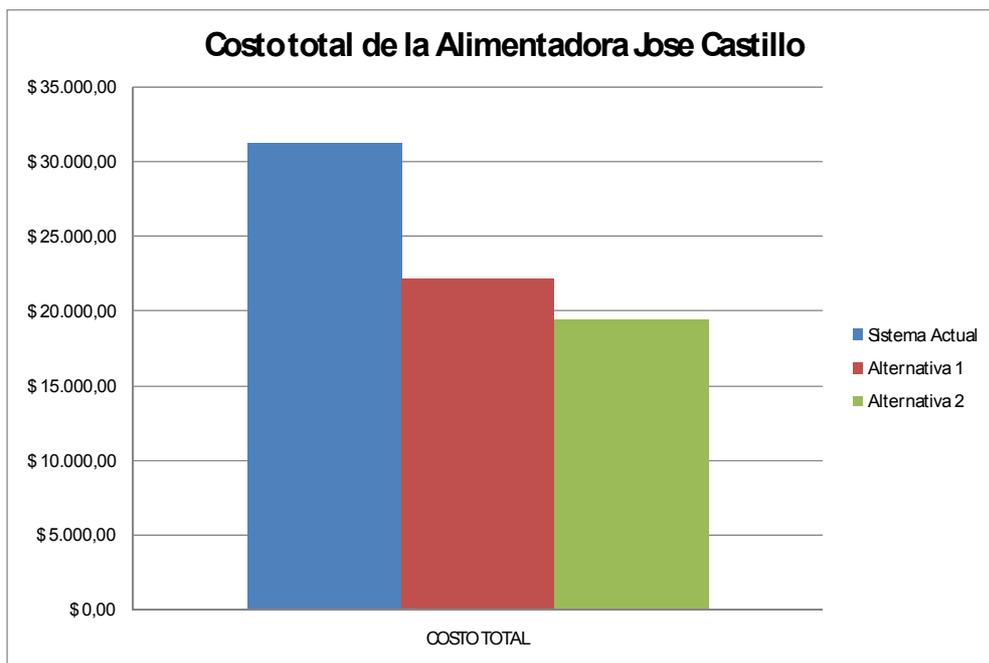
Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLXXX

De la tabla anterior se puede observar que la alternativa ideal es la número 2 “Fusibles adicionales en ramales más transferencia automática parcial de carga” porque es la que tiene el mayor porcentaje de reducción del costo total y cumple con los índices de confiabilidad propuestos por la Cooper exceptuando por el Saifi pero este lo cumple en la regulación argentina. Esta reduce el costo total a un valor mínimo de **\$ 11 755** anuales.

Cabe recalcar que esta alternativa requiere una fuerte inversión inicial ya que se necesita comprar e instalar cajas, tiras fusibles y un switch de transferencia automático.

4.-Alimentadora José Castillo

Recordando el costo total de la alimentadora José Castillo para las distintas mejoras tenemos que:



**Costos José Castillo
Grafico 127**

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

	Sistema Actual	Alternativas	
		1	2
% de Reducción de Costos	100%	29,0%	37,8%

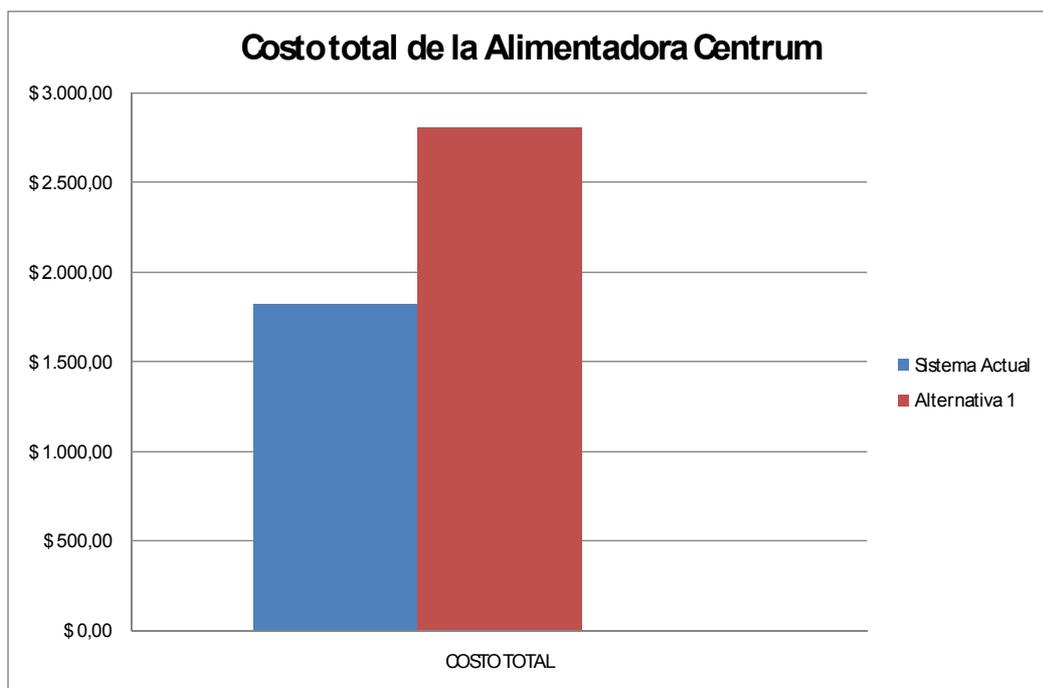
**Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLXXXI**

De la tabla anterior se puede observar que la alternativa ideal es la número 2 “Fusibles adicionales en ramales más transferencia automática parcial de carga” porque es la que tiene el mayor porcentaje de reducción del costo total y cumple con los índices de confiabilidad propuestos por la Cooper exceptuando por el Saifi pero este lo cumple en la regulación argentina. Esta reduce el costo total a un valor mínimo de **\$ 19 424** anuales.

Cabe recalcar que esta mejora requiere una fuerte inversión inicial ya que se necesita comprar e instalar cajas y tiras fusibles y un switch de transferencia automático.

5.-Alimentadora Centrum

Recordando el costo total de la alimentadora Centrum para las distintas mejoras tenemos que:



Costos Centrum
Grafico 128

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

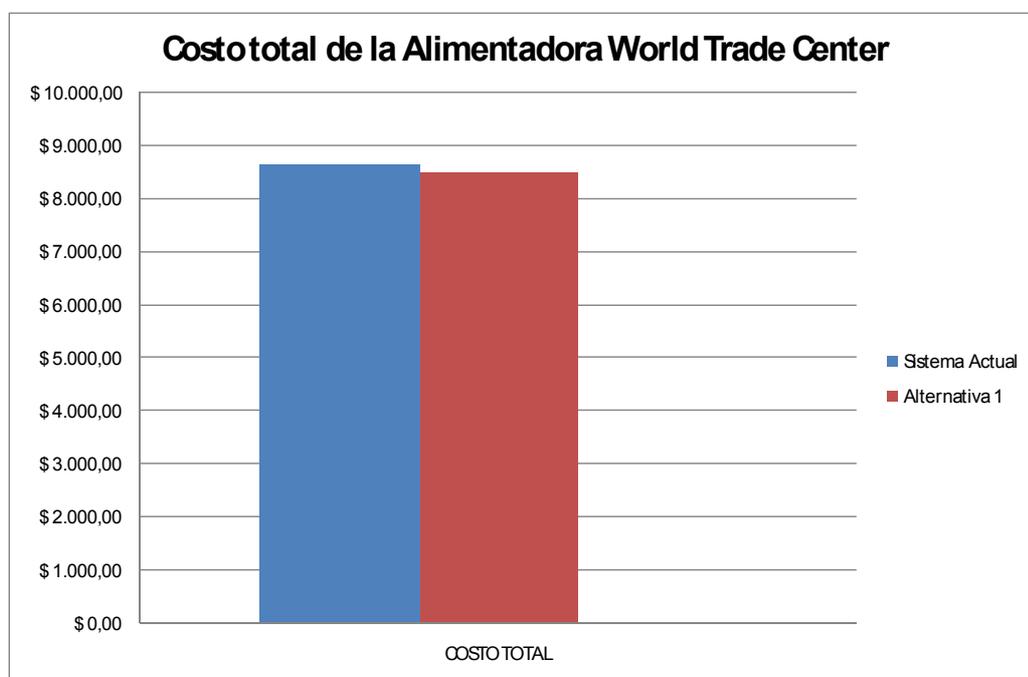
	Sistema Actual	Alternativa 1
% de Reducción de Costos	100%	154,0%

**Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLXXXII**

De la tabla anterior se puede observar que no es conveniente realizar ninguna mejora debido a que se incrementan los costos de manera excesiva.

6.-Alimentadora World Trade Center

Recordando el costo total de la alimentadora World Trade Center para las distintas mejoras tenemos que:



**Costos WTC
Grafico 129**

Los costos se ven disminuidos como se muestra en la siguiente tabla:

	Sistema Actual	Alternativa 1
% de Reducción de Costos	100%	2,0%

**Variación de los Costos según las alternativas
Tabla CLXXXIII**

De la tabla anterior se puede observar es mejor no realizar ninguna mejora debido a que la reducción de costos es muy baja y no se justifica la inversión.

Solución Final

Después de todo el análisis se elige el mejoramiento que produzca una mayor confiabilidad en el sistema, es decir que las interrupciones disminuyan al máximo y si se produce una interrupción que afecte a la menor cantidad de abonados como también la inversión que debe ser la más adecuada económicamente.

Conjugando todos estos factores nuestro objetivo es obtener el mínimo costo y que este produzca los mejores beneficios para el sistema.

1.-Alimentadora Las Cámaras

Con respecto al sistema actual la alternativa dos hace que los costos se reduzcan en un 60%, más que la mejora uno por lo tanto se recomienda la alternativa #2.

2.-Alimentadora Plaza del Sol.

Para la alternativa dos se reduce el costo en un 20% más que la alternativa uno. Una reducción más pequeña con respecto a la alimentadora anterior por lo tanto es el elige como mejor opción la #2.

3.-Alimentadora Urdenor.

Con la alternativa dos los costos se reducen en un 67% con respecto al sistema actual, el costo de la alternativa dos es mejor que el de la uno, se reduce mas con la alternativa dos. El porcentaje de reducción de la alternativa dos es mayor que las cámaras y plaza del sol, por lo tanto se considera como mejor opción la #2.

4.-Alimentadora José Castillo.

Con la alternativa dos se reduce en 37.8% con respecto al sistema actual, por lo tanto la mejor alternativa es la #2.

5.-Alimentadora Centrum.

Con la inversión que se pretende hacer en esta alimentadora el costo aumenta con respecto al costo actual grandemente en un 154% por lo tanto no se recomienda hacer la inversión y es mejor quedarse con el sistema actual o si es de hacer una inversión , es mejor que no sea muy costosa pero tampoco ayudara a mucho ya que está de por si tiene costos bajos.

6.-Alimentadora World Trade Center.

El costo al invertir reduce los costos en un 2% con respecto a la actual, mejora los índices pero económicamente no es factible. Se recomienda seguir con el sistema actual.

7.-Alimentadora San marino.

En esta alimentadora no se realizo ninguna inversión ya que los costos son realmente bajos, se recomienda seguir con el sistema actual.

En otras palabras la mejor solución para cada alimentadora es la siguiente:

Alimentadora Las Cámaras:	Alternativa 2
Alimentadora Plaza del sol:	Alternativa 2
Alimentadora Urdenor:	Alternativa 2
Alimentadora José Castillo:	Alternativa 2

Y sus respectivos costos se muestran a continuación:

Alimentador	Alternativa	Costo Actual	Costo por Consumidor
Las Camaras	#2	\$ 6.394,790	\$ 7,97
Plaza del Sol	#2	\$ 49.829,400	\$ 33,22
Jose Castillo	#2	\$ 22.175,890	\$ 10,12
Urdenor	#2	\$ 11.765,260	\$ 8,07
Centrum	Actual	\$ 1.822,220	\$ 1,66
San Marino	Actual	\$ 5.384,830	\$ 1,54
World Trade Center	Actual	\$ 8.634,011	\$ 9,49

Variación de los Costos según las Alternativas
Tabla CLXXXIV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1.- Las alimentadoras de la Subestación Kennedy Norte se encuentran con grado de desbalances aceptables, exceptuando a la alimentadora “plaza del sol” que tiene un grado elevado de desbalance, a continuación se presenta una tabla con dichos porcentajes.

DESBALANCE MAXIMO DE LAS ALIMENTADORAS	
LAS CAMARAS	4.91%
CENTRUM	5.83%
JOSE CASTILLO	8.84%
PLAZA DEL SOL	11.31%
SAN MARINO	9.72%
URDENOR	6.71%
WORD TRADE CENTER	5.92%

2.- Todas la alimentadoras están cumpliendo los índices TTIK y FMIK, que sirven para evaluar la calidad del servicio técnico y que están expresados en la regulación 004/01 del CONELEC.

3.- Cada cambio realizado en una carga o un transformador incurre en un costo directo dado por la contratación de personal, e indirecto por los costos asociados al corte del servicio necesario para realizar el cambio.

4.- Es un hecho que la confiabilidad que presenta cada alimentadora de la Subestación Kennedy Norte, depende mucho de la configuración en su sistema de protecciones y de la cantidad de elementos de seccionamiento que posea; por esa razón al colocar más equipos de este tipo, los índices de confiabilidad mejoran; pero todo esto tiene un límite, y ese límite lo da

la parte económica es decir el costo de la inversión. De ahí la razón de aplicar un criterio económico donde arroje la mejor solución técnica posible pero que sea económicamente viable, según esto los resultados son los siguientes:

Alimentadora Las Cámaras: Mejora 2 *“Fusibles adicionales en ramales”*

Alimentadora Plaza del Sol: Mejora 2 *“Fusibles adicionales en ramales y transferencia automática parcial de carga”*

Alimentadora Urdenor: Mejora 2 *“Fusibles adicionales en ramales y transferencia automática parcial de carga.”*

Alimentadora José castillo: Mejora 1 *“Fusibles adicionales en ramales más seccionador de transferencia automática en la troncal”*

Recomendaciones

1. Debido al desbalance elevado en la alimentadora “Plaza del Sol” se puede transferir de una carga a otra los ramales monofásicos para el equilibrio deseado, o hacer un cambio individual de transformadores a las fases menos cargadas.

El balance de fases permite disminuir las pérdidas técnicas en el sistema a un costo relativamente bajo dado por los cambios físicos que se deben realizar en el sistema. Una alternativa para solucionar estos tipos de problemas, consiste en la modificación de las conexiones de las diferentes cargas en un alimentador primario de tal forma que se minimicen las pérdidas de potencia activa así como los costos asociados a los cambios realizados. Idealmente la mejor solución posible consiste en un balance total del sistema.

2. Con el objeto de que la Empresa Eléctrica de Guayaquil entre en la subetapa dos en lo que respecta a los cálculos de los “Índices de calidad del servicio” se recomienda llevar de una mejor manera los reportes de falla, con el objetivo de que se indique el lugar exacto de la falla o en su defecto el ramal o sector afectado.

3. Realizar mantenimiento preventivo debido a que en la zona hay bastantes aéreas verdes y esto conlleva a que se produzcan problemas en la red.

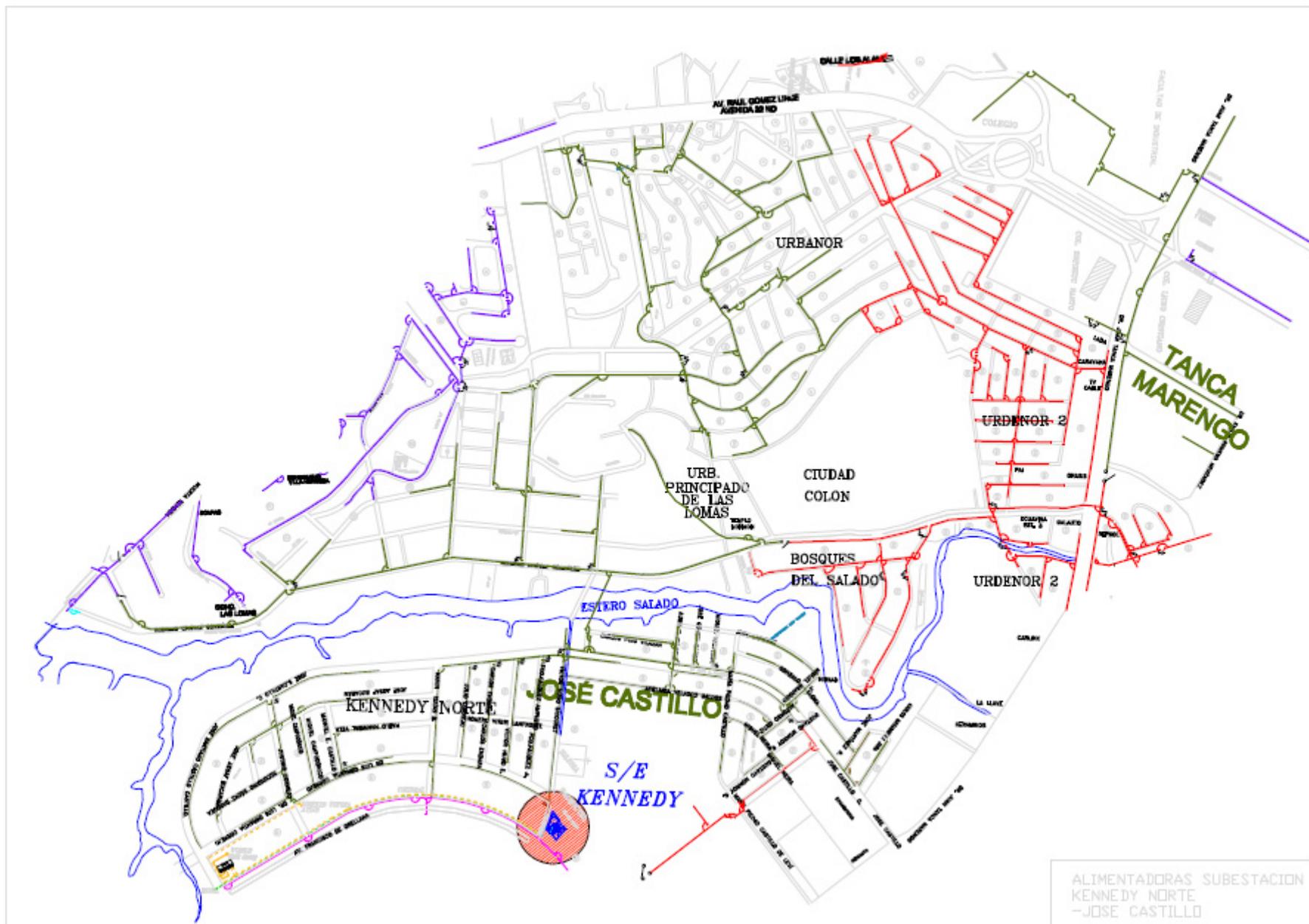
ANEXOS

ANEXO A

DIAGRAMA DE LAS ALIMENTADORAS DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE







ANEXO B

COMPORTAMIENTO TIPICO PARA CADA ALIMENTADORA

JOSE CASTILLO

LUNES



MARTES



MIERCOLES



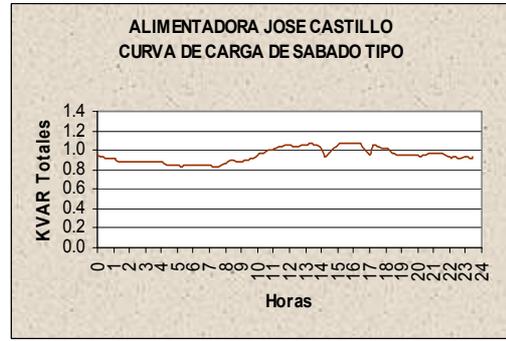
JUEVES



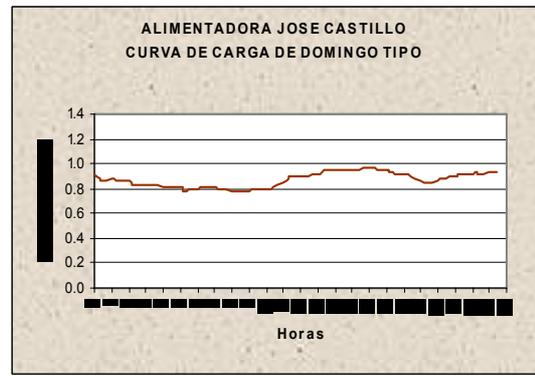
VIERNES



SABADO

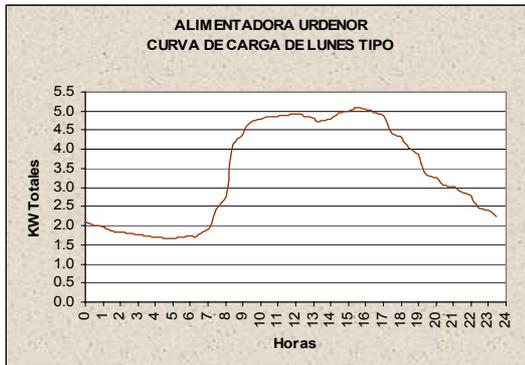


DOMINGO

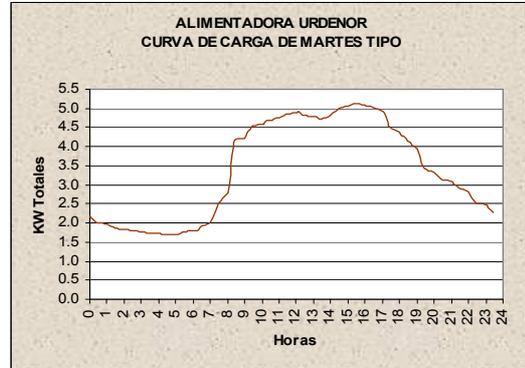
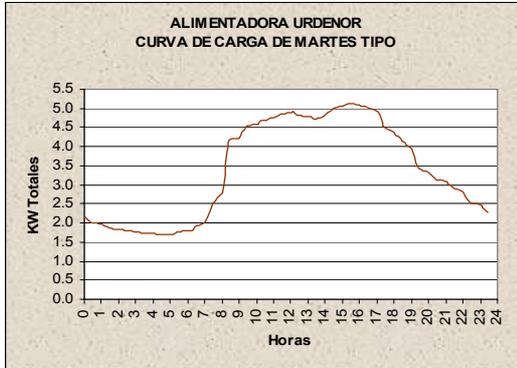


URDENOR

LUNES



MARTES



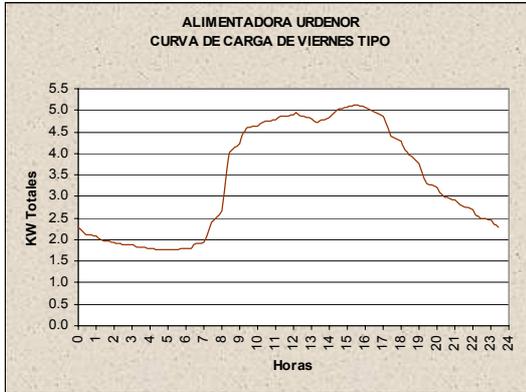
MIERCOLES



JUEVES



VIERNES



SABADO

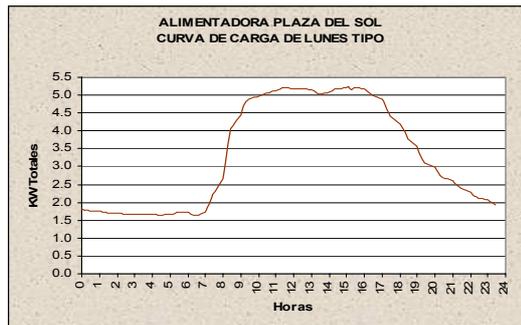


DOMINGO



PLAZA DEL SOL

LUNES



MARTES



MIERCOLES



JUEVES



VIERNES



SABADO

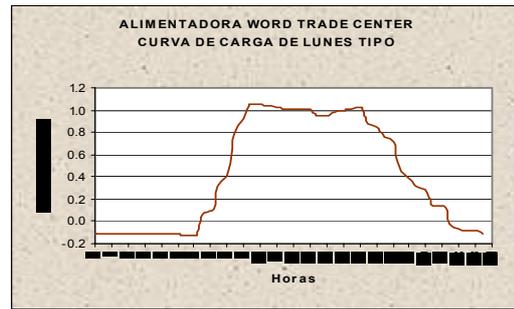
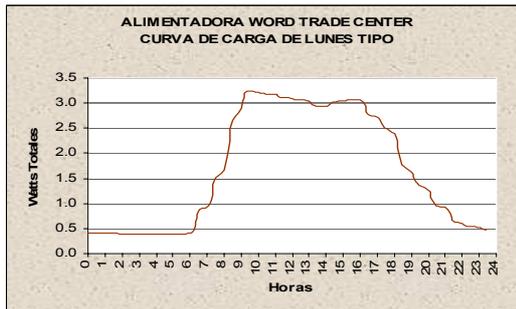


DOMINGO

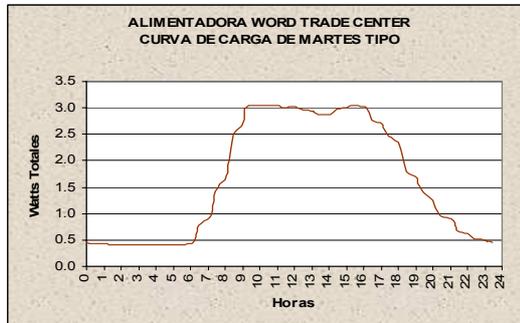


WORLD TRADE CENTER

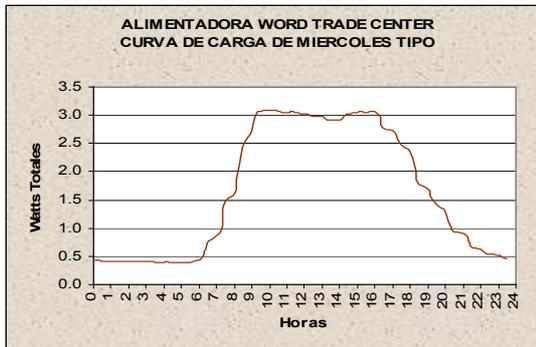
LUNES



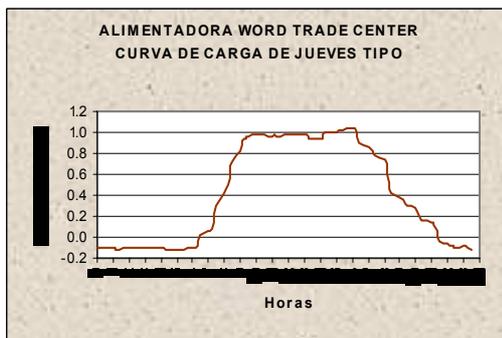
MARTES



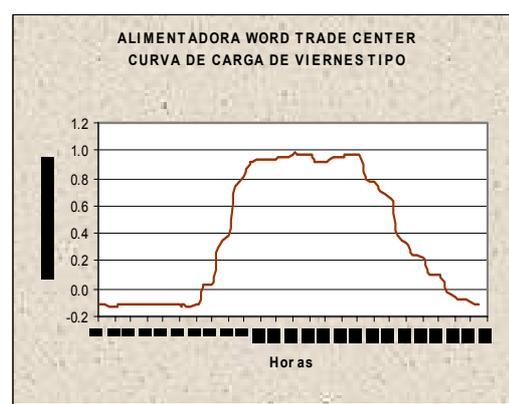
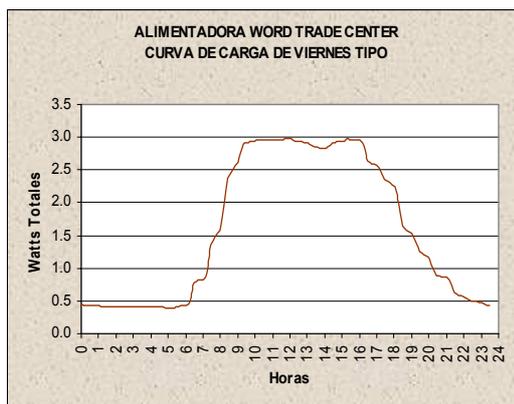
MIERCOLES



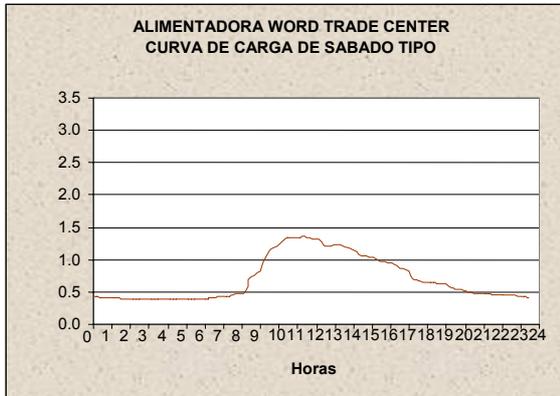
JUEVES



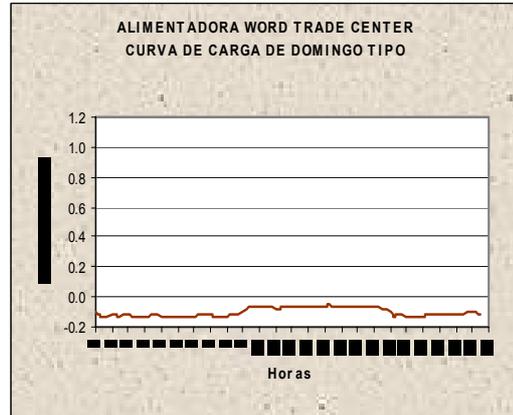
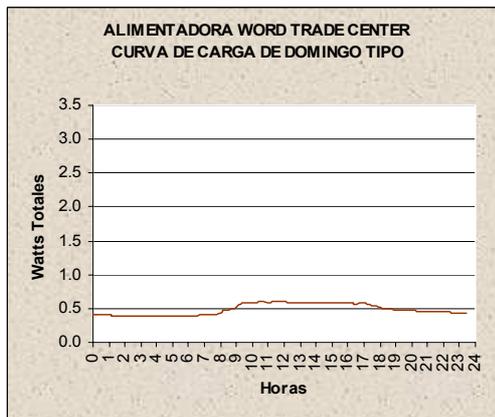
VIERNES



SABADO

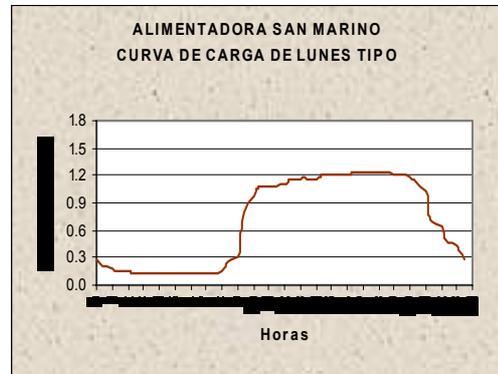
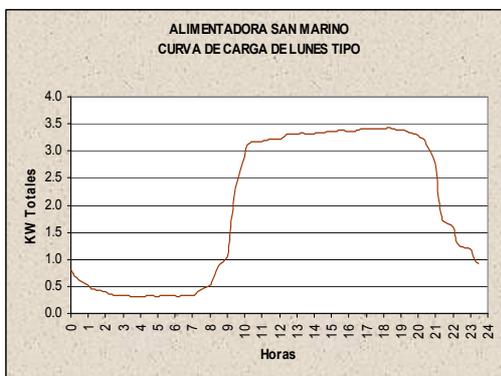


DOMINGO

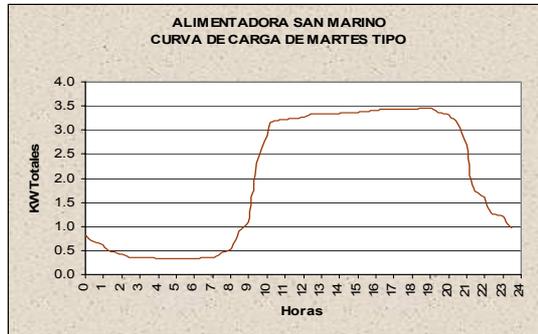


SAN MARINO

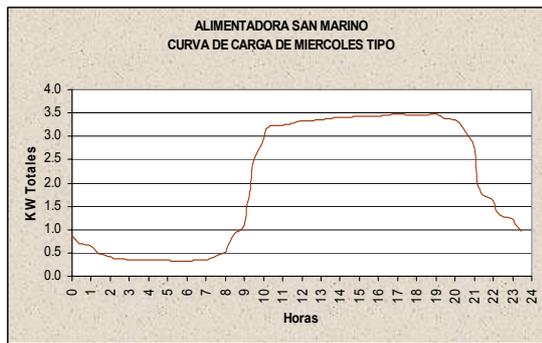
LUNES



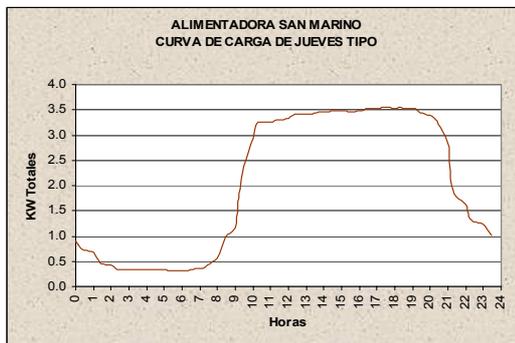
MARTES



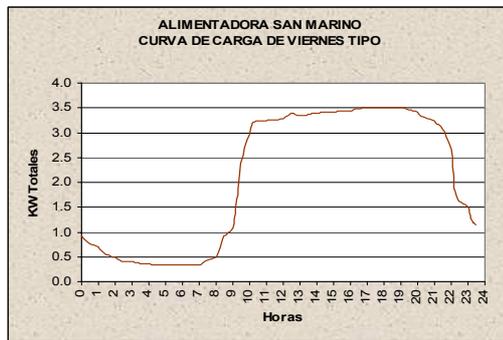
MIERCOLES



JUEVES



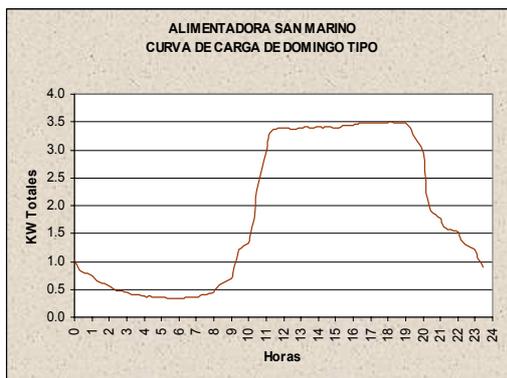
VIERNES



SABADO

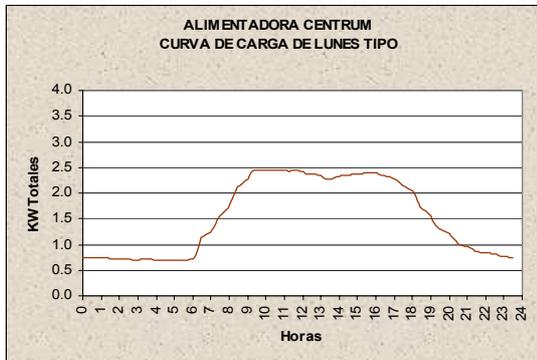


DOMINGO

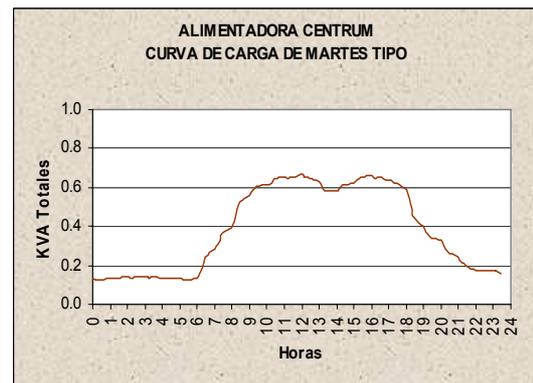
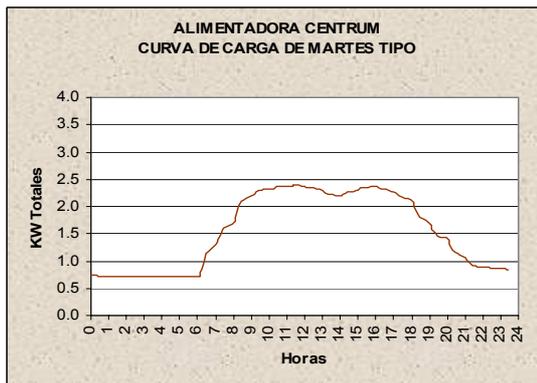


CENTRUM

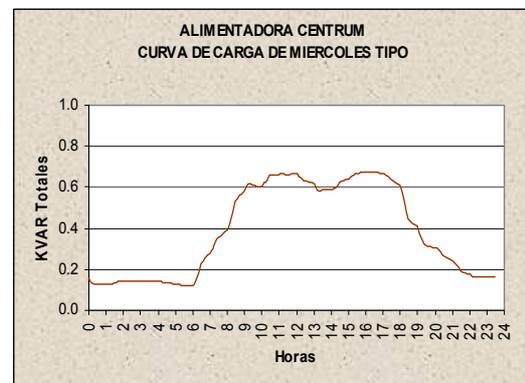
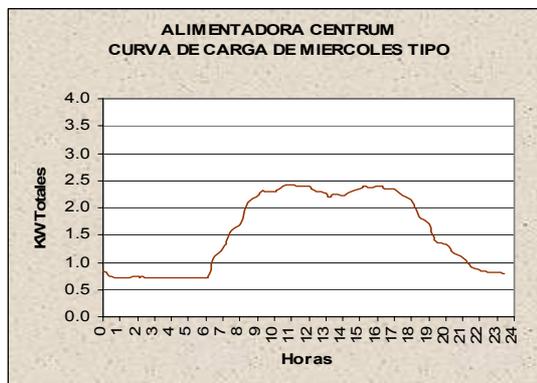
LUNES



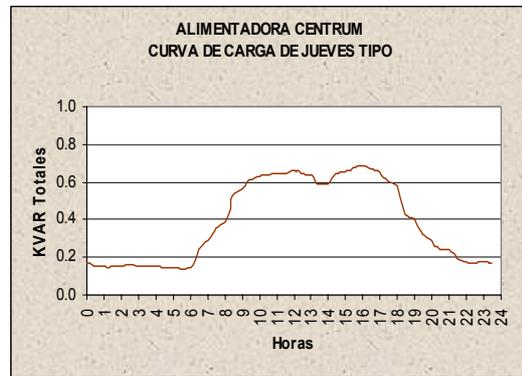
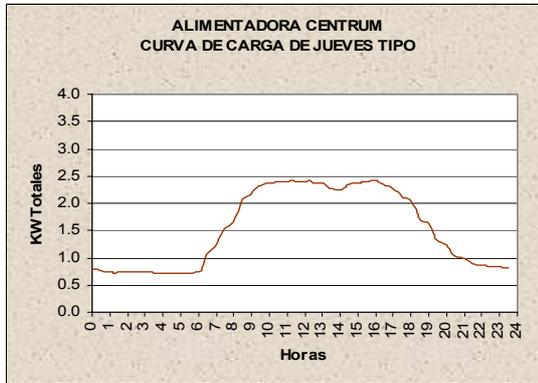
MARTES



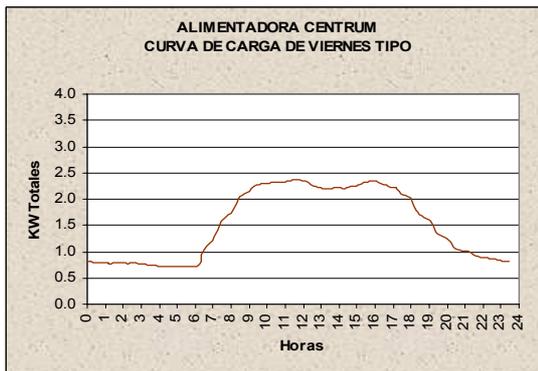
MIERCOLES



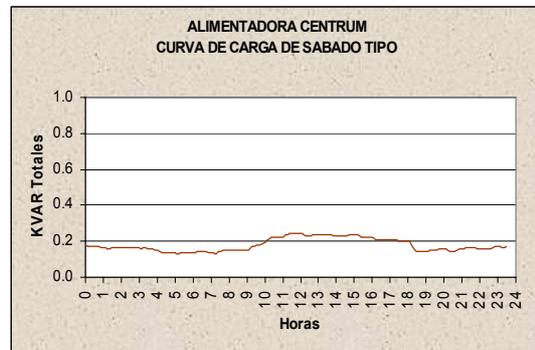
JUEVES



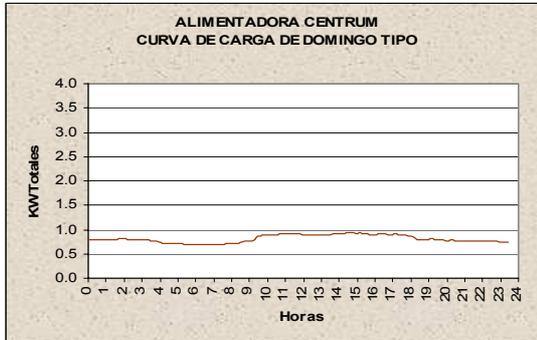
VIERNES



SABADO



DOMINGO



LAS CAMARAS

LUNES



MARTES



MIERCOLES



JUEVES



VIERNES



SABADO



DOMINGO



ANEXO C

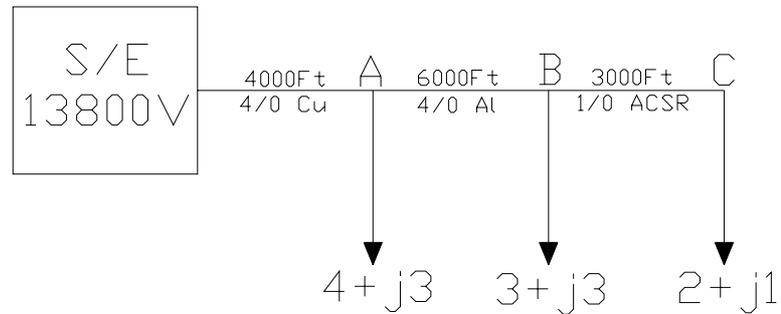
Ejemplo como calcular la caída de voltaje de una alimentadora usando el método de porcentaje de impedancia y graficas de caída de voltaje obtenidas.

