



# **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 tópico 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       |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO I: PRECEDENTES Y REGLAMENTOS A CUMPLIR.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1.-Antecedentes.....   | 2         |
| 1.2.-Definicion del problema.....  | 4         |
| 1.3.- Reglamentos vigentes.....  | 6         |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO II: LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL DE<br/>LA SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....</b> | <b>15</b> |
| 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         |
| <b>CAPITULO III: OPERACIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA<br/>SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....</b> | <b>116</b> |
| 3.1.- Flujo de carga y cálculo de voltaje en matlab y<br>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-<br>01.....                              | 197        |
| 3.7.-Indices de confiabilidad IEEE 1366-1998.....  | 213        |
| 3.8.-Cálculo de los costos de interrupción del sistema<br>actual.....                                | 221        |
| <b>CAPITULO IV: REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA<br/>SUBESTACION KENNEDY NORTE I Y II.....</b>   | <b>230</b> |

|  |     |
|--|-----|
| 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<sub>i</sub>: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".
- KVAinst: Cantidad de kVA nominales instalados.
- Tfs<sub>i</sub> : 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:

| <b>Indice</b><br><b>Tipo de red</b> | <b>Lim FMIK</b><br>(veces por mes) | <b>Lim TTIK</b><br>(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.

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <b>PLAZA DEL SOL</b> | Cooperativa de Vivienda Guayaquil    |
|                      | Ciudadela Adace                      |
|                      | Avenida Juan Tanca Marengo           |
|                      | Avenida de las Américas              |
| <b>URDENOR</b>       | Urdenor 1                            |
|                      | Urdenor 2                            |
| <b>JOSE CASTILLO</b> | 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

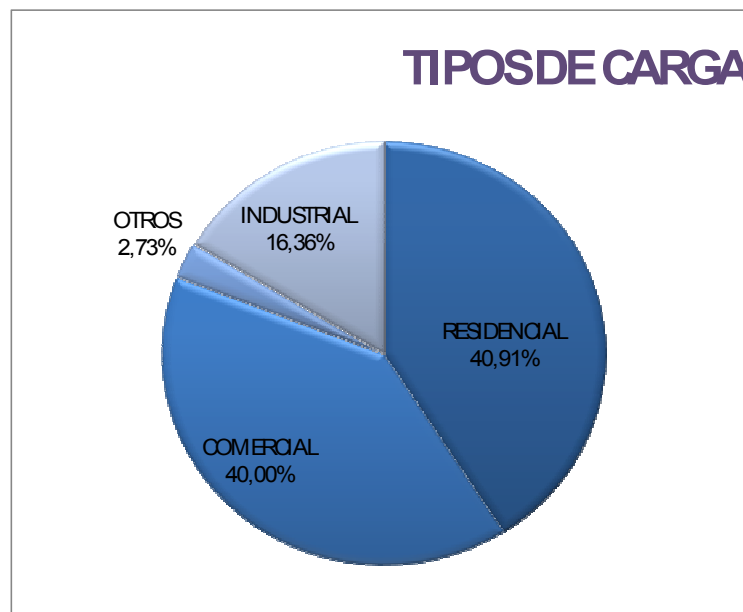


GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL

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

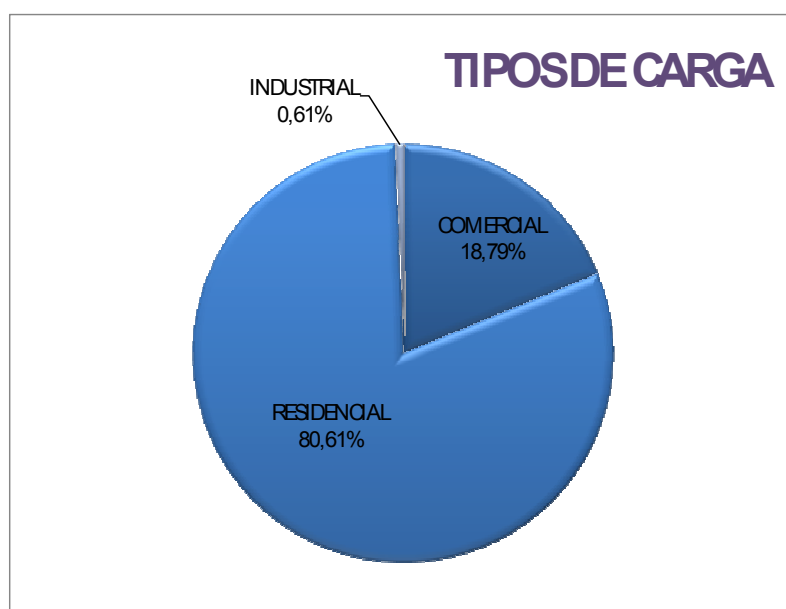


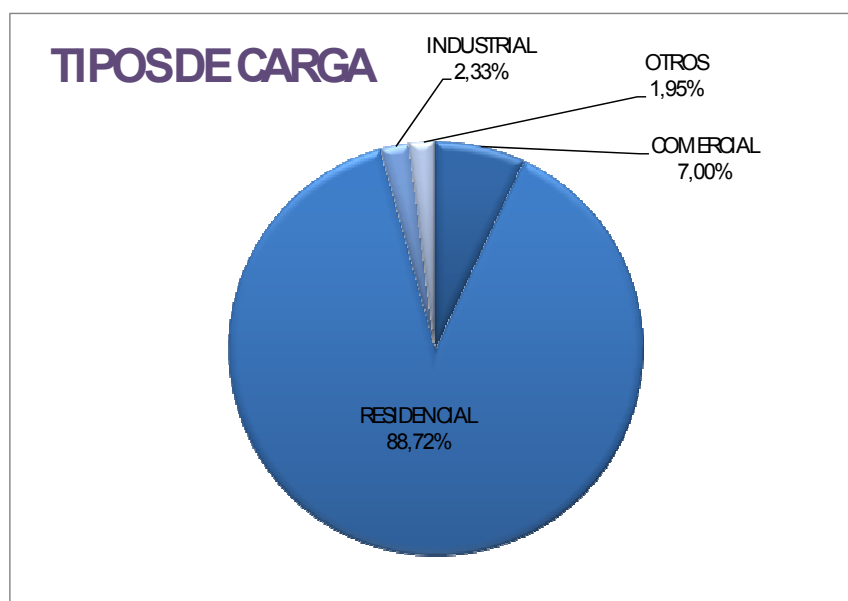
GRAFICO DE PORCENTAJES DE TIPOS DE CARGA DE LA ALIMENTADORA URDENOR  
Gráfico 2

## 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;

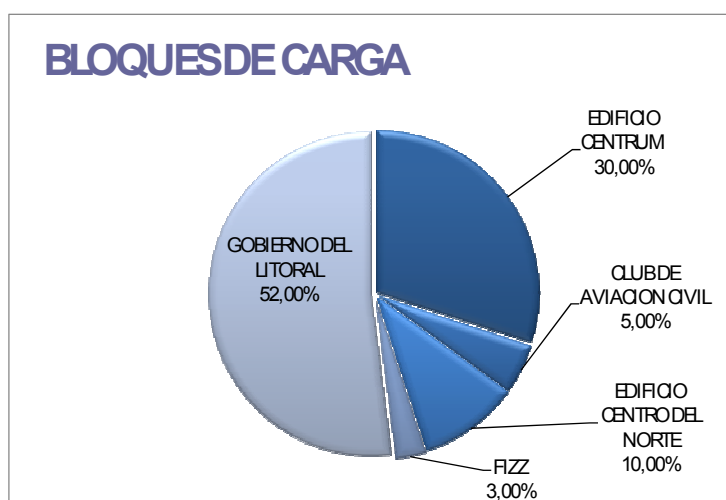
Las alimentadoras son en su mayoría comerciales, exceptuando Las Cámaras, a la cual hemos llamado de tipo de mixta ya que sale de la subestación y hasta llegar al edificio Las Cámaras permanece subterránea, pero luego de esto alimenta a las cargas residenciales de una parte de la ciudadela Kennedy Norte,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



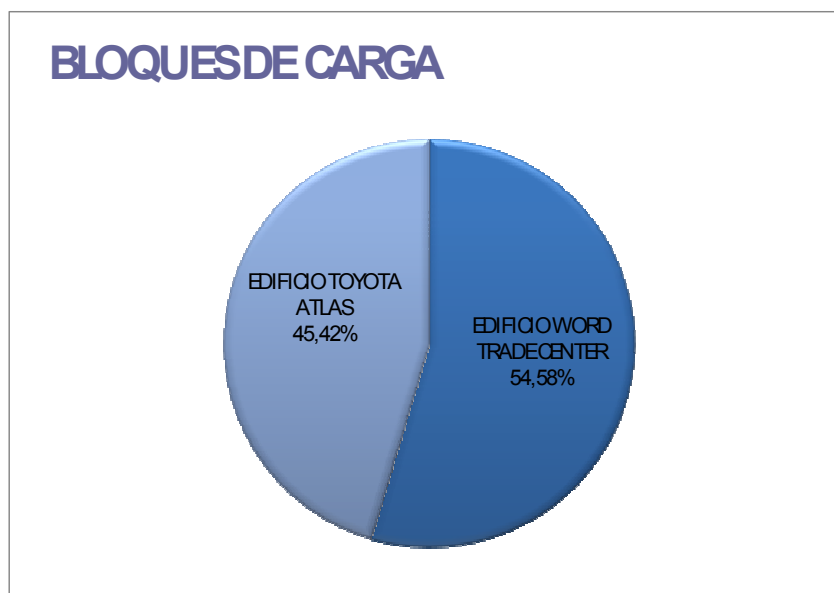
**GRAFICO DE PORCENTAJES DE BLOQUES DE CARGA DE LA ALIMENTADORA CENTRUM**  
Gráfico 4

## 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

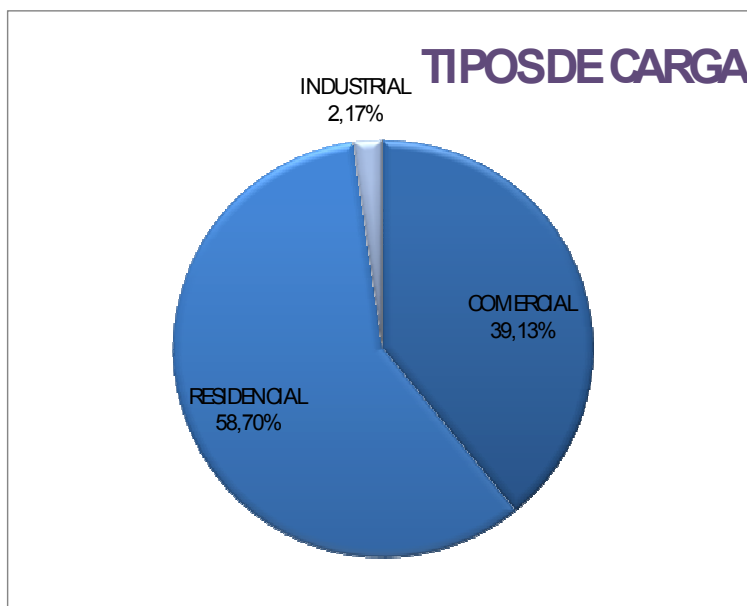
## Alimentadora Las Cámaras

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**

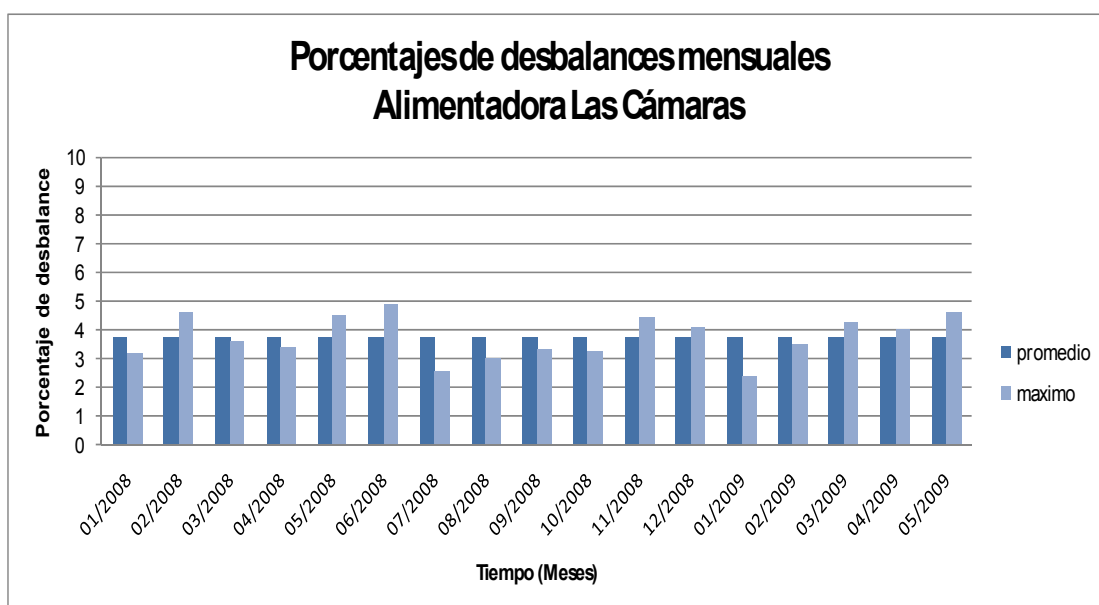
En condiciones balanceadas, el sistema transporta la misma cantidad de corriente por las tres fases por lo que el índice “d” debe ser cero indicando que no existe desbalance. En los sistemas de distribución se considera un margen del 10% por desbalance de carga, según el artículo 31 de la resolución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

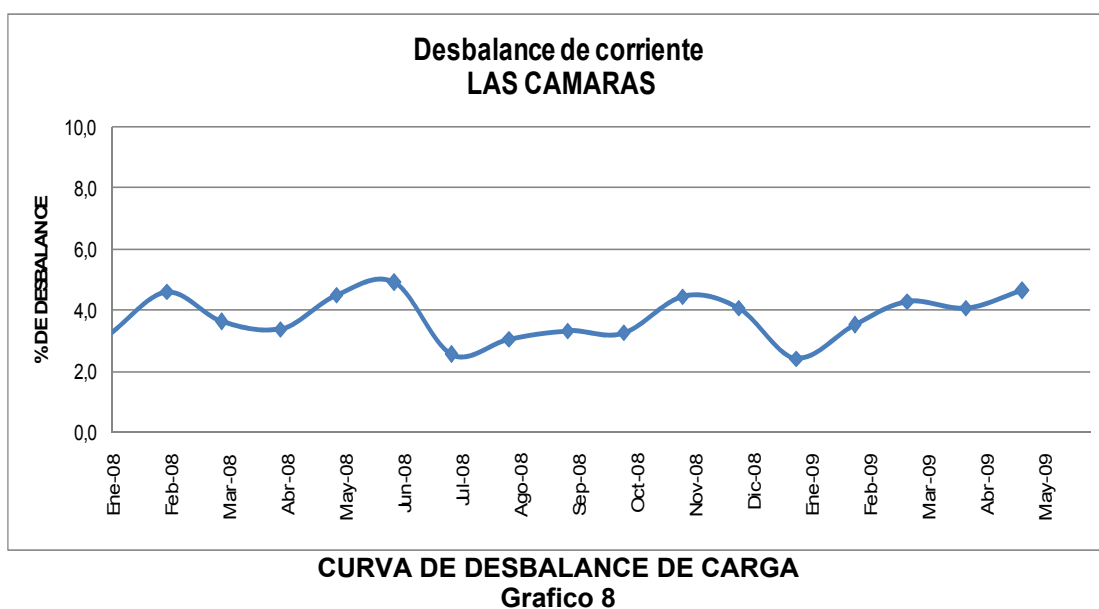
### Alimentadora Las Cámaras

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.



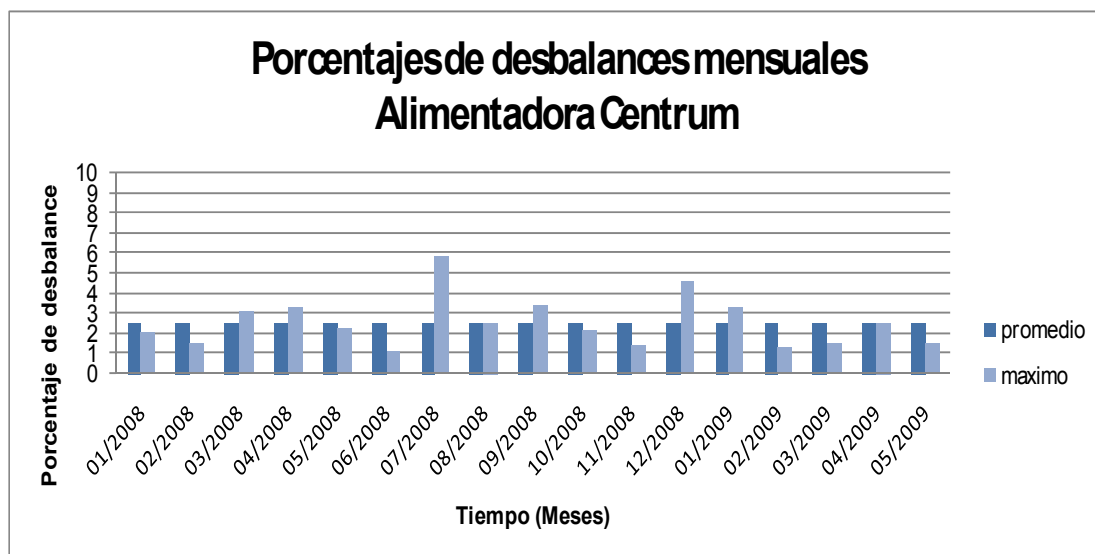
En la Tabla X se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora Las Cámaras, la cual no ha excedido el límite permisible durante el periodo de estudio. Como se puede observar en la tabla, el máximo desbalance obtenido es del 4.91% registrado en junio del 2008.

|             | 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                         |

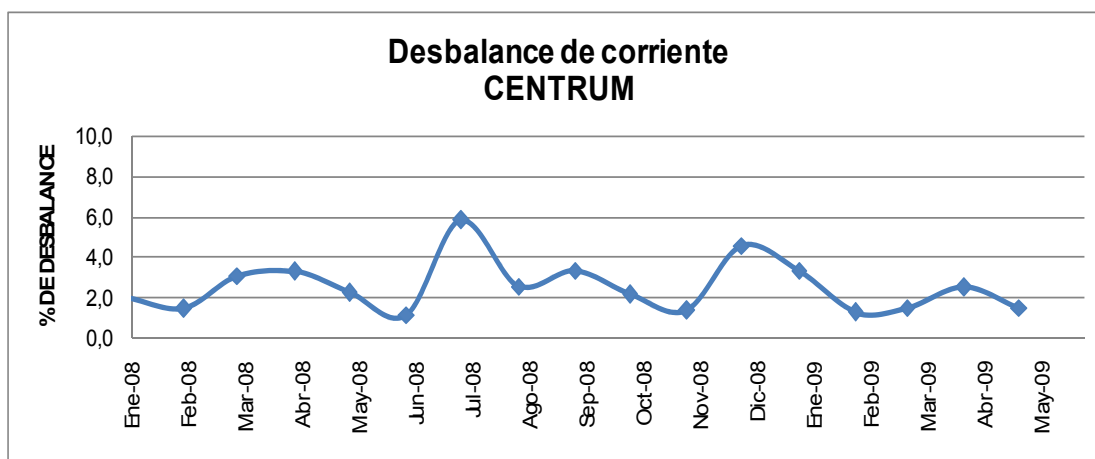
**TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA LAS CAMARAS**  
**Tabla X**

## 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.



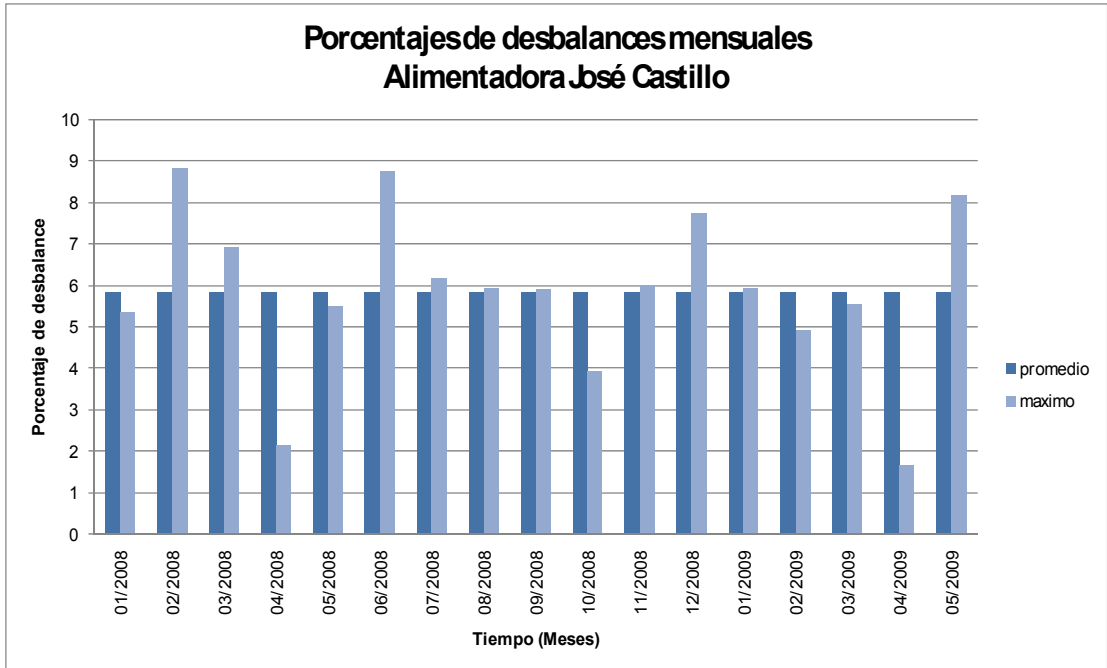
|                | MES    | MVA  | Corriente registradas (amperios) |        |        | Corriente Promedio | Corrientes por fases menos valor promedio |          |          | Porcentaje de desbalance "d" |
|----------------|--------|------|----------------------------------|--------|--------|--------------------|---|----------|----------|------------------------------|
|                |        |      | FASE A                           | FASE B | FASE C |                    | IA-Iprom                                  | IB-Iprom | IC-Iprom |                              |
|                |        |      |                                  |        |        |                    |   |          |          |                              |
| <b>CENTRUM</b> | 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**

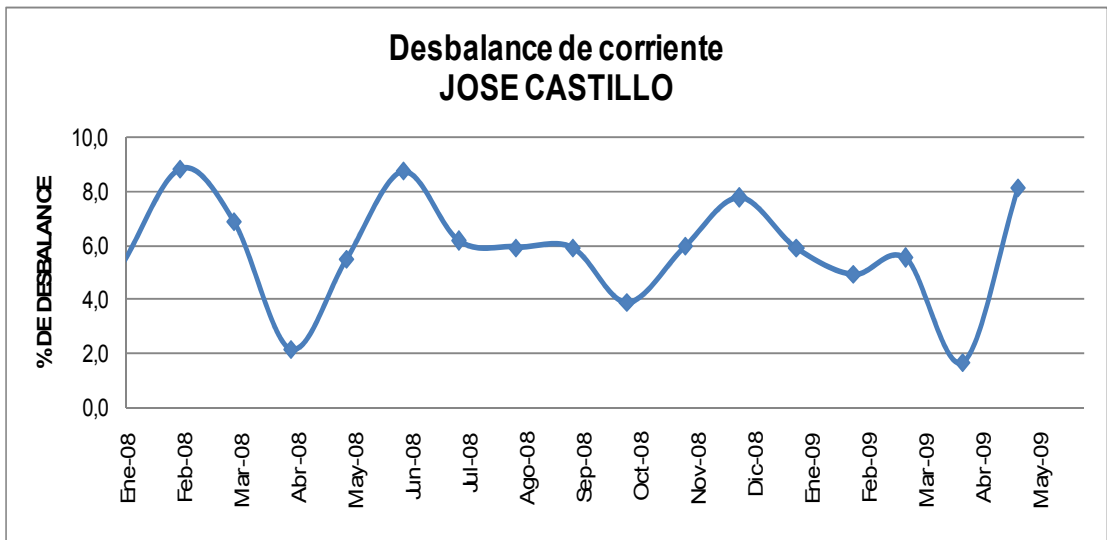
Tabla XI

## 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**

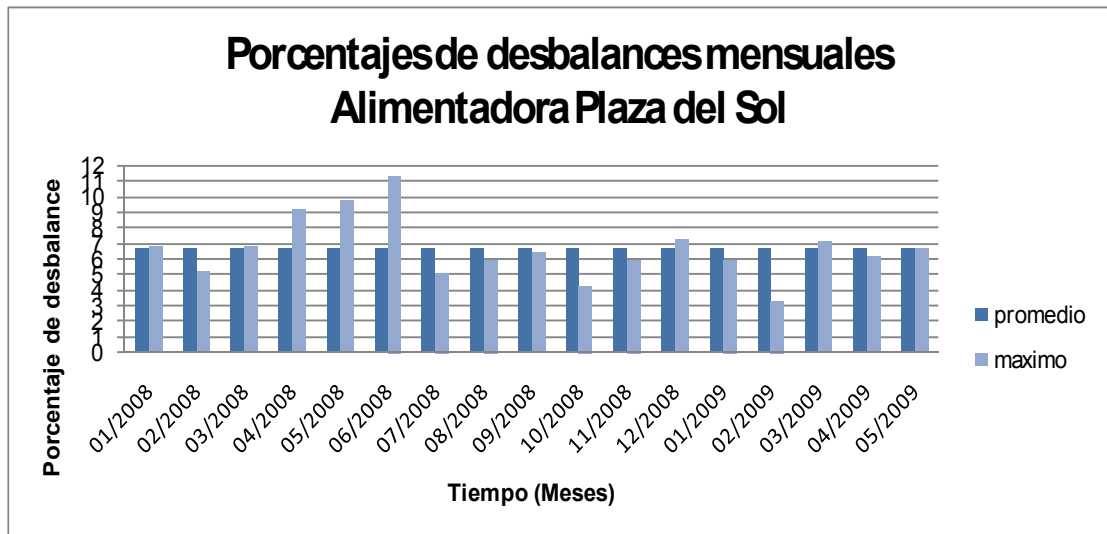
|               | MES    | MVA  | Corriente registradas (amperios) |        |        | Corriente Promedio | Corrientes por fases menos |          |          | Porcentaje de desbalance "d" |
|---------------|--------|------|----------------------------------|--------|--------|--------------------|----------------------------|----------|----------|------------------------------|
|               |        |      | 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**

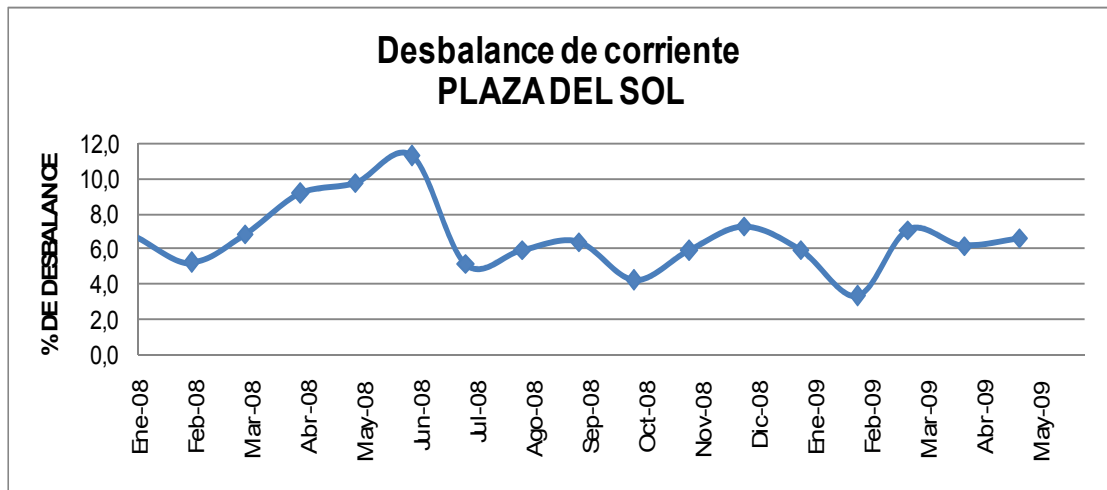
En la Tabla XII se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, se puede observar que el máximo desbalance obtenido es del 8.84%, registrado en febrero del 2008.