A continuación se mostrará un pequeño ejemplo de aplicación del método de porcentaje de impedancia usado para el cálculo de voltaje de una alimentadora.

Ejemplo: Se cuenta con una subestación cuyo voltaje es de 13800 V. Calcule el voltaje de cada derivación de la alimentadora que se muestra en la figura de abajo, si se conoce lo siguiente:

	Conductor	$z(\text{Ω}/1000\text{Ft})$	Distancia [Ft]
Del punto S al punto A	4/0 Cu	$0.0574+j(0.0953+0.0341)$	4000
Del punto A al punto B	4/0 Al	$0.0907+j(0.0953+0.0341)$	6000
Del punto B al punto C	1/0 ACSR	$0.1950+j(0.1155+0.0341)$	3000

	Carga [MVA]
Punto A	$4+j3$
Punto B	$3+j3$
Punto C	$2+j1$



El voltaje nominal de la alimentadora es 13200[V]

Se tiene lo siguiente:

	Conductor	Z[Ω]
Del punto S al punto A	4/0 Cu	0.2296+j0.5176
Del punto A al punto B	4/0 Al	0.5442+j0.7764
Del punto B al punto C	1/0 ACSR	0.585+j0.4488

	Carga Acumulada [KVA]	ϕ
Punto A	9000+7000j	37.8749837°
Punto B	5000+4000j	38.6598083°
Punto C	2000+1000j	26.5650512°

Voltaje en S:

$$V_s \% = \frac{13800}{13200} \cdot 100\% = 104.54\%$$

Voltaje en A:

$$CV_{S-A} \% = \frac{\sqrt{9000^2 + 7000^2}}{1000 \cdot 13.2^2} \cdot \left(0.2296 \cdot \frac{9000}{\sqrt{9000^2 + 7000^2}} + 0.5176 \cdot \frac{9000}{\sqrt{9000^2 + 7000^2}} \right)$$

$$CV_{S-A} \% = 3.27\%$$

$$V_A \% = 104.54\% - 3.27\% = 101.27\%$$

$$V_A = 101.27\% \cdot \frac{13200[V]}{100\%} = 13367.64[V]$$

Voltaje en B:

$$CV_{A-B} \% = \frac{\sqrt{5000^2 + 4000^2}}{1000 \cdot 13.2^2} \cdot \left(0.5442 \cdot \frac{5000}{\sqrt{5000^2 + 4000^2}} + 0.7764 \cdot \frac{4000}{\sqrt{5000^2 + 4000^2}} \right)$$

$$CV_{A-B} \% = 3.34\%$$

$$V_B \% = 101.27\% - 3.34\% = 97.93\%$$

$$V_B = 97.93\% \cdot \frac{13200[V]}{100\%} = 12926.76[V]$$

Voltaje en C:

$$CV_{B-C} \% = \frac{\sqrt{2000^2 + 1000^2}}{1000 \cdot 13.2^2} \cdot \left(0.5850 \cdot \frac{2000}{\sqrt{2000^2 + 1000^2}} + 0.4488 \cdot \frac{1000}{\sqrt{2000^2 + 1000^2}} \right)$$

$$CV_{B-C} \% = 0.93\%$$

$$V_C \% = 97.93\% - 0.93\% = 97\%$$

$$V_C = 97\% \cdot \frac{13200[V]}{100\%} = 12804[V]$$

Este método se lo programo en el software Matlab y se uso el siguiente algoritmo:

```

n=input('ingrese numero de nodos');
for i=1:n
    disp(i)
    Z(i)=input('ingrese impedancia del tramo 1');
end

for i=1:n
    disp(i)
    Load(i)=input('ingrese potencia P+Qi conectada al nodo i');
end

for i=1:n
    load(i)=0;
end
load(1)=sum(Load);

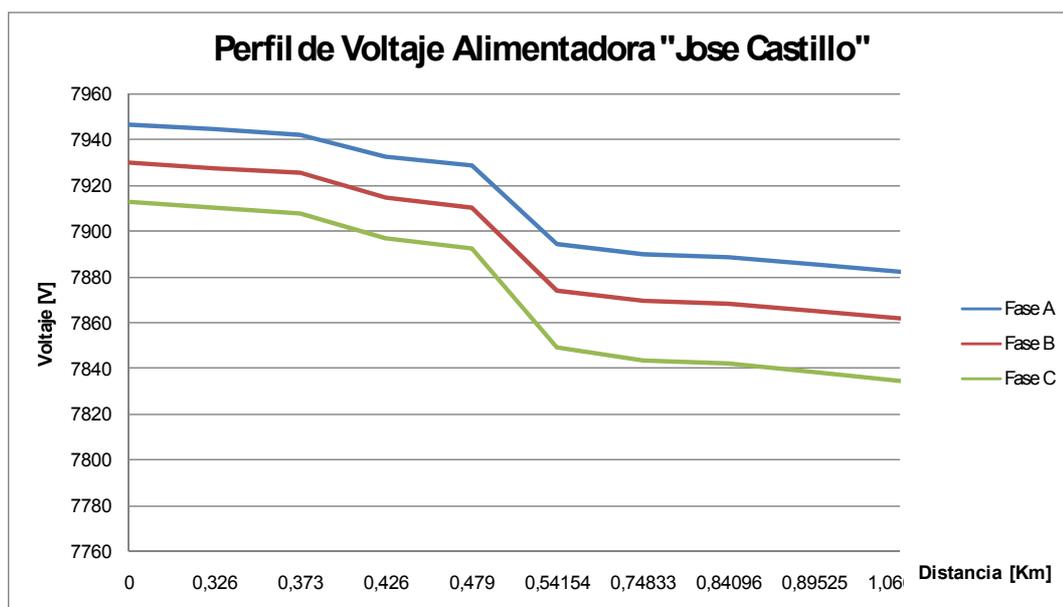
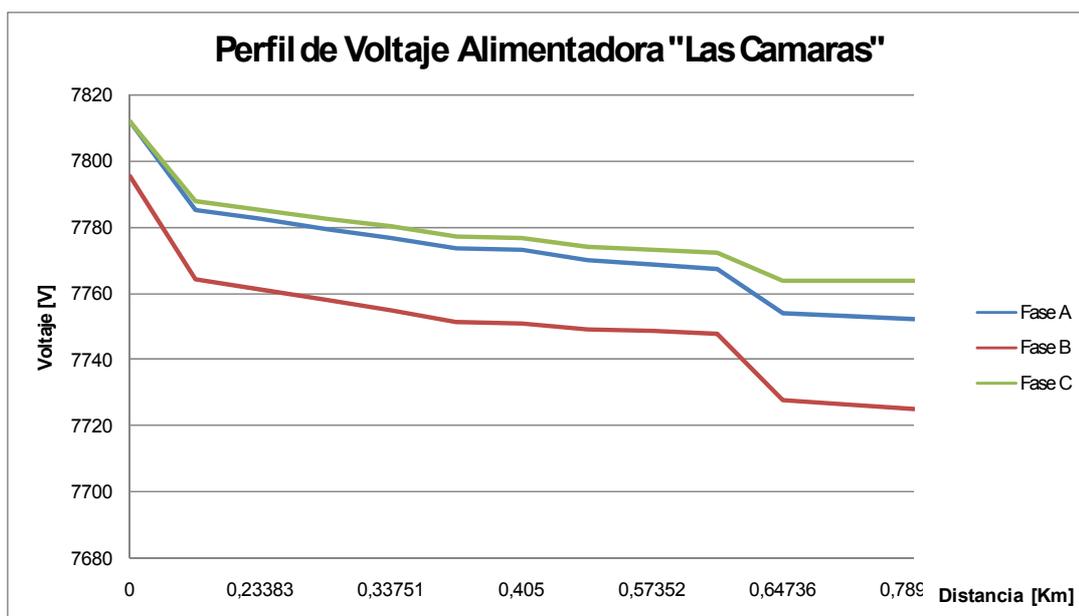
for i=1:n
    if i~=1
        load(i)=load(1)-Load(i-1);
        load(1)=load(i);
    end
end
load(1)=sum(Load);

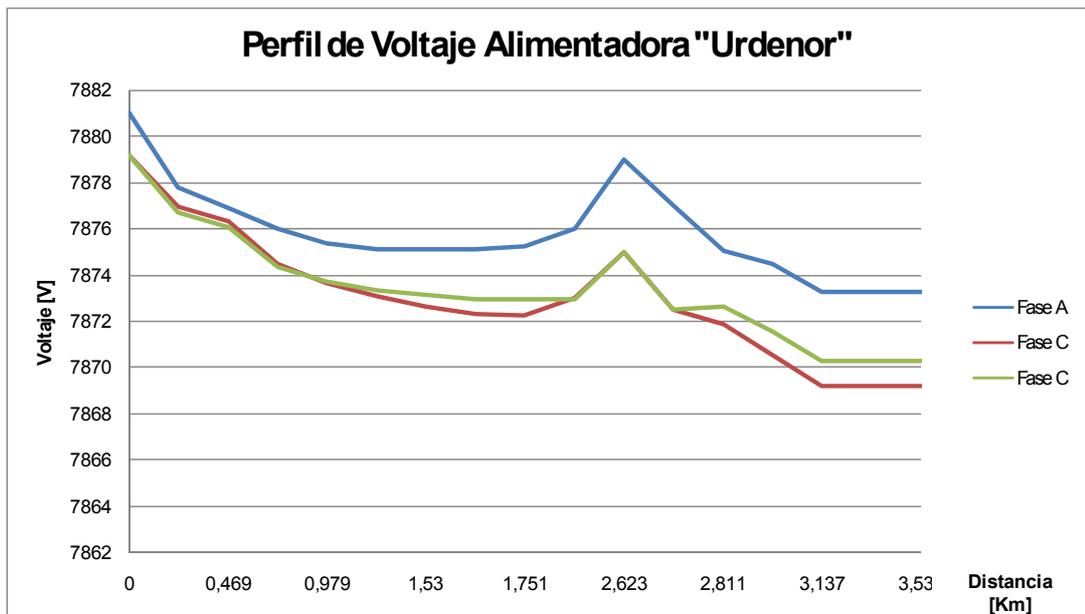
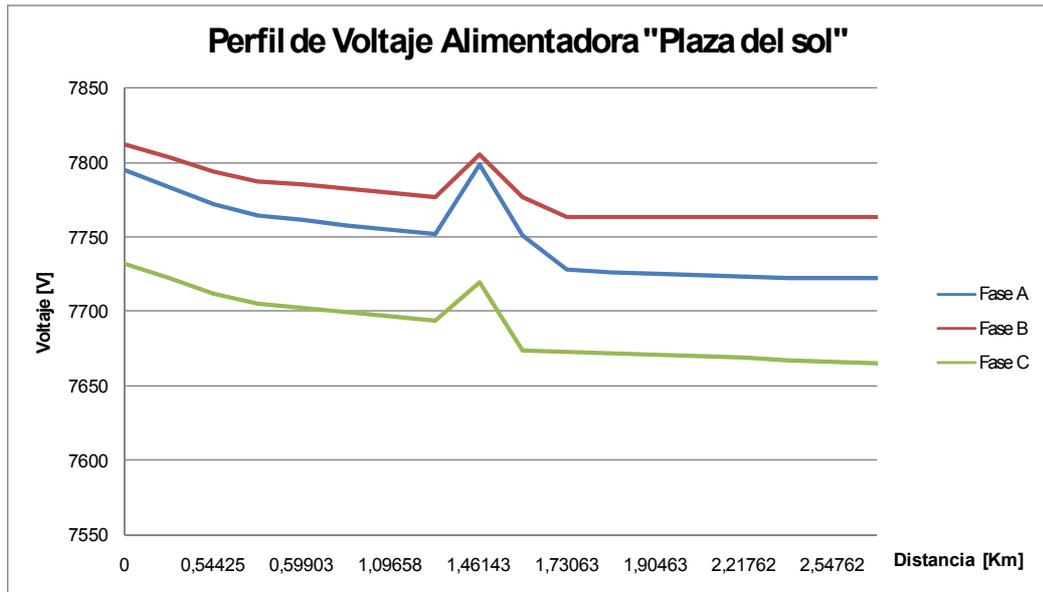
for i=1:n
    V(i)=0;
    CV(i)=0;
    Vln=0;
end

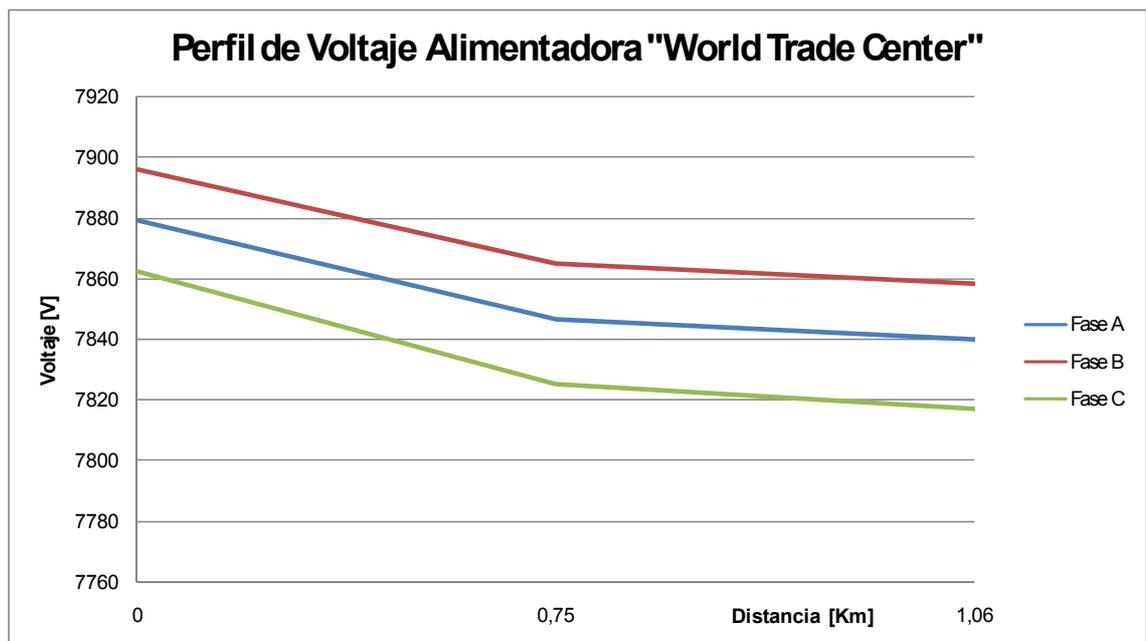
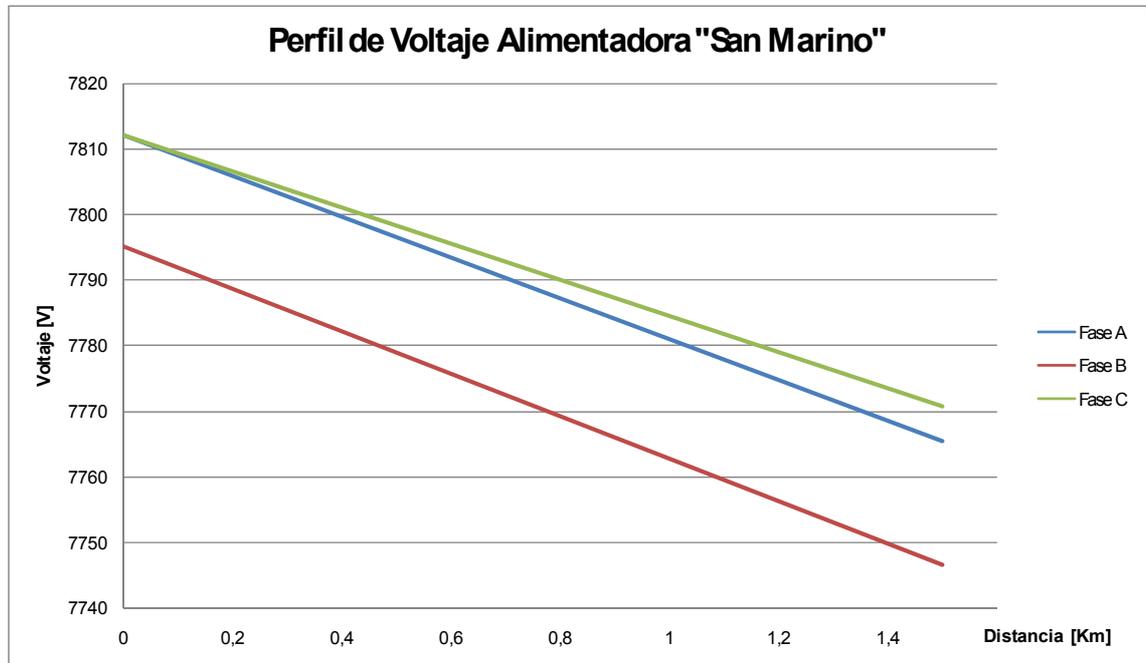
vs=(13800/13200)*100;
for i=1:n
    a=abs(load(i))/(1000*174.24);
    b=real(load(i))/abs(load(i));
    c=imag(load(i))/abs(load(i));
    CV(i)=100*a*(real(Z(i))*b+imag(Z(i))*c);
    V(i)=vs-CV(i);
    Vln(i)=132*V(i)/1.732050808;
    vs=V(i);
end
%%Perfil de Voltaje
d=0;
for i=1:n
    disp(i)
    x(i)=input('ingrese distancia del tramo i')+d;
    d=x(i);
end
plot(x,Vln)
grid on
title('Perfil de voltaje')
xlabel('Distancia [km]')
ylabel('Voltaje L-N')

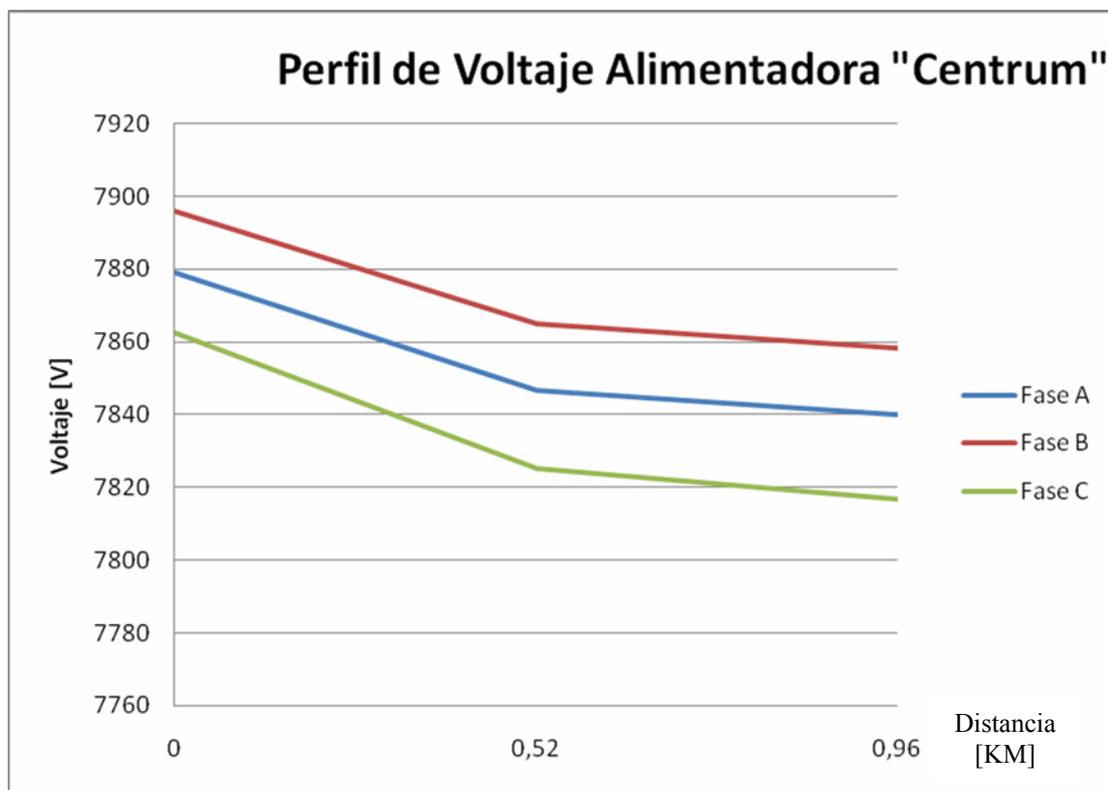
```

Luego de haber ejecutado este algoritmo se llevo a Excel las tablas y se las grafico, los resultados son los siguientes:

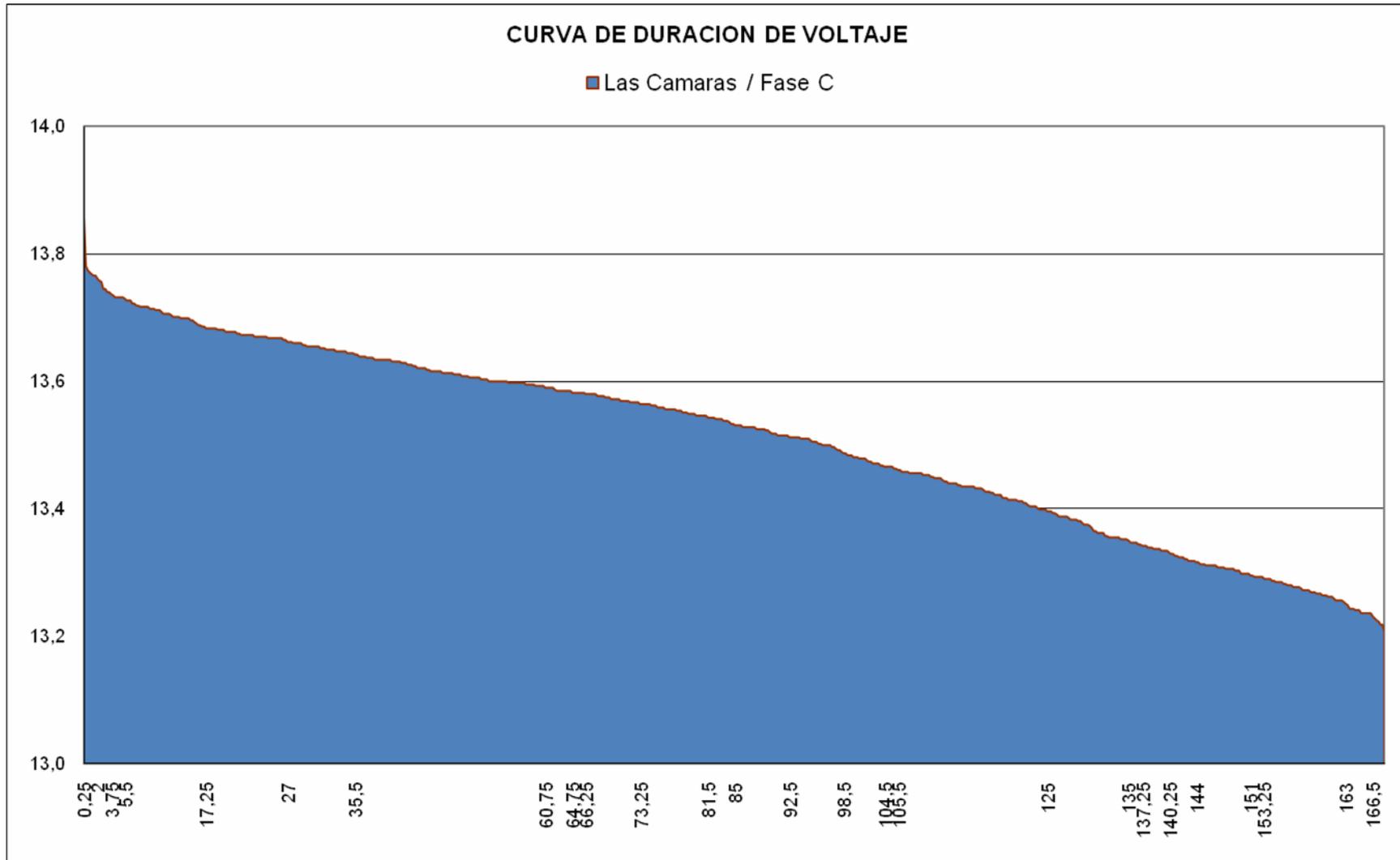


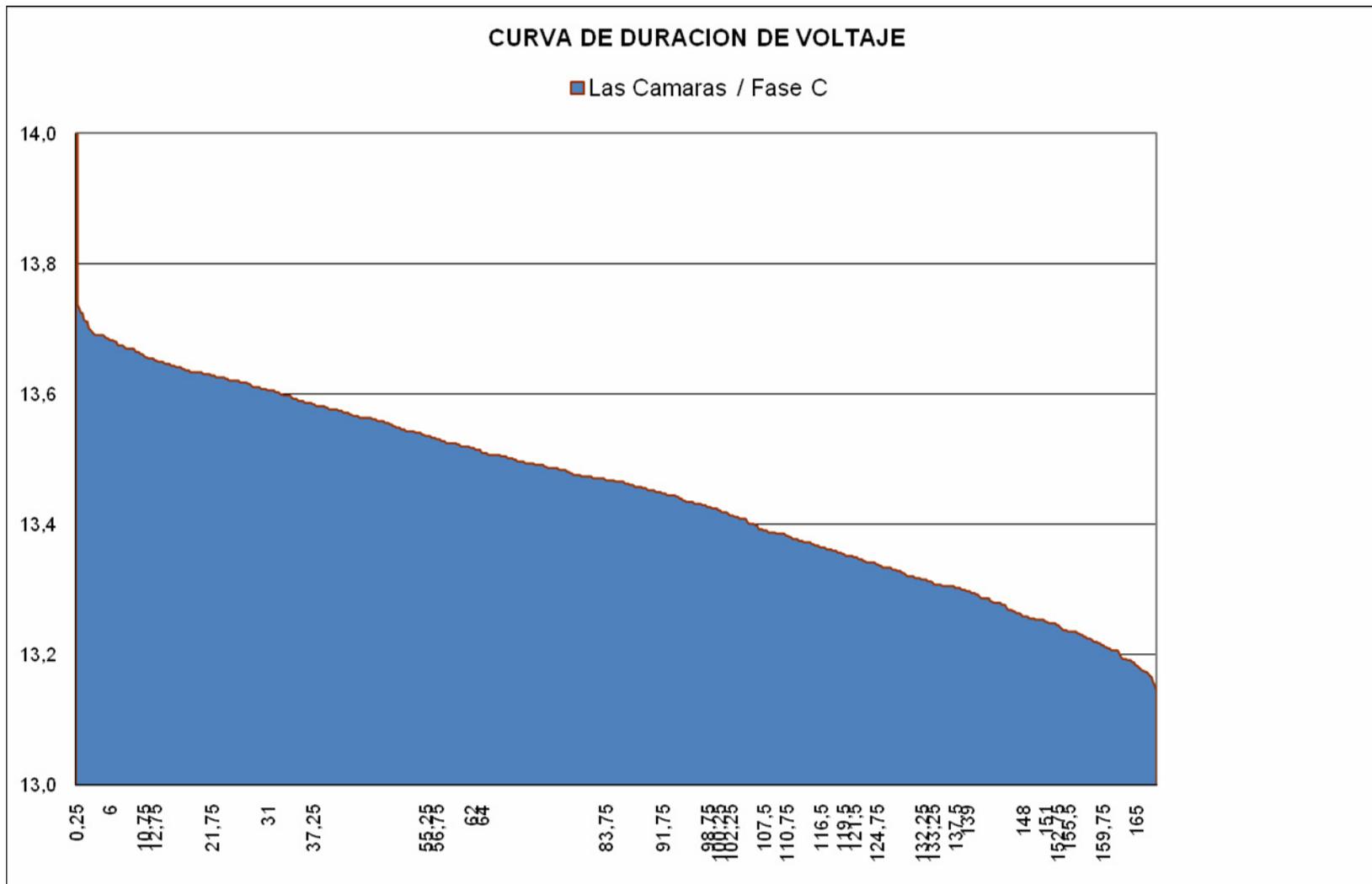


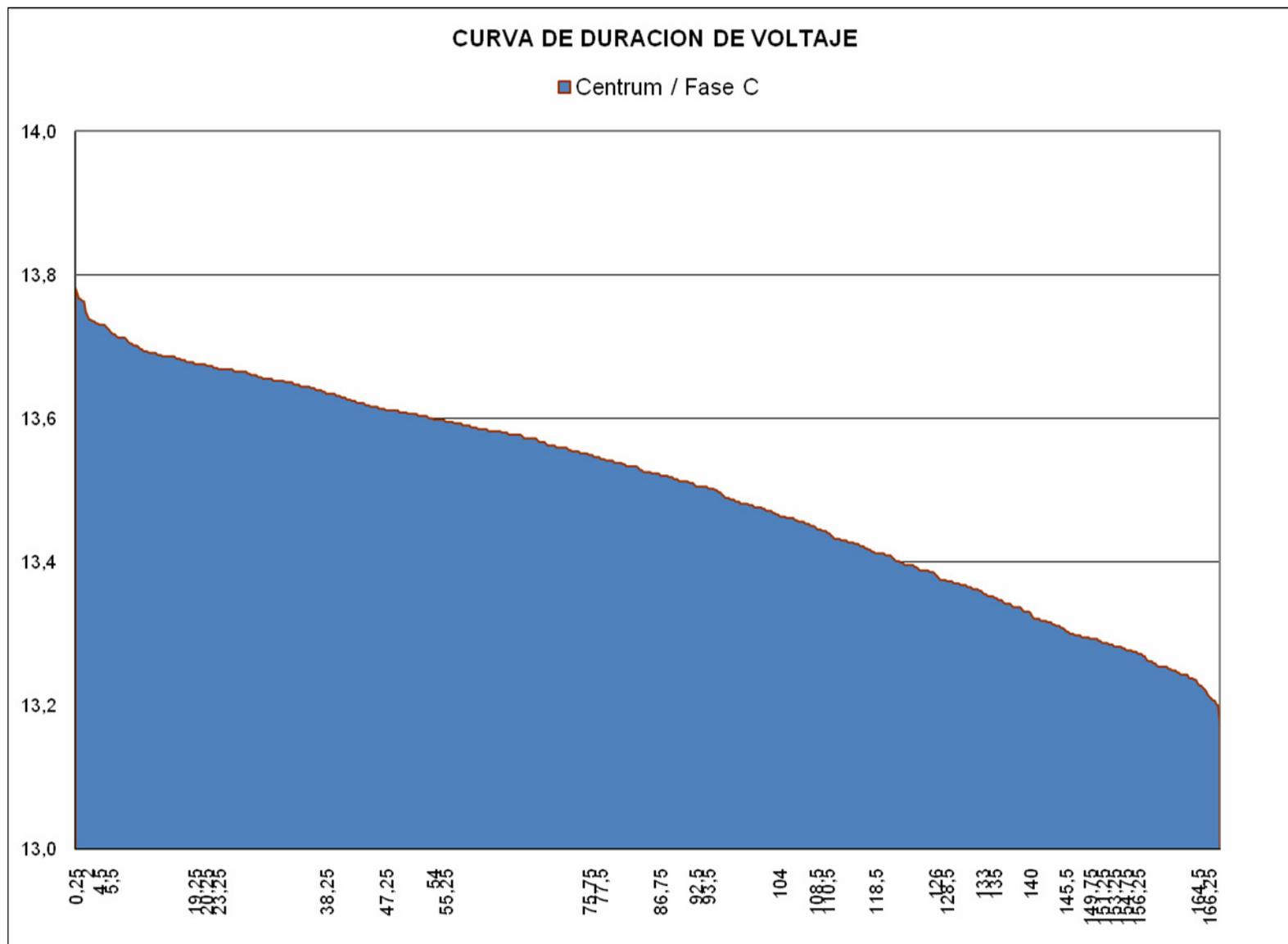


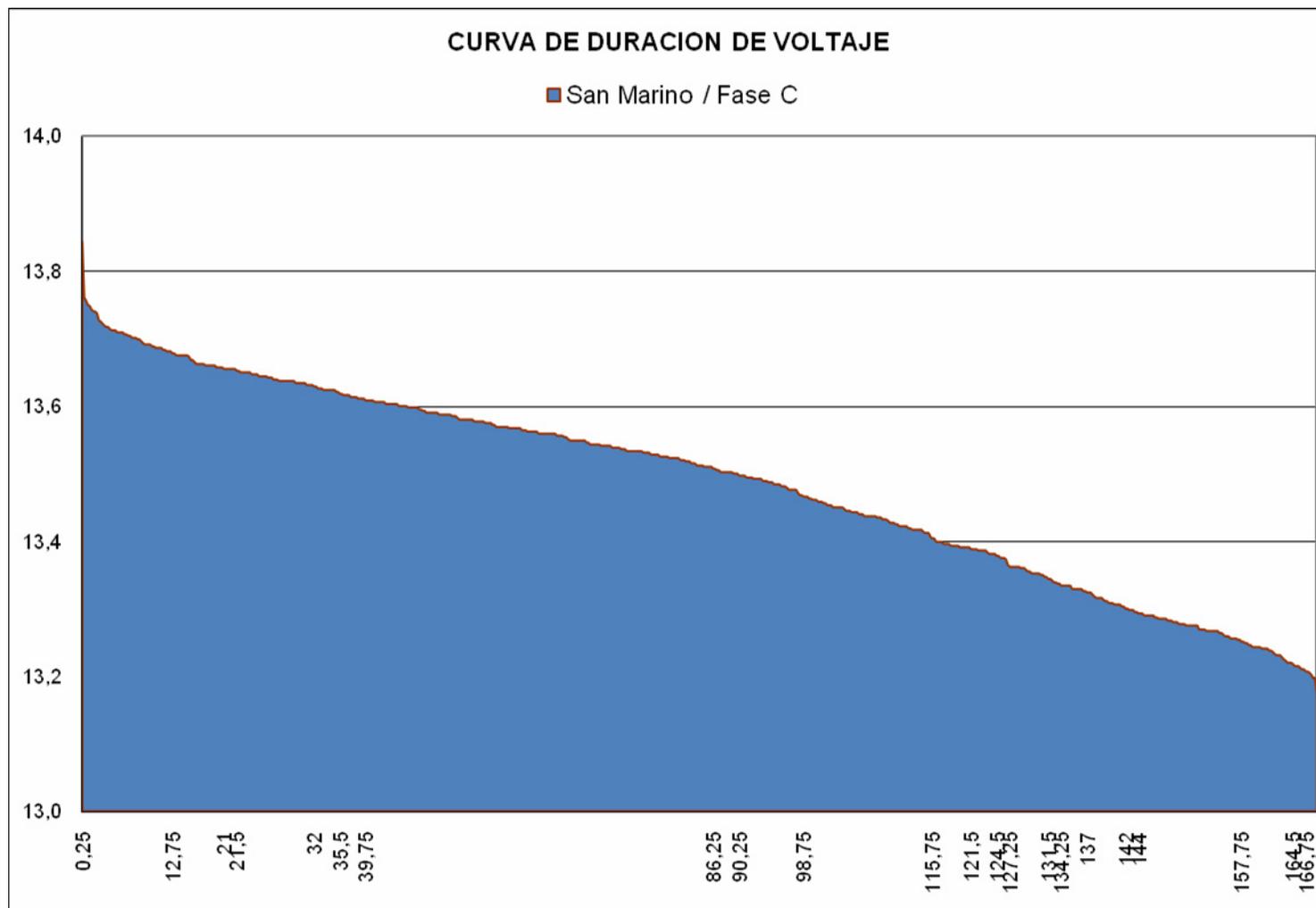


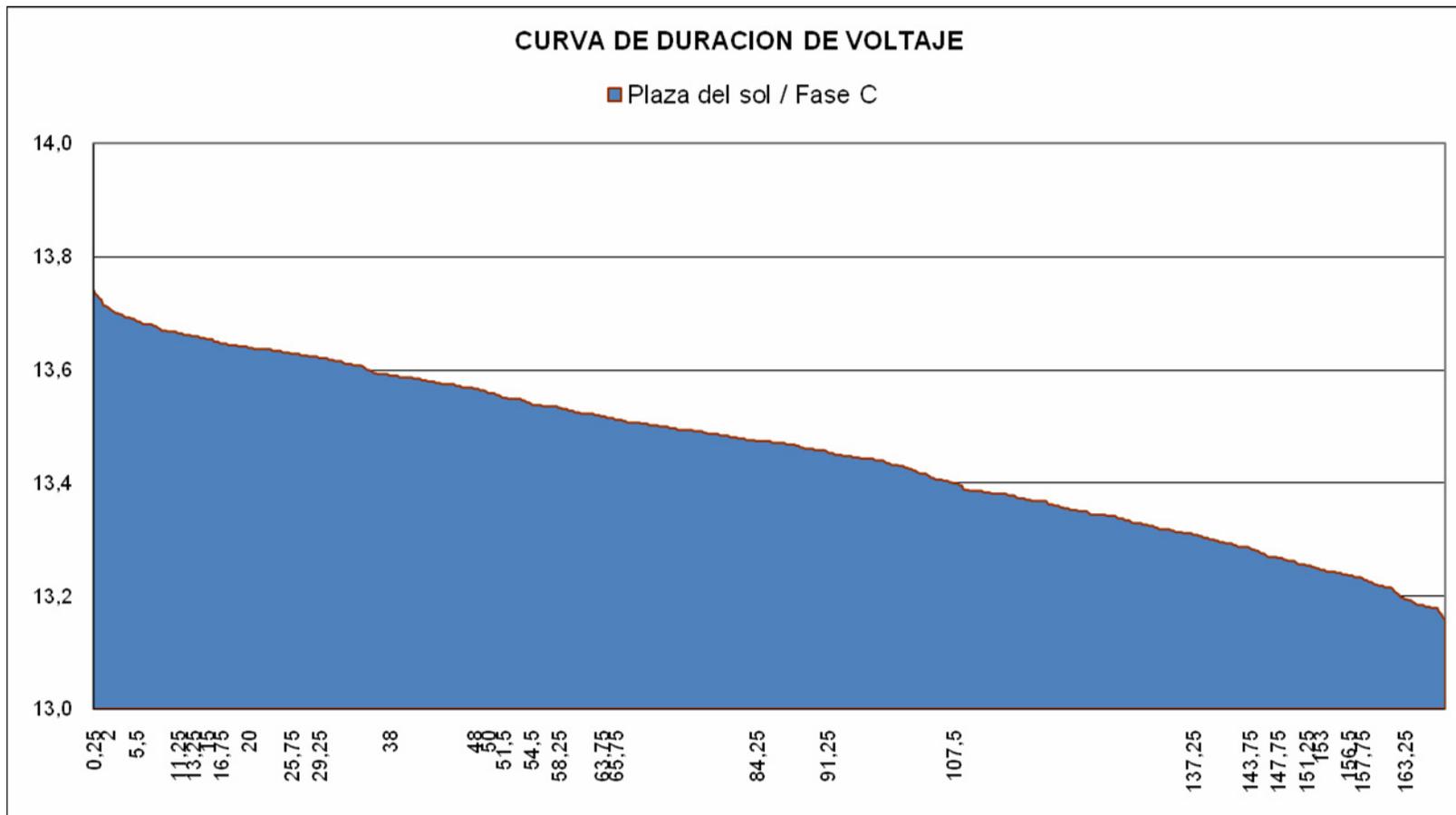
A continuación se muestran las curvas de duración de voltaje de las alimentadoras de la subestación Kennedy Norte:

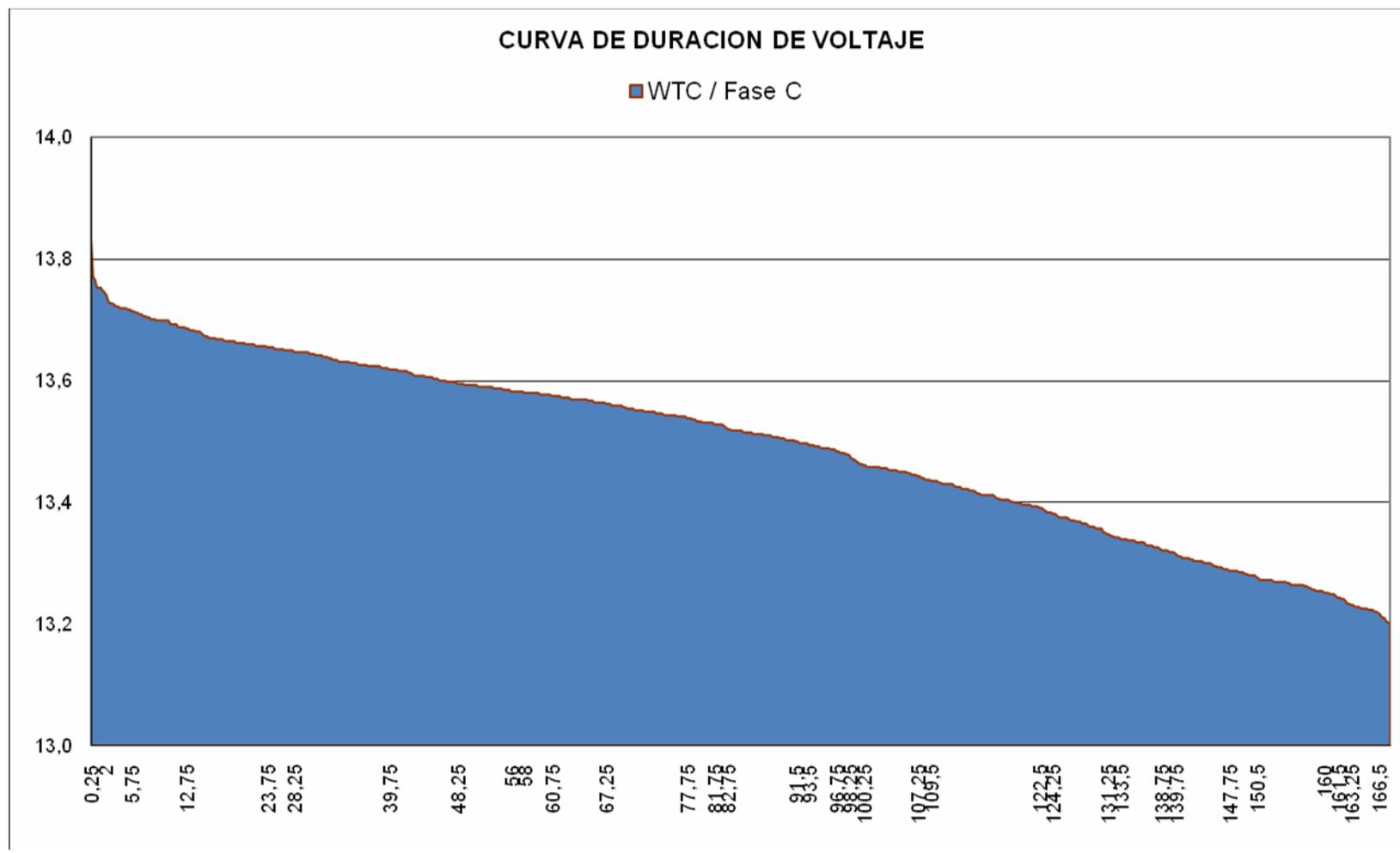












ANEXO D

REPORTES DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO DE LAS ALIMENTADORAS

Las Cámaras

Corriente de Falla en una de las fases							
Corriente de Falla [Amperios]							
Puntos	Trifásica	L-L	L-L-T	L-T	Maximo	Minimo	Asimetrica
0	7725,356	6690,354	8184,593	8528,498	8528,498	6690,354	9807,772227
1	6981,117	6045,825	6974,094	7215,094	7215,094	6045,825	8297,358416
2	6949,362	6018,324	6926,969	7153,518	7153,518	6018,324	8226,545371
2,1	6705,07	5806,761	6633,224	6777,505	6777,505	5806,761	7794,130232
3-3,2	6812,943	5900,181	6729,724	6894,581	6894,581	5900,181	7928,767894
3,2,1	6504,275	5632,868	6310,222	6340,3	6504,275	5632,868	7479,916407
4	6226,742	5392,516	5936,757	5936,757	6226,742	5392,516	7160,752948
4,1	5634,105	4792,675	5128,634	4756,373	5634,105	4756,373	6364,220318
4,2	5498,283	4761,653	5141,506	4805,585	5498,283	3951,108	6323,025596
5	5831,906	5186,545	5643,895	5643,895	5831,906	5186,545	6706,692131
6	5821,246	5058,668	5469,239	5469,239	5821,246	5058,668	6694,433219
7	5622,479	5042,414	5482,048	5482,048	5622,479	5042,414	6465,850335

Plaza del Sol

Corriente de Falla en una de las fases							
Corriente de Falla [Amperios]							
Puntos	Trifásica	L-L	L-L-T	L-T	Maximo	Minimo	Asimetrica
0	7724,968	6690,018	8184,593	8528,498	8528,498	6690,018	9807,7722
1	5340,717	4625,197	5744,214	6352,811	6352,811	4625,197	7305,7329
1,1	4581,041	3967,298	4618,386	4947,639	4947,639	3967,298	5689,785
2	4540,487	3932,177	4439,113	4593,224	4593,224	3932,177	5282,2081
2,1	4297,666	3721,888	4113,544	4127,192	4297,666	3721,888	4942,3154
3	4201,231	3638,372	3984,855	4009,261	4201,231	3638,372	4831,4151
3,1	3550,535	3074,853	3317,686	3317,686	3550,535	3074,853	4083,1149
3,2	3813,41	3302,51	3576,885	3576,885	3813,41	3302,51	4385,421
4	4283,939	3710	4074,501	4074,501	4283,939	3710	4926,5302
5	3930,6	3403,999	3668,472	3668,472	3930,6	3403,999	4520,1901
5,12	3885,031	3364,535	3631,602	3631,602	3885,031	3364,535	4467,7856
5,1	3757,311	3253,927	3881,553	3765,924	3881,553	3253,927	4851,9416
5,2	3767,762	3249,58	3512,361	3512,361	3767,762	3249,58	4347,9261
5,3	3628,808	3142,64	3340,815	3340,815	3628,808	3085,389	4173,1297
6	3813,723	3302,781	3550,34	3550,34	3813,723	3302,781	4385,7815
6,1	3977,789	3444,866	3727,607	3727,607	3977,789	3444,866	4574,4572
6,1,1	-	-	-	2816,542	2816,542	2816,542	3239,0238
7	3799,147	3290,158	3526,717	3526,717	3799,147	3290,158	4369,0195
7,1	3628,808	3142,64	3340,815	3340,815	3628,808	3085,389	4173,1297
7,1,1	-	-	-	2816,542	2816,542	2816,542	3239,0238
8	3534,655	3061,101	3242,264	3242,264	3534,655	2964,37	4064,8533
9	3424,655	3061,101	3242,264	3242,264	3424,655	2964,37	3938,3533
10	4283,939	3710	4074,501	4074,501	4283,939	3710	4926,5302
11-11,1	2915,1	2733,155	2840,205	2896,352	2915,1	2617,88	3352,365

Urdenor

Corriente de Falla en una de las fases							
Corriente de Falla [Amperios]							
Puntos	Trifásica	L-L	L-L-T	L-T	Maximo	Mínimo	Asimetrica
0	7724,968	6690,018	8184,593	8528,498	8528,498	6690,018	9807,7722
1	4324,2	3856,882	4133,632	3583,307	4569,013	3583,307	5254,3652
1,1	4079,646	3533,077	3656,467	3065,205	4079,646	3065,205	4691,5926
2-3,1	3777,791	3271,663	3368,739	2767,279	3777,791	2767,279	4344,46
3	3736,132	3235,585	3329,372	2727,361	3736,132	2727,361	4296,5518
3,1	3681,026	3187,862	3277,419	2674,989	3681,026	2674,989	4233,1798
3,2	3328,808	2842,64	3040,815	3040,815	3328,808	2785,389	3873,1297
4	3913,141	3388,88	3455,363	3430,012	3913,141	3388,88	4500,1126
5	3541,51	3067,037	3143,251	2565,456	3541,51	2565,456	4072,736
5,1	3459,017	2995,597	3064,223	2500,847	3459,017	2500,847	3977,8698
6	3418,594	2960,59	3025,622	2469,38	3418,594	2469,38	3931,3835
7	3424,655	3061,101	3242,264	3242,264	3424,655	2964,37	3938,3533
8	3424,655	3061,101	3242,264	3242,264	3424,655	2964,37	3938,3533
8,1	3324,655	2961,101	3142,264	3142,264	3324,655	2864,37	3823,3533
9	3646,187	3157,69	3292,94	3221,506	3646,187	3157,69	4193,1149
10-10,1	2158,508	1802,335	1885,685	1510,039	2158,508	1510,039	2482,284
10,2	2258,508	1902,335	1985,685	1610,039	2258,508	1610,039	2597,284
10,3-10,4	2308,508	1952,335	2035,685	1660,039	2308,508	1660,039	2654,784
11	3573,889	3095,079	3173,588	2559,607	3573,889	2559,607	4109,9725
12	3447,828	2985,907	3054,226	2435,919	3447,828	2435,919	3965,0021
13	3347,828	2885,907	2954,226	2335,919	3347,828	2335,919	3850,0021
14	3566,187	3077,69	3212,94	3141,506	3566,187	3077,69	4101,1149
15	3080,823	2668,071	2700,664	2227,535	3080,823	2227,535	3542,946

José Castillo

Corriente de Falla en una de las fases							
Corriente de Falla [Amperios]							
Puntos	Trifásica	L-L	L-L-T	L-T	Maximo	Minimo	Asimetrica
0	7724,968	6690,018	8236,536	8538,132	8538,132	6690,018	9818,851674
1	6855,405	5936,955	6784,019	6788,134	6855,405	5266,279	7883,7162
2	6745,103	5841,431	6632,075	6592,386	6745,103	5066,292	7756,868813
3	6624,696	5737,155	6470,817	6384,572	6624,696	5042,794	7618,400742
4	6508,313	5636,364	6319,085	6189,283	6508,313	4954,964	7484,559434
5	6375,899	5521,691	6150,923	5973,481	6375,899	4357,532	7332,283921
6	5972,59	5172,415	5663,467	5355,001	5972,59	4212,498	6868,478358
7	5498,283	4761,653	5141,506	4805,585	5498,283	3951,108	6323,025596
8-8,1	3757,311	3253,927	3881,553	3765,924	3881,553	3253,927	4851,941555
9	6202,985	5371,942	5908,003	5621,104	6202,985	3916,389	7133,432482
10	5868,36	5082,149	5507,26	5098,531	5868,36	3539,424	6748,614251
11	5779,889	5005,53	5405,262	4967,772	5779,889	3522,682	6646,872
12	6106,177	5288,104	5674,047	5073,953	6106,177	3853,423	7022,103606
13	6448,387	5584,467	6242,419	6090,794	6448,387	3715,197	7415,64466
13,1	6026,742	5192,516	5736,757	5736,757	6026,742	5192,516	6960,752948
14	6119,463	5299,61	5837,088	5573,767	6119,463	3628,735	7037,382314
14,1	5931,906	5186,545	5643,895	5643,895	5931,906	5186,545	6821,692131
15	5247,125	4544,143	4856,204	4370,225	5247,125	3543,52	6034,193278
16	4201,231	3638,372	3984,855	4009,261	4201,231	3638,372	4831,415088
17	3913,141	3388,88	3455,363	3430,012	3913,141	3388,88	4500,112637
18	4158,841	3594,963	3694,812	3634,986	4158,841	3447,068	4790,167375
18,1	3080,823	2668,071	2700,664	2227,535	3080,823	2227,535	3542,945996
19	3646,187	3157,69	3292,94	3221,506	3646,187	3157,69	4193,114877
19,1-19,2	3046,187	2557,69	2692,94	2621,506	3046,187	2557,69	3593,114877
20	-	-	-	2884,063	2884,063	2884,063	3316,672938

ANEXO E

ESTADISTICA DE FALLAS DE LAS ALIMENTADORAS

ESTADISTICA DE FALLAS DE LAS CAMARAS ENERO2004- ENERO2009.

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEJION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONECCIONES EN AGENTE GENERADOR
20-Abr-04	9:58:00	10:14:00	0:16:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
03-Ago-04	17:15:00	17:27:00	0:12:00	DESCONOCIDA
27-Nov-04	10:30:00	10:53:00	0:23:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
11-Jun-05	20:00:00	20:27:00	0:27:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
25-Jun-05	23:56:00	0:22:00	0:26:00	DESCONOCIDA
30-Sep-05	8:56:00	9:28:00	0:32:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
30-Ene-06	14:42:00	14:42:15	0:00:15	DESCONOCIDA
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
13-Jul-06	10:43:00	10:57:00	0:14:00	MANIOBRA EQUIVOCADA
12-Mar-07	19:22:00	19:40:00	0:18:00	LLUVIA
07-Abr-07	6:42:00	7:25:00	0:43:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
20-Ago-07	6:45:00	6:45:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
20-Ago-07	8:26:00	8:26:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
20-Oct-07	7:11:00	7:16:00	0:05:00	TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE ALIMENTADORAS
25-Oct-07	2:09:00	2:09:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
09-Nov-07	14:04:00	14:04:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
13-Dic-07	10:36:00	10:36:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
06-Abr-08	14:35:00	14:35:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
10-Abr-08	3:43:00	3:43:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
24-Jun-08	12:53:00	12:53:15	0:00:15	DESCONOCIDA
28-Ago-08	14:30:00	14:30:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
18-Nov-08	14:33:00	14:33:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
14-Ene-09	23:35:00	0:25:00	0:50:00	LLUVIA

ESTADISTICA DE FALLAS DE PLAZA DEL SOL ENE2004-FEB2009.

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEXION	CAUSA
10-Ene-04	16:24:00	16:58:00	0:34:00	LÍNEA CUALQUIERA QUE TOPE CON POSTE
14-Ene-04	7:26:00	7:42:00	0:16:00	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONEXIONES EN AGENTE GENERADOR
12-Abr-04	13:46:00	14:00:00	0:14:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
26-May-04	14:46:00	15:35:00	0:49:00	POSTE CHOCADO
01-Jul-04	23:04:00	23:26:00	0:22:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
07-Jul-04	10:26:00	10:39:00	0:13:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
19-Ago-04	12:19:00	12:27:00	0:08:00	CARGA DE AEROPUERTO
23-Ago-04	18:55:00	19:10:00	0:15:00	DESCONOCIDA
23-Ago-04	19:15:00	19:45:00	0:30:00	DESCONOCIDA
10-Sep-04	0:05:00	0:31:00	0:26:00	PARA CAMBIAR CRUCETA
13-Sep-04	14:14:00	14:30:00	0:16:00	LÍNEA DE 13.8KV EN EL SUELO
31-Oct-04	20:10:00	20:28:15	0:18:15	DESCONOCIDA
14-Nov-04	4:45:00	5:20:00	0:35:00	POSTE CHOCADO
24-Nov-04	17:56:00	17:58:00	0:02:00	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
08-Dic-04	19:18:00	20:08:00	0:50:00	DESCONOCIDA
11-Dic-04	16:12:00	16:22:00	0:10:00	DESCONOCIDA
16-Ene-05	18:14:00	18:59:00	0:45:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
12-Mar-05	19:25:00	19:40:00	0:15:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
14-Mar-05	12:25:00	12:27:00	0:02:00	DESCONOCIDA
27-Abr-05	15:42:00	16:04:00	0:22:00	DESCONOCIDA
28-Abr-05	6:22:00	7:00:00	0:38:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
08-May-05	2:47:00	3:22:00	0:35:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
11-Jun-05	20:00:00	20:28:00	0:28:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
19-Jun-05	7:42:00	8:00:00	0:18:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
28-Jul-05	18:30:00	18:45:00	0:15:00	POSTE CHOCADO
10-Oct-05	15:42:00	15:50:00	0:08:00	TRANSFORMADOR QUEMADO O DAÑADO
20-Nov-05	14:23:10	14:23:45	0:00:35	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
26-Dic-05	5:03:00	5:08:15	0:05:15	DESCONOCIDA
26-Dic-05	5:21:00	5:21:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
26-Dic-05	10:17:00	10:17:15	0:00:15	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
27-Dic-05	7:25:00	7:25:15	0:00:15	DESCONOCIDA
15-Ene-06	17:32:00	17:32:15	0:00:15	DESCONOCIDA
15-Ene-06	17:32:00	17:32:15	0:00:15	DESCONOCIDA
31-Ene-06	5:21:00	5:22:00	0:01:00	MANIOBRA DE SWITCH
09-Mar-06	0:40:00	0:40:15	0:00:15	DESCONOCIDA
20-Mar-06	8:41:00	8:41:15	0:00:15	DESCONOCIDA
21-May-06	7:11:00	7:12:00	0:01:00	MANIOBRA DE SWITCH

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEJION	CAUSA
10-Jun-06	12:51:00	12:51:15	0:00:15	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
10-Jun-06	13:20:00	13:20:15	0:00:15	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
25-Jul-06	4:04:00	4:09:00	0:05:00	DESCONOCIDA
25-Jul-06	10:31:00	10:31:15	0:00:15	DESCONOCIDA
30-Ago-06	2:28:00	3:43:00	1:15:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
06-Sep-06	8:40:00	9:13:00	0:33:00	DESCONOCIDA
22-Dic-06	8:16:00	8:17:00	0:01:00	TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE ALIMENTADORAS
29-Dic-06	8:57:00	9:21:00	0:24:00	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
31-Dic-06	4:12:00	4:12:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
02-Ene-07	9:41:00	9:41:15	0:00:15	DESCONOCIDA
06-Ene-07	11:38:00	11:38:15	0:00:15	DESCONOCIDA
10-Ene-07	4:39:00	4:39:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
15-Feb-07	18:09:00	18:09:15	0:00:15	DESCONOCIDA
16-Feb-07	9:53:00	9:53:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
18-Feb-07	18:41:00	18:41:15	0:00:15	DESCONOCIDA
05-Mar-07	11:06:00	11:06:15	0:00:15	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
22-Mar-07	12:26:00	12:26:15	0:00:15	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
16-Abr-07	12:56:00	13:19:00	0:23:00	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
26-Abr-07	17:16:00	17:16:15	0:00:15	DESCONOCIDA
25-May-07	21:09:15	21:42:00	0:32:45	POSTE CHOCADO
26-Jun-07	5:33:00	6:20:00	0:47:00	POSTE CHOCADO
20-Oct-07	7:11:00	7:16:00	0:05:00	TRANSFERENCIA DE CARGAS ENTRE ALIMENTADORAS
04-Nov-07	15:31:00	15:31:15	0:00:15	DESCONOCIDA
19-Nov-07	7:50:00	7:50:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
17-Feb-08	1:42:00	2:40:00	0:58:00	POSTE CHOCADO
19-Feb-08	19:20:00	19:20:15	0:00:15	DESCONOCIDA
04-Mar-08	17:50:00	17:50:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
04-Abr-08	9:30:00	9:30:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
22-Abr-08	15:42:00	15:42:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
22-Abr-08	15:43:00	16:02:00	0:19:00	TEMPERATURA ALTA EN EL TRANSFORMADOR DE PODER
22-Abr-08	16:21:00	16:21:15	0:00:15	DESCONOCIDA
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
18-Jun-08	11:47:00	11:47:15	0:00:15	DESCONOCIDA
06-Sep-08	13:35:00	13:35:15	0:00:15	DESCONOCIDA
22-Sep-08	4:45:00	4:45:15	0:00:15	LLUVIA
22-Sep-08	15:40:00	15:40:15	0:00:15	DESCONOCIDA
07-Oct-08	14:07:00	14:07:15	0:00:15	DESCONOCIDA
10-Nov-08	18:39:00	18:39:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
16-Nov-08	11:13:00	11:13:15	0:00:15	DESCONOCIDA
25-Nov-08	8:30:00	8:30:15	0:00:15	DESCONOCIDA