## **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**

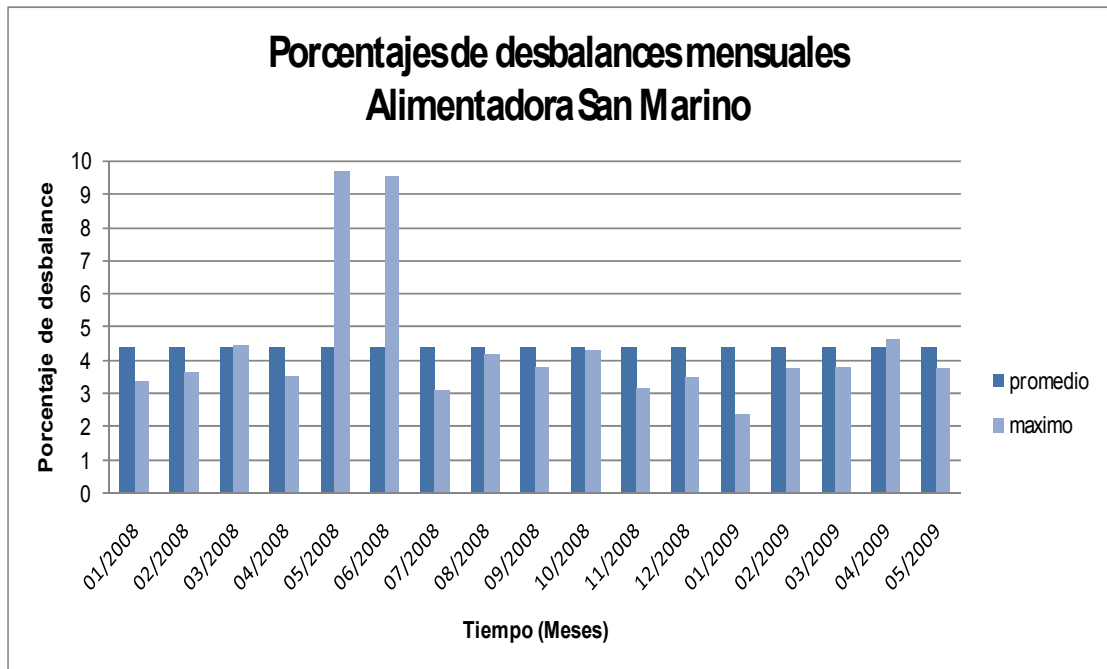
En la Tabla XIII se observa que el máximo desbalance obtenido es del 11.31%, lo cual está fuera de los límites permisibles, este valor se obtuvo en junio del 2008.

|               | 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 |                              |
|               |        |      |                                  |        |        |                    |   |          |          |                              |
| PLAZA DEL SOL | 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                         |

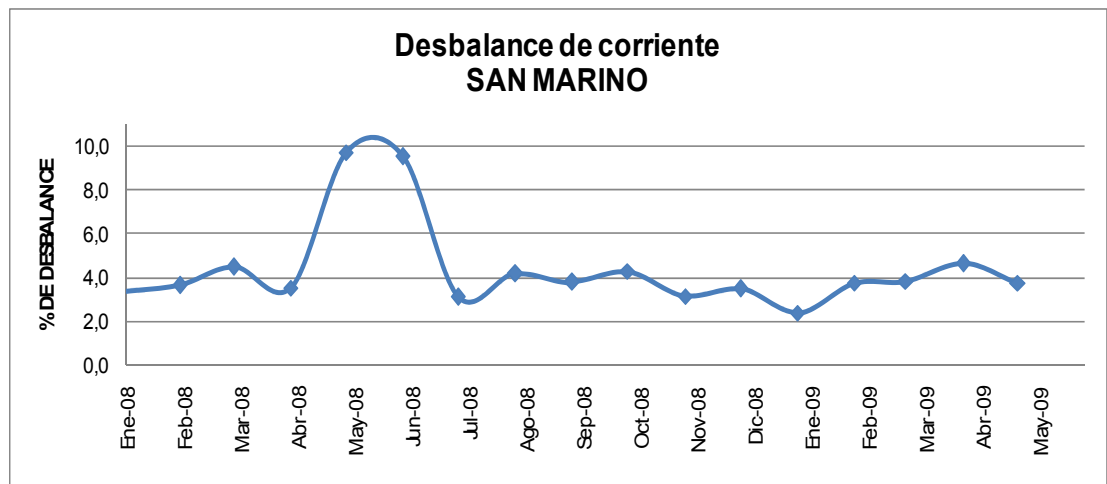
**TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA PLAZA DEL SOL**  
Tabla XIII

## 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**

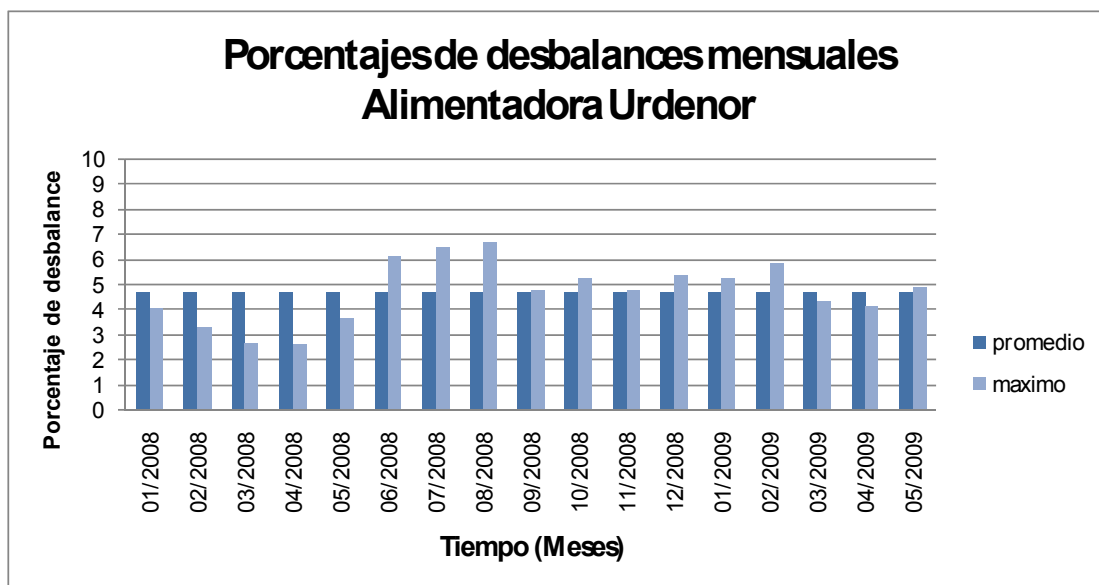
En la Tabla XIV se muestra la variación histórica del desbalance de la alimentadora, en la cual se observa que el máximo desbalance obtenido es del 9.72%, registrado en mayo del 2008.

| 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-lprom                                  | IB-lprom | IC-lprom |                              |
|            |      |     |                                  |        |        |                    |   |          |          |                              |
| 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     |                              |

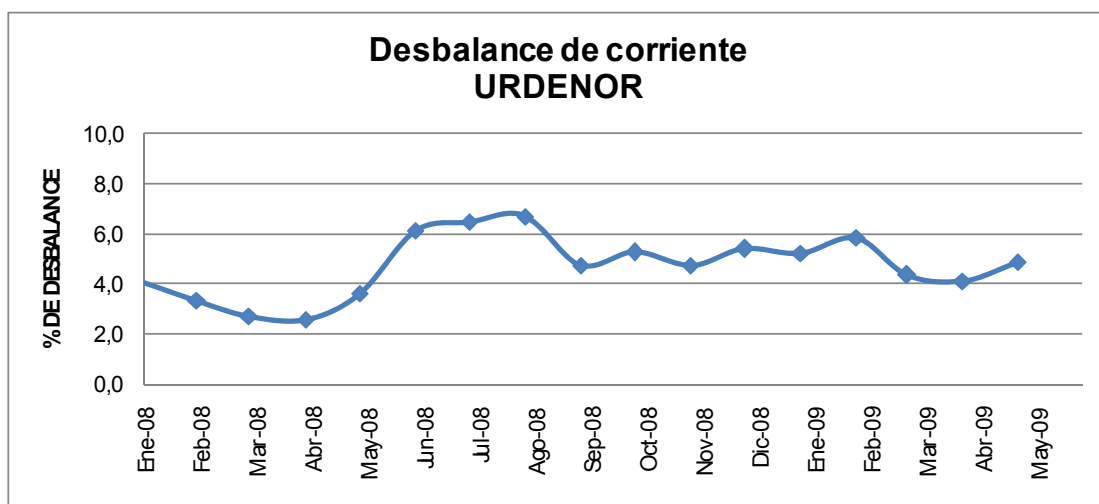
**TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA SAN MARINO**  
Tabla XIV

## 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.

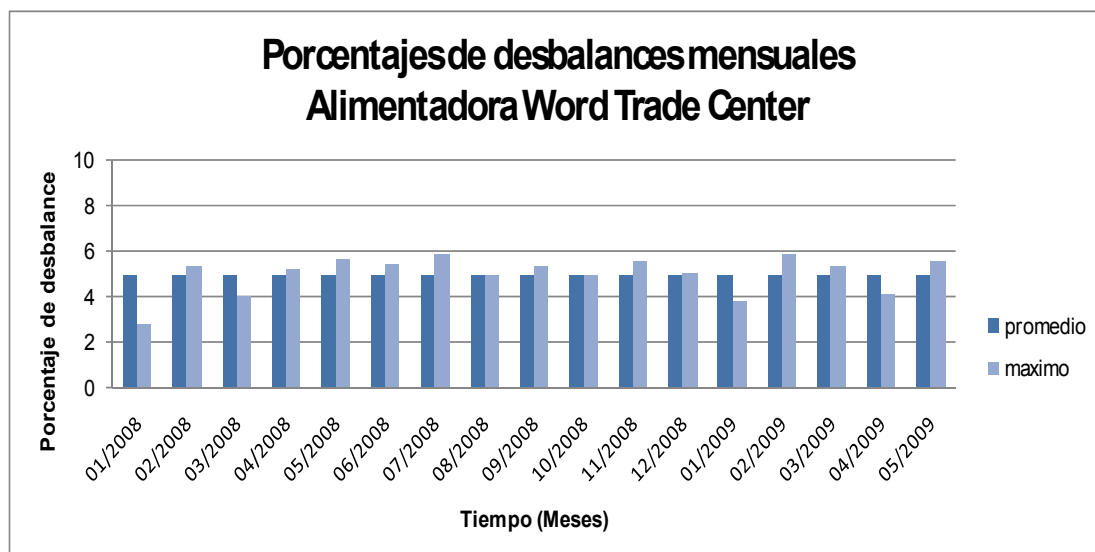


| URDENOR | MES  | MVA | Corriente registradas (amperios) |        |        | Corriente Promedio | Corrientes por fases menos valor promedio |          |          | Porcentaje de desbalance "d" |
|---------|------|-----|----------------------------------|--------|--------|--------------------|---|----------|----------|------------------------------|
|         |      |     | 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     |                              |

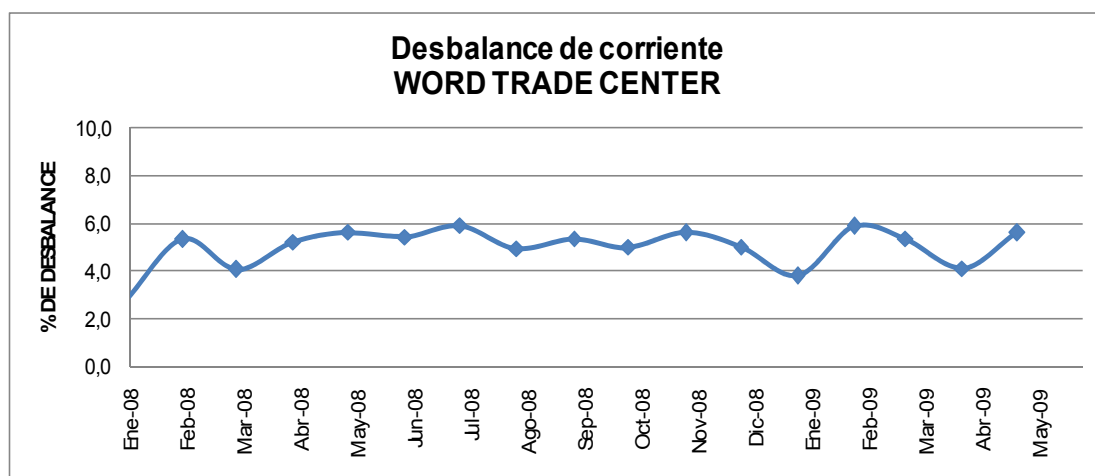
**TABLA DE DESBALANCE DE ALIMENTADORA URDENOR**  
**Tabla XV**

## 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.

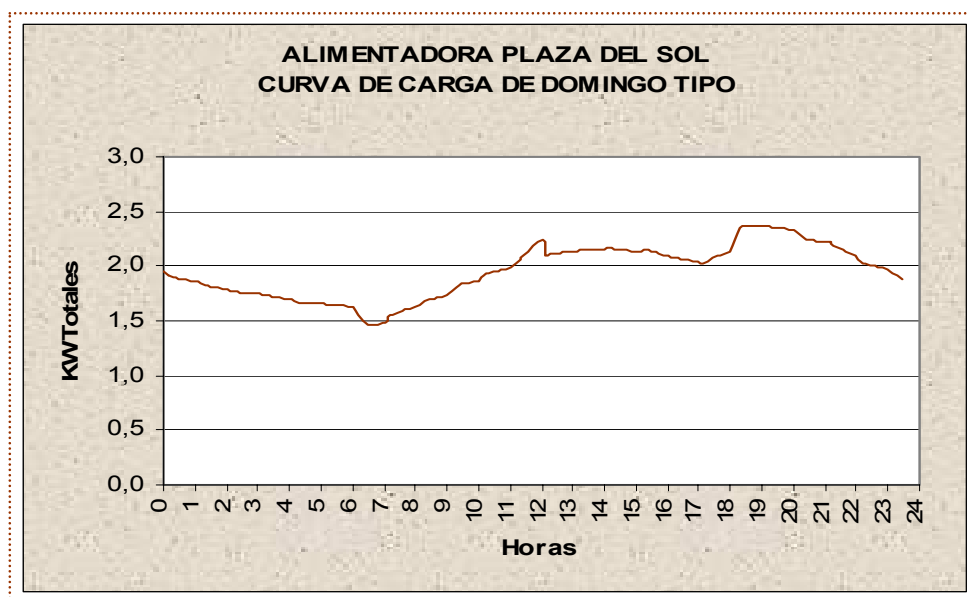


**CURVA DE CARGA DE DIA SABADO – PLAZA DELSOL  
Grafico 22**

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.



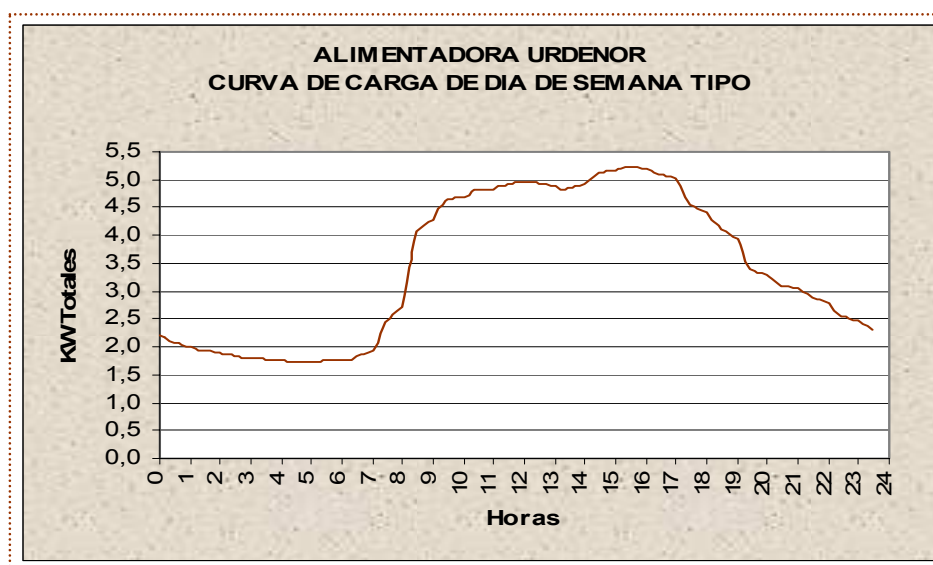
**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – PLAZA DELSOL**  
Grafico 23

## **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.

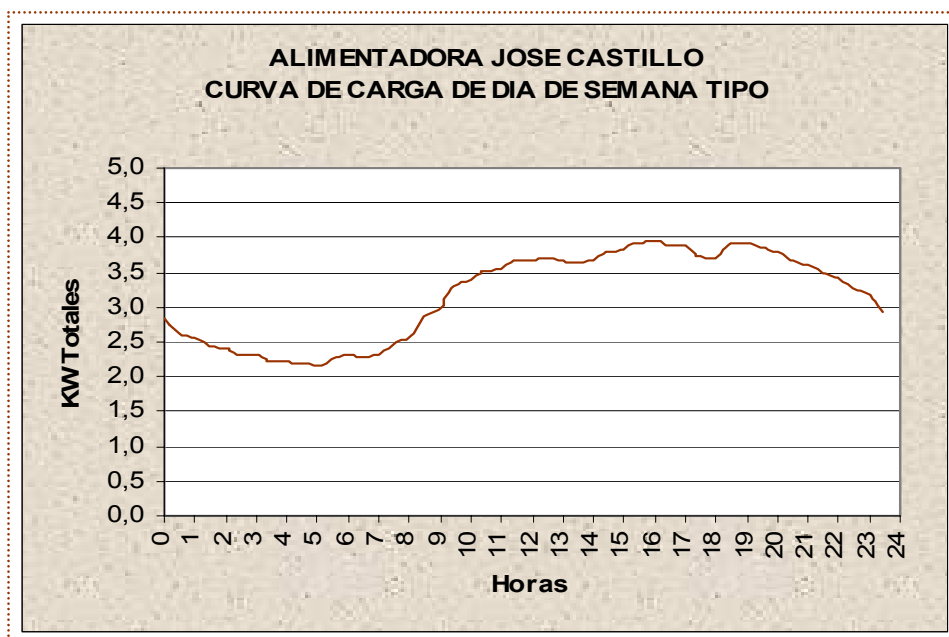


**CURVA DE CARGA DE DOMINGO – URDENOR**  
Grafico 26

## **ALIMENTADORA JOSÉ CASTILLO.**

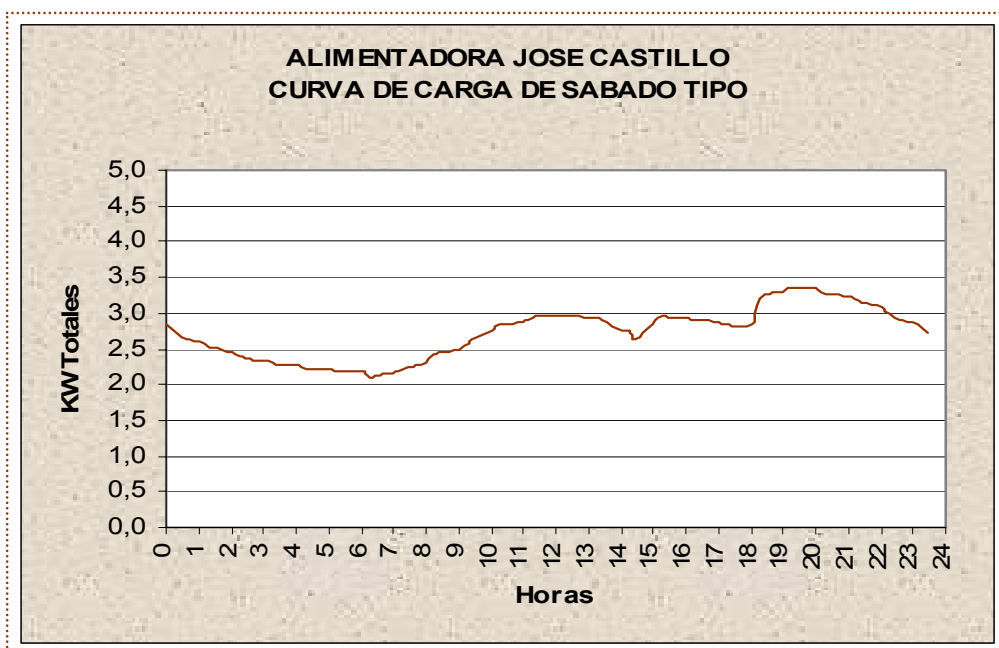
La alimentadora José Castillo posee carga netamente residencial con un poco porcentaje de carga comercial.

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.



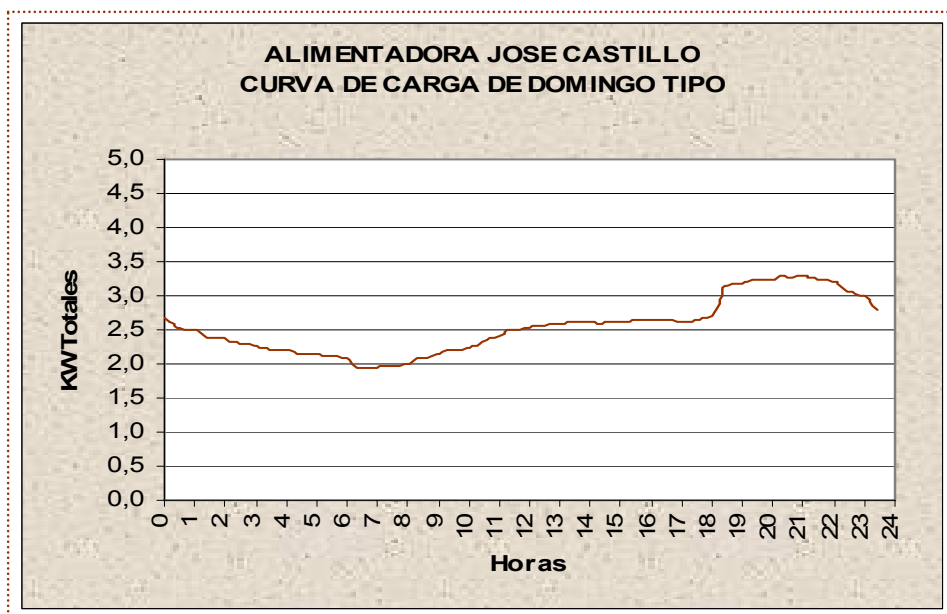
**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – JOSE CASTILLO  
Grafico 27**

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.

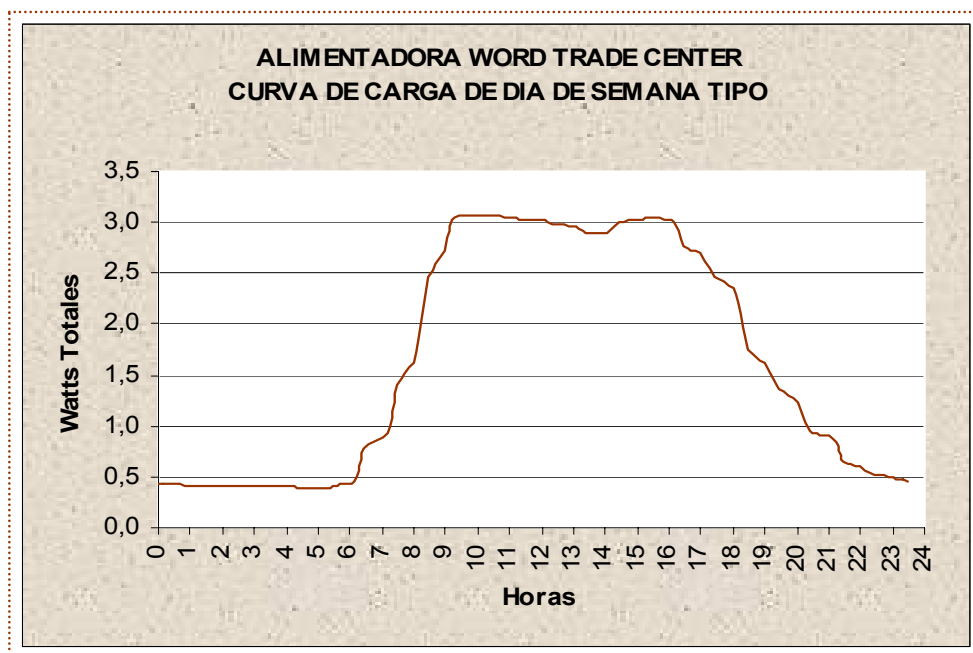


**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – JOSE CASTILLO  
Grafico 29**

## **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.

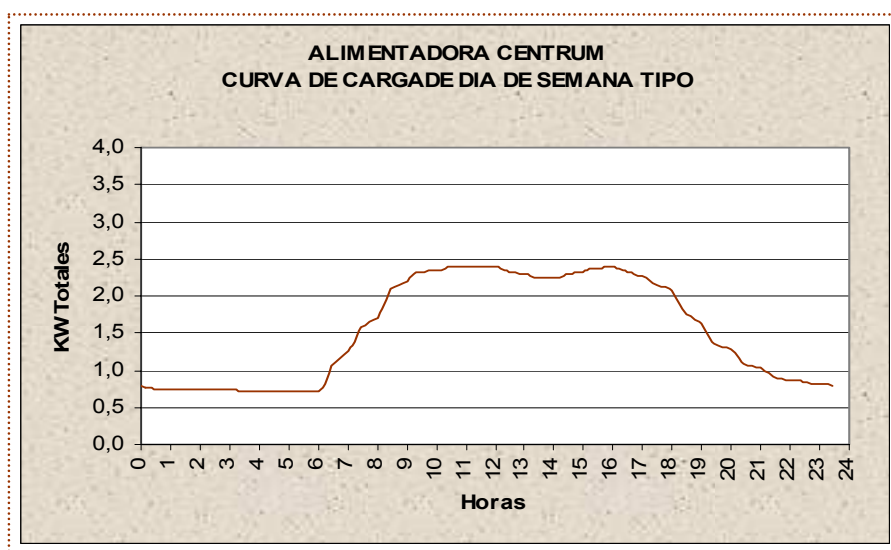


**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – WORD TRADE CENTER  
Grafico 32**



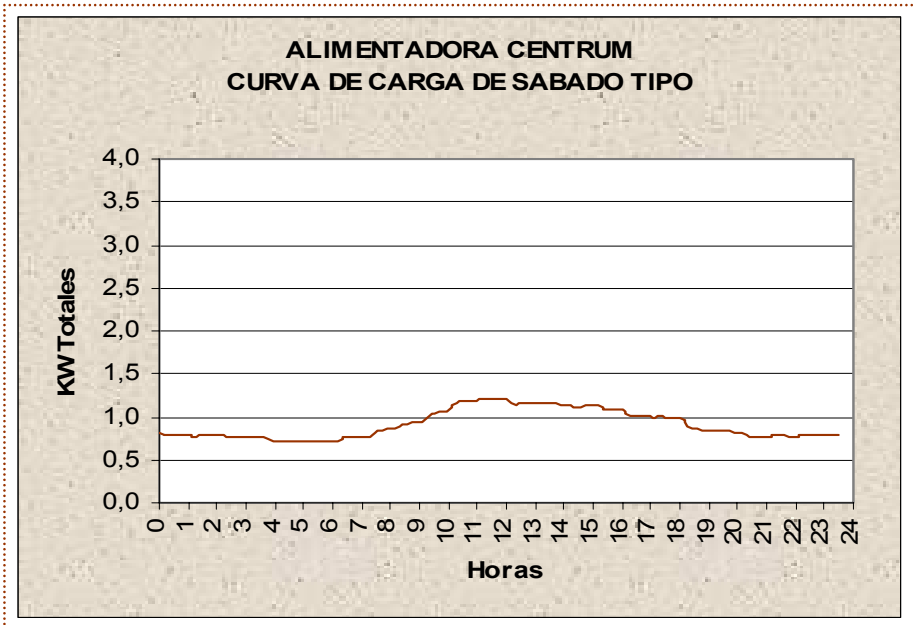
## ALIMENTADORA CENTRUM.

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**



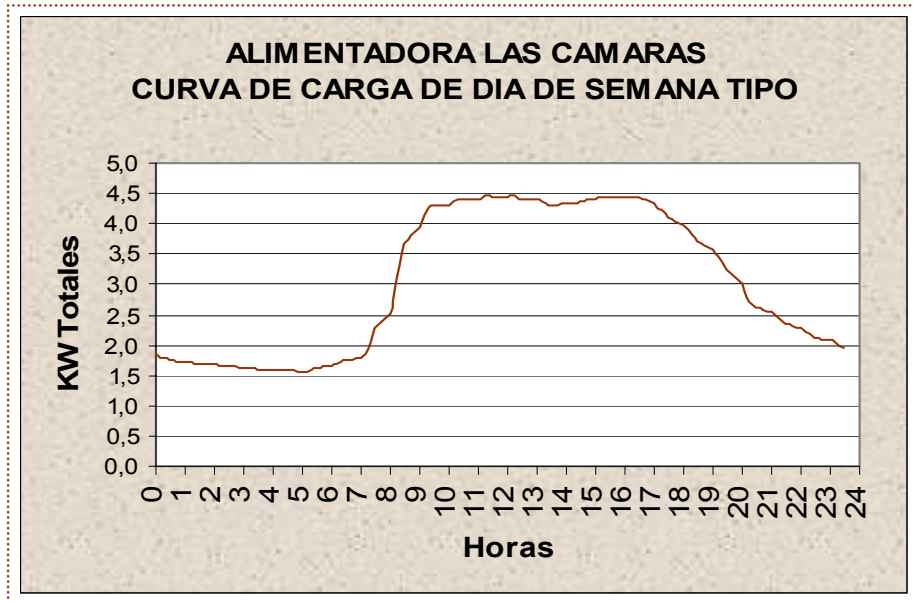
**CURVA DE CARGA DE DIA DOMINGO – CENTRUM  
Grafico 35**

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.

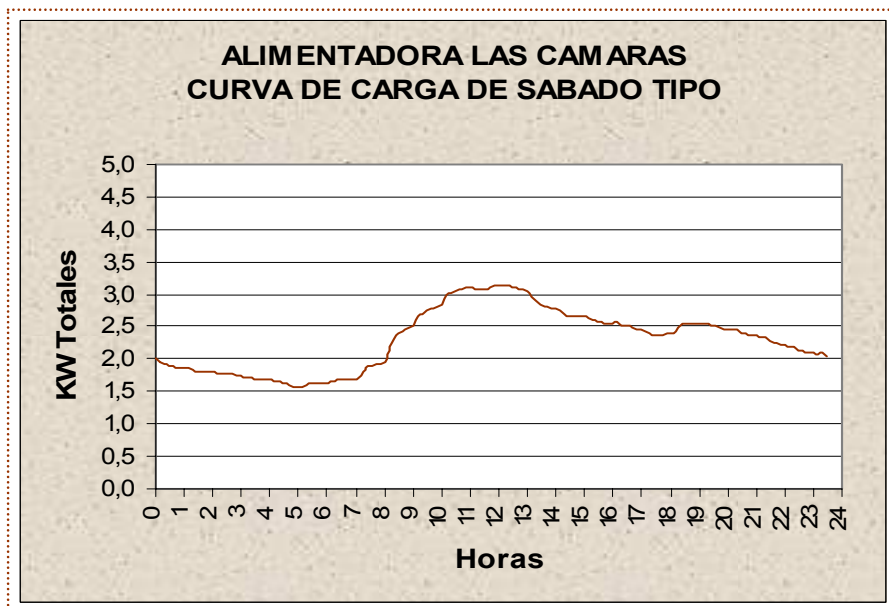
### **ALIMENTADORA LAS CÁMARAS.**

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.