ESTADISTICA DE FALLAS URDENOR ENERO 2004-NOV07

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEXION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
14-Feb-04	1:00:00	1:53:00	0:53:00	CRUCETA EN MAL ESTADO O QUEMADA
07-Mar-04	11:56:00	12:00:00	0:04:00	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
10-Mar-04	9:50:00	9:52:00	0:02:00	CRUCETA EN MAL ESTADO O QUEMADA
11-Abr-04	16:18:00	17:00:00	0:42:00	CRUCETA EN MAL ESTADO O QUEMADA
11-Abr-04	18:16:00	18:18:00	0:02:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
12-Jun-04	13:28:00	13:43:00	0:15:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
28-Jun-04	13:09:00	13:24:00	0:15:00	DESCONOCIDA
02-Jul-04	13:12:00	13:15:00	0:03:00	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
08-Ago-04	21:59:00	22:07:00	0:08:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
09-Ago-04	14:30:00	14:45:00	0:15:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
14-Sep-04	12:22:00	12:48:00	0:26:00	COMETA TOAP LINEAS EN AV. 1ERA Y CALLE 1ERA URDESA NORTE
10-Ene-05	9:35:00	9:38:00	0:03:00	PARA MANIOBRAR CAJAS PORTAFUSIBLES
26-Feb-05	8:35:00	9:00:00	0:25:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
03-May-05	6:30:00	7:00:00	0:30:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
23-Jul-05	10:45:00	11:10:00	0:25:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
06-Sep-05	22:15:00	22:31:00	0:16:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
07-Sep-05	10:01:00	10:21:00	0:20:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
02-Oct-05	21:18:00	21:55:00	0:37:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
05-Nov-05	15:11:00	15:11:15	0:00:15	DESCONOCIDA
05-Mar-06	7:28:00	7:28:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
14-Mar-06	3:32:00	3:32:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
03-Abr-06	19:28:00	19:28:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
09-Abr-06	10:02:00	10:02:15	0:00:15	SENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
17-Abr-06	15:55:00	15:55:15	0:00:15	DESCONOCIDA
17-Jun-06	11:09:00	11:09:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
02-Ene-07	13:50:00	13:50:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
13-Ene-07	8:01:00	8:10:00	0:09:00	DESCONOCIDA
24-Mar-07	8:13:00	8:13:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
17-May-07	19:52:00	19:52:15	0:00:15	DESCONOCIDA
16-Jun-07	11:58:00	12:28:00	0:30:00	
29-Jun-07	17:03:00	17:23:00	0:20:00	PUENTE DE ALTA ARRANCADO, PICADO O SALIDO DEL BUSHING
07-Ago-07	7:25:00	7:25:15	0:00:15	DESCONOCIDA
21-Ago-07	3:34:00	3:34:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Ago-07	3:44:00	3:44:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Ago-07	4:26:00	5:08:00	0:42:00	LÍNEA DE 13.8KV EN EL SUELO
20-Sep-07	2:21:00	3:14:00	0:53:00	INCENDIO
08-Nov-07	14:35:00	14:35:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO

ESTADISTICA DE FALLAS DE JOSE CASTILLO. ENE2004-OCT2008.

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEJION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
02-Ene-00	17:54:00	18:24:00	0:30:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
04-Mar-04	15:40:00	16:05:00	0:25:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
06-Abr-04	8:39:00	9:04:00	0:25:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONEJIONES EN AGENTE GENERADOR
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
22-May-04	14:45:00	15:05:00	0:20:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
08-Jun-04	15:54:00	16:26:00	0:32:00	LÍNEA CUALQUIERA QUE TOPE CON POSTE
14-Jun-04	17:27:00	17:45:00	0:18:00	POSTE CHOCADO
05-Ago-04	18:29:00	19:01:00	0:32:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
29-Ago-04	11:13:00	11:38:00	0:25:00	PAJARO TOPO LINEA Y PARARAYO A TIERRA KENNEDY NORTE MZ. 902
05-Ene-05	18:47:00	19:36:00	0:49:00	DESCONOCIDA
11-Jun-05	20:00:00	20:27:00	0:27:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
01-Sep-05	17:18:00	17:38:00	0:20:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
24-Sep-05	9:41:00	9:48:00	0:07:00	DESCONOCIDA
28-Sep-05	21:12:00	21:33:00	0:21:00	POSTE CHOCADO
11-Oct-05	6:30:00	6:50:00	0:20:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
16-Oct-05	8:58:00	9:15:00	0:17:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
04-Nov-05	13:52:00	14:00:00	0:08:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
06-Nov-05	11:54:00	12:07:00	0:13:00	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
25-Ene-06	12:06:00	12:06:15	0:00:15	DESCONOCIDA
21-Mar-06	7:55:00	7:55:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
29-Mar-06	21:08:00	21:58:00	0:50:00	DESCONOCIDA
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
29-Jun-06	13:31:00	13:31:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
27-Jul-06	12:20:00	12:20:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
19-Ago-06	23:20:00	23:20:30	0:00:30	ACOMETIDA EN MAL ESTADO
19-Ago-06	23:21:00	23:21:15	0:00:15	ACOMETIDA EN MAL ESTADO
03-Sep-06	15:58:00	15:58:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
18-Nov-06	6:45:00	6:54:00	0:09:00	DESCONOCIDA
19-Dic-06	23:23:00	23:23:15	0:00:15	OBJETO CAYÓ SOBRE LÍNEA DE 13.8KV
01-Ene-07	0:05:00	0:05:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
17-Ene-07	15:26:00	17:32:00	2:06:00	TRANSFORMADOR QUEMADO O DAÑADO
10-Feb-07	11:21:00	12:19:00	0:58:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
10-Feb-07	12:52:00	12:58:00	0:06:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
01-Abr-07	17:04:00	17:04:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
02-Abr-07	17:55:00	19:45:15	1:50:15	DESCONOCIDA
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEJION	CAUSA
28-Jun-07	11:01:00	11:49:00	0:48:00	POSTE CHOCADO
25-Jul-07	17:11:00	17:11:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
08-Ago-07	19:00:00	19:00:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
05-Sep-07	10:42:00	10:42:15	0:00:15	POR TRABAJOS EN CUALQUIER LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN O SUBTRANSMISIÓN
02-Oct-07	11:47:00	11:47:15	0:00:15	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
01-Ene-08	22:41:00	22:41:15	0:00:15	LLUVIA
24-Ene-08	6:08:00	6:08:15	0:00:15	CORTE DE RAMAS
25-Ene-08	21:59:00	23:07:00	1:08:00	CRUCETA EN MAL ESTADO O QUEMADA
05-Mar-08	14:48:00	14:48:15	0:00:15	DESCONOCIDA
27-Mar-08	11:14:00	11:14:15	0:00:15	DESCONOCIDA
30-Mar-08	15:16:00	15:16:15	0:00:15	DESCONOCIDA
04-Abr-08	12:25:00	12:25:15	0:00:15	DESCONOCIDA
04-Abr-08	18:22:00	18:22:15	0:00:15	TRANSFORMADOR QUEMADO O DAÑADO
04-Abr-08	19:25:00	19:25:15	0:00:15	PARA NORMALIZAR ALIMENTADORA
22-Abr-08	15:43:00	15:55:00	0:12:00	TEMPERATURA ALTA EN EL TRANSFORMADOR DE PODER
28-Abr-08	13:40:00	14:05:00	0:25:00	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
08-May-08	14:46:00	14:46:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
30-May-08	9:33:00	10:17:00	0:44:00	LÍNEA PRIMARIA ARRANCADA
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
10-Jun-08	6:05:00	6:05:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
10-Jun-08	9:57:00	10:00:00	0:03:00	PARA NORMALIZAR ALIMENTADORA
24-Ago-08	20:54:00	20:54:15	0:00:15	PUENTE DE ALTA ARRANCADO, PICADO O SALIDO DEL BUSHING
04-Sep-08	11:02:00	11:02:15	0:00:15	DAÑO EN PORTAFUSIBLE O FUSIBLE QUEMADO
27-Sep-08	14:12:00	14:57:00	0:45:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEJION
03-Oct-08	18:04:00	18:04:15	0:00:15	DESCONOCIDA

ESTADISTICA DE FALLA CENTRUM ENERO2004-ENERO2009

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEXION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONEXIONES EN AGENTE GENERADOR
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
16-Mar-05	5:21:00	5:31:00	0:10:00	DESCONOCIDA
17-Mar-05	16:00:00	16:43:00	0:43:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIËN
11-Jun-05	20:00:00	20:28:00	0:28:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
13-Jul-06	10:43:00	10:57:00	0:14:00	MANIOBRA EQUIVOCADA
24-Ago-06	0:46:00	0:46:15	0:00:15	DESCONOCIDA
18-Nov-06	6:45:00	6:54:00	0:09:00	DESCONOCIDA
12-Mar-07	19:22:00	19:40:00	0:18:00	LLUVIA
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
14-Ene-09	23:35:00	0:25:00	0:50:00	LLUVIA

ESTADISTICA DE FALLAS World Trade Center ENERO2004-ENERO2009

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEXION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONEXIONES EN AGENTE GENERADOR
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
11-Jun-05	20:00:00	20:28:00	0:28:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
13-Jul-06	10:43:00	10:57:00	0:14:00	MANIOBRA EQUIVOCADA
18-Nov-06	6:45:00	6:54:00	0:09:00	DESCONOCIDA
12-Mar-07	19:22:00	19:40:00	0:18:00	LLUVIA
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
14-Ene-09	23:35:00	0:25:00	0:50:00	LLUVIA

ESTADISTICA DE FALLAS SAN MARINO ENERO2004-ENERO2009

FECHA	HORA ABIERTO	HORA CERRADO	TIEMPO DE DESCONEXION	CAUSA
26-Ene-04	13:00:00	13:20:00	0:20:00	DESCONOCIDA
10-Mar-04	11:13:00	11:56:00	0:43:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
11-Mar-04	12:41:00	13:06:00	0:25:00	PROBLEMAS EN TRANSELECTRIC
12-Abr-04	6:08:00	7:42:00	1:34:00	PROBLEMAS, SOLICITUDES O DESCONEXIONES EN GENERADOR
18-May-04	17:10:00	17:41:00	0:31:00	MANIOBRA DE SWITCH
22-Sep-04	6:55:00	7:58:00	1:03:00	TRABAJA DPTO. DE MEDIDORES
22-Dic-05	23:46:00	0:18:00	0:32:00	CORTE DE RAMAS
29-Jun-06	6:16:00	6:43:00	0:27:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
13-Jul-06	10:43:00	10:57:00	0:14:00	MANIOBRA EQUIVOCADA
15-Jul-06	7:00:00	7:02:00	0:02:00	MANIOBRA DE SWITCH
12-Mar-07	19:22:00	19:40:00	0:18:00	LLUVIA
07-Abr-07	6:42:00	7:28:00	0:46:00	ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN
21-Abr-07	10:27:00	10:41:00	0:14:00	DESCONOCIDA
09-Jun-08	13:47:00	14:44:00	0:57:00	TENSOR ARRANCADO O SOBRE PRIMARIO
22-Ago-08	9:07:00	9:35:15	0:28:15	LÍNEA DE 13.8KV EN EL SUELO
23-Ago-08	12:33:00	12:33:15	0:00:15	ACOMETIDA EN MAL ESTADO

ANEXO F

INDICES DE CONFIABILIDAD DE ECUADOR Y OTROS PAISES.

Partiendo de la premisa de que un cliente conectado a un punto de carga del sistema de distribución, requiere que todos los componentes entre la fuente y el consumidor estén operando, hace que la Subestacion Kennedy Norte sea un sistema serie desde el punto de vista de confiabilidad. Las alimentadoras de la subestación son radiales, lo que significa que una falla en cualquier parte del circuito entre la subestación y el consumidor, causa interrupción del servicio a todos los abonados ubicados aguas abajo. A continuación se presentan las definiciones de los índices de evaluación de la confiabilidad del servicio eléctrico que son regidos en nuestro país, los cuales se dividen en dos grupos:

- Índices de confiabilidad orientados al consumidor.
- Índices de confiabilidad orientados a la carga y la energía.

INDICES DE CONFIABILIDAD ORIENTADOS AL CONSUMIDOR.

El **SAIFI** es un índice que establece la frecuencia promedio de interrupciones sostenidas del sistema al año.

$$SAIFI = \frac{\text{Numero total de consumidores interrumpidos}}{\text{Numero total de consumidores servidos}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum_i \lambda_i * N_i}{\sum_i N_i}$$

λ_i = Tasa de falla.

N_i = Número de consumidores en el punto de carga i.

El **SAIDI** es el índice que establece al tiempo, en minutos u horas, que los clientes son interrumpidos.

$$SAIDI = \frac{\text{Suma de los productos de la duracion de interrupcion por el numero de consumidores interrumpidos}}{\text{Numero total de consumidores servidos}}$$

$$SAIDI = \frac{\sum_i U_i * N_i}{N_i}$$

U_i = Tiempo anual de interrupción.

λ_i = Tasa de falla.

N_i = Número de consumidores en el punto de carga i.

El **CAIDI** representa el índice de duración promedio de las interrupciones a los clientes.

$$CAIDI = \frac{\text{Suma de los productos de la duracion de interrupcion por el numero de consumidores interrumpidos}}{\text{Numero total de consumidores interrumpidos}}$$

$$CAIDI = \frac{\sum_i U_i * N_i}{\sum_i \lambda_i * N_i}$$

U_i = Tiempo anual de interrupción.

N_i = Número de consumidores en el punto de carga i .

El **ASAI** representa el índice de la disponibilidad promedio de servicio.

$$ASAI = \frac{\text{Consumidores} - \text{Horas de servicio disponibles}}{\text{Consumidores} - \text{Horas demandadas}}$$

$$ASAI = \frac{(\sum_i N_i * 8760) - (\sum_i U_i * N_i)}{\sum_i N_i * 8760}$$

U_i = Tiempo anual de interrupción.

N_i = Número de consumidores en el punto de carga i .

El **ASUI** es el índice de la indisponibilidad promedio del servicio.

$$ASUI = 1 - ASAI = \frac{\text{Consumidores} - \text{Horas de servicio no disponibles}}{\text{Consumidores} - \text{Horas demandadas}}$$

$$ASUI = \frac{(\sum_i U_i * N_i)}{\sum_i N_i * 8760}$$

U_i = Tiempo anual de interrupción.

N_i = Número de consumidores en el punto de carga i .

INDICES DE CONFIABILIDAD ORIENTADOS A LA CARGA Y LA ENERGIA

La **ENS** especifica la energía no suministrada en el año para la totalidad de los clientes.

$$ENS = \sum_i L_{ai} * U_i$$

U_i = Tiempo anual de interrupción.

L_{ai} = Carga promedio conectada al punto de carga i .

La **AENS** especifica la energía no suministrada en el año para la totalidad de los clientes.

$$AENS = \frac{\text{Energía total no suplida}}{\text{Numero total de consumidores servidos}}$$

$$AENS = \frac{\sum_i L_{ai} * U_i}{\sum_i N_i}$$

CÁLCULO DE INDICADORES CONFIABILIDAD ESTABLECIDOS POR EL CONELEC.

Los índices de calidad que son calculados para toda la red de distribución son los siguientes.

FMIK: FRECUENCIA MEDIA DE INTERRUPCIÓN POR KVA NOMINAL

En un período determinado, representa la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{inst}}$$

TTIK: TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCIÓN POR KVA NOMINAL INSTALADO

En un período determinado, representa el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio.

$$TTIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i * Tfs_i}{kVA_{inst}}$$

Donde:

FMIK: Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresada en fallas por kVA.

TTIK: Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.

\sum_i : Sumatoria de todas las interrupciones del servicio "i" con duración mayor a tres minutos, para el tipo de causa considerada en el período en análisis.

kVAfsi: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".

KVAinst: Cantidad de kVA nominales instalados.

Tfsi : Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i".

Rd : Red de distribución.

NORMAS DE CALIDAD EN OTROS PAISES

➤ NORMAS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO EN LA REPUBLICA DE PANAMA. (1)

Las normas de calidad del servicio eléctrico en la República de Panamá, se obtienen bajo las siguientes premisas:

- La norma se aplica en forma individual a cada cliente.
- No se toman en consideración las interrupciones menores a 3 minutos.
- No se toman en consideración las interrupciones debidas a fuerza mayor y/o casos fortuitos.

Los índices estandarizados se presentan a continuación:

CONFIABILIDAD

Clientes en Media y Baja Tensión Indicadores Aplicables a Cada Cliente		
Cliente	Cantidad Interrupciones SAIFI	Duración Interrupciones SAIDI
Urbano	8/Año (actual) 6/año (1/07/07)	17.52 Horas/Año 8.76 Horas/año
Rural	12/Año (actual) 10/año (1/1/08)	61.32 Horas/Año 43.80 Horas/año

➤ **NORMAS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO EN INDIANA.**

(3)

A continuación se presenta un comparativo de los índices SAIFI, SAIDI y CAIDI, obtenidos de tres compañías distribuidoras de energía eléctrica, que brinda sus servicios a Indiana.

Year	SAIFI			SAIDI (Minutes)			CAIDI (Minutes)		
	I&M ²	Indiana Utilities ³	North American Utilities ⁴	I&M ⁵	Indiana Utilities ⁶	North American Utilities ⁷	I&M ⁸	Indiana Utilities ⁹	North American Utilities ¹⁰
2002	1.681	1.47	1.1	179.1	145	90	159.3	119.9	81.6
2003	1.583	1.43	1.1	128.5	158	90	135	140.2	81.6
2004	1.424	1.42	1.1	194.1	145	90	155.6	130.1	81.6
2005	1.311			170.7			171.1		
2006	1.242			146.7			130.6		
2007**	1.237			139.1			125.6		

➤ **INDICES DE CONFIABILIDAD DE VENEZUELA, CALCULADOS
PARA SISTEMAS DE 13.8 kv (2)**

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de los índices de confiabilidad de Venezuela, desarrollos por la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” Vicerrectorado Barquisimeto, en el Congreso Latinoamericano de Distribución eléctrica CLADE 2008.

LÍNEA	ENS (MWh)		AENS (MWh)	
	2005	2006	2005	2006
A1	474,85	163,86	5,46	2,30
A2	226,50	103,05	2,98	1,43
A3	159,57	110,07	3,06	2,12

En la tabla anterior A1, A2 y A3 representan a tres alimentadoras diferentes.

➤ **INDICES DE CONFIABILIDAD FMIK - TTIK**

En lo que respecta al parámetro interrupciones de suministro en instalaciones de servicio de distribución, se considerarán los siguientes índices:

- a) Frecuencia media de interrupción por kVA, FMIK;
- b) Tiempo total de interrupción por kVA, TTIK.

Los valores máximos para los parámetros mencionados, considerando sólo interrupciones internas de la red, deberán estar dentro de los rangos

siguientes, con la probabilidad de ocurrencia que determine la norma técnica correspondiente:

- FMIK entre 3,5 y 5 veces al año;
- TTIK entre 13 y 18 horas al año.

➤ INDICES DE CONFIABILIDAD EN EL SALVADOR (4)

A continuación se muestra una tabla con los límites de los índices de calidad aceptados en los sistemas de distribución en el Salvador.

		LIMITES		
Indicadores Globales	INDICE	Tipo	2005-2007	2008
	FMIK	Urbano		8
Rural			14	12
TTIK	Urbano		14	10
	Rural		30	24
Indicadores Individuales	SAIFI _{US}	Urbano	10	8
		Rural	20	15
	SAIDI _{US}	Urbano	20	16
		Rural	40	30

En la tabla anterior se muestran los límites fijados en El Salvador tanto en zonas urbanas como rurales; y se observa además que desde el año 2008 las normas exigen un mejoramiento de estos índices.