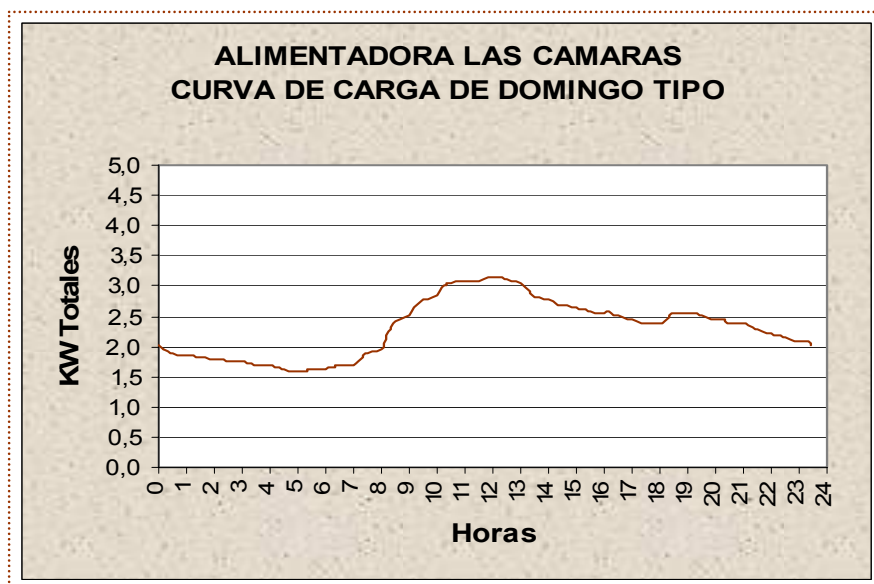


**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – LAS CAMARAS  
Grafico 36**



**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.**

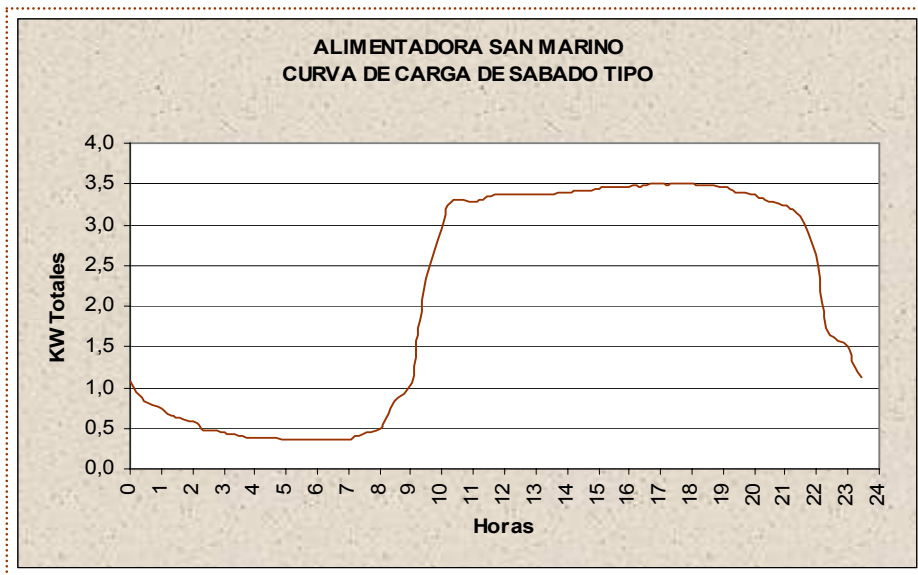
La alimentadora San Marino fue creada para alimentar al Centro Comercial San Marino, por ende su carga es netamente comercial. El valor pico de demanda se presenta a las 18:30 con 3.480 KW y el valor mínimo de demanda se presenta a las 6:15 con 0.323 KW.

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.

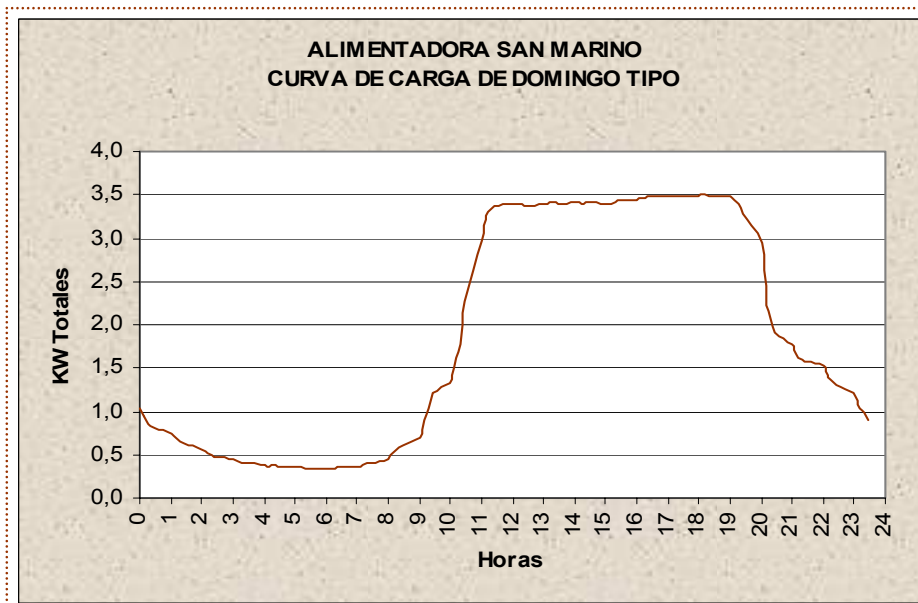


**CURVA DE CARGA DE DIA DE SEMANA – SAN MARINO  
Grafico 39**

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 m<sup>2</sup>. 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

de la subestación en el que se detallan todos los equipos de protección y medición.

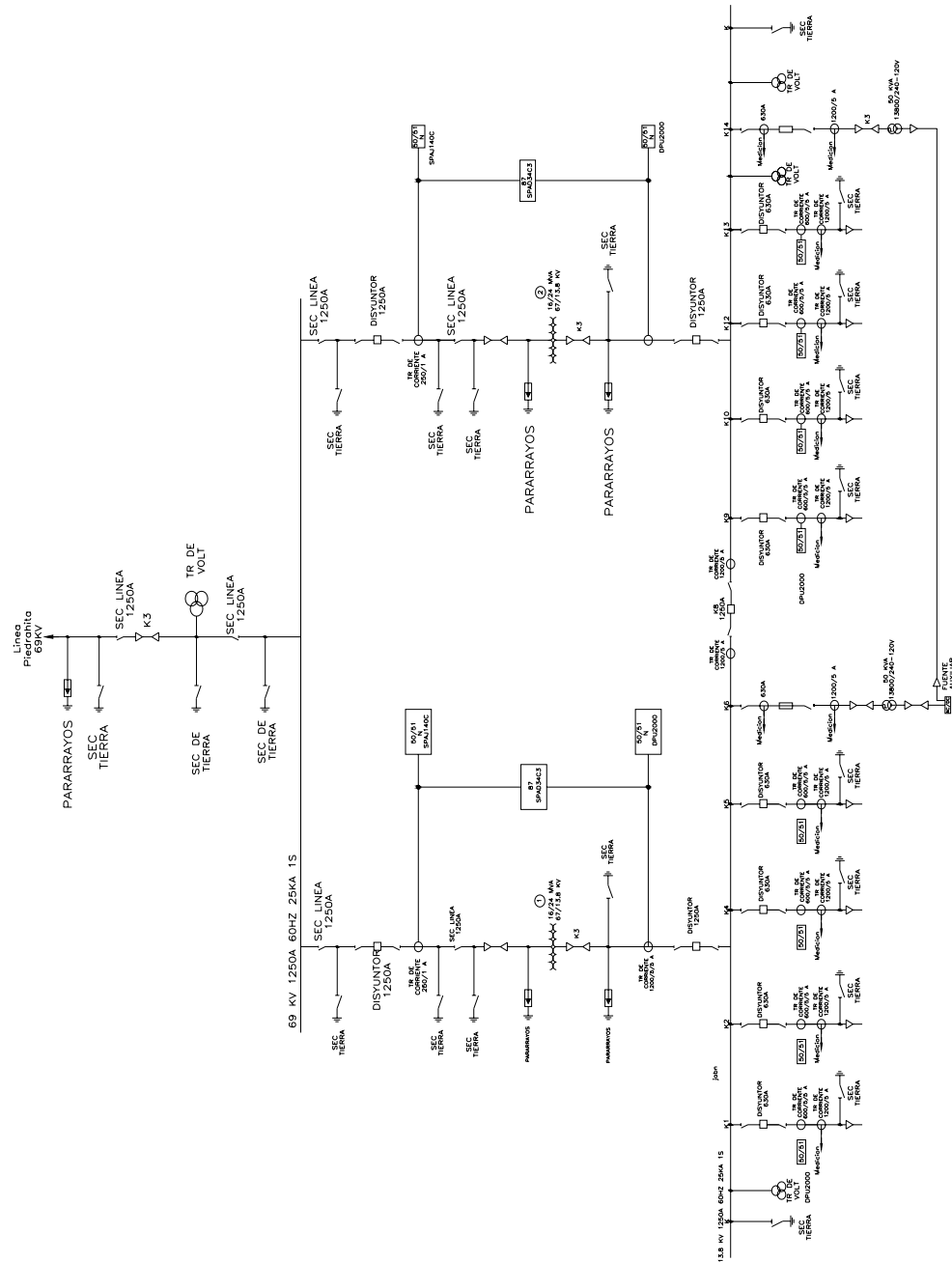


Diagrama Unifilar de la Subestación con sus Alimentadoras  
Grafico 42

## **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<br>TIPO | KV max | DIAMETR<br>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<br>(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<br>(KA) | Vnominal<br>(KV) | MCOV<br>(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.<br>5 | 350      | 50          | 145077 |

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

Conductores:

| En 13800 Voltios       |       |
|------------------------|-------|
| 477 26/ 7 MCM<br>ACSR  | 16Mva |
| 336 MCM 18 / 1<br>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 |
|--------------------------|----------------------------|-------|----------|------|
| <b>ENTRADA PRINCIPAL</b> | 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    |
| <b>ALIMENT TRAFO 1</b>   | 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    |
| <b>ALIMENT TRAFO 2</b>   | 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<br>900            | AISLADO 72 KV<br>75                               | Cu DESNUDO<br>325 |

**Alimentador desde GIS a Transformador  
Tabla XXVII**





**TRANSFORMADOR DE PODER 1**  
**Grafico 44**

Transformador 1 67000/13800Y Voltios.

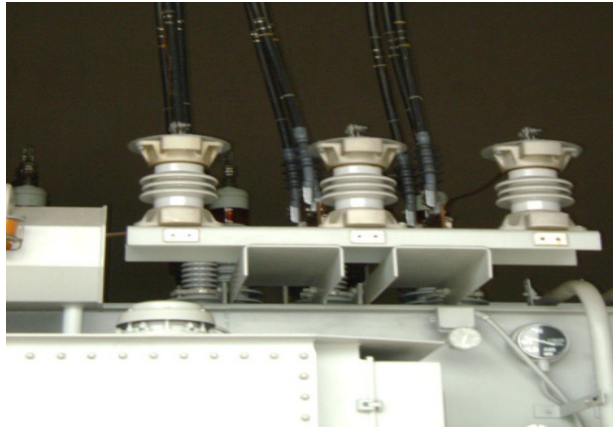
| MARCA | MVA<br>OA/FA | No<br>DE SERIE | IMPED.<br>Z(%) | VOLUMEN<br>ACEITE<br>(LT) | PESO(LBS)<br>TOTAL | LTC:32 pos.+ - 10% |       | AÑO<br>FABR. |
|-------|--------------|----------------|----------------|---------------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------|
|       |              |                |                |                           |                    | 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<br>OA/FA | No<br>DE SERIE | IMPED.<br>Z(%) | VOLUMEN<br>ACEITE<br>(LT) | PESO(LBS)<br>TOTAL | LTC:32 pos.+ - 10% |       | AÑO<br>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<br>INTERR | MARCA | TIPO       | KV<br>max | BIL<br>(KV) | Icont<br>(A) | linter<br>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<br>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<br>INTERRUP | MARCA | TIPO       | KV<br>MAX | BIL<br>(KV) | I<br>contin. | Iinterr<br>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 mm<sup>2</sup> 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<br>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<br>INT. PRINCIPAL 13,8KV | BARRA 13,8 KV EN<br>INTERIOR SWITCHGEAR | CONEXIÓN<br>TRANS.AUX<br>SWITCHGEAR | ATERRIZAMIENTO       |
|-------------------|--|---|-------------------------------------|----------------------|
| TIPO DE CABLE     | 300 MM2 - TIPO FXKJ<br>AISLADO PARA 15 KV        | PLATINA DE COBRE<br>PARA 1200A          | 3X70 MM2<br>AISLADO 15 KV           | 150MM2 Cu<br>DESNUDO |
| LONGITUD (METROS) | 385  |   | 35                                  | 70                   |

**CONDUCTORES DE KENNEDY NORTE 1  
TABLA XLII**



## Conductores Kennedy 2

| USADO PARA        | CONEXIÓN TRANS DE PODER<br>INT. PRINCIPAL 13,8KV | BARRA 13,8 KV EN<br>INTERIOR SWITCHGEAR | CONEXION<br>TRANS.AUX<br>SWITCHGEAR | ATERRIZAMIENTO       |
|-------------------|--|---|-------------------------------------|----------------------|
| TIPO DE CABLE     | 300 MM2 - TIPO FXKJ<br>AISLADO PARA 15 KV        | PLA TINA DE COBRE<br>PARA 1200A         | 3X70 MM2<br>AISLADO 15 KV           | 150MM2 Cu<br>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<br>(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<br>(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<br>(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<br>(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<br>(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<br>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<br>(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       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       |
| MARCA   | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>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       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       | SBM 65       |              |
| MARCA   | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>NIFE | SAFT<br>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



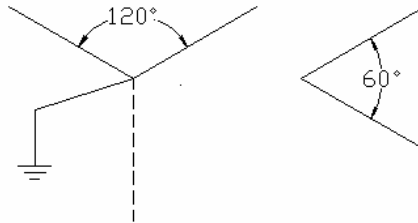
## **2.6.- Transformadores de Distribución.**

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.

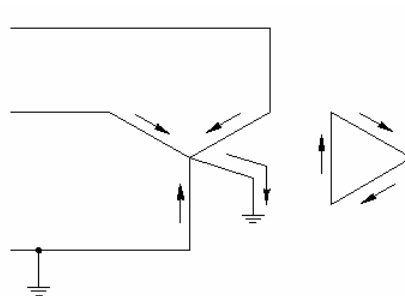
Un delta abierto en transformadores es simplemente una conexión Y –  $\Delta$  en la que falta una fase, como se muestra en la siguiente figura:



**CONEXIÓN Y-  $\Delta$  SIN UNA FASE**  
**Grafico 48**

La conexión Y –  $\Delta$  (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.

| <b>CARACTERISTICAS DE LOS CAPACITORES</b> |             |       |               |
|---|-------------|-------|---------------|
| <b>ALIMENTADORA</b>                       | <b>KVAR</b> |       | <b>TIPO</b>   |
| 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:

| <b>SUBESTACION 1</b> |                |            |       |
|----------------------|----------------|------------|-------|
| 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 |
| <b>SUBESTACION 2</b> |                |            |       |
| 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 ( $3\Phi$ ),

- 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

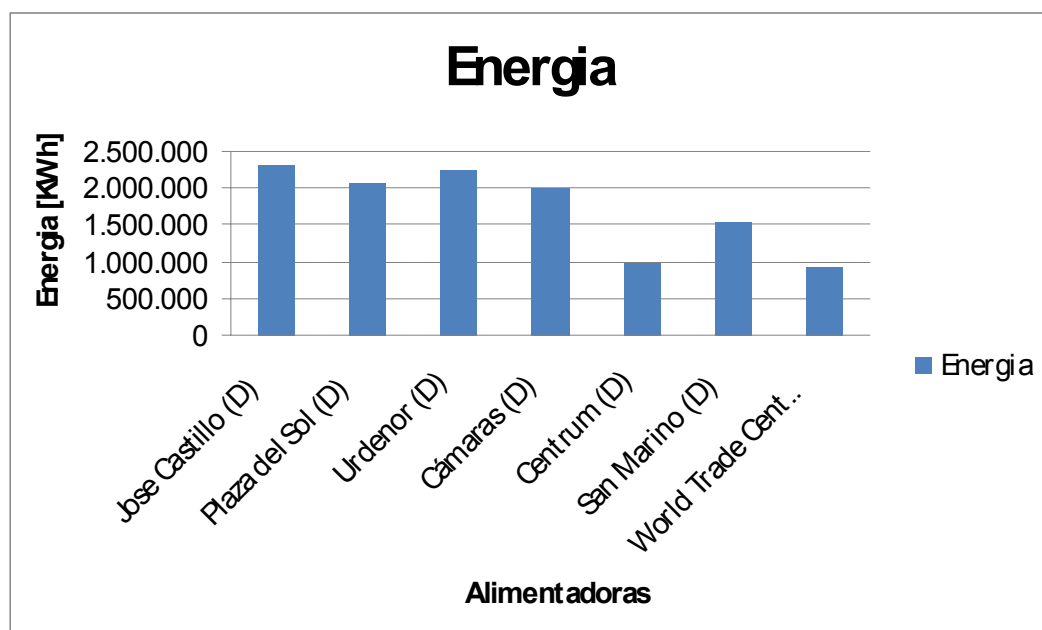
Tabla LXII

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

| <b>ENERGIA PROMEDIO</b> |                |
|-------------------------|----------------|
| <b>ALIMENTADORA</b>     | <b>ENERGIA</b> |
| 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**

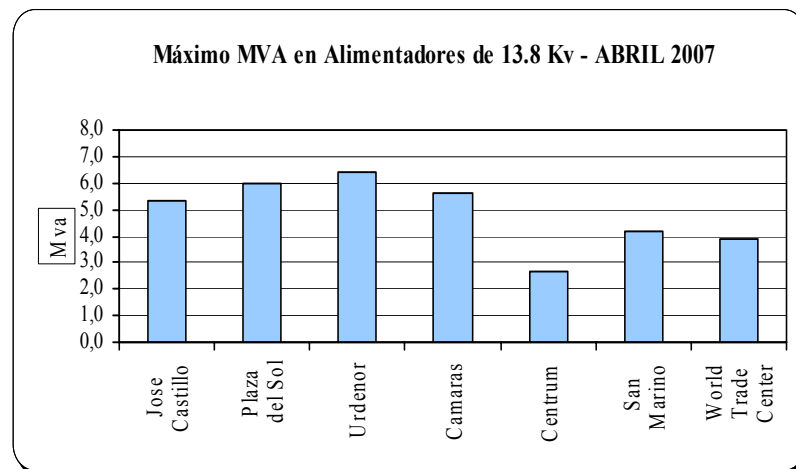
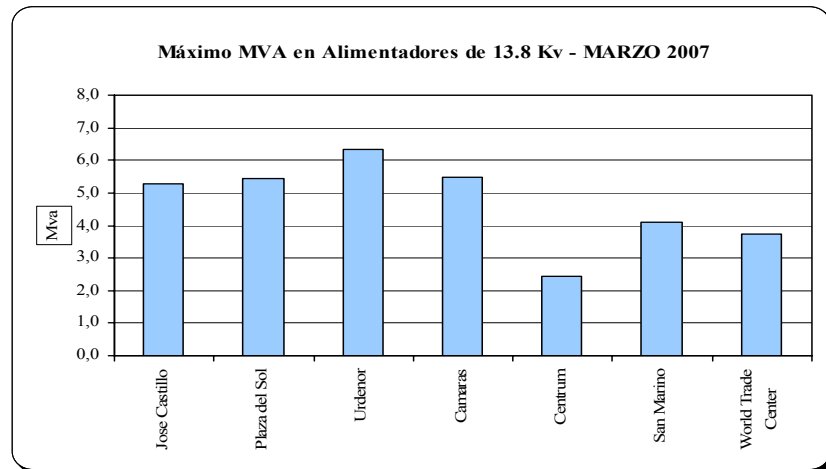
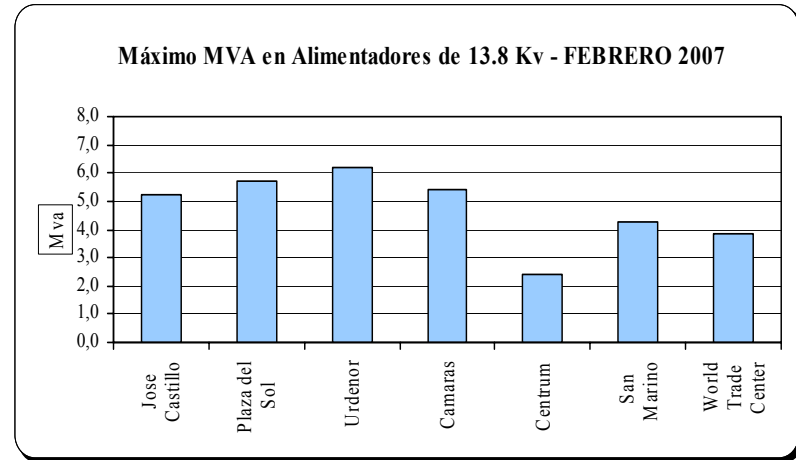
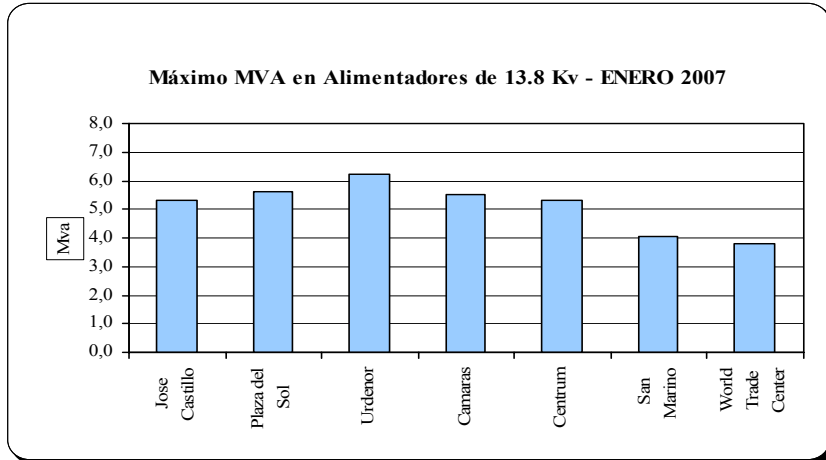
**Tabla LXVI**

| 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  |      |

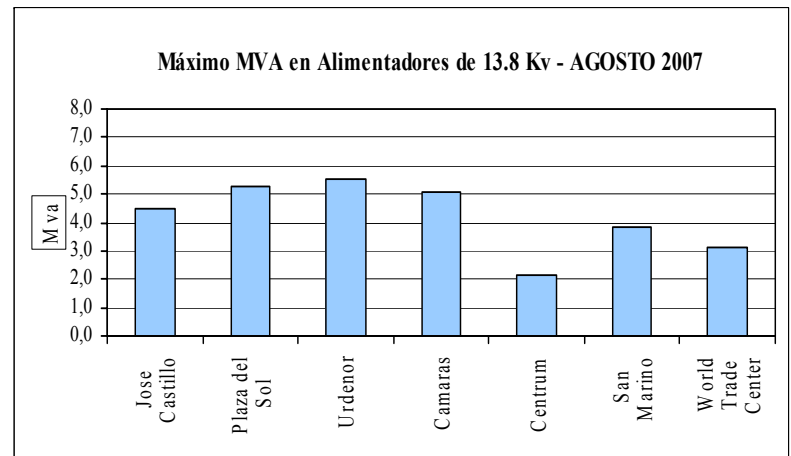
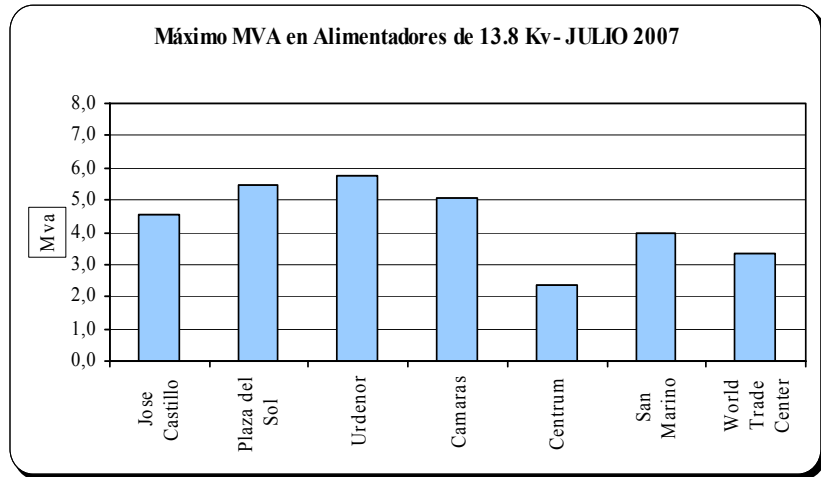
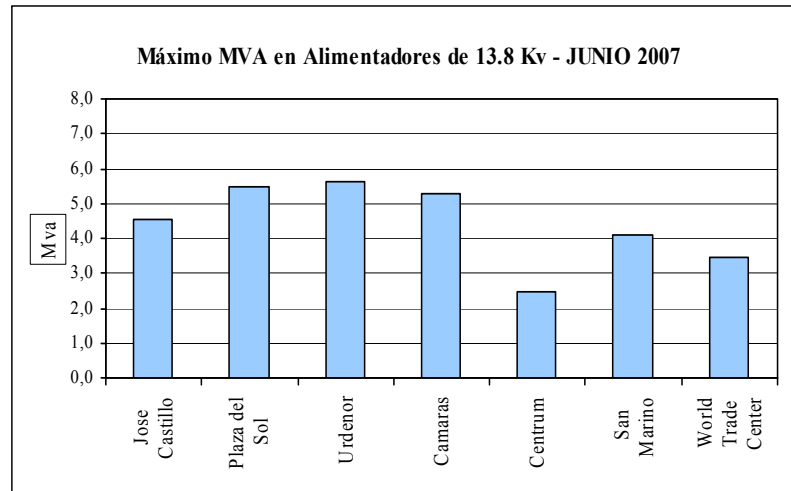
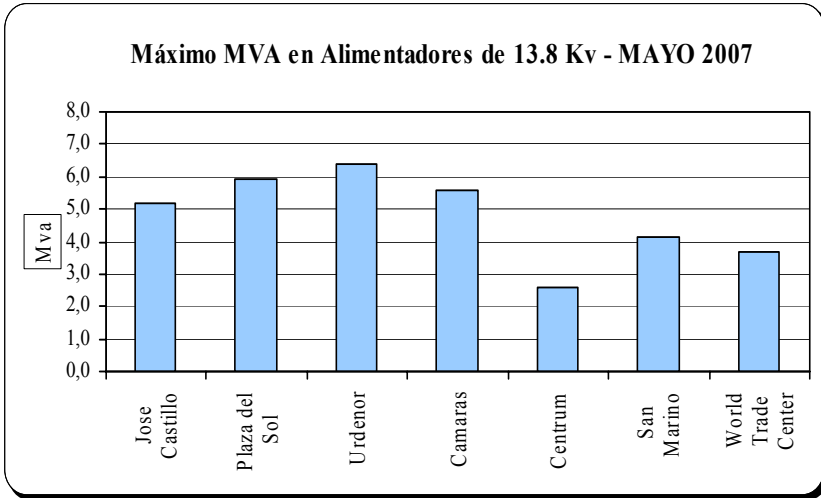
**DATOS DE CARGABILIDAD SEGUNDO SEMESTRES DEL 2008**  
**Tabla LXVII**

| MES                             | SUBESTACION       | ALIMENTADORAS      | DIA   | HORA  | MVA  |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|------|
| ENERO DEL<br>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<br>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<br>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<br>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  |      |