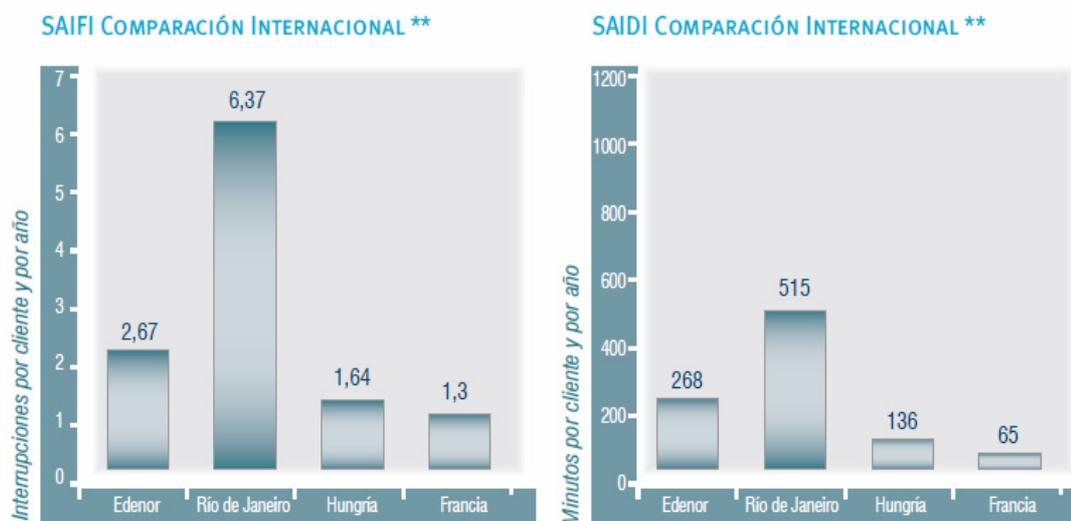
➤ INDICES DE CONFIABILIDAD EN EDENOR – ARGENTINA (5)

A continuación se muestra un extracto de un estudio de los índices de calidad del servicio de Edenor – Argentina, en el cual se los compara con otras ciudades, tanto de Argentina como de otros países. En los gráficos de abajo se realizan comparativos de los índices de calidad internacionales (SAIFI – CAIDI) entre Edenor – Argentina y las ciudades tales como Rio de Janeiro, Hungría y Francia.

También se muestra un comparativo de los índices nacionales (TTIK – FMIK) entre Edenor y otras ciudades argentinas tales como Buenos Aires, Santa Fe y Mendoza.

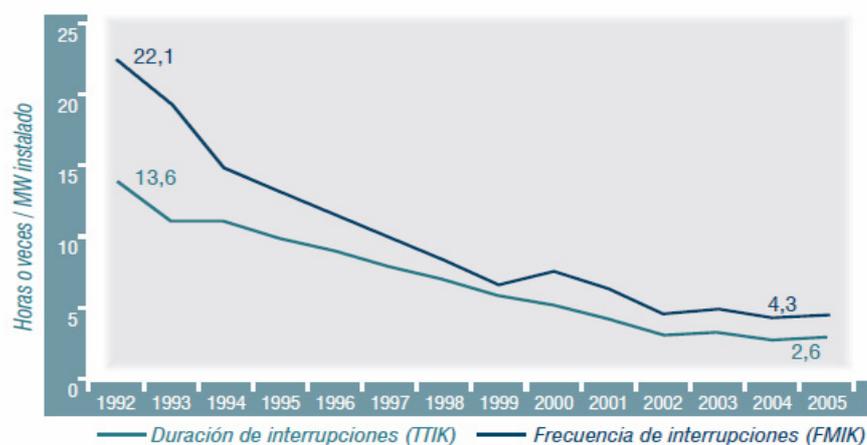
COMPARACIÓN NACIONAL Y CON OTROS PAÍSES:





A continuación se presenta un historico (desde 1992) de cómo han ido variando el TTIK y FMIK en Edenor, realizando una mejora significativa logrando que:

- El FMIK que en 1992 estaba en 22.1, en el 2005 baja a 4.3.
- El TTIK que en 1992 estaba en 13.6, en el 2005 baja a 2.6.



TTIK: tiempo total de interrupción por kVA instalado - FMIK: frecuencia media de interrupción por kVA instalado

ANEXO G

Índices de la calidad del servicio técnico CONELEC 004-01

INDICES MENSUALES CALCULADOS PARA LAS ALIMENTADORAS DE LA

SUBESTACION KENNEDY NORTE 1

Mes	SUBESTACION KENNEDY NORTE 1					
	PLAZA DEL SOL		URDENOR		JOSE CASTILLO	
	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
Ene-03	0,51	0,36	0,27	0,04	0,00	0,00
Feb-03	0,44	0,32	0,12	0,14	0,00	0,00
Mar-03	0,11	0,02	0,37	0,61	0,19	0,23
Abr-03	2,20	11,10	0,00	0,00	0,29	0,53
May-03	0,43	0,67	0,00	0,00	0,10	0,07
Jun-03	0,42	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic-03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-04	0,22	0,26	0,68	0,27	0,17	0,06
Feb-04	0,00	0,00	0,34	0,30	0,22	0,11
Mar-04	0,00	0,00	0,07	0,01	0,26	0,11
Abr-04	0,31	0,07	0,28	0,19	0,14	0,06
May-04	0,78	1,03	0,44	0,23	0,36	0,31
Jun-04	0,00	0,00	0,52	0,26	0,46	0,39
Jul-04	0,52	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-04	0,66	0,98	0,53	0,20	0,39	0,37
Sep-04	0,55	0,38	0,72	0,74	0,00	0,00
Oct-04	0,19	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov-04	0,13	0,08	0,23	0,22	0,00	0,00
Dic-04	0,47	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-05	0,24	0,18	0,00	0,00	0,35	0,28
Feb-05	0,00	0,00	0,22	0,09	0,00	0,00
Mar-05	0,18	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr-05	0,62	0,62	0,37	0,22	0,00	0,00
May-05	0,17	0,10	0,26	0,13	0,00	0,00
Jun-05	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul-05	0,29	0,07	0,30	0,12	0,00	0,00
Ago-05	0,88	2,65	0,15	0,08	1,11	1,65
Sep-05	0,00	0,00	0,43	0,26	0,76	0,61
Oct-05	0,24	0,03	0,16	0,10	0,32	0,20
Nov-05	0,00	0,00	0,23	0,11	0,46	0,16

SUBESTACION KENNEDY NORTE 1						
Mes	PLAZA DEL SOL		URDENOR		JOSE CASTILLO	
	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
Dic-05	0,21	0,13	0,17	0,09	0,35	0,19
Ene-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,37
Abr-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
May-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun-06	0,15	0,07	0,16	0,07	0,25	0,11
Jul-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-06	0,14	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-06	0,28	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,04
Dic-06	0,24	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-07	0,00	0,00	0,08	0,01	0,51	1,06
Feb-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,42
Mar-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr-07	0,79	1,09	0,31	0,31	0,96	2,74
May-07	0,19	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun-07	0,14	0,11	0,68	0,57	0,35	0,28
Jul-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-07	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Sep-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct-07	0,10	0,01	0,13	0,01	0,00	0,00
Nov-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,08
Dic-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,78
Feb-08	0,26	0,26	0,91	0,36	0,69	0,78
Mar-08	0,26	0,26	0,91	0,36	0,69	0,78
Abr-08	1,24	0,57	1,52	0,49	2,43	1,30
May-08	1,24	0,57	1,52	0,49	3,12	1,81
Jun-08	1,24	0,57	2,47	1,40	4,00	2,64
Jul-08	1,24	0,57	2,47	1,40	4,00	2,64
Ago-08	1,25	0,57	2,47	1,40	4,00	2,64
Sep-08	1,25	0,57	2,47	1,40	4,65	3,12
Oct-08	1,25	0,57	2,47	1,40	4,65	3,12
Nov-08	1,25	0,57	2,47	1,40	4,65	3,12
Dic-08	1,25	0,57	2,47	1,40	4,65	3,12
Ene-09	0,00	0,00	0,25	0,07	0,00	0,00
Feb-09	0,00	0,00	0,25	0,07	0,00	0,00
Mar-09	1,54	1,01	1,14	0,46	1,12	0,58
Abr-09	1,54	1,01	1,14	0,46	1,12	0,58

SUBESTACION KENNEDY NORTE 2								
Mes	CEMTRUM		WTC		LAS CAMARAS		SAN MARINO	
	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK	FMIK	TTIK
May-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun-06	0,15	0,07	0,05	0,02	0,17	0,07	0,03	0,02
Jul-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov-06	0,16	0,02	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic-06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar-07	0,17	0,05	0,24	0,07	0,37	0,11	0,48	0,15
Abr-07	0,16	0,12	0,26	0,26	0,45	0,43	0,15	0,15
May-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oct-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,01	0,00	0,00
Nov-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic-07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ene-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
May-08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,00	0,95
Jul-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,00	0,95
Ago-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,24	1,06
Sep-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,24	1,06
Oct-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,24	1,06
Nov-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,24	1,06
Dic-08	0,87	0,83	0,93	0,89	0,96	0,91	1,24	1,06
Ene-09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb-09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar-09	0,96	0,34	0,81	0,23	1,03	0,43	0,68	0,32
Abr-09	0,96	0,34	0,81	0,23	1,03	0,43	0,68	0,32

ANEXO H

Coordinación de protecciones

El Estándar de IEEE 242 nos dice que el sistema de protección y la coordinación es el más importante y menos apreciado y entendido de los aspectos en el diseño de los sistemas eléctricos de potencia.

Esto es la selección apropiada, la aplicación y la coordinación de ese grupo de componentes que constituyen al ya mencionado.

En este anexo, se estudiarán en particular, dos tipos de coordinación de protecciones, como son, los fusibles, y las protecciones de sobre corriente 51.

Se empezara por dar ciertos conceptos necesarios y fundamentales de la protección de los sistemas eléctricos. Luego se darán las bases para obtener una coordinación segura y confiable. Finalmente se rediseñara el nuevo sistema de protección para cada una de las alimentadoras de la Subestación Kennedy norte.

Introducción.

El sistema de protección

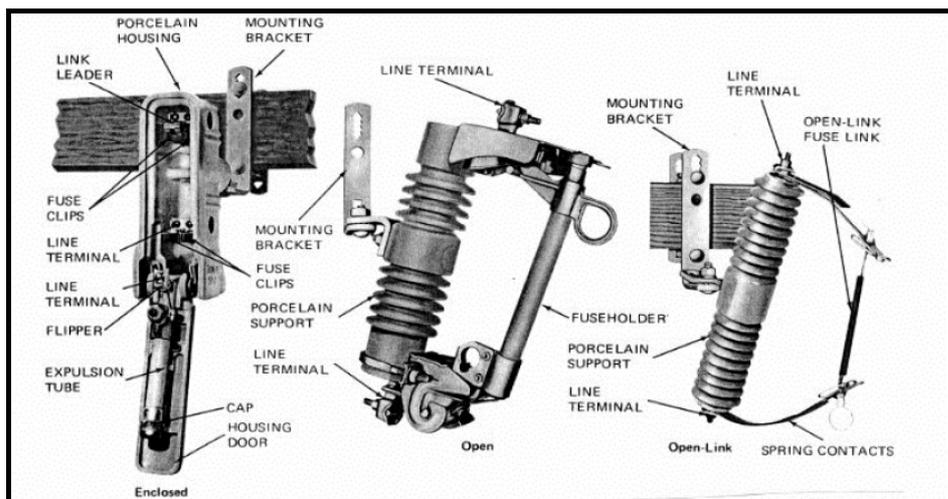
El sistema de protección de los equipos y/o instalaciones del sistema eléctrico tiene como objetivos:

1. Detectar las fallas para aislar los equipos o instalaciones falladas tan pronto como sea posible (velocidad).
2. Detectar y alertar sobre las condiciones indeseadas de los equipos para dar las alertas necesarias; y de ser el caso, aislar al equipo fallado del sistema (selectividad).
3. Despejar la falla contando con una protección local y en caso de una mala operación de la misma contar con una protección de respaldo (confiabilidad).
4. Despejar la falla mediante un sistema fácil y sencillo sin presentar esquemas u operaciones complejas.

Fusibles

El fusible es el medio más sencillo de interrupción automática de corriente en caso de cortocircuitos o sobrecargas. En baja tensión se encuentran hasta de 600 A y de 250 a 600 Voltios. En este rango, la exigencia es que soporten continuamente la corriente nominal y que se fundan en un tiempo máximo de 5 minutos con un 15% de sobrecarga. En alta tensión, se encuentran hasta de 400 Amperes y de 10 a 138 kV, con potencias de 0.1 a 20 MVA. En

general, un fusible (observe la siguiente figura) está constituido por un elemento sensible a la corriente (en adelante, elemento fusible) y un mecanismo de soporte de éste.



El elemento fusible se funde cuando circula por él, una corriente peligrosa durante un tiempo determinado. El mecanismo de soporte establece rápidamente una distancia eléctrica prudente a fin de minimizar el tiempo que dura el arco.

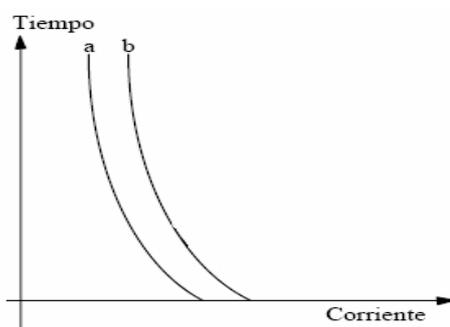
Las características de un fusible varían de acuerdo al material usado en el elemento fusible y a su disposición. El tiempo y la intensidad mínima de fusión del elemento dependen del ambiente en que se encuentre y de la intensidad de la corriente en el instante anterior a la sobrecarga.

En todo caso las curvas características de tiempo-corriente se dan para temperaturas ambientes de 20 a 25° C y se indican para corrientes que producen fusión en 5 minutos o menos, partiendo de fusibles sin carga.

La curva característica de un fusible se puede separar en las siguientes partes, tal como se muestra en la siguiente figura:

a. Curva de tiempo mínimo de fusión: Relaciona la corriente con el tiempo mínimo al cual el fusible se funde.

b. Curva de tiempo máximo de fusión o de aclaramiento: Se obtiene adicionando un margen de tolerancia (en corriente) a la curva “a”.



(Características de operación de fusibles)

Coordinación Fusible- Fusible

Antes de comenzar con la coordinación entre las curvas de los fusibles, se procederá a seleccionar la capacidad del mismo mediante los siguientes criterios:

1. Deben ser capaces de soportar (sin quemarse) la corriente nominal incrementada en un margen de seguridad, que permita sobrecargas controladas. (en el caso de los transformadores).
2. Si el fusible va a proteger un ramal (monofásico, 2 fases o trifásico) es necesario considerar un factor de crecimiento de carga para dicha sección.
3. Puesto que no son cargas coincidentes, es muy importante considerar un factor de coincidencia (FC) para cada uno de los ramales a proteger. Se utilizara el siguiente criterio para la elección de dicho factor:
 - ρ FC=1; para ramales con menos de 12 transformadores de distribución.
 - ρ FC=0.8; para ramales con mas de 12 transformadores de distribución.
4. Una vez obtenido este valor de corriente, nos basamos en la siguiente tabla para la selección del fusible tipo K a utilizar.

H Rating	Continuous Current (A)	N Rating	Continuous Current (A)	EEI-NEMA K or T Rating	Continuous Current (A)	EEI-NEMA K or T Rating	Continuous Current (A)
1H	1	25	25	6	9	40	60*
2H	2	30	30	8	12	50	75*
3H	3	40	40	10	15	65	95
5H	5	50	50	12	18	80	120+
8H	8	60	60	15	23	100	150+
		75	75	20	30	140	190
N Rating		85	85	25	38	200	200
5	5	100	100	30	45		
8	8	125	125				
10	10	150	150	* Only when used in a 100- or 200-ampere cutout.			
15	15	200	200	+ Only when used in a 200-ampere cutout.			
20	20			Limited by continuous current rating of cutout.			

(Capacidad de corriente permanente de diversos tipos de elementos fusible)

Por ejemplo, si con los criterios a utilizar nos da una corriente de 30 amperios, entonces se escoge uno de 20K. Sin embargo, dentro de este rango de valores para los de tipo K, existen valores preferidos y no preferidos, los cuales se los muestra en la siguiente tabla:

VALORES COMERCIALES

PREFERIDOS	NO PREFERIDOS
6	8
10	12
15	20
25	30
40	50
65	80
100	
140	
200	

*Se va a utilizar solo los preferidos

Una vez seleccionado los valores de los fusibles, la coordinación se lleva a cabo comparando las curvas respectivas. Para una falla delante del fusible de protección (1) hay que asegurar que este funda primero que el fusible del respaldo (2). Para ello, es práctica común tomar las condiciones más desfavorables; es decir, tomar la curva de mínimo tiempo de fusión para el fusible de respaldo y la de tiempo total de despeje para el fusible protector.

Para todas las corrientes de falla la curva de (2) debe quedar por arriba de la de (1). Un criterio ampliamente utilizado establece que el tiempo total de despeje del principal *no debe exceder el 75% del tiempo mínimo del fusible de respaldo*. Este factor compensa esos efectos tales como corriente de

carga, temperatura ambiente, o fatiga del elemento fusible, causada por el efecto de calentamiento de corrientes de falla que han pasado por el fusible pero no han sido lo suficientemente elevadas para fundirlo.

Cuando se trata de coordinar solamente fusibles entre si, se pueden utilizar sus curvas de tiempo-corriente. *Sin embargo, es más cómodo trabajar con tablas de coordinación como las que se indican en la siguiente tabla.*

Estas tablas indican el valor máximo de la corriente de falla a la cual coordinan los fusibles respectivos y ellas están basadas en las curvas de máximo tiempo de aclaramiento del fusible local y el 75% de la curva de tiempo mínimo de fusión del fusible de respaldo.

FUSIBLES DE PRO- TECCION	FUSIBLES PROTEGIDOS (RESPALDO)													
	8K	10K	12K	15K	20K	25K	30K	40K	50K	65K	80K	100K	140K	200K
	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MAXIMA DE COORDINACION (AMPERES)													
6K		190	350	510	650	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
8K			210	440	650	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
10K				300	540	840	1060	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
12K					320	710	1050	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
15K						430	870	1340	1700	2200	2800	3900	5800	9200
20K							500	1100	1700	2200	2800	3900	5800	9200
25K								660	1350	2200	2800	3900	5800	9200
30K									850	1700	2800	3900	5800	9200
40K										1100	2200	3900	5800	9200
50K											1450	3500	5800	9200
65K												2400	5800	9200
80K													4500	9200
100K													2000	9100
140K														4000

(Coordinación entre fusibles tipo K según EEI-NEMA)

Con esto se tiene definido cada uno de los pasos para una correcta coordinación.

Es de gran importancia saber que por ningún motivo se ubicará fusibles en la troncal de cada una de las alimentadoras debido a que una posible transferencia de carga podría hacer operar al fusible inadecuadamente.