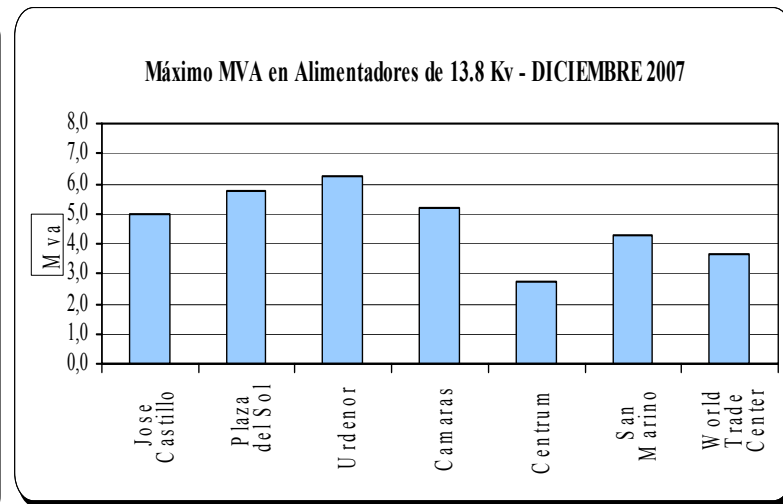
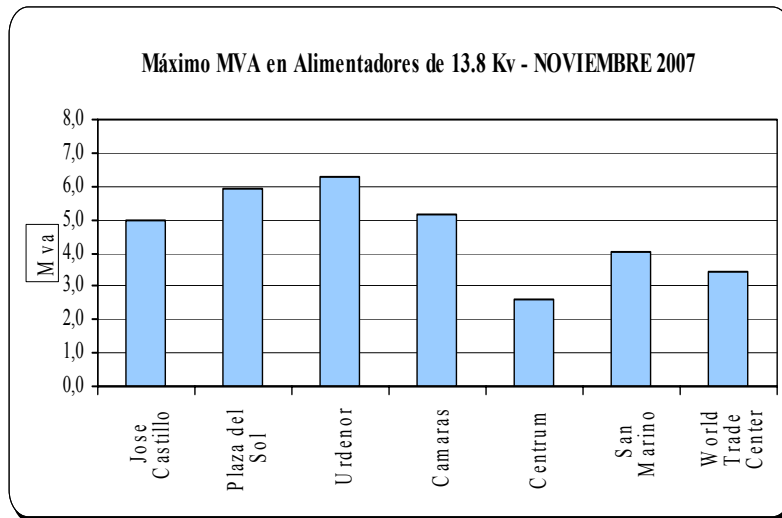
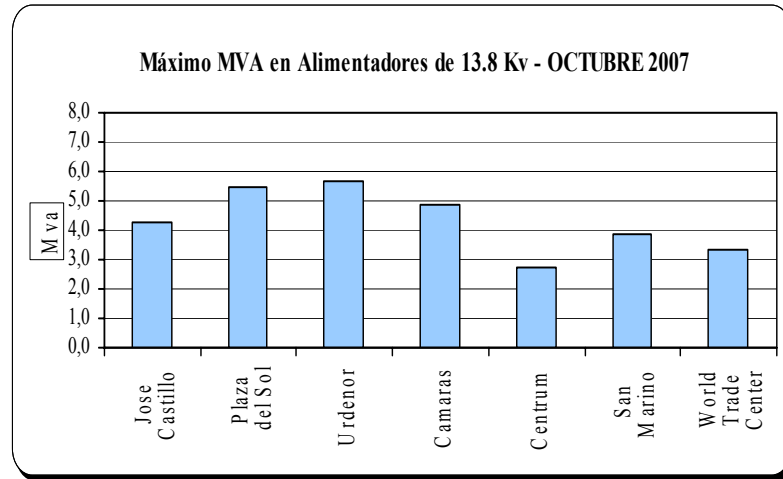
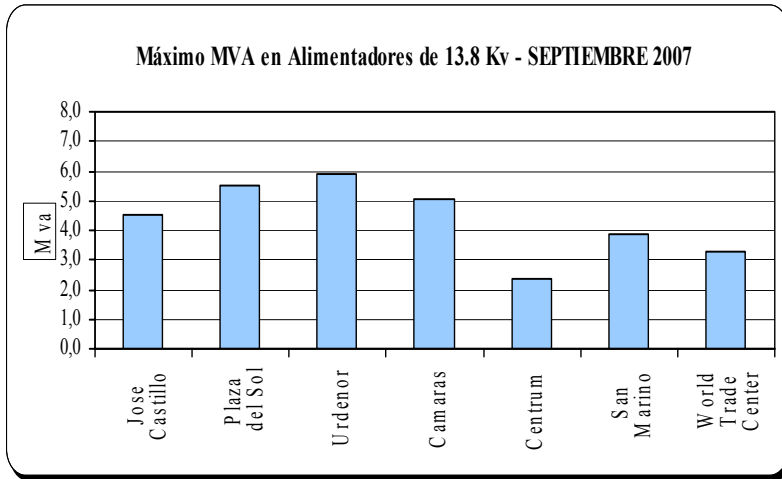
**DATOS DE CARGABILIDAD PRIMER SEMESTRES DEL 2009**  
**Tabla LXVIII**



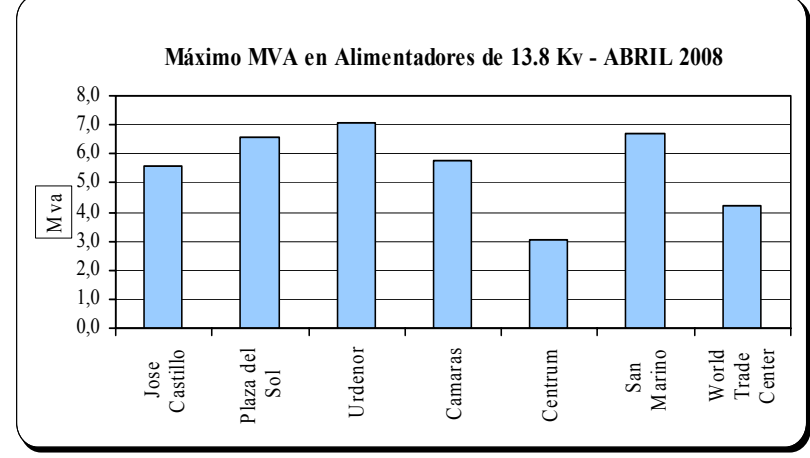
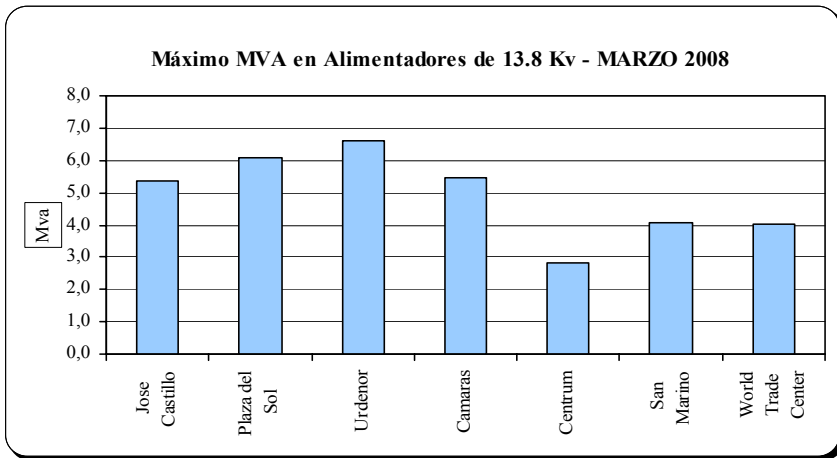
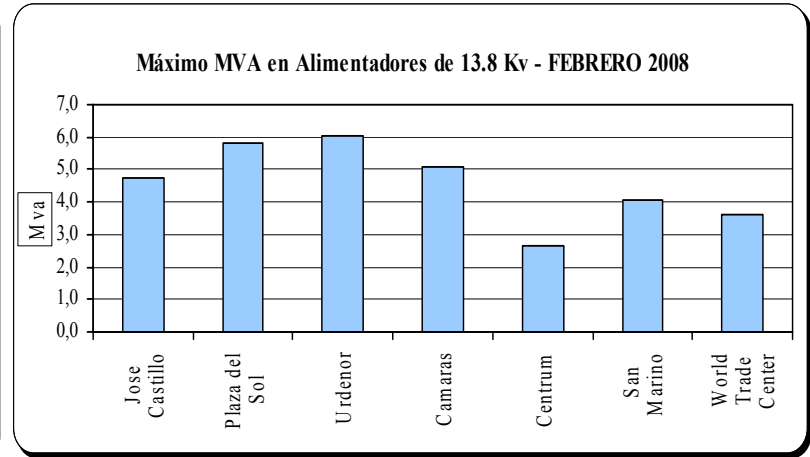
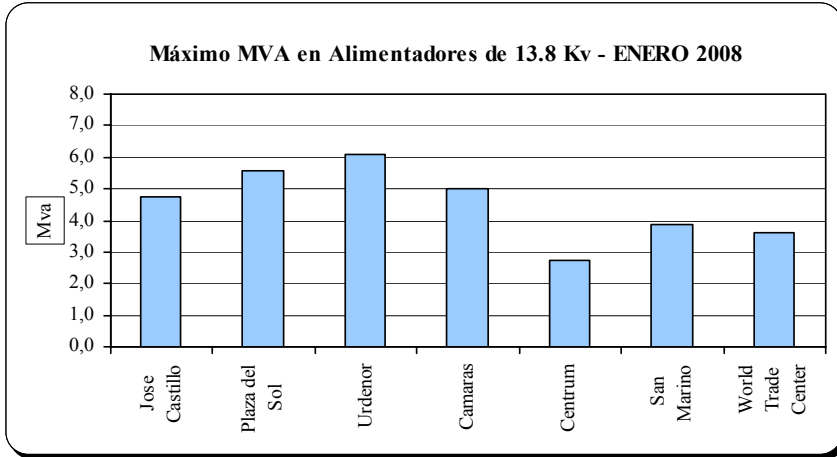
**Máximo de las alimentadoras Enero a Abril 07**  
**Grafico 51**



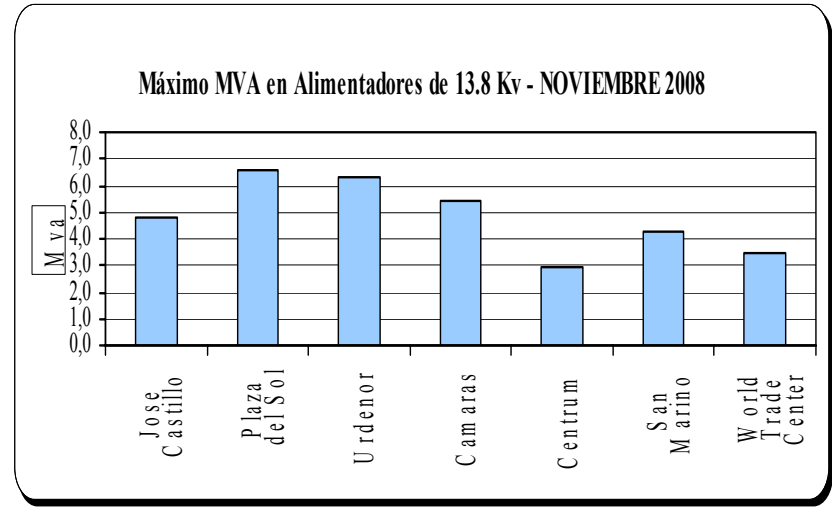
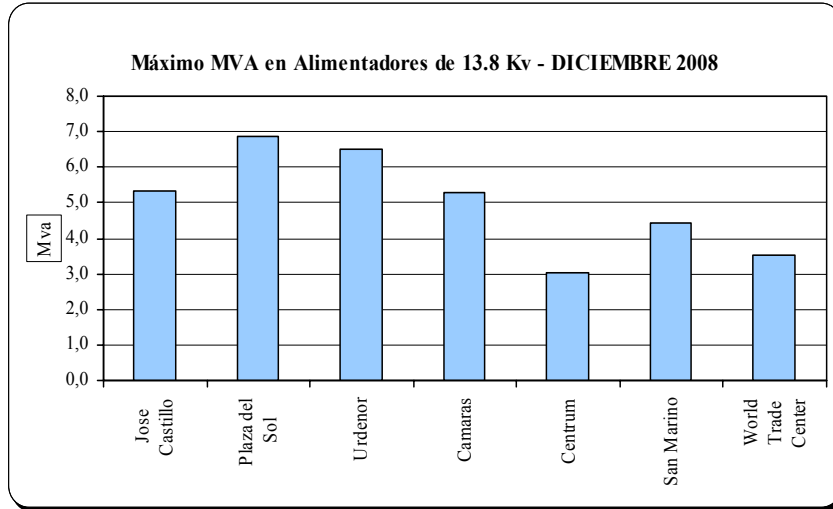
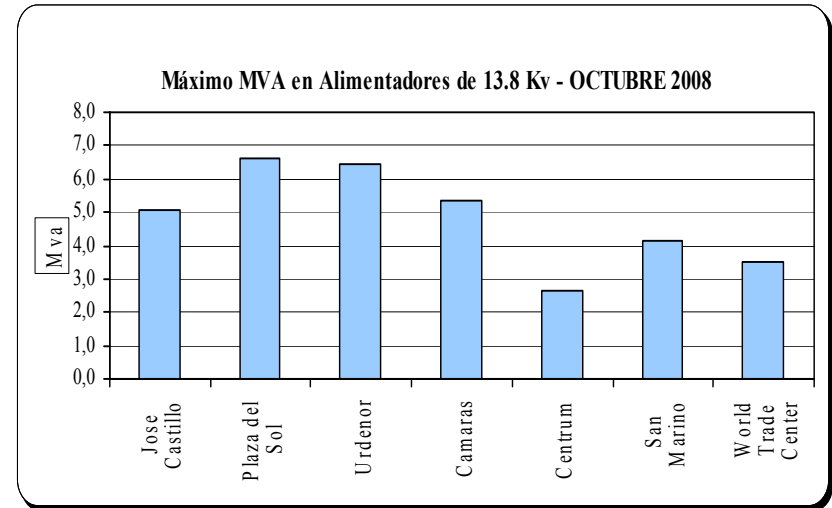
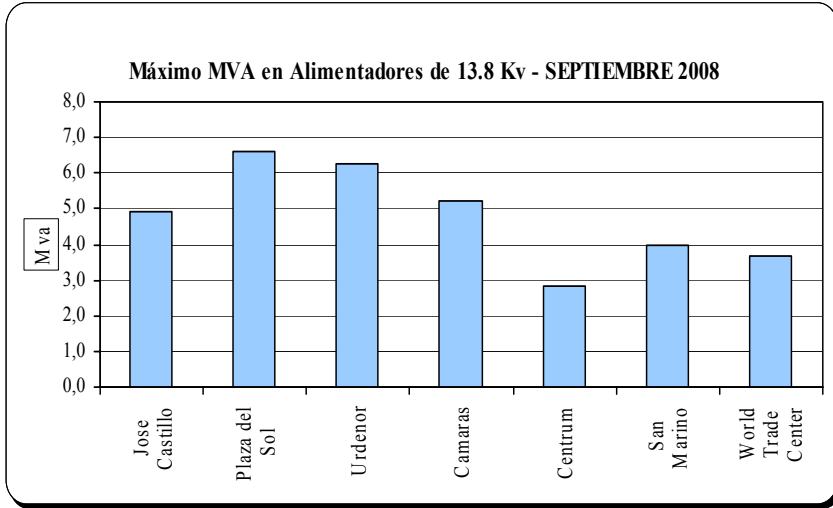
**Máximo de las alimentadoras Mayo a Agosto 07**  
**Grafico 52**



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



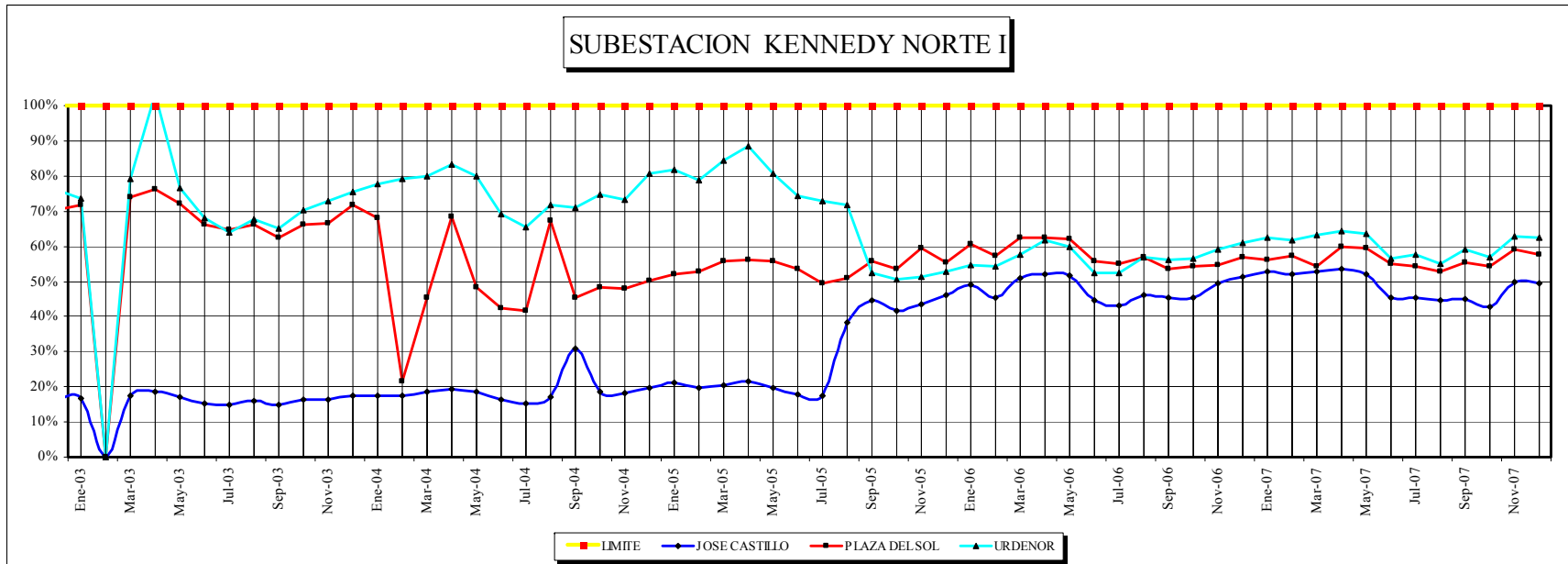




**Máximo de las alimentadoras Sep. a Dic. 08  
Grafico 55**

**Cargabilidad en las Alimentadoras**

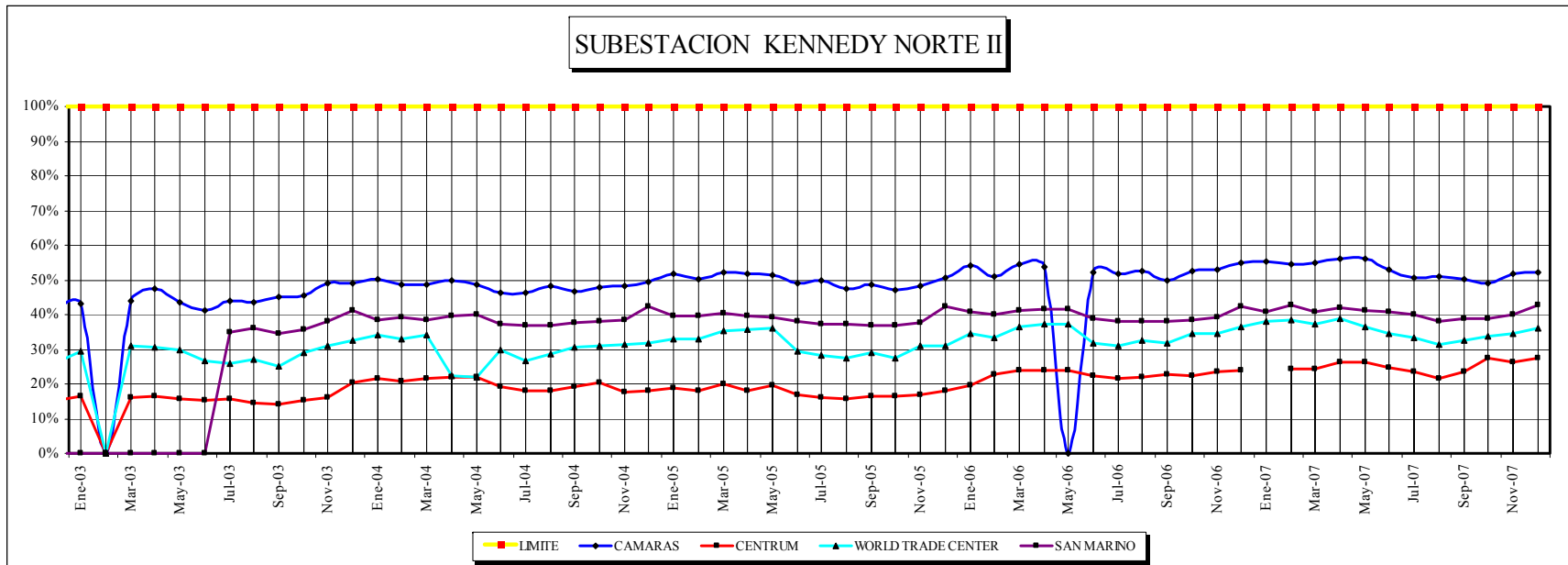
Para cada mes se analiza cada alimentadora y se analiza cual fue la máxima carga que tuvo esta en el mes. Se define a la cargabilidad como el porcentaje a la cual está cargado el alimentador con respecto a su máxima capacidad para lo cual fue diseñado. Se muestra gráficamente la cargabilidad de mes a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

| <b>PARÁMETROS DE ESTUDIO DE FLUJO DE CARGA</b> |                               |   |
|--|-------------------------------|---|
| 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]                   |   |
| <b>Reporte sumario completo CATEG</b>          |                               |   |
| <b>Datos sumarios</b>                          | <b>Potencia activa</b>        | <b>Potencia reactiva</b>                            |
| <b>Total de generaciones</b>                   | <b>710.370</b>                | <b>314.072</b>                                      |
| 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   |
| <b>Carga total</b>                             | <b>696.376</b>                | <b>157.280</b>                                      |
| Pérdidas en las líneas / cables                | 8.300                         | 26.216  |
| Pérdidas de los transformadores                | 6.318                         | 169.120   |
| <b>Pérdidas totales</b>                        | <b>14.618</b>                 | <b>195.336</b>                                      |
| 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.TOMA S | 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

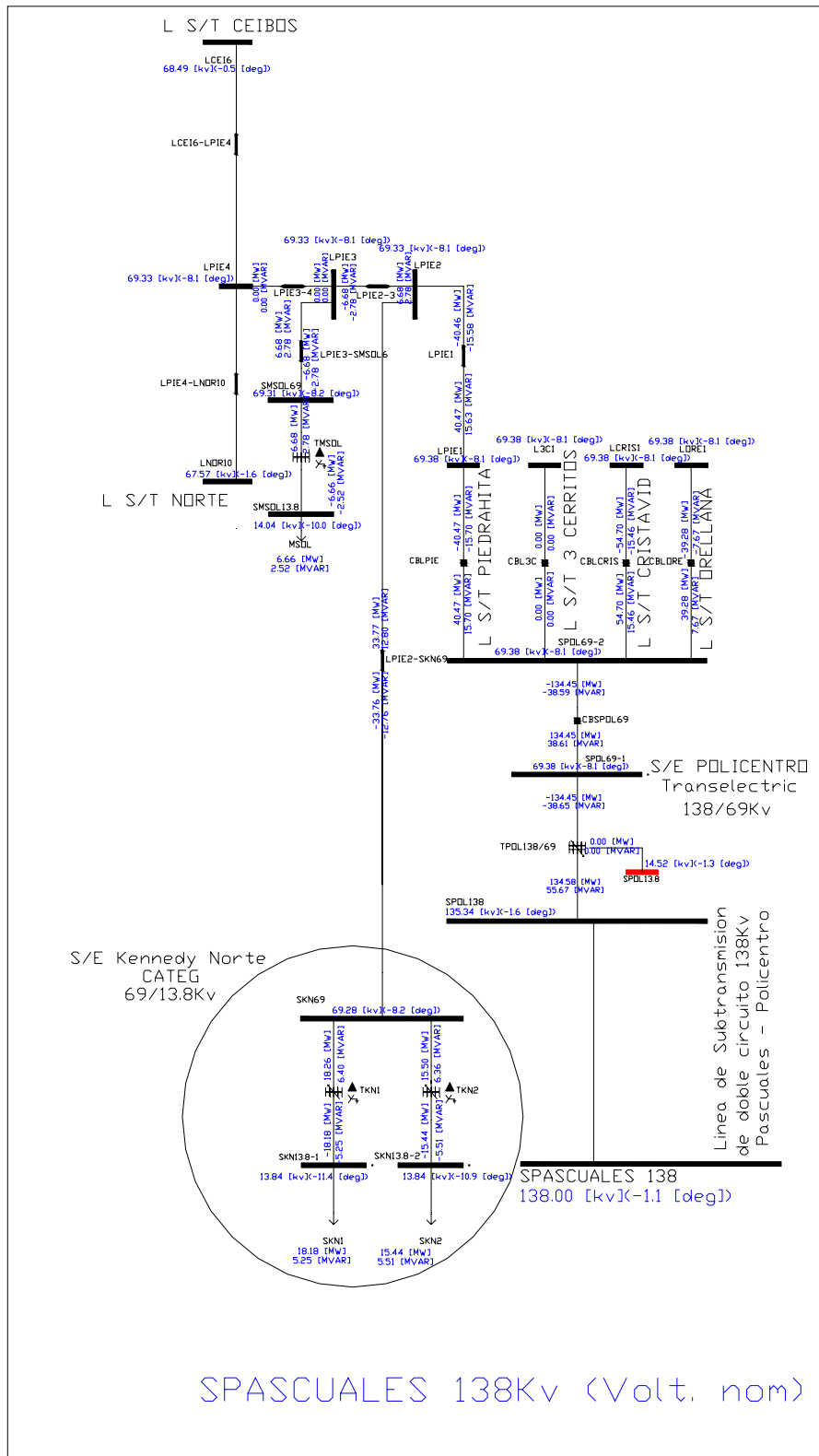
Tabla LXXIII

## DATOS DE LOS TRANSFORMADORES DE 3 DEVANADOS (TRANSELECTRIC)

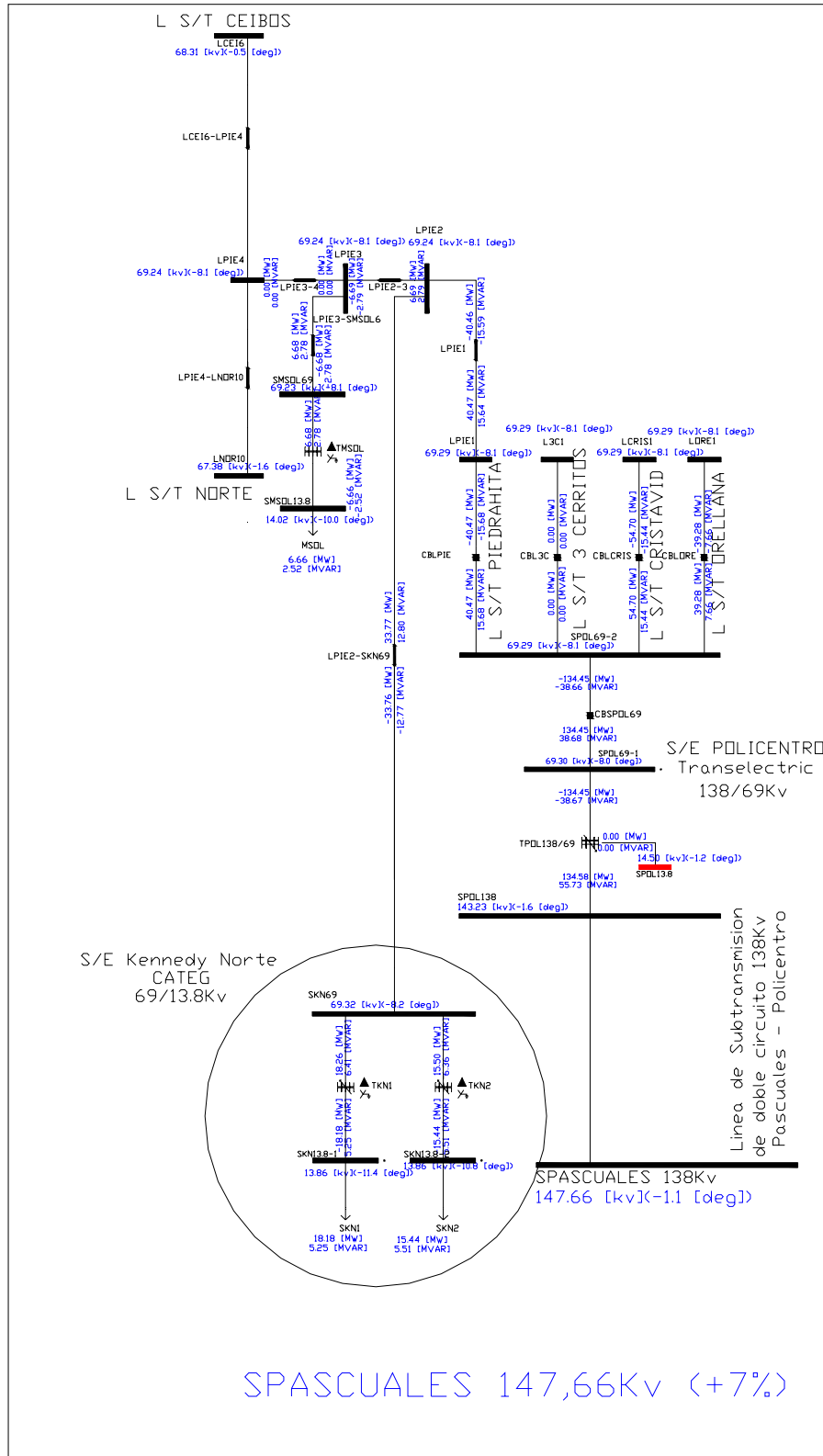
| NOMBRE TXFO     | Barra de procedencia | Barra sec.   | Barra ter.     | Nombre DBase  | S nominal  | S nominal  | S nominal         | kV nominal | kV nominal        | kV nominal | P           | P           | P            | Q          | Q          | Q              | S                |
|-----------------|----------------------|--------------|----------------|---------------|------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|----------------|------------------|
| 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



### 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:

| <b>Tipo de red por Nivel de Voltaje</b> | <b>Subetapa 1</b> | <b>Subetapa 2</b> |
|---|-------------------|-------------------|
| 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%            |

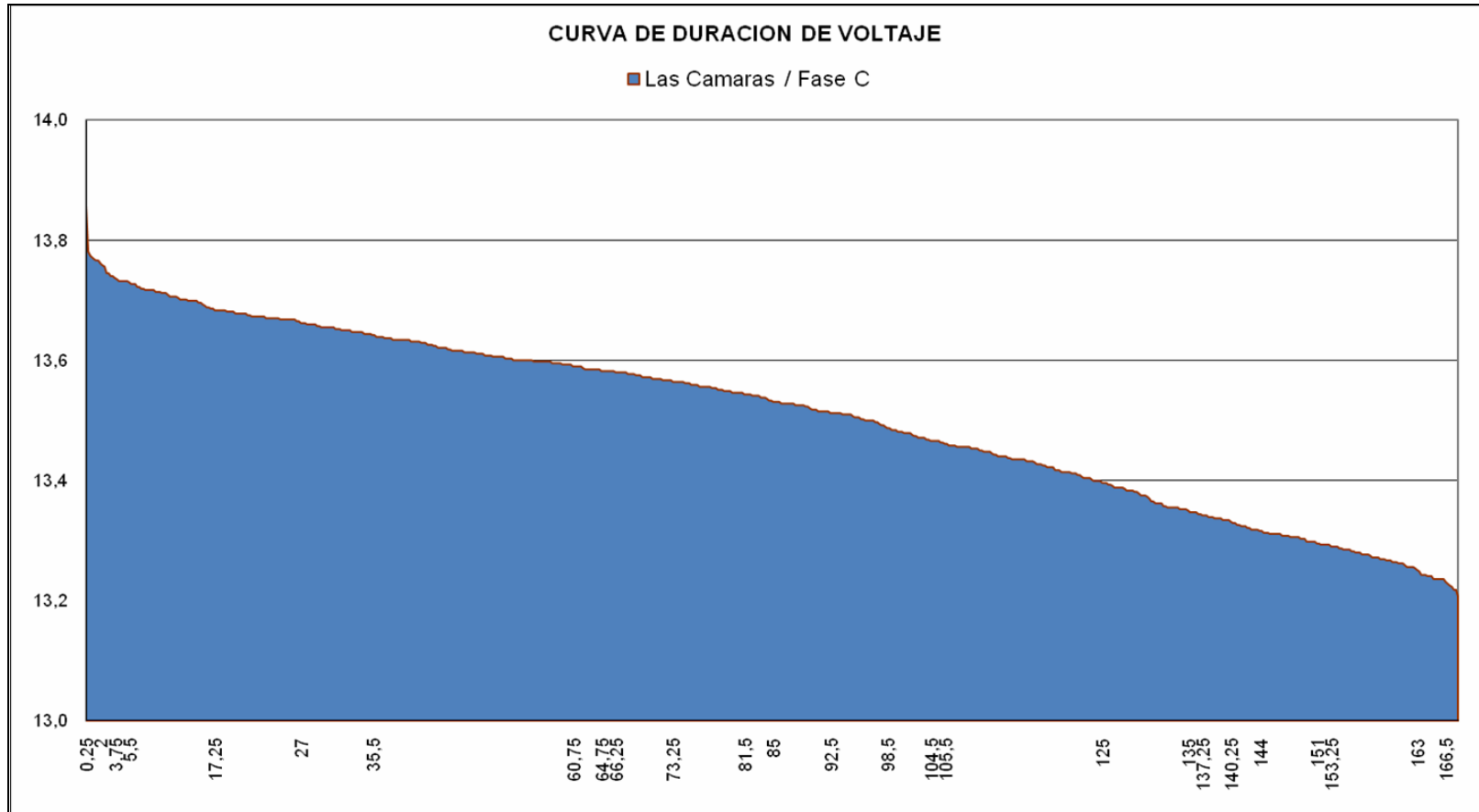
**PORCENTAJES ADMISIBLES POR SUBETAPAS SEGÚN EL NIVEL DE VOLTAJE DE LA RED**  
**TABLA LXXV**



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.

|   |   |
|---|---|
| <b>CATEG.</b>   |   |
| <b>COORPORACION PARA LA ADMINISTRACION TEMPORAL ELECTRICA DE GUAYAQUIL.</b> |   |
| <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA</b>   |   |
| PARÁMETROS DE ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO                                      |   |
| Estudio:  | <b>S/E Kennedy Norte</b>  |
| 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.) <b>X/R = 14.2371</b>              |
| 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 falla | 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.

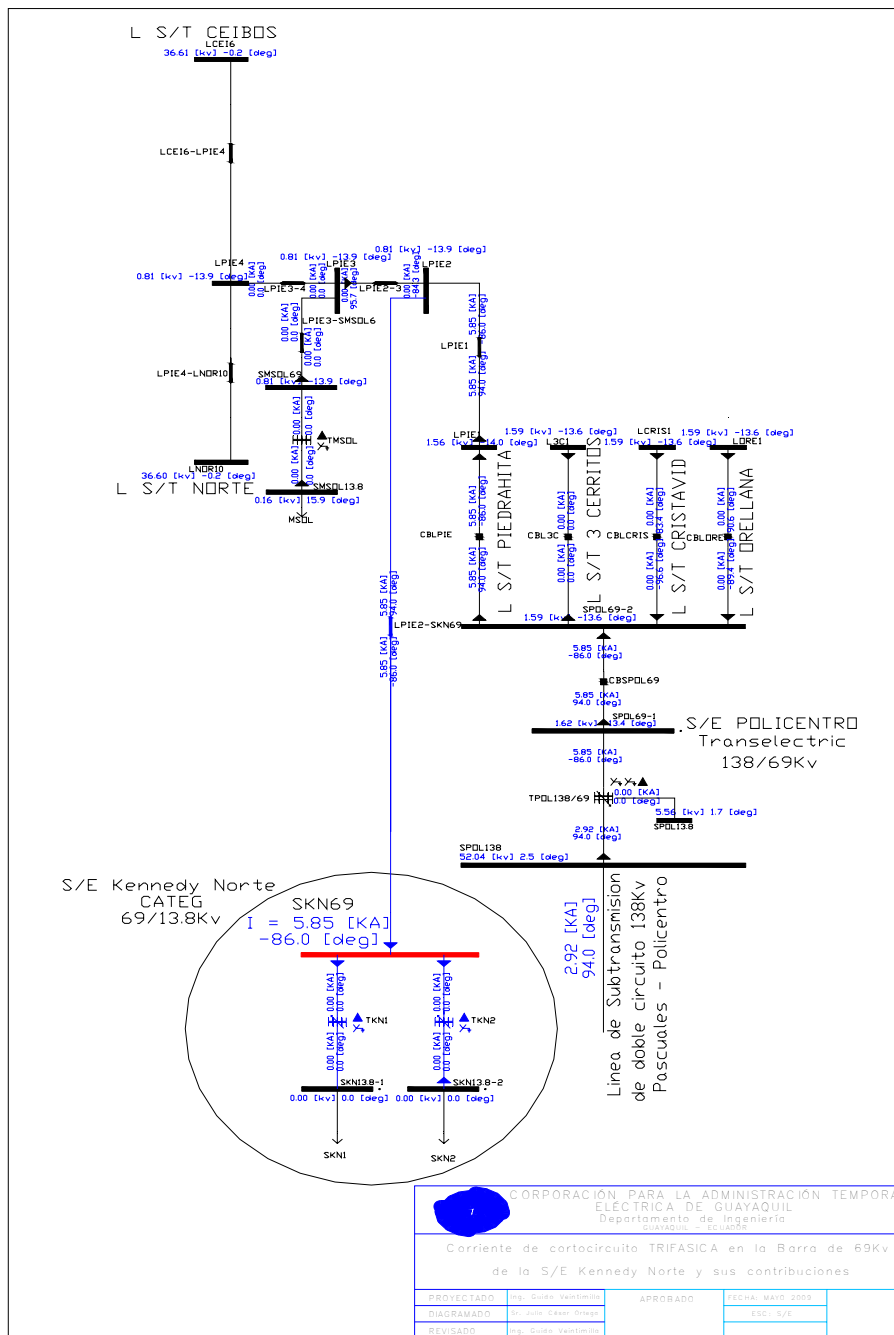
| Barra de falla | Nombre barra       | Tipo              | kV Prefalla | Ángulo | Tipo falla | Va    | Va     | Vb    | Vb      | Vc    | Vc     |
|----------------|--------------------|-------------------|-------------|--------|------------|-------|--------|-------|---------|-------|--------|
|                |                    |                   |             |        |            | [kv]  | [deg]  | [kv]  | [deg]   | [kv]  | [deg]  |
| SKN69          | TKN1 (@<br>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 (@<br>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-<br>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**

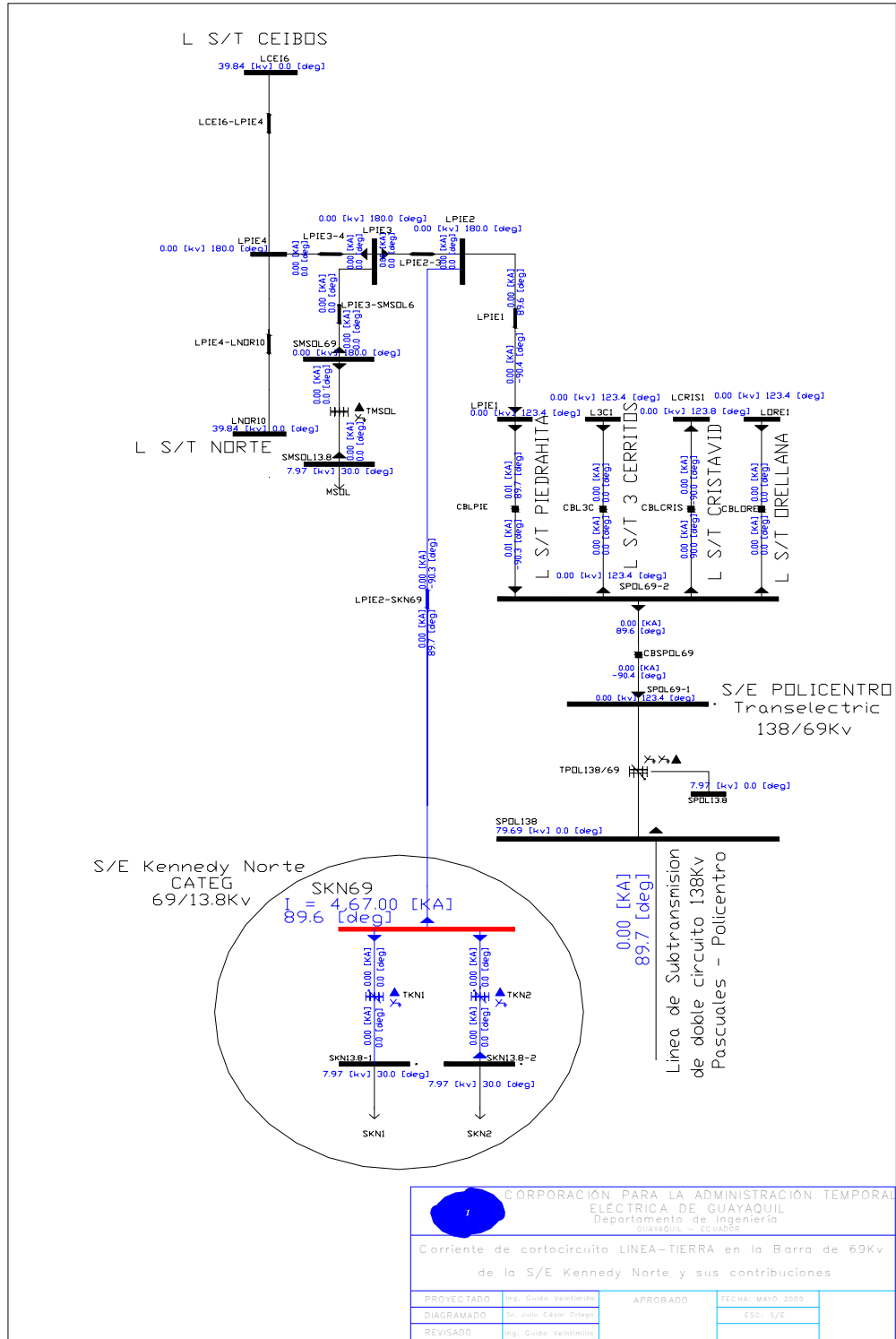
Se muestra gráficamente las cuatro clases de cortocircuito en la barra de 69Kv, para cada clase de falla se muestra sus contribuciones desde la S/E Policentro 138/69Kv, además se muestra las otras 4 líneas de subtransmisión que salen de la S/E Policentro, pero el análisis lo vamos a




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.

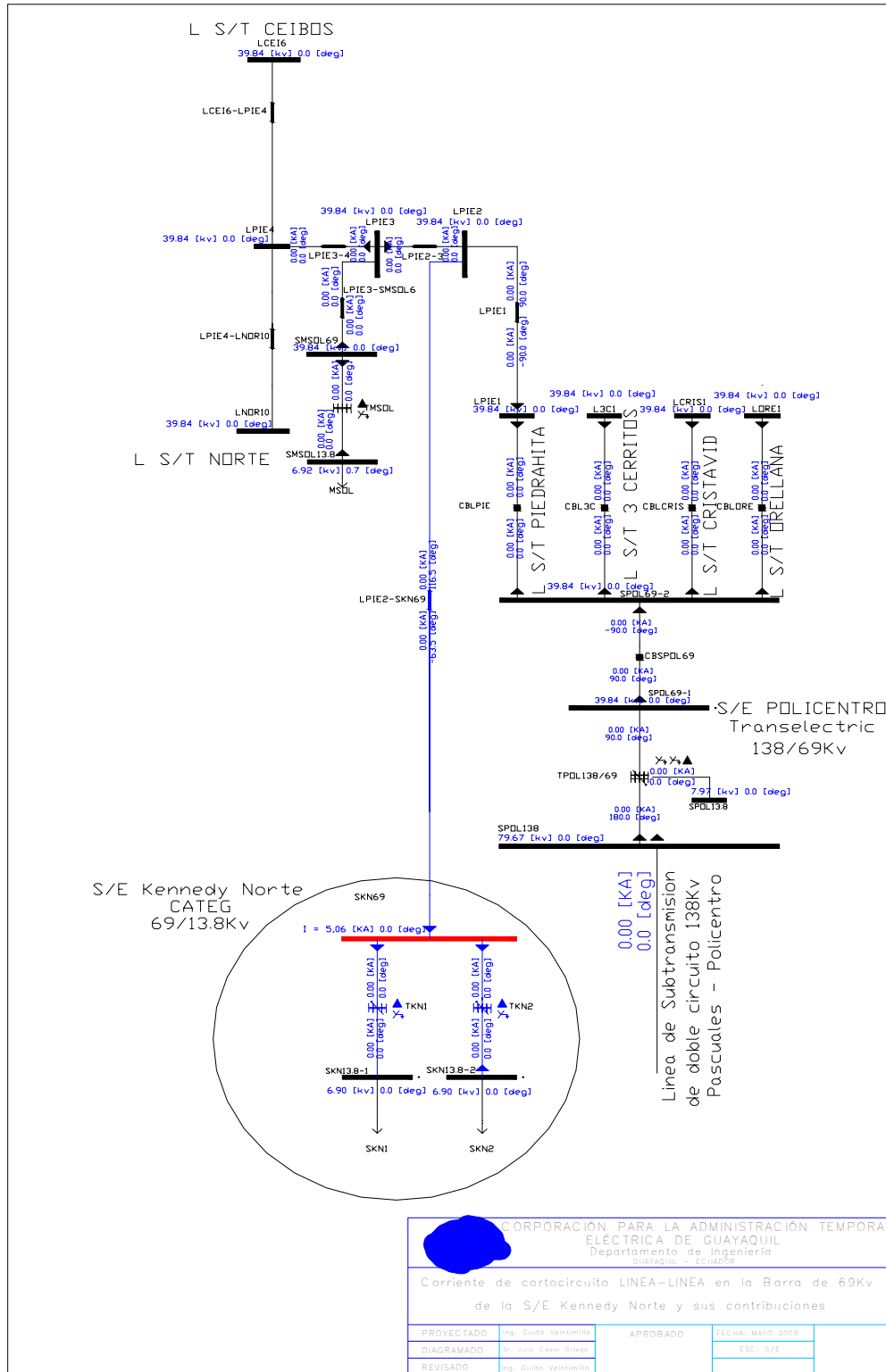


**Contribución de corriente para falla trifásica en KN 69kV**  
**Grafico 62**

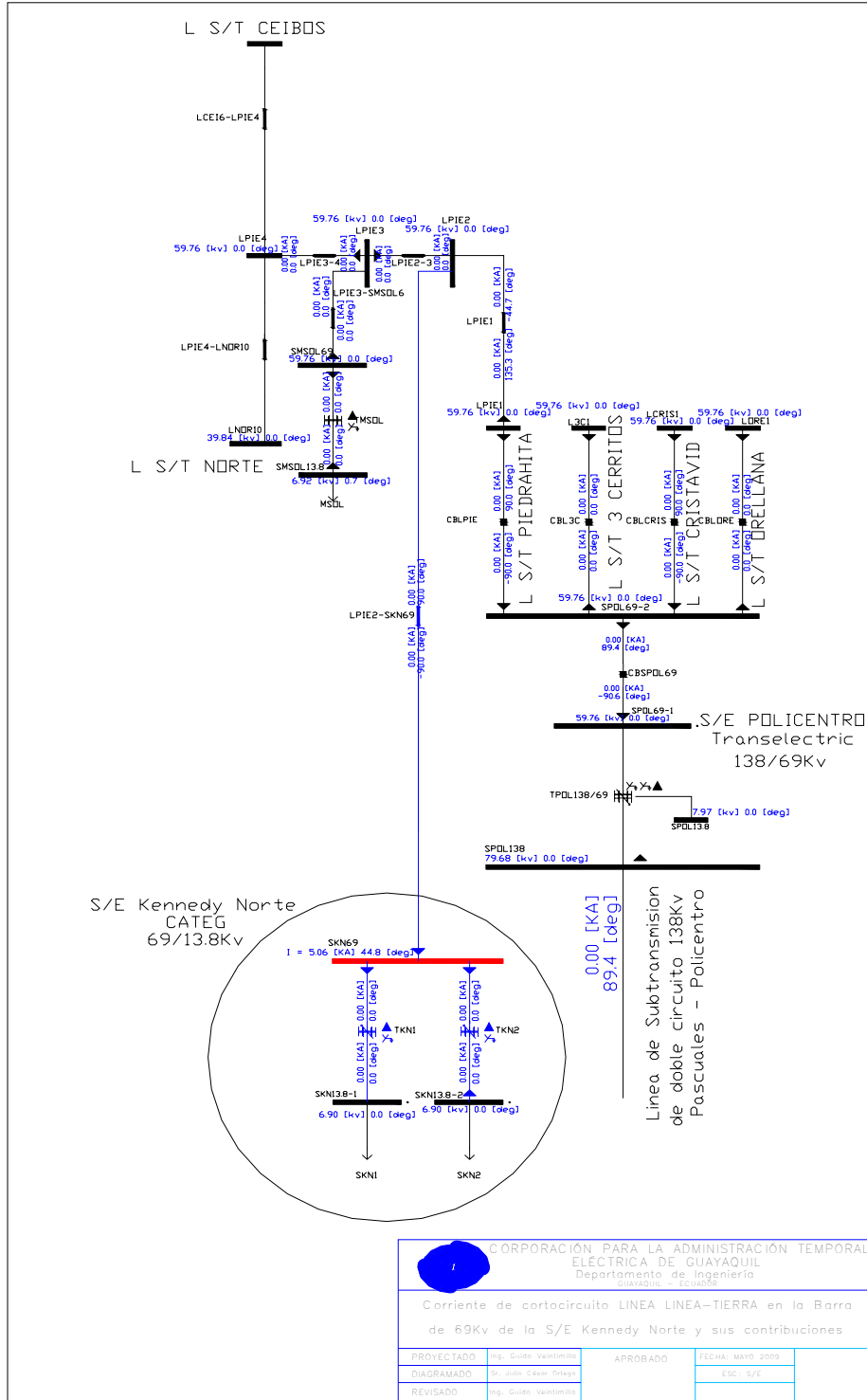


|  |                        |          |                  |
|--|------------------------|----------|------------------|
|  CORPORACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN TEMPORAL<br>ELÉCTRICA DE GUAYAQUIL<br>Departamento de Ingeniería<br>GUAYAQUIL - ECUADOR |                        |          |                  |
| Corriente de cortocircuito LINEA-TIERRA en la Barra de 69Kv<br>de la S/E Kennedy Norte y sus contribuciones  |                        |          |                  |
| PROYECTADO   | Ing. Guido Vaintrivita | APROBADO | FECHA: MAYO 2009 |
| DIAGRAMADO   | Dr. Juan Carlos Ortega |          | ESC.: S/E        |
| REVISADO   | Ing. Guido Vaintrivita |          |                  |

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

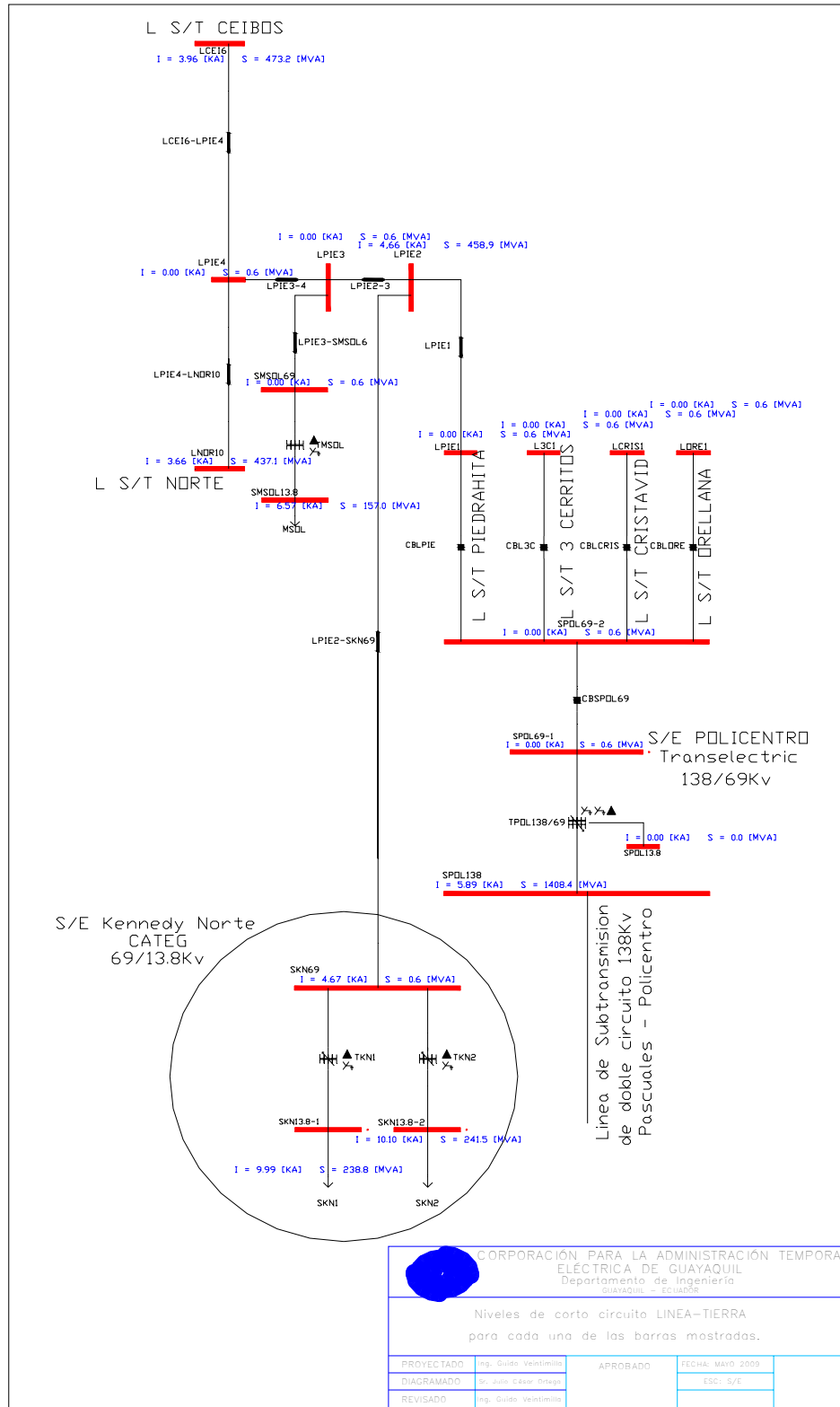


Contribución de corriente para falla Línea - Línea en KN 69Kv  
 Grafico 64

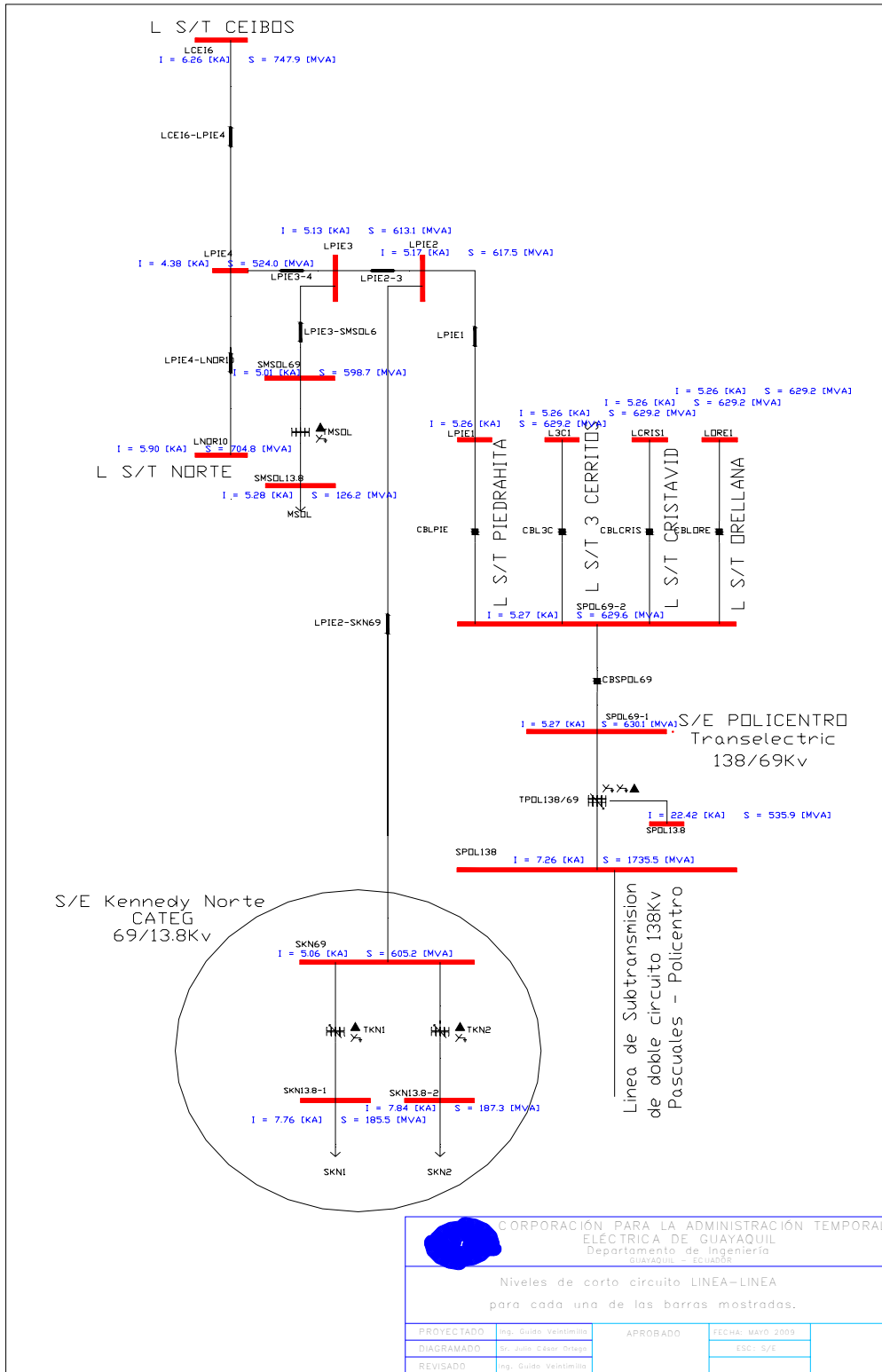


**Contribución de corriente para falla Línea Línea a tierra en KN 69Kv  
Grafico 65**

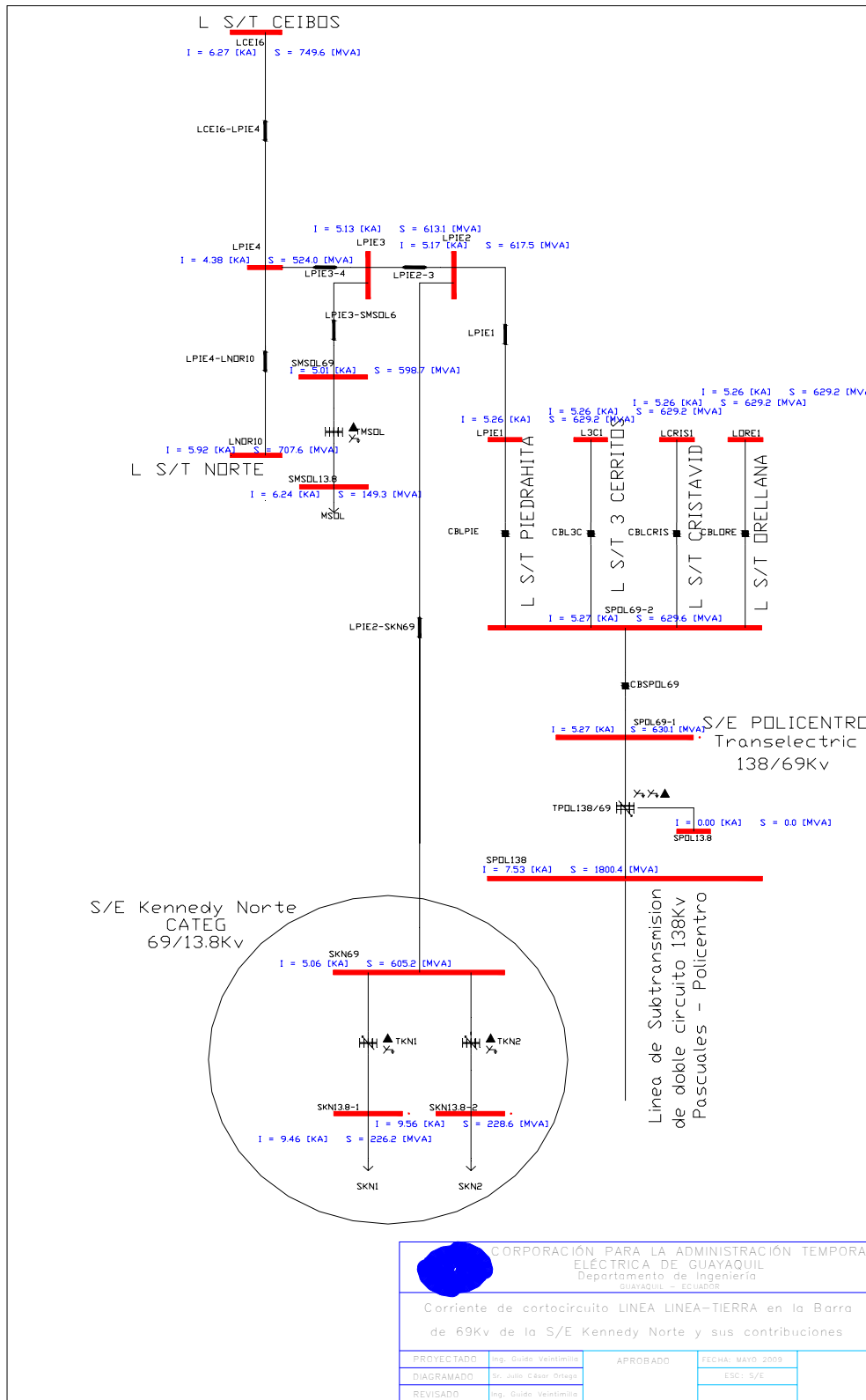




Falla Línea a tierra en todas las barras  
 Grafico 67



Falla Línea a línea en todas las barras  
 Grafico 68



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



### **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 ( $3\Phi$ ,  $2\Phi$ ,  $1\Phi$ ).
- 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  $3\phi$ 's,  $2\phi$ 's y  $1\phi$ '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:

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

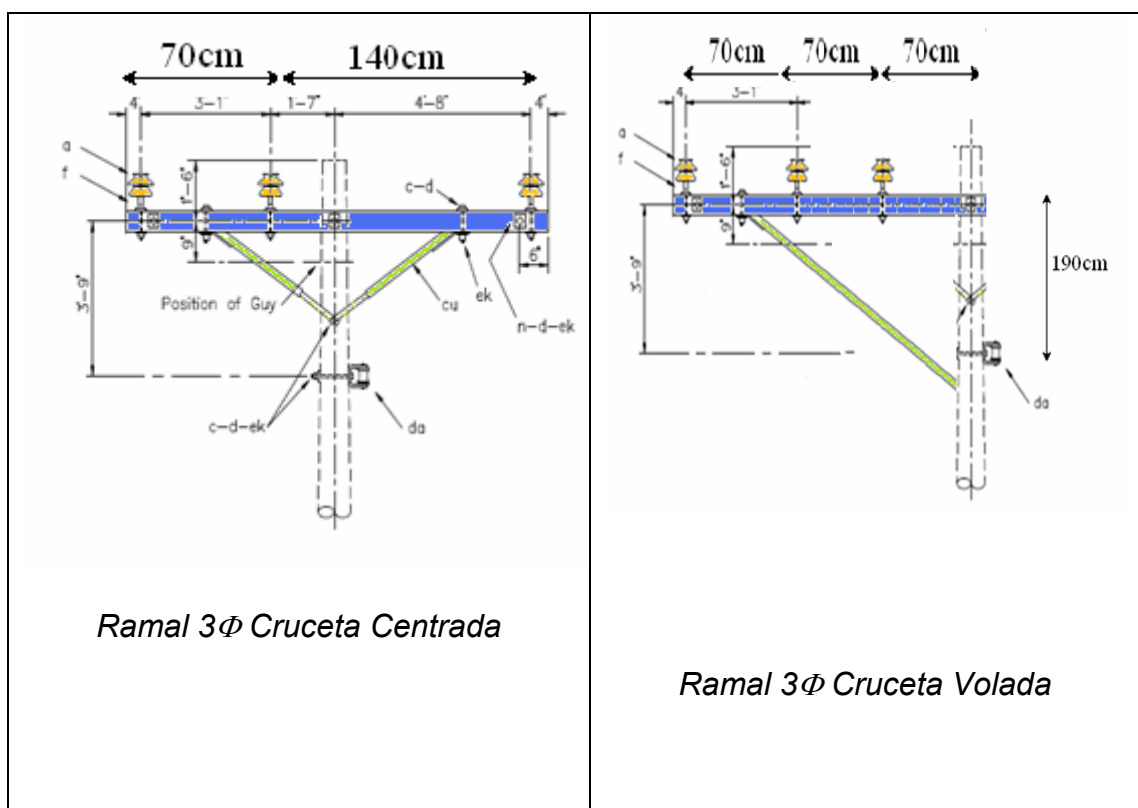
$GMD_{\Phi}$  = Distancia media geométrica entre los conductores de fases en pies [ft]

$GMR_{\Phi}$  = Radio medio geométrico del conductor de fase en pies.

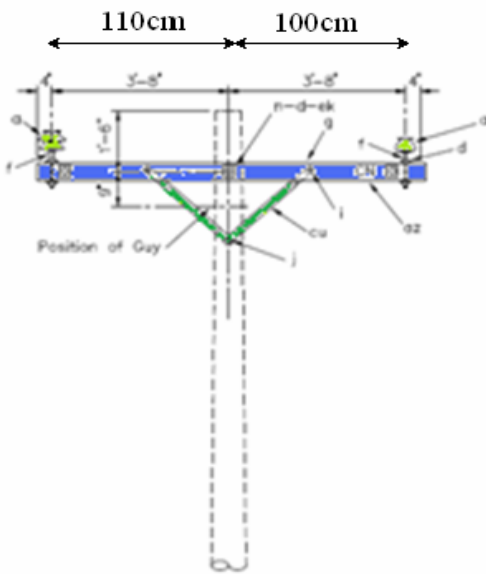
Nota: El radio medio geométrico de cada conductor se obtiene de la tabla 2-A del libro del T&D de la Westinghouse.

$GMD_{\phi}$

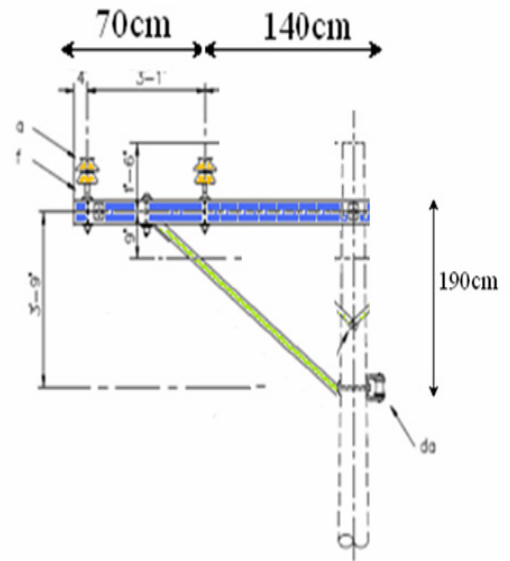
La distancia media geométrica o “ $d_{eq}$ ” se la obtiene tomando en cuenta la siguiente disposición de los conductores que se muestra en la tabla siguiente:



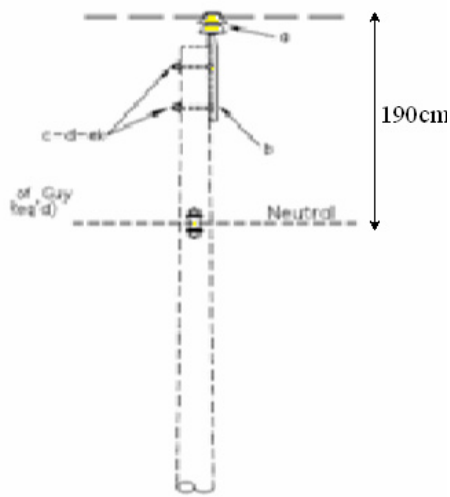
**Tipos de crucetas de tres conductores  
Grafico 70**



*Ramal 2 $\Phi$  Cruceta Centrada*



*Ramal 2 $\Phi$  Cruceta Volada*



*Ramal 1 $\Phi$*

**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 multiaterrizado) |                                  |           |          |
| Cantidad                               | Trifásica                        | Dos Fases | Una Fase |
| $GMD_{\phi}$                           | $\sqrt[3]{d_{ab} d_{bc} d_{ca}}$ | $d_{bc}$  | $d_{an}$ |

**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:

| <b>Resistencias y Reactancias obtenidas para secuencia positiva y negativa</b> |                        |              |                        |              |
|--|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| <b>Esquemas de estructuras</b>   | <b>R<sub>1-2</sub></b> |              | <b>X<sub>1-2</sub></b> |              |
|  | $\Omega$ /milla        | $\Omega$ /Km | $\Omega$ /milla        | $\Omega$ /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:

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

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

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

$R_{\phi}$  = Resistencia del conductor de fase en [ $\Omega$ /milla]

f = Frecuencia nominal del sistema en Hertz

$\rho$  = 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 [ $\Omega$ /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 |
| $GMD_{\phi}$                           | $\sqrt[3]{d_{ab} d_{bc} d_{ca}}$ | $d_{bc}$  | $d_{an}$ |

**Distancias medias Geométricas**  
**TABLA LXXXIV**

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

| <b>Resistencias y Reactancias obtenidas para secuencia cero</b> |                      |              |                      |              |
|---|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| <b>Esquemas de estructuras</b>                                  | <b>R<sub>o</sub></b> |              | <b>X<sub>o</sub></b> |              |
|   | $\Omega$ /milla      | $\Omega$ /Km | $\Omega$ /milla      | $\Omega$ /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 <sub>S</sub> | MVA <sub>T</sub> | Z%   | KW <sub>TOT</sub> | KW <sub>NL</sub> |
| 13,8            | 18               | 7,77 | 92,994            | 20,007           |

**Características Técnicas Kennedy 1**  
**TABLA LXXXVI**

Kennedy 2

| Transformador   |                  |      | Perdidas          |                  |
|-----------------|------------------|------|-------------------|------------------|
| KV <sub>S</sub> | MVA <sub>T</sub> | Z%   | KW <sub>TOT</sub> | KW <sub>NL</sub> |
| 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 $\Phi$      | KV3p | x/r | FP 3P  | KVp           | KVs  | R                   | X        |
| 908,287             | 69   | 10  | 0,0995 | 67            | 13,8 | 0,021999            | 0,219989 |

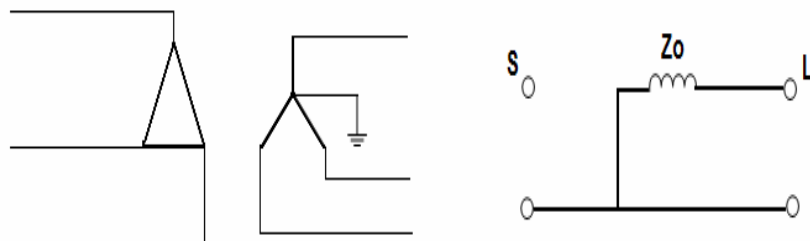
**Impedancia de secuencia positiva y negativa aguas arriba**  
**TABLA XCII**

## 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

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

### Ecuación 15

Magnitud de corriente en la otra fase fallada

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

### Ecuación 16

Magnitud de corriente que circula en el neutro

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

### Ecuación 17

Donde

|                 |  |
|-----------------|--|
| $I_{f_{3\phi}}$ | Corriente de falla trifásica                       |
| $I_{f_{1\phi}}$ | Corriente de falla monofásica                      |
| $I_{f_{L-L}}$   | Corriente de falla línea a línea                   |
| $I_{f_{2\phi}}$ | 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.

| <b>CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA</b> |           |             |
|-------------------------------------|-----------|-------------|
| <b>En una de las fases</b>          |           | <b>Tipo</b> |
| 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.

| <b>CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA</b> |           |             |
|-------------------------------------|-----------|-------------|
| <b>En una de las fases</b>          |           | <b>Tipo</b> |
| 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.

| <b>CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA</b> |           |             |
|-------------------------------------|-----------|-------------|
| <b>En una de las fases</b>          |           | <b>Tipo</b> |
| 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.

| <b>CORRIENTE DE FALLA SIMETRICA</b> |           |             |
|-------------------------------------|-----------|-------------|
| <b>En una de las fases</b>          |           | <b>Tipo</b> |
| 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 comento antes.

## **Cálculo de voltajes de falla de las 4 Alimentadoras**

Los puntos donde se calcularon los voltajes se encuentran coinciden 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 las variación máxima de voltaje que se presenta a lo largo de las alimentadoras tomando como voltaje nominal 7967 [Vln].

Cabe recalcar que la 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

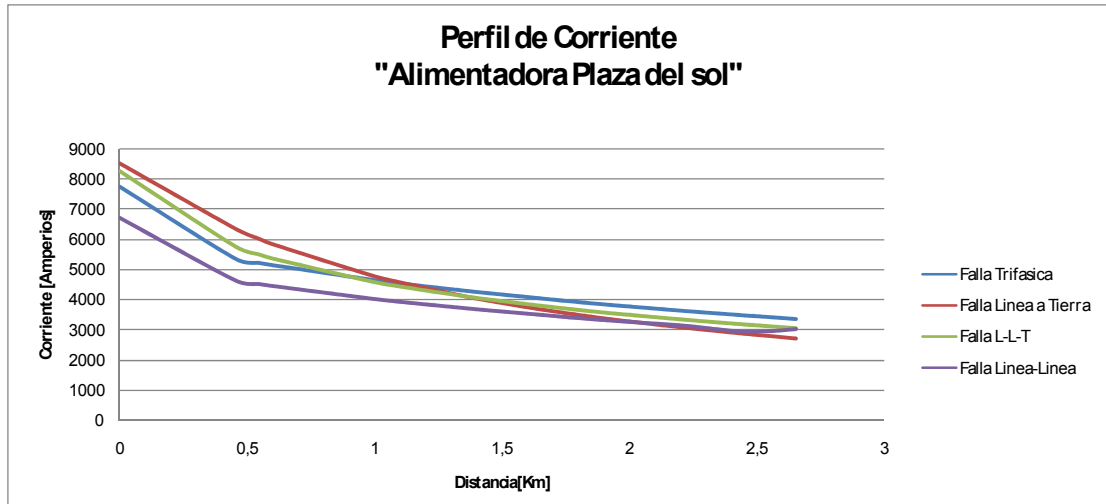
|                |             |
|----------------|-------------|
| Máximo         | 985.262.098 |
| % de elevación | 129.299.488 |

Voltaje de falla José Castillo.  
TABLA C

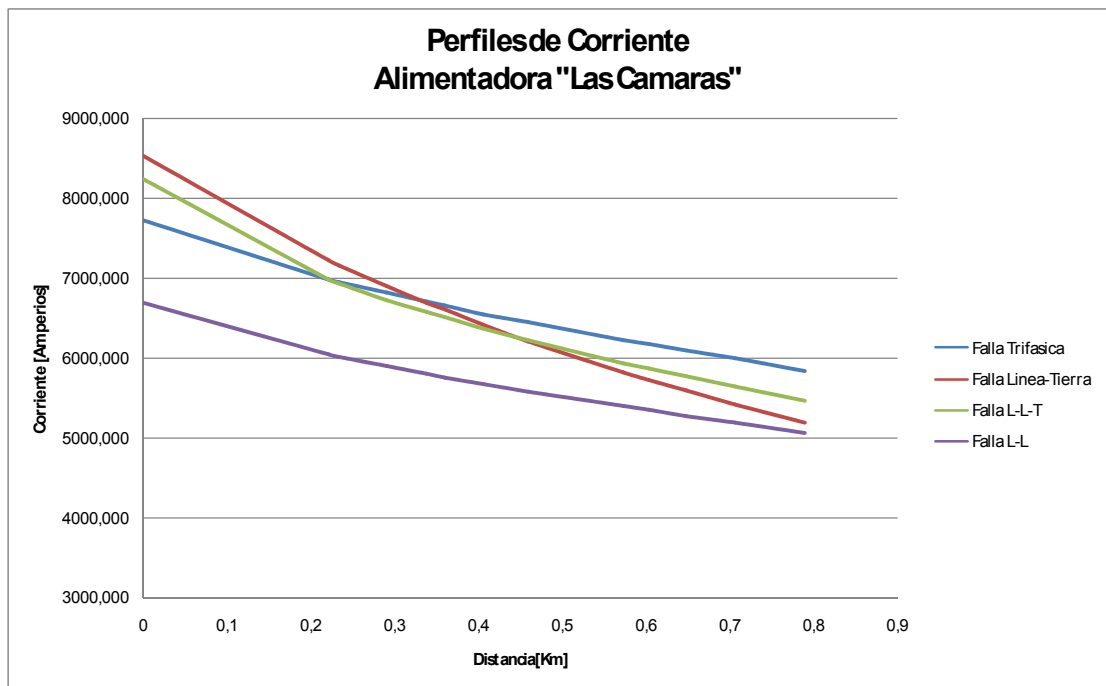
En la alimentadora José Castillo el voltaje máximo de falla supera en 22.21% al valor nominal.



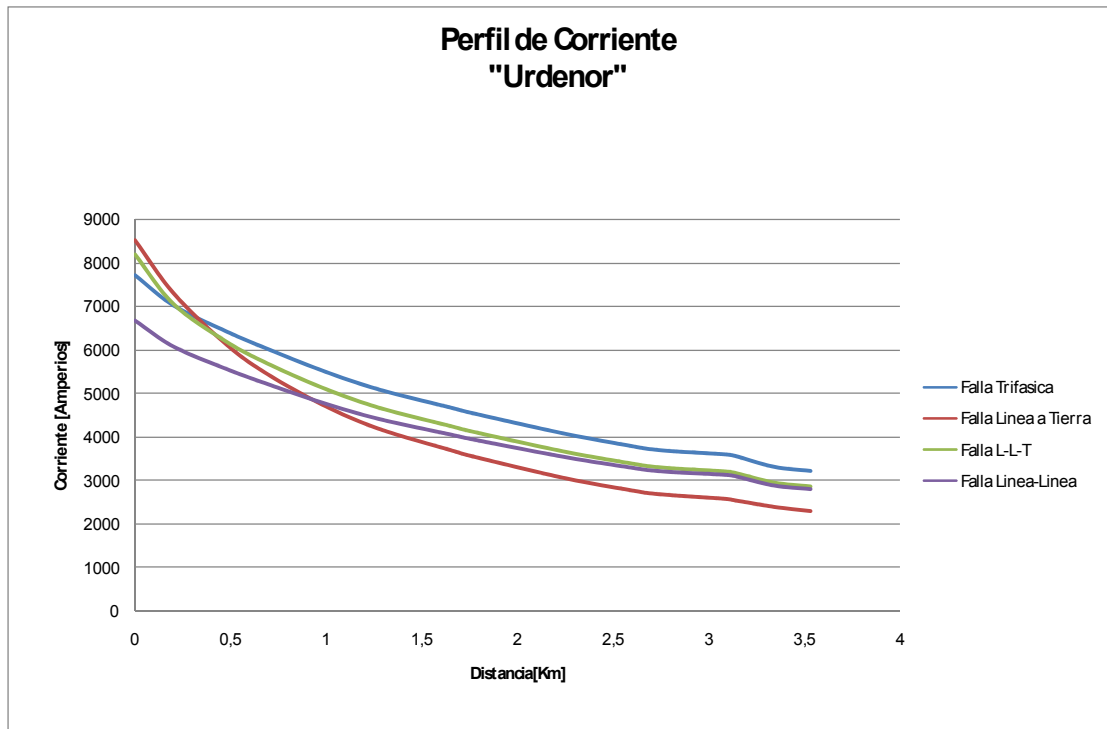
## PERFILES DE CORRIENTE



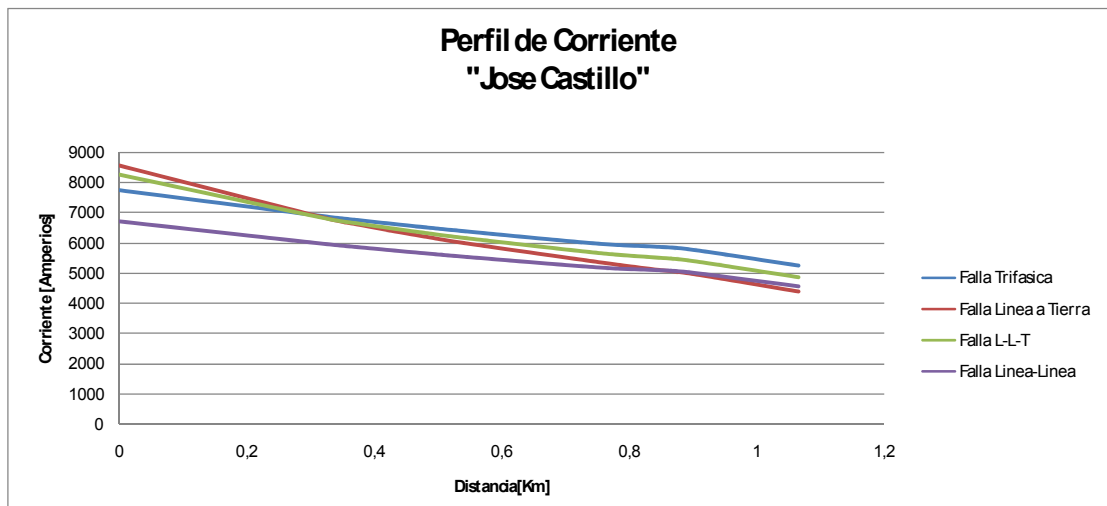
**Perfil de corriente las cámaras  
Grafico 73**



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

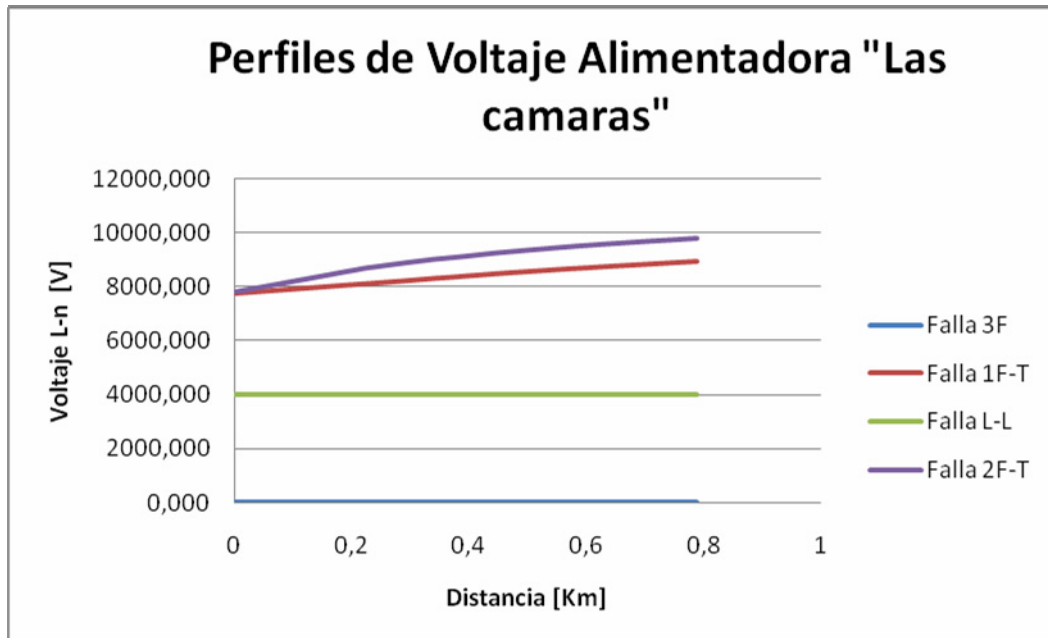


**Perfil de corriente Urdenor  
Grafico 75**

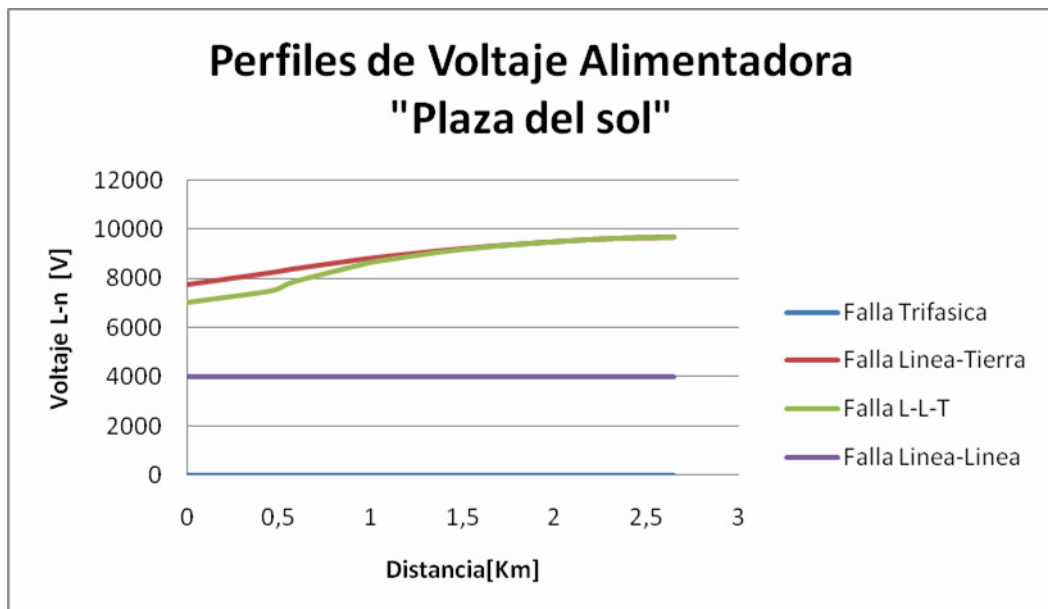


**Perfil de corriente José Castillo  
Grafico 76**

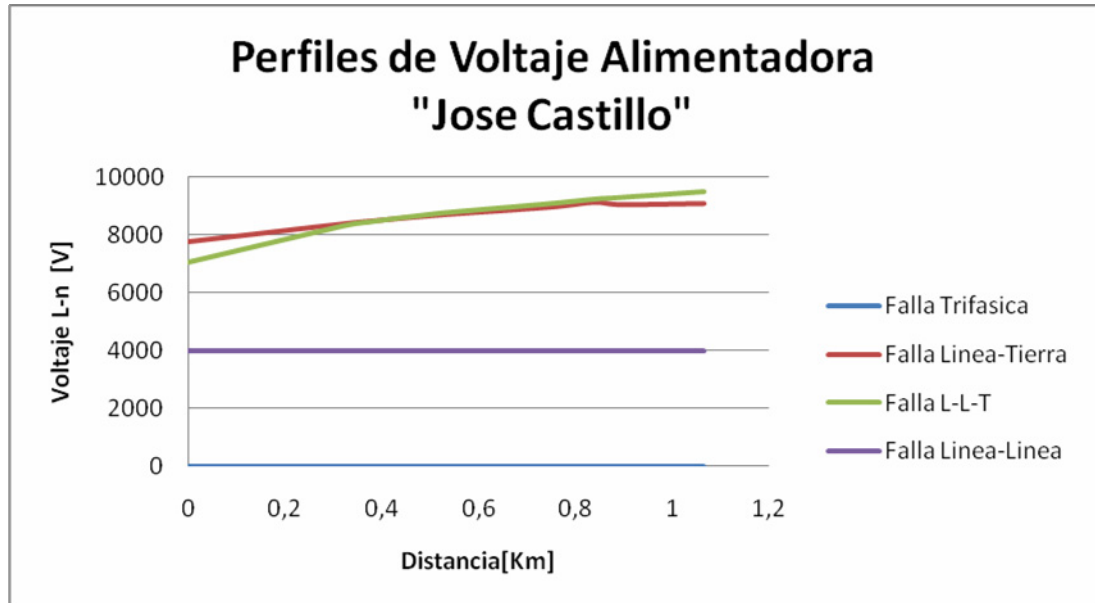
## PERFILES DE VOLTAJE



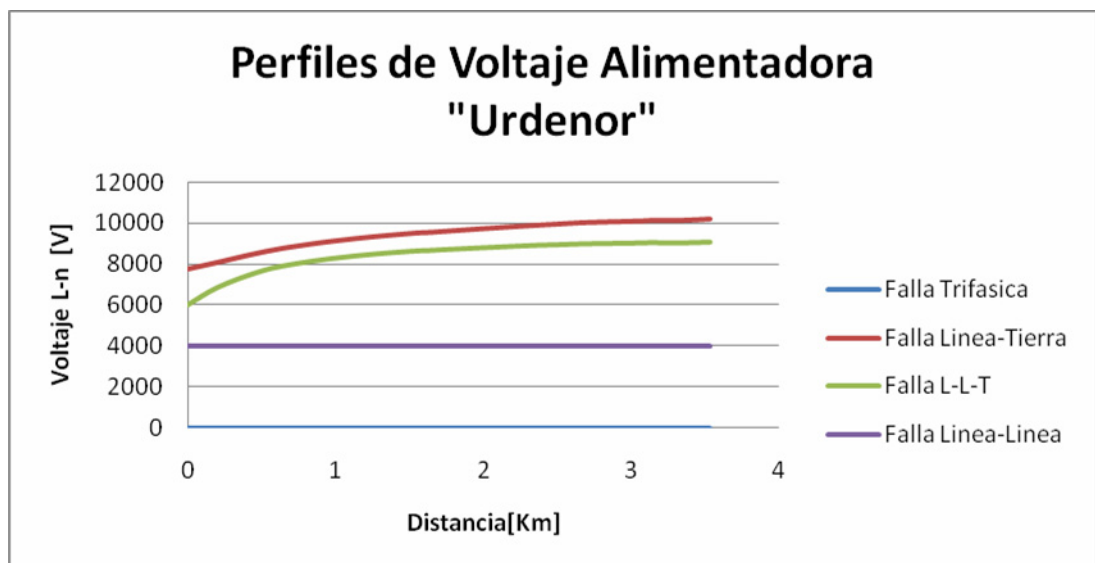
Perfil de voltaje Las Cámaras  
Grafico 77