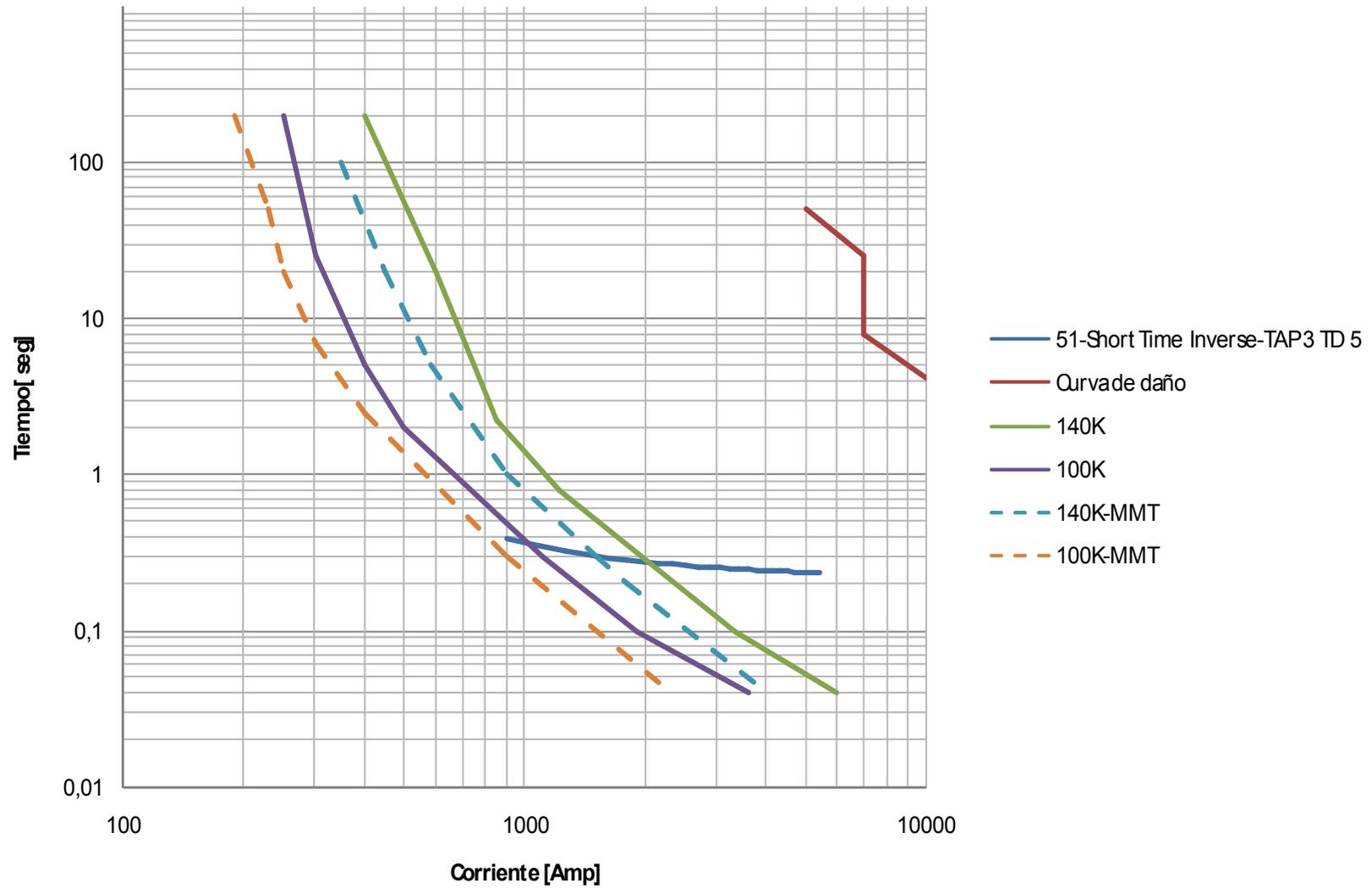
Coordinación Fusible-Subestación

Se basa en el principio de que primero debe despejar la protección de los fusibles antes q dispare la protección de sobre corriente de las alimentadoras Y asegurar una selectividad en el momento de la falla con los fusibles q se encuentran aguas debajo de las alimentadoras.

En la grafica de la parte inferíos se muestran los fusibles q coordinan con la protección de sobre corriente de la alimentadora, se muestran dos los 140K y 100K ya que si coordinan con estos lo hará con fusibles de menor valor.

Además se muestra la curva de daño del Transformador y se puede apreciar que si se está realizando una buena coordinación de protecciones.

Curvas de Coordinación de Protecciones



ANEXO I

Rediseño del sistema de protecciones basado En la calidad del servicio

Fusibles en las alimentadoras

La alimentadora **Las Cámaras** estará rediseñada con 15 fusibles tal como se muestra en el diagrama unifilar AA'.

Fusible	Tipo
1	80K
2	20K
3	50K
3,1	30k
3,2	30k
4	20K
4,1	40k
4,2	15k
5	140K
5,1	40k
6	25K
7	40k

Se ha agregado 6 fusibles ubicados en lugares estratégicos cuyos valores se muestran en la tabla anteriormente mostrada.

Los fusibles que deberían estar seleccionados bajo el criterio de coordinación son los fusibles 5 (respaldo) con el fusible 6 (protector), y el 5.1 (respaldo)

con el 5 (protector). El resto de fusibles se coordinaron tal como se mostró en el capítulo 3.

Para verificar la coordinación de los fusibles se muestra la siguiente tabla:

FUSIBLE				Máxima corriente de cortocircuito		COORDINACION
PROTECTOR		RESPALDO		Mínima para coordinar	En el punto de estudio *	
Código	TipoK	Código	TipoK			
5.1	40	5	140	5800 A	5800 A	si
7	40	5	140	5800 A	5800 A	si

La alimentadora Plaza de Sol estará rediseñada con 36 fusibles tal como se muestra en el diagrama unifilar AB'.

Fusible	Tipo
1	15K
2	40K
2,1	10K
3	140K
4	15K
5	10K
5,1	15K
5,2	20k
5,3	15k
5,4	10k
6	20K
6,1	15K
7	8K
7,1	10K
8	100K
9	40K
10	10K
11	20k

Se ha agregado 7 fusibles ubicados en lugares estratégicos cuyos valores se muestran en la tabla anterior.

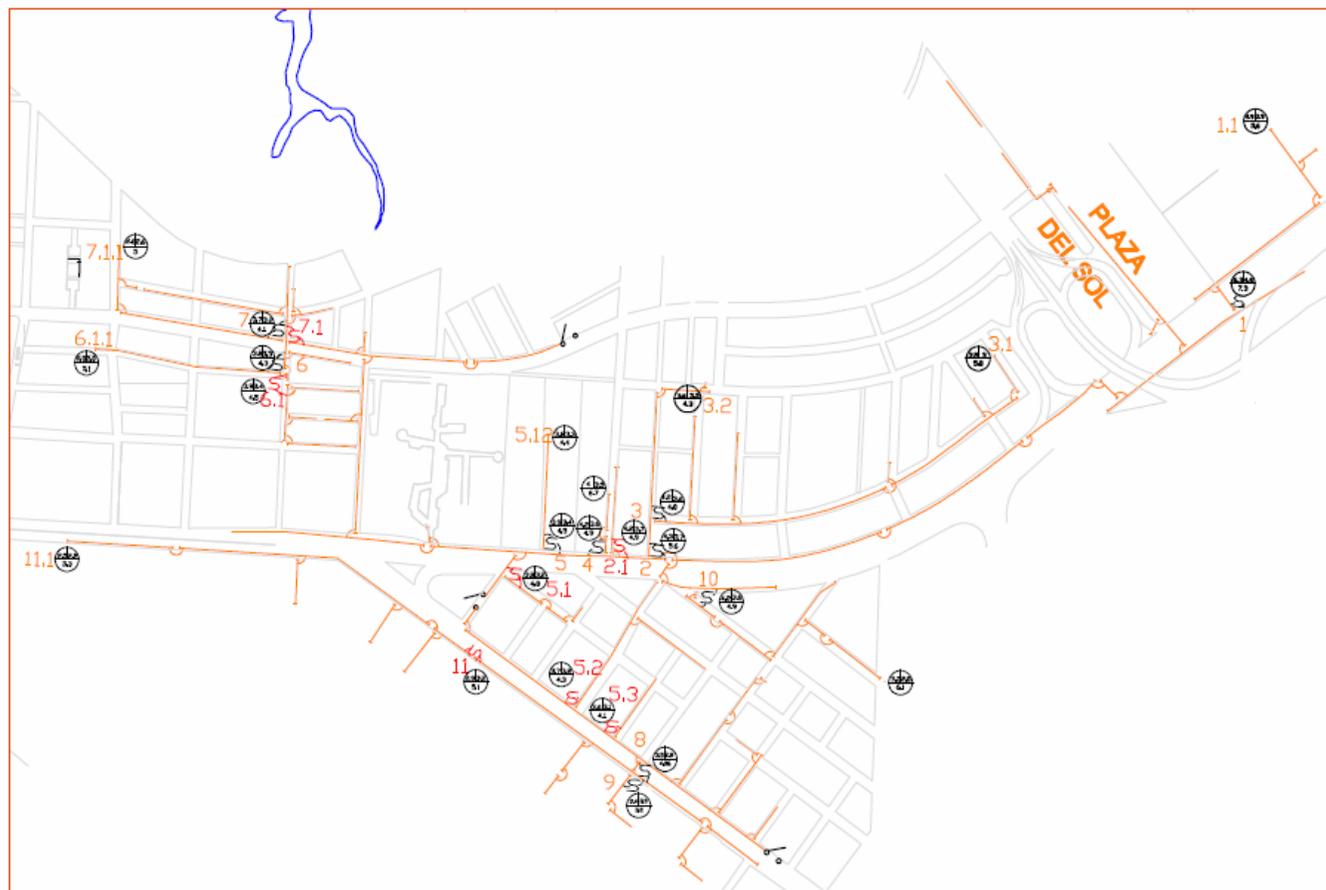
Los fusibles que deberían estar seleccionados bajo el criterio de coordinación son:

- El fusible 8 (respaldo) con fusible 11 (protector).

FUSIBLE				Máxima corriente de cortocircuito		COORDINACION
PROTECTOR		RESPALDO		Mínima para coordinar	En el punto de estudio *	
Código	TipoK	Código	TipoK			
11	20K	8	80K	3900 A	3400 A	si

Alimentadora Plaza del Sol (Diagrama unifilar AB')

SISTEMA DE PROTECCION- ALIMENTADORA Plaza del sol



(Configuración del sistema de Protecciones de la Alimentadora Plaza del Sol mejorado)

La alimentadora José Castillo estará rediseñada con 26 fusibles tal como se muestra en el diagrama unifilar AS'.

Fusible	Tipo	Fusible	Tipo
1	20K	13	6K
2	140K	13,1	20K
2,1	15K	14	140K
3	15K	14,1	65K
4	20K	15	3K
5	25K	16	50K
6	8K	17	80K
7	140K	18	100K
8	40K	18,1	50K
8,1	65K	19	50K
9	10K	19,1	40K
10	15K	19,2	30K
11	25	20	12K

Los fusibles que deberían estar seleccionados bajo el criterio de coordinación son:

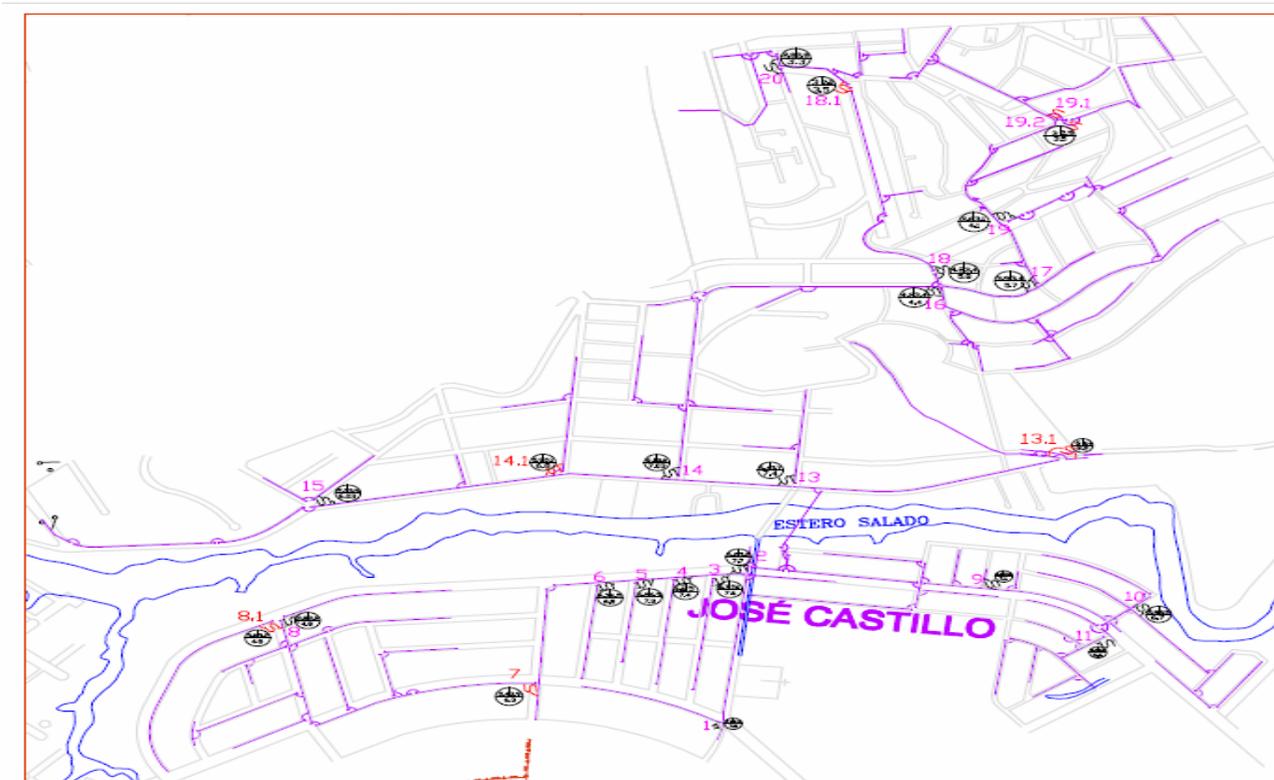
- El fusible 2 (respaldo) con fusible 7 (protector).
- El fusible 7 (respaldo) con fusible 8.1 (protector).
- El fusible 18 (respaldo) con fusible 18.1 y 20 (protectores).
- El fusible 17 (respaldo) con fusible 19.1 y 19.2 (protectores).

La coordinación se muestra en la siguiente Tabla:

FUSIBLE				Máxima corriente de cortocircuito		COORDINACION
PROTECTOR		RESPALDO		Mínima para coordinar	En el punto de estudio *	
Código	TipoK	Código	TipoK			
7	140	2	65	5800	5100	Si
8.1	65	7	140	5800	3800	Si
18.1	50	18	100	3500	2800	Si
19.1	40	17	80	2800	2700	Si

Alimentadora José Castillo (Diagrama unifilar AS')

SISTEMA DE PROTECCION- José Castillo



(Configuración del sistema de Protecciones de la Alimentadora José Castillo)

La alimentadora Urdenor estará rediseñada con 13 fusibles tal como se muestra en el diagrama unifilar AT'.

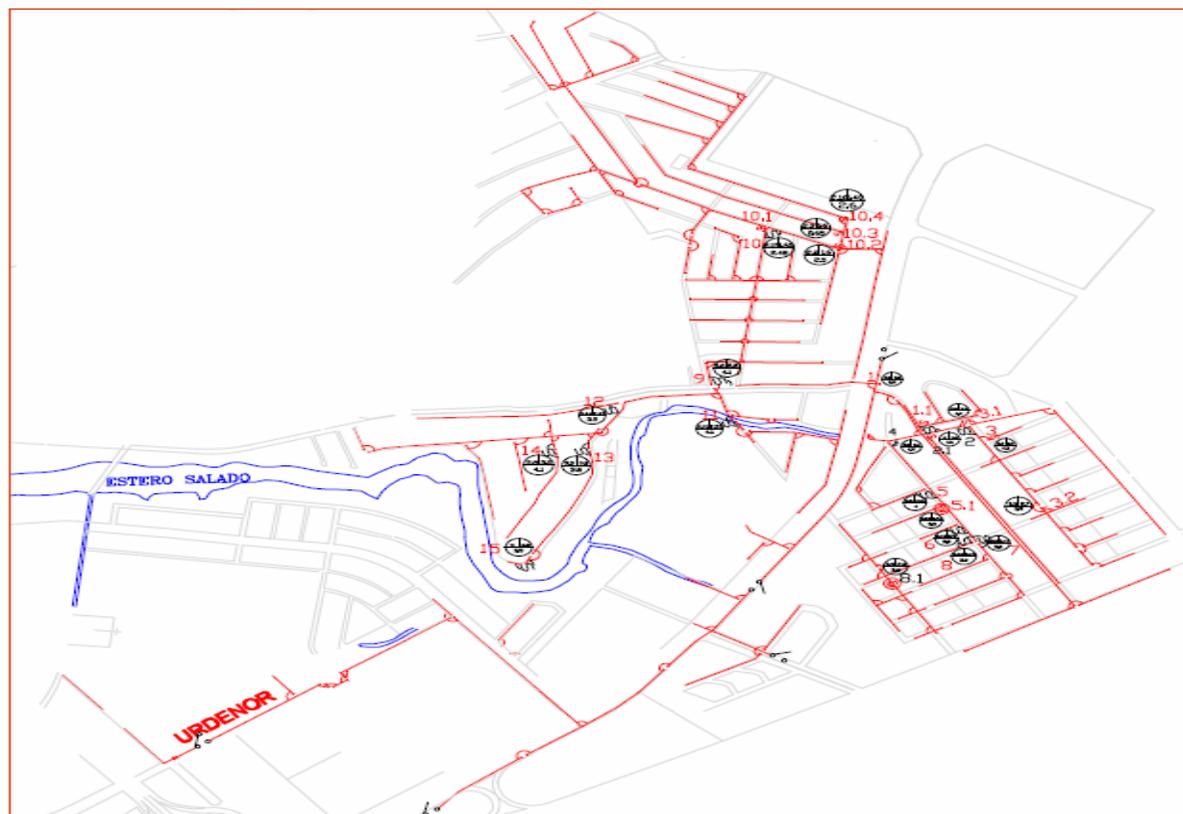
Fusible	Tipo	Fusible	Tipo
1	140K	8,1	6K
1,1	8K	9	40K
2	12K	10	80K
2,1	8K	10,1	25K
3	65K	10,2	80K
3,1	6K	10,3	10K
3,2	6K	10,4	15 K
4	140K	11	8K
5	10K	12	10K
5,1	8K	13	6K
6	6K	14	6K
7	50K	15	6K
8	80K		

Los fusibles que deberían estar seleccionados bajo el criterio de coordinación son los que se muestran en la siguiente tabla:

FUSIBLE				Máxima corriente de cortocircuito		COORDINACION
PROTECTOR		RESPALDO		Para	En el punto	
Código	TipoK	Código	TipoK	Coordinación	de estudio*	
1.1	8K	1	140K	5800	3700	si
2,1	8K	1	140K	5800	3700	si
3,1	6K	1	140K	3900	3600	si
3.2	6K	3	30K	2200	2100	si
5.1	8K	4	140	5800	3600	si
8,1	6K	8	80K	3500	3100	si
10,3	10K	10,2	80K	2800	2100	si
10,4	15K	10,2	80K	2800	2100	si
10,1	25K	10,2	80K	2800	2100	si

Alimentadora Urdenor (Diagrama unifilar AT')

REDISEÑO SISTEMA DE PROTECCION- ALIMENTADORA URDENOR



(Configuración del sistema de Protecciones de la Alimentadora Urdenor mejorado)

BIBLIOGRAFIA:

- (1) CATEG, ***Normas de Acometidas, cuartos de transformadores, y sistemas de medición para el suministro de electricidad.***
- (2) Regulación CONELEC - 004-01, ***Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución***, 2001.
- (3) ***Aluminun Electrical Conductor Handbook***, 2da edición, 1982.
- (4) STEVENSON WILLIAM, ***Análisis de Sistemas de Potencia***, Segunda Edición, Mc Graw Hill, México, 2000.
- (5) Cooper Power Systems, ***“Analysis of Distribution System Reliability and Outage Rates”***, R280-90-7, Cooper Power, 2004.
- (6) Venegas, Jaime, ***“Metodologías de Evaluación de Costo de Falla en Sistemas Eléctricos”***, Pontificia Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Eléctrica, 1994. Pág. 62-63
- (7) NORMAS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO EN LA REPUBLICA DE PANAMA – IX Reunión anual iberoamericana de reguladores de la energía Madrid-España, 18 de junio del 2007.
http://www.ariae.org/pdf/xi_reunion_espana/Sesion2_Mesa1/Rafael_Gracia_NormasCalidad.pdf
- (8) CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE CONFIABILIDAD DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN DE 13,8 Y 24 kV EN VENEZUELA / Congreso Latinoamericano de Distribución eléctrica CLADE 2008.

<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/Clade%20-%202008/Trabajos/173.pdf>

- (9) NORMA DE CALIDAD DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL SALVADOR IX Reunión Iberoamericana de Reguladores de Energía, 2005
http://www.ariae.org/pdf/IX_Reunion_Uruguay/documentos/Sector_electrico/Nieto.pdf
- (10) Calidad del Servicio Público De Electricidad / Edenor-Argentina.
<http://www.ingeborda.com/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Calidad%20de%20Energia%20y%20Armonicos/Calidad%20de%20Energia/Calidad%20del%20Servicio%20Publico%20de%20electricidad.pdf>