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<br>CC | COORDIN<br>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:**

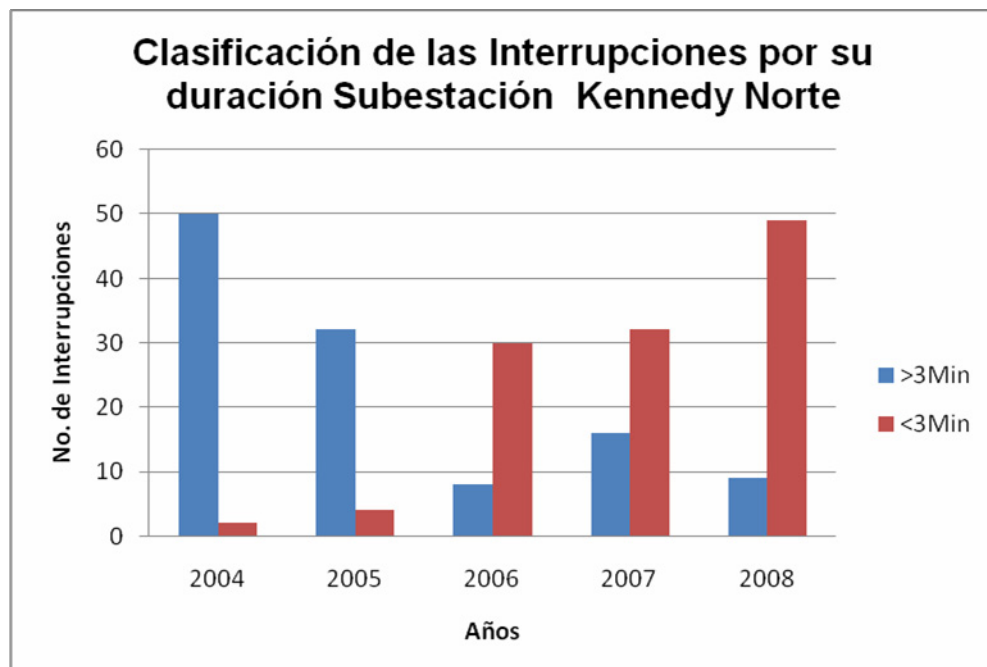
A su vez la regulación 004/01 clasifica a las interrupciones según su duración en 2 grupos:

- 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

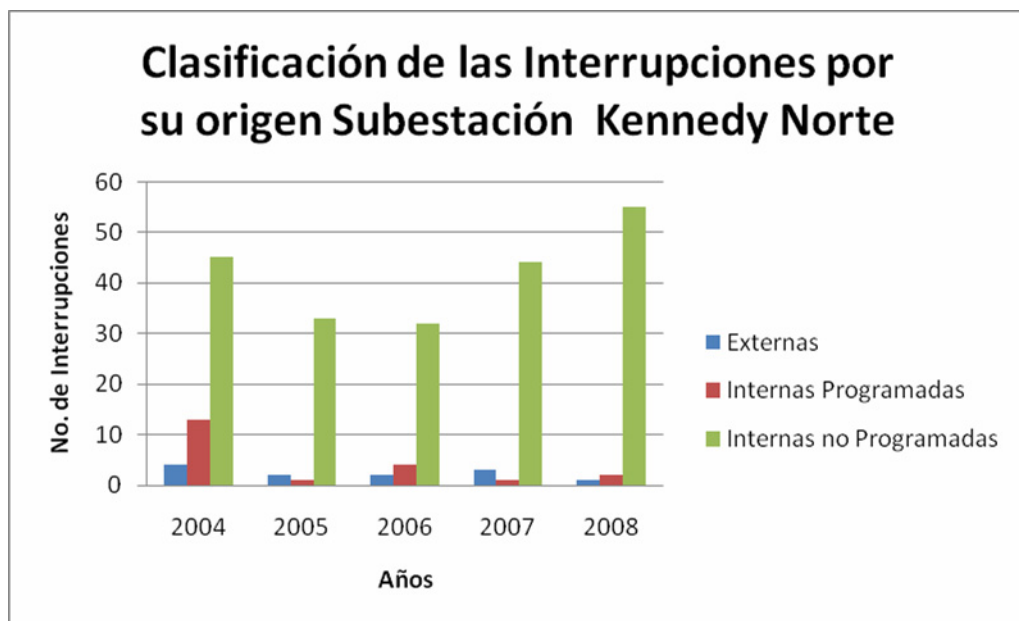
En la siguiente tabla se mostrará la mencionada clasificación.

#### 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)

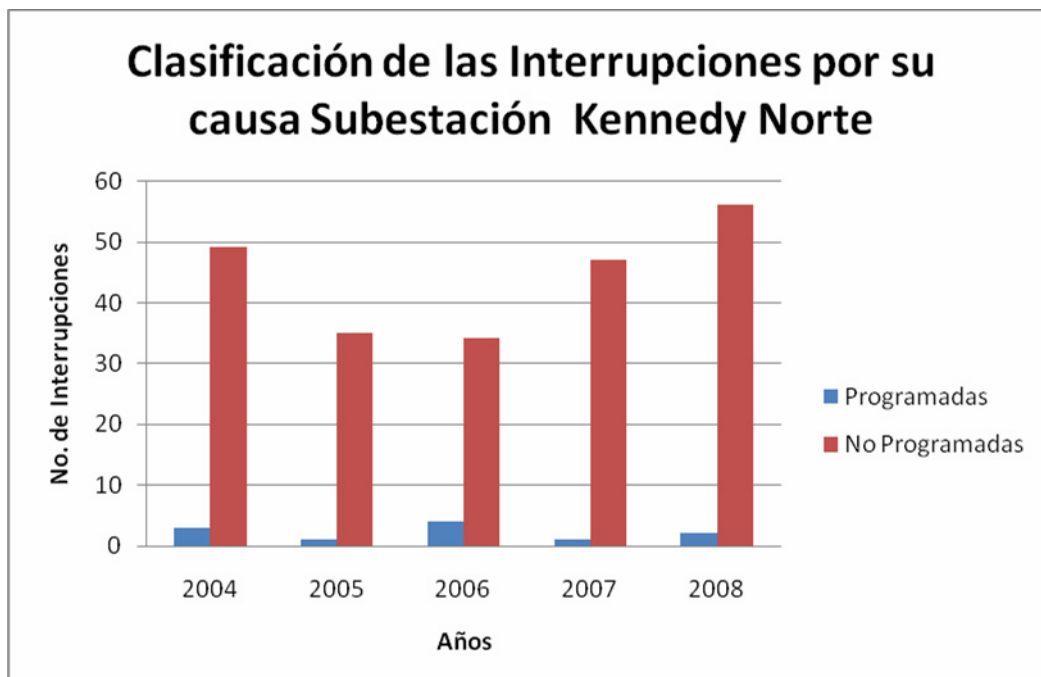


- Red de medio voltaje (MV)
- Red de bajo voltaje (BV)
- Otras

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 grandes 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:

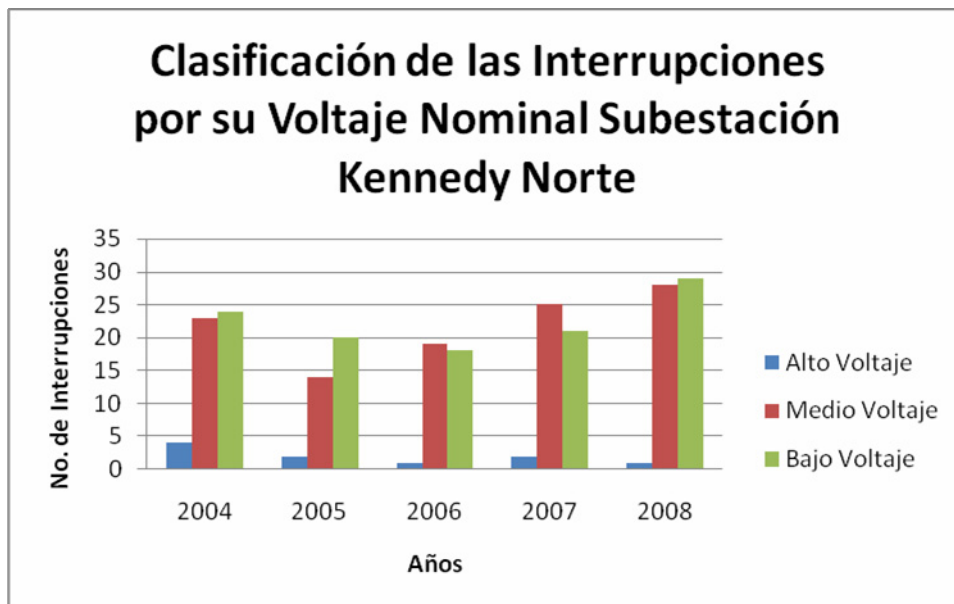
- a) Bajo voltaje
- b) Medio voltaje
- c) Alto voltaje

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         |
| <b>Alimentadoras</b>     |                    |            |         | <b>Total</b>  |
| 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) | $\sum_{i=1}^m t_i$<br>(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

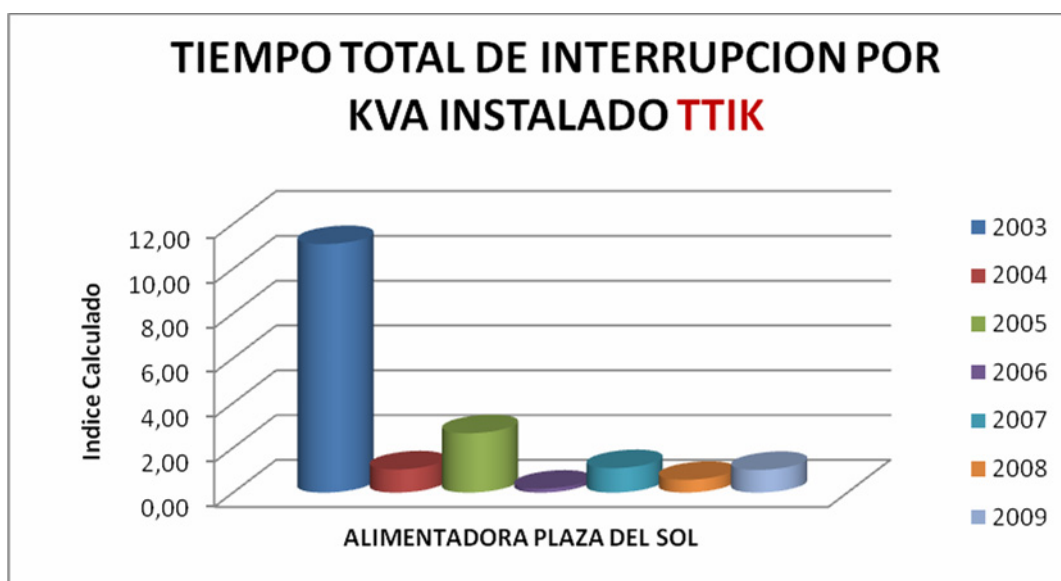


FMIK Plaza del Sol  
Grafico 85

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**

| <b>FMIK</b> |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> |
| 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**

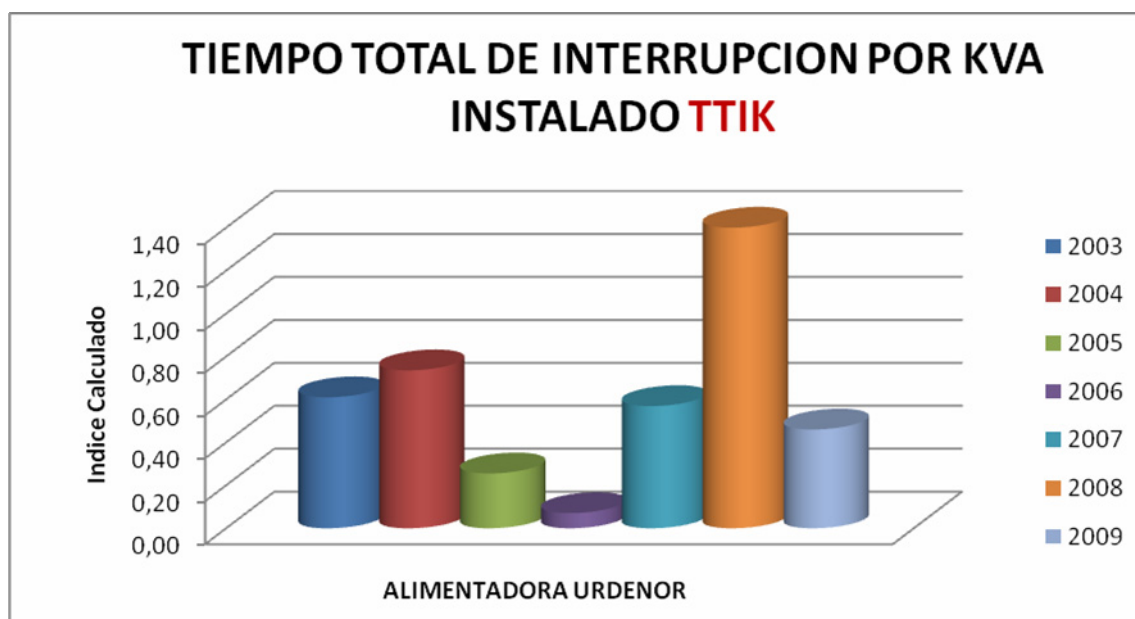
La alimentadora Urdenor, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.

| <b>TTIK</b> |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> |
| 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

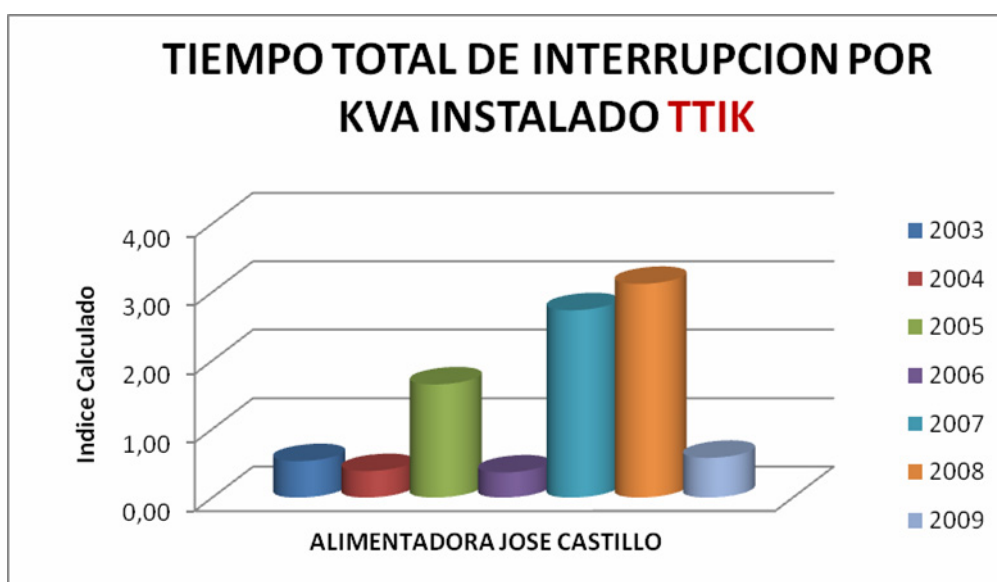
| TTIK     |        |        |        |        |        |       |       |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|          | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008  | 2009  |
| MAXIMO   | 0,5313 | 0,3861 | 1,6521 | 0,3659 | 2,7347 | 3,120 | 0,580 |
| PROMEDIO | 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

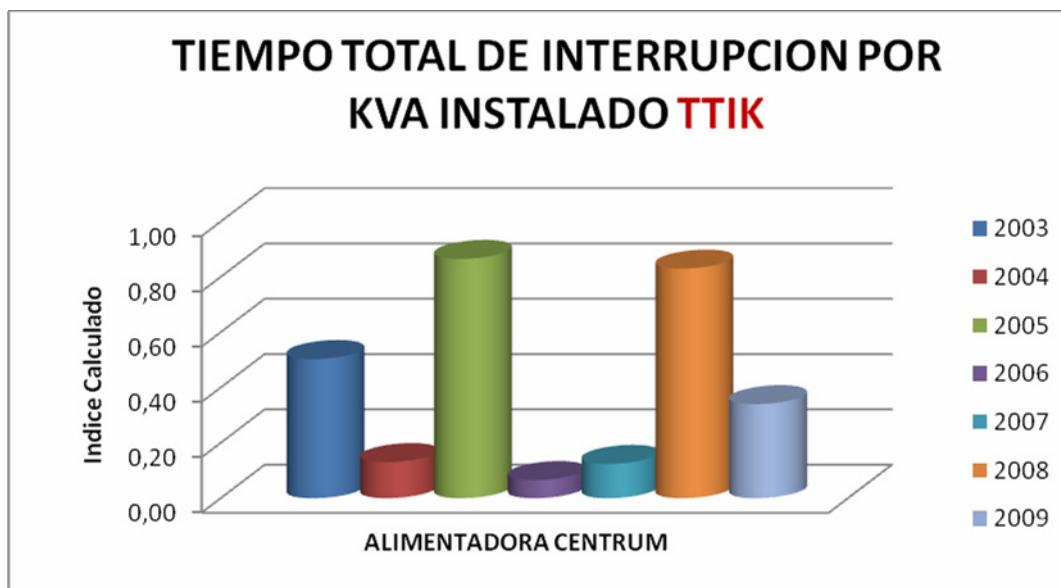


**FMIK Centrum  
Grafico 91**

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**

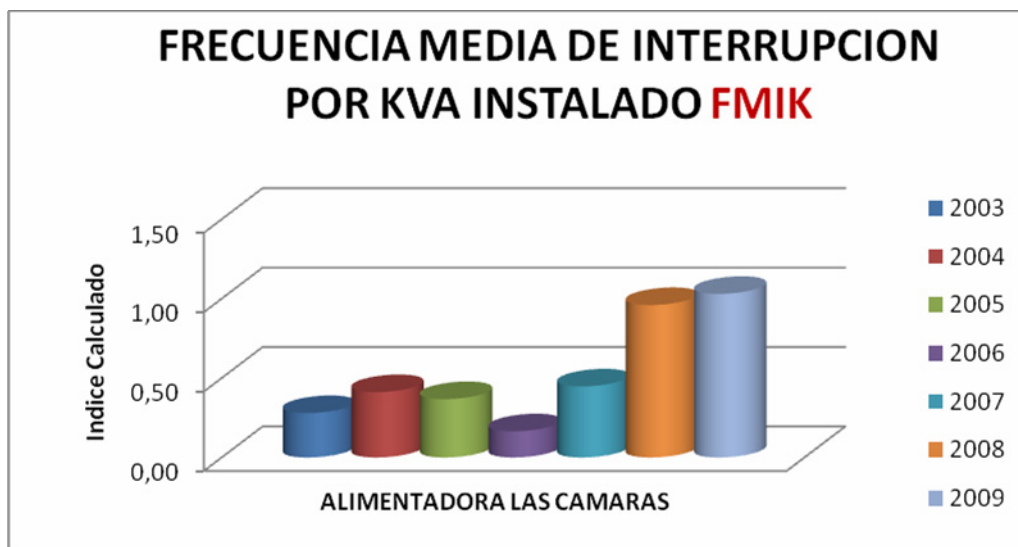
La alimentadora Word Trade Center, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (TTIK) fijado por la norma (10), durante todo el periodo de estudio.

### 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.

| <b>TTIK</b> |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> |
| 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.



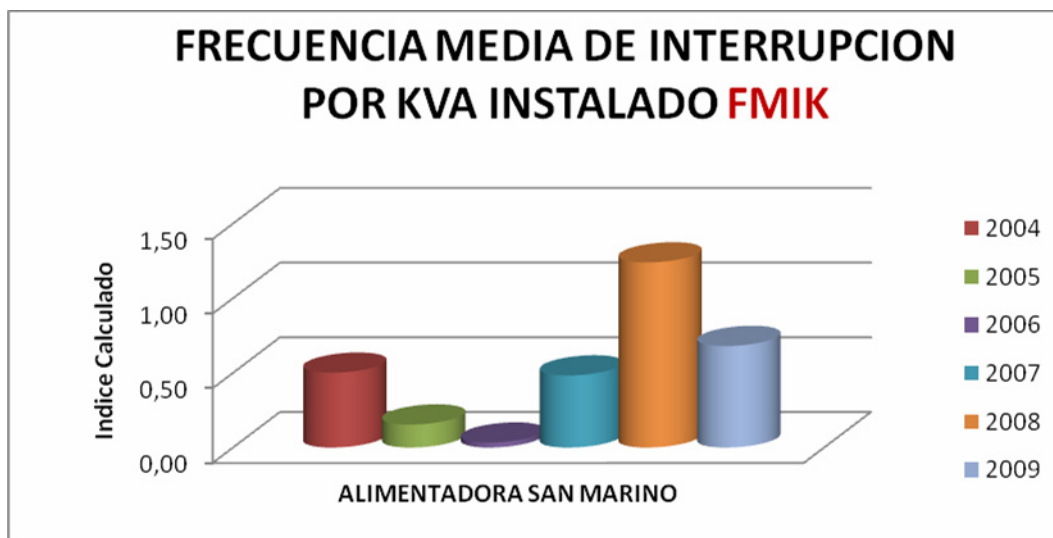
**TTIK Las cámaras  
Grafico 96**

### 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**

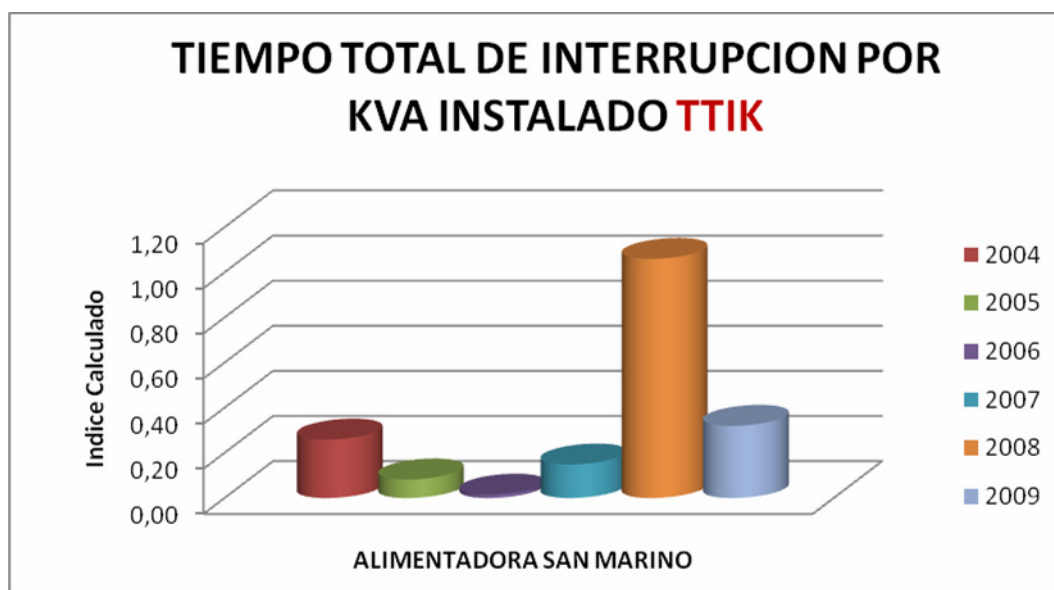
La alimentadora San Marino, de tipo urbano, ha estado por debajo del límite (FMIK) fijado por la norma (5), durante todo el periodo de estudio.



**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:

$\lambda_i$  = 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

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

Indices de confiabilidad las camaras  
Tabla CXXXIII

## 2.-Alimentadora Plaza del Sol

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

Indices de confiabilidad Plaza del Sol  
Tabla CXXXIV

## 3.-Alimentadora Urdenor

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

Indices de confiabilidad Urdenor  
Tabla CXXXV

## 4.-Alimentadora José Castillo

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

Indices de confiabilidad Jose Castillo  
Tabla CXXXVI

### 5.-Alimentadora Centrum

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

Indices de confiabilidad Centrum  
Tabla CXXXVII

### 6.-Alimentadora World Trade Center

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

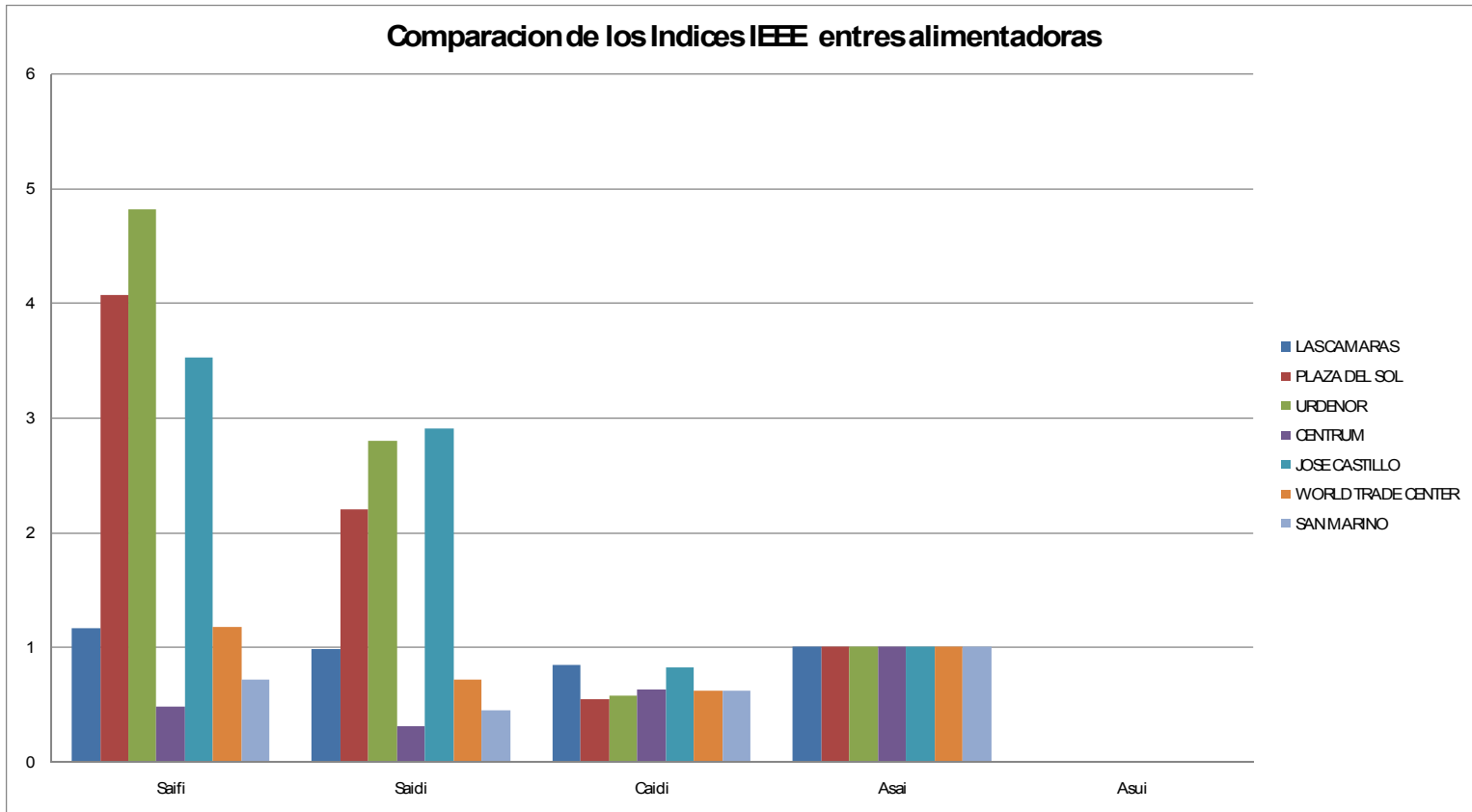
Indices de confiabilidad world Trade Center  
Tabla CXXXVIII

### 7.-Alimentadora San Marino

|              |             |                   |
|--------------|-------------|-------------------|
| <b>Saifi</b> | 0,713609862 | Int/Cons-año      |
| <b>Saidi</b> | 0,444515398 | Hrs/Cons-año      |
| <b>Caidi</b> | 0,622910952 | Hrs/Cons-interrup |
| <b>Asai</b>  | 0,999949256 |                   |
| <b>Asui</b>  | 5,07438E-05 |                   |
| <b>Ens</b>   | 0,889030796 | Mw-h/año          |
| <b>Aens</b>  | 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 ( $\lambda$ ,  $r$ ,  $U$ ,  $L$ ,  $E$ ) 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       |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| <b>POSTES</b><br>Postes               | \$187.15    |             | \$80.00   | \$267.11    |
| <b>CONDUCTOR</b><br>Costo por Km.     | \$4,030.00  |             | \$750.00  | \$4,780.00  |
| <b>SECCIONADOR</b><br>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 |
| <b>FUSIBLE</b>                        | <b>Tira</b> | <b>Caja</b> |           |             |
| 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    |
|                                       |             |             |           |             |
| <b>RECONECTADOR</b><br>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         |
|                      | $\Sigma Ce_i$       | \$ 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             |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 15.971,39</b> |

Costos de las Cámaras  
Tabla CXLII

### 2.-Alimentadora Plaza del Sol

|                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Costos al Consumidor | $\Sigma Ci.\lambda$ | \$ 37.608,00        |
|                      | $\Sigma Ce_i$       | \$ 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             |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 62.850,74</b> |

Costos de Plaza del Sol  
Tabla CXLIII

### 3.-Alimentadora Urdenor

|                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Costos al Consumidor | $\Sigma Ci.\lambda$ | \$ 23.544,82        |
|                      | $\Sigma Ce_i$       | \$ 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             |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 36.301,20</b> |

Costos de Urdenor  
Tabla CXLIV

#### 4.-Alimentadora José Castillo

|                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Costos al Consumidor | $\Sigma Ci.\lambda$ | \$ 12.082,53        |
|                      | $\Sigma Cei$        | \$ 19.037,79        |
| Costos a la Empresa  | $\Sigma Ceu.E$      | \$ 301,00           |
| Inversion            | Cr                  | \$ 0,00             |
| Mantenimiento        | Cm                  | \$ 120,00           |
| Perdidas             | Cs                  | \$ 0,00             |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 31.240,31</b> |

Costos de Jose Castillo  
Tabla CXLV

#### 5.-Alimentadora Centrum

|                      |                     |                    |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| Costos al Consumidor | $\Sigma Ci.\lambda$ | \$ 1.015,46        |
|                      | $\Sigma Cei$        | \$ 674,66          |
| Costos a la Empresa  | $\Sigma Ceu.E$      | \$ 12,10           |
| Inversion            | Cr                  | \$ 0,00            |
| Mantenimiento        | Cm                  | \$ 120,00          |
| Perdidas             | Cs                  | \$ 0,00            |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 1.822,22</b> |

Costos de Centrum  
Tabla CXLVI

#### 6.-Alimentadora World Trade Center

|                      |                     |                    |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| Costos al Consumidor | $\Sigma Ci.\lambda$ | \$ 5.663,71        |
|                      | $\Sigma Cei$        | \$ 2.800,09        |
| Costos a la Empresa  | $\Sigma Ceu.E$      | \$ 50,21           |
| Inversion            | Cr                  | \$ 0,00            |
| Mantenimiento        | Cm                  | \$ 120,00          |
| Perdidas             | Cs                  | \$ 0,00            |
| <b>COSTO TOTAL</b>   |                     | <b>\$ 8.634,01</b> |

Costos de World Trade Center  
Tabla CXLVII

## 7.-Alimentadora San marino

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

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.

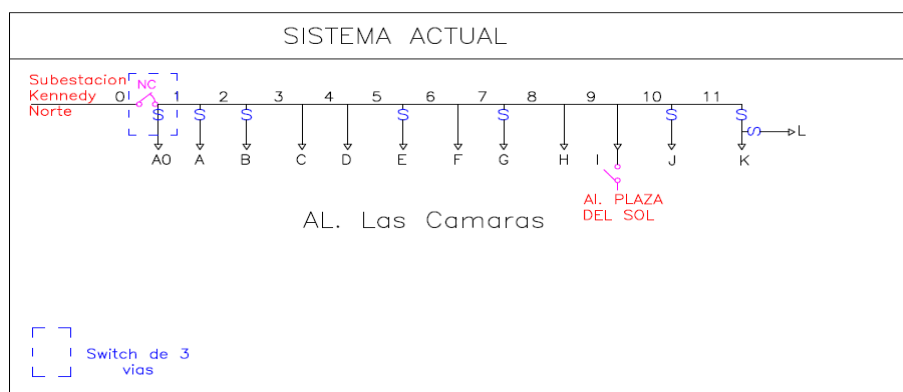
Nota: Se pueden revisar los anexos de “Rediseño del sistema de protecciones basado en la calidad del servicio” donde se encuentran los planos de las mejoras y se podrá encontrar su ubicación real en el sistema.

## 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:

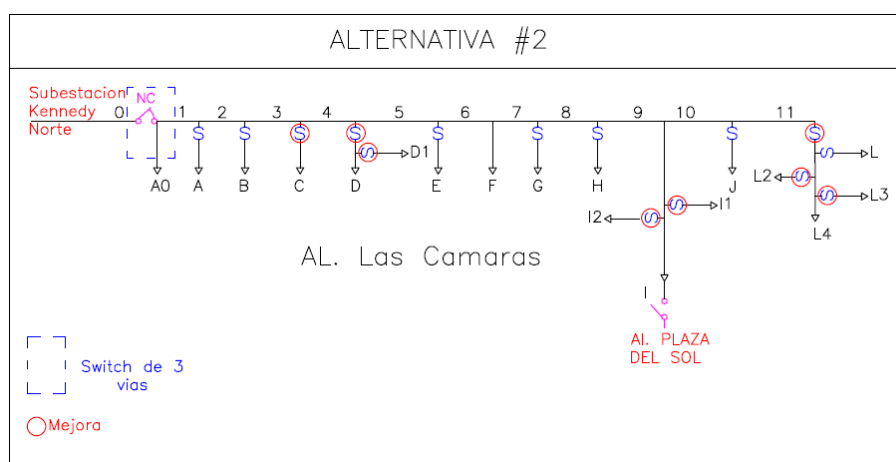
En este diseño se pretende incrementar la confiabilidad de la alimentadora instalando cinco fusibles en puntos estratégicos con el objeto de disminuir la frecuencia de salida del servicio del sistema.

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 más, 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**

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

**Indices con alternativa 2 las Camaras  
Tabla CLI**

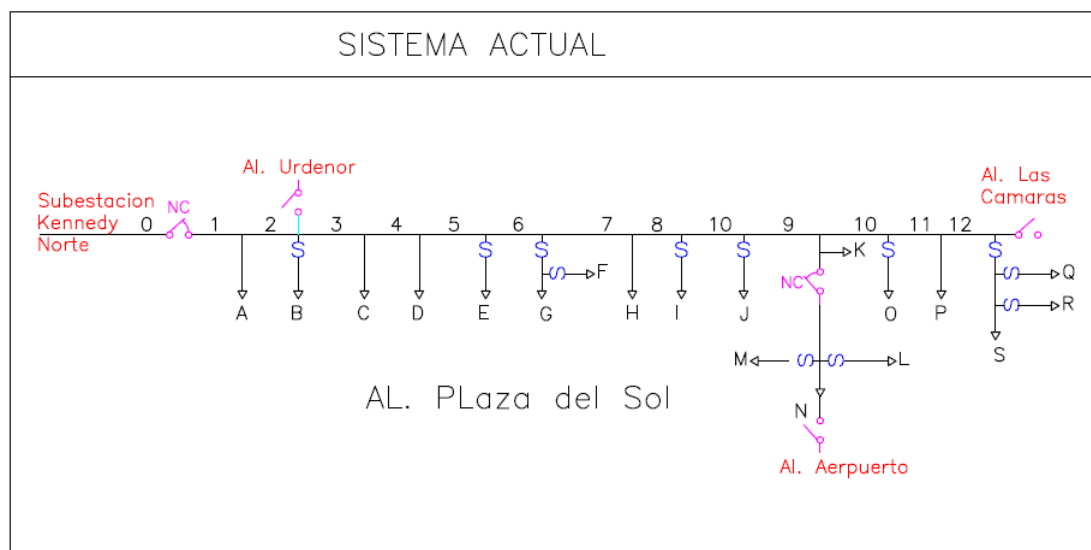
|                       | <b>Alternativa 2</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 6.236,19             |
| Costo de inversión    | \$ 158,60            |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 6.394,79</b>   |

**Costos con alternativa 2 las Camaras  
Tabla CLII**

## 2.-Alimentadora Plaza del Sol

La alimentadora Plaza del Sol cuenta con los siguientes componentes

- ✓ 12 fusibles. .
- ✓ 5 seccionadores aéreos en total, 4 de los cuales permiten la interconexión con otras alimentadoras como aeropuerto, las cámaras, Aeropuerto y Urdenor. El quinto seccionador esta normalmente cerrado y el sexto se encuentra al comienzo de la alimentadora y esta normalmente cerrado.

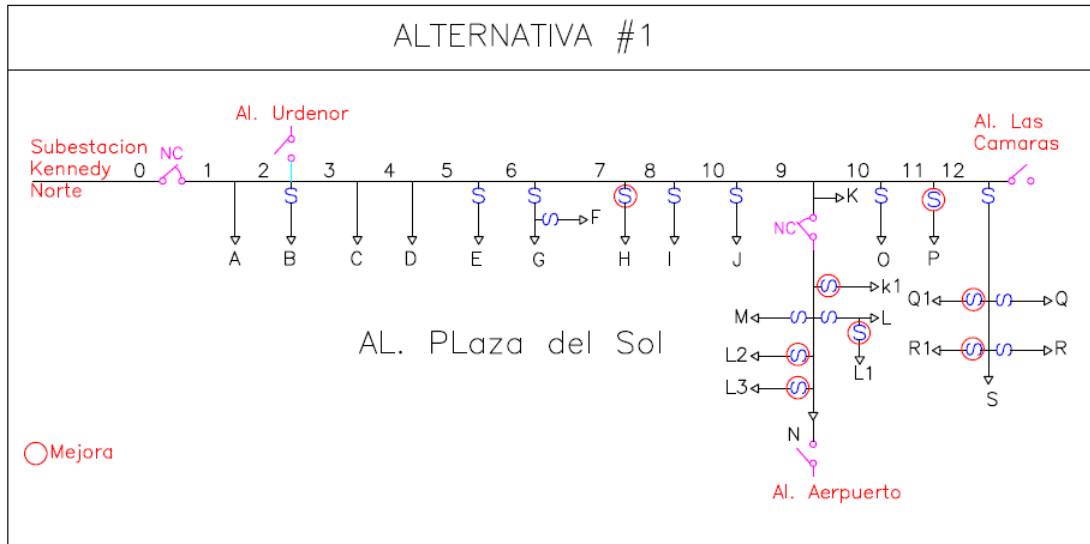


**Diagrama unifilar Plaza del sol**  
**Grafico 103**

### MEJORA 1:

Se incluyen en 8 puntos la instalación de fusibles de tal manera que al provocarse alguna falla en cualquiera de estos ramales solo el ramal

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**

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

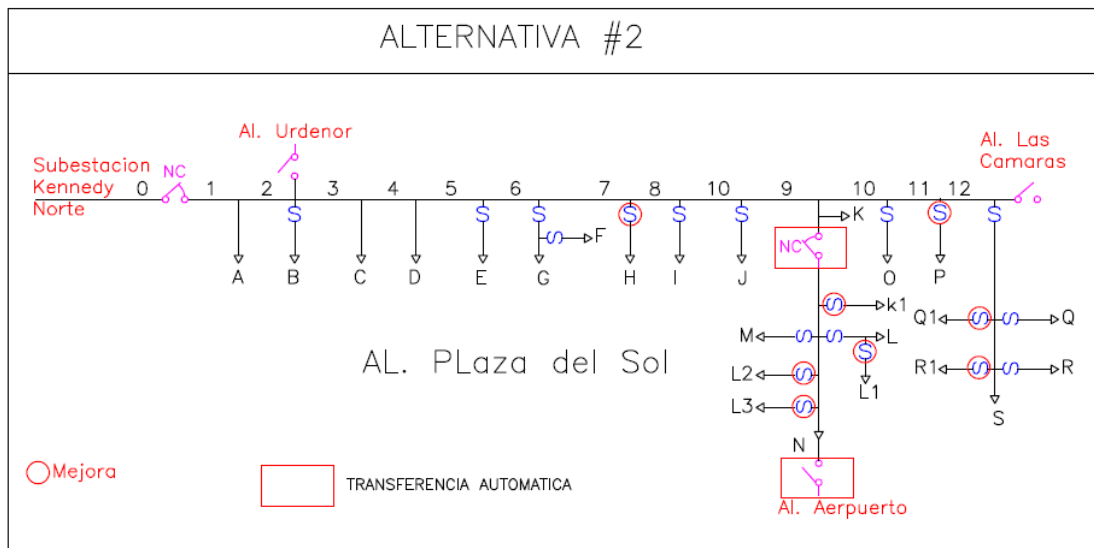
**Indices con alternativa 1 Plaza del Sol  
Tabla CLIII**

|                       | <b>Alternativa 1</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 50.596,04            |
| Costo de inversión    | \$ 236,83            |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 50.832,87</b>  |

**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**

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

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

|                       | <b>Alternativa 2</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 48.909,40            |
| Costo de inversión    | \$ 1.496,77          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 50.406,17</b>  |

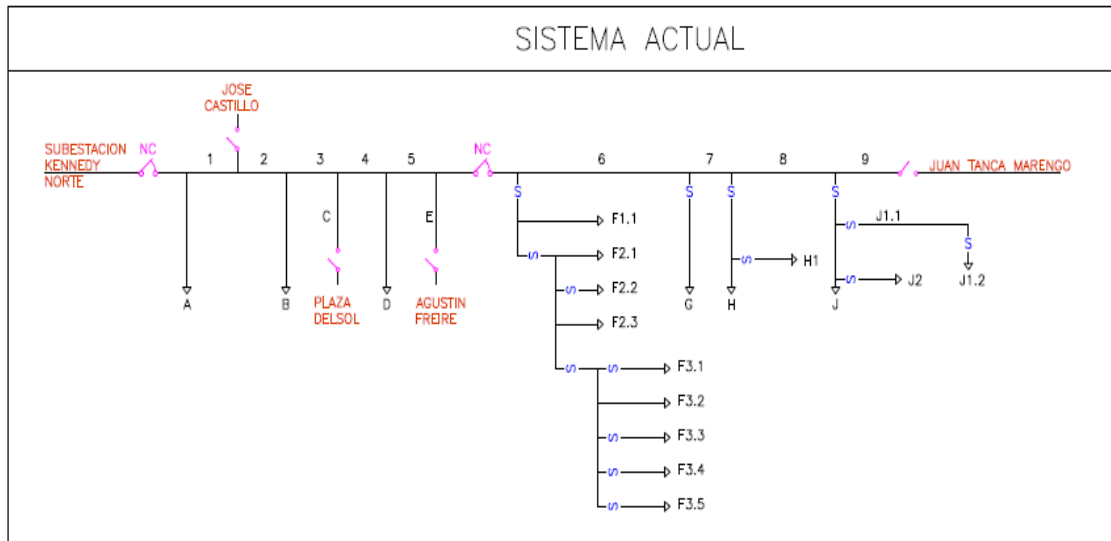
**Costos con alternativa 2 Plaza del Sol**  
**Tabla CLVI**

### **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.

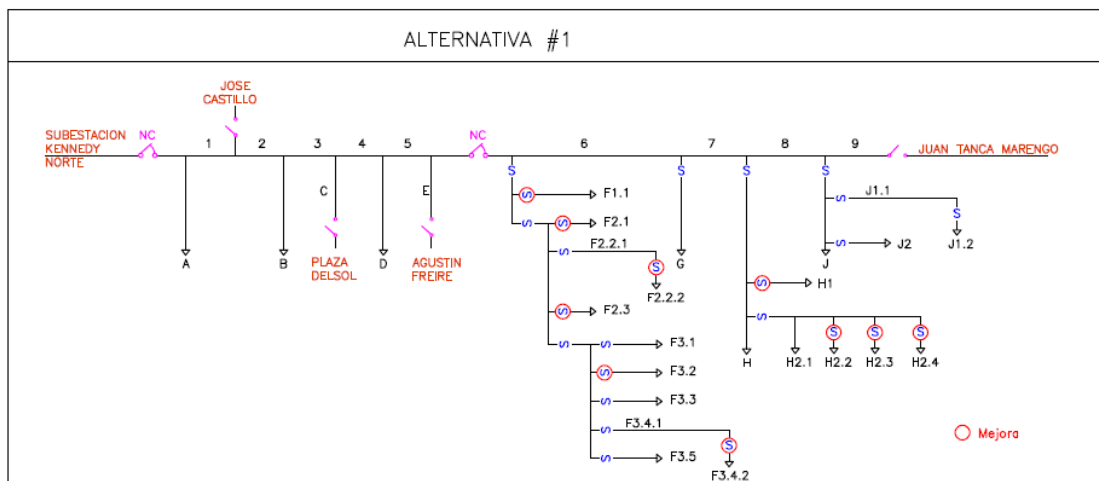




**Diagrama unifilar Urdenor  
Grafico 106**

**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**

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

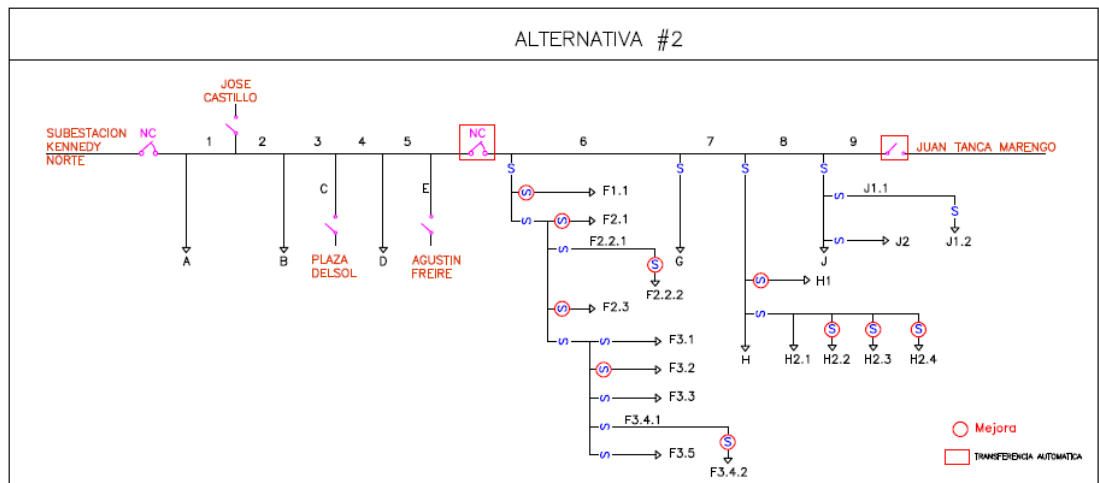
**Indices con alternativa 1 Urdenor  
Tabla CLVII**

|                       | <b>Alternativa 1</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 16.962,91            |
| Costo de inversión    | \$ 160,36            |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 17.123,27</b>  |

**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**

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

**Indices con alternativa 2 Urdenor**  
**Tabla CLIX**

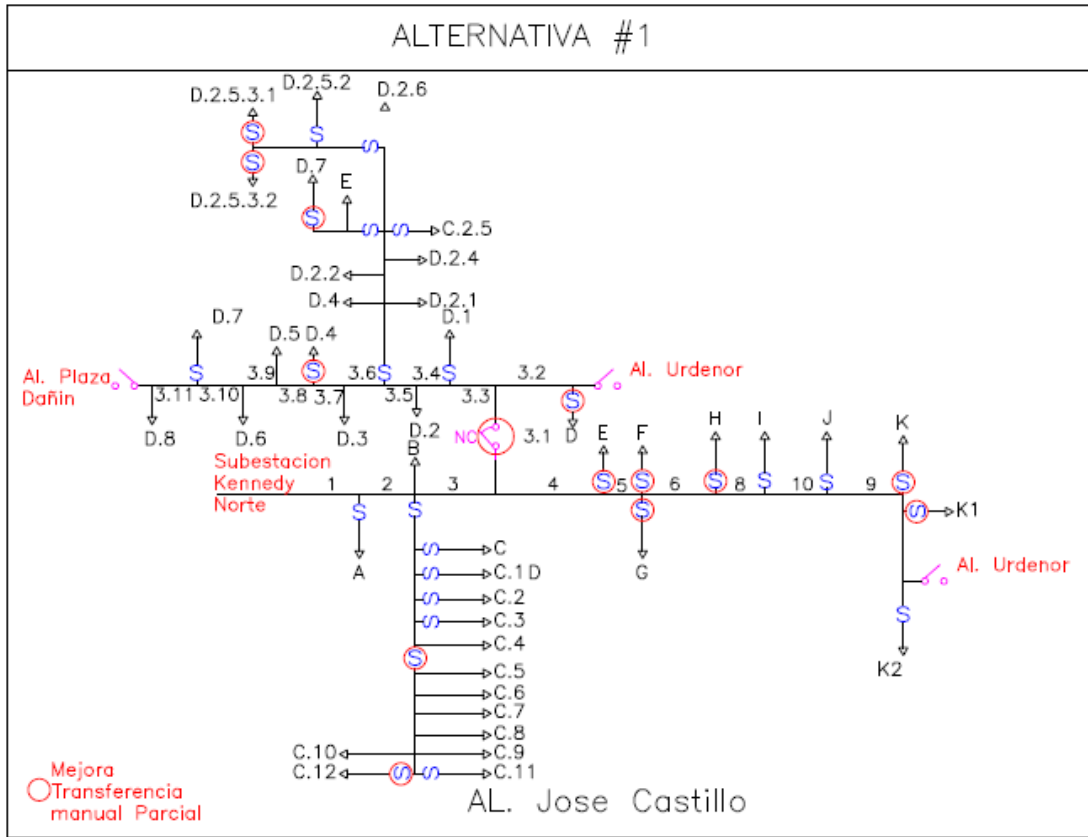
|                       | <b>Alternativa 2</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 9.465,26             |
| Costo de inversión    | \$ 2.300,00          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 11.765,26</b>  |

**Costos con alternativa 2 Urdenor**  
**Tabla CLX**



**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**

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

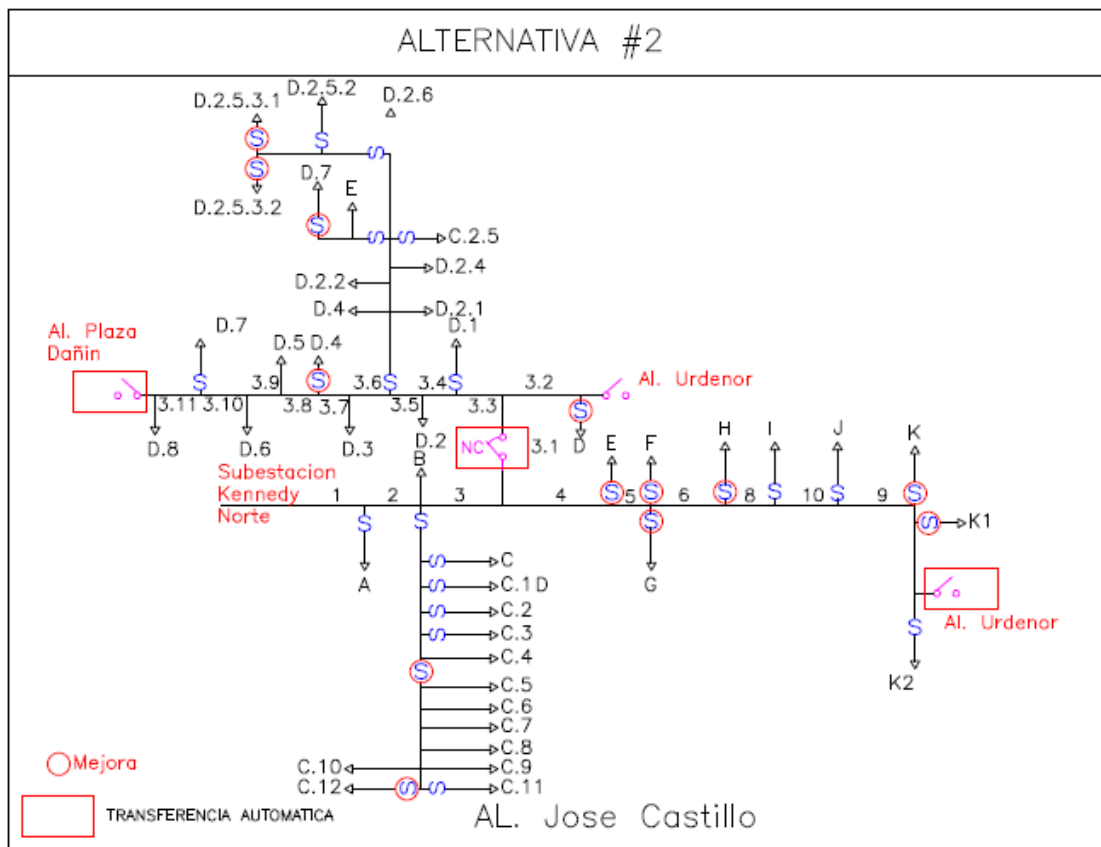
**Indices con alternativa 1 Jose Castillo  
Tabla CLXI**

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
|                       | <b>Alternativa 1</b> |
| Costo de Interrupción | 21.372,39            |
| Costo de inversión    | \$ 803,50            |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 22.175,89</b>  |

**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**

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

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

|                       | <b>Alternativa 2</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 16.819,95            |
| Costo de inversión    | \$ 2.604,36          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 19.424,31</b>  |

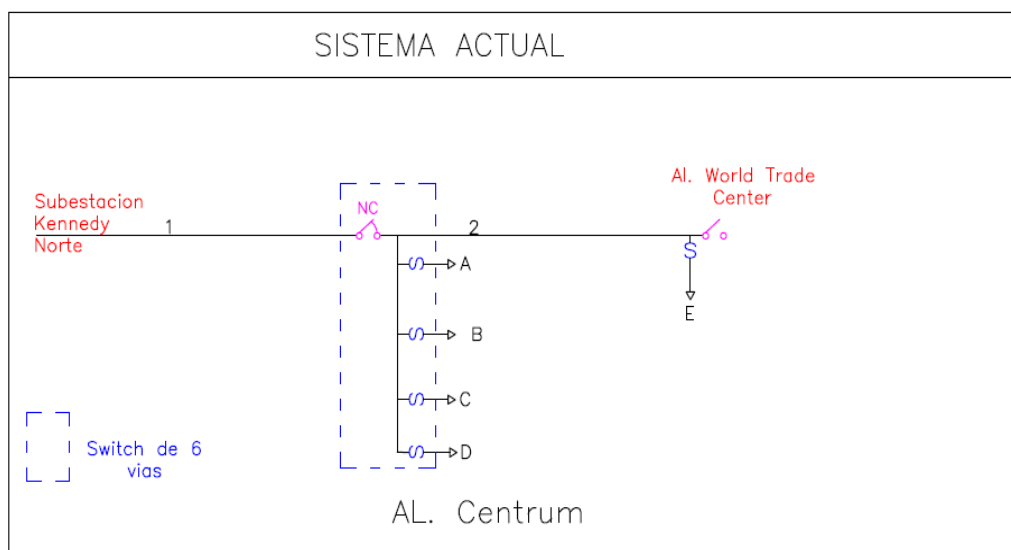
**Costos con alternativa 2 Jose Castillo  
Tabla CLXIV**

## 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.

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

**Indices con alternativa 1 Centrum**  
**Tabla CLXV**

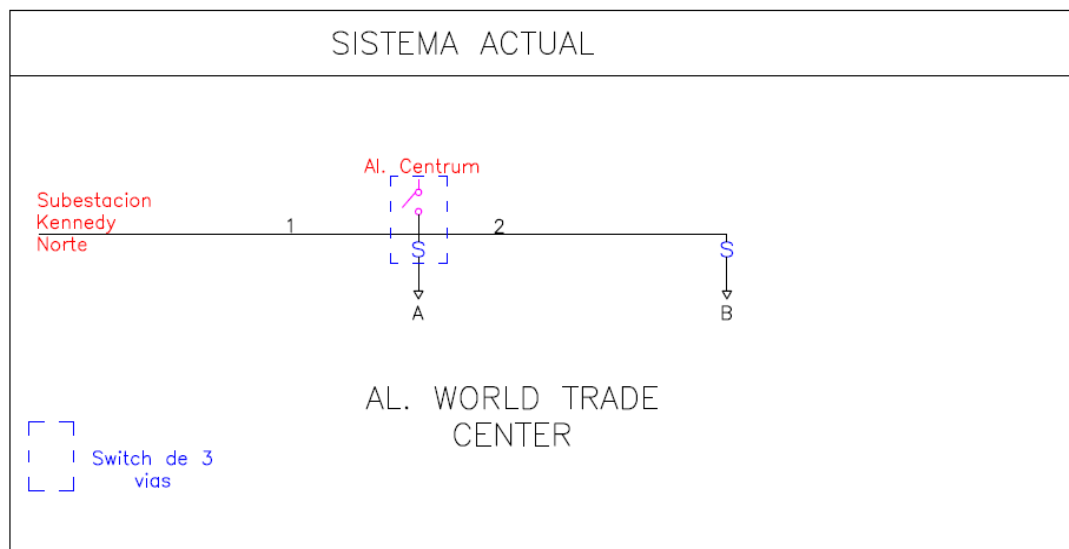
|                       | <b>Alternativa 1</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 1.539,71             |
| Costo de inversión    | \$ 1.268,77          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 2.808,48</b>   |

**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.

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

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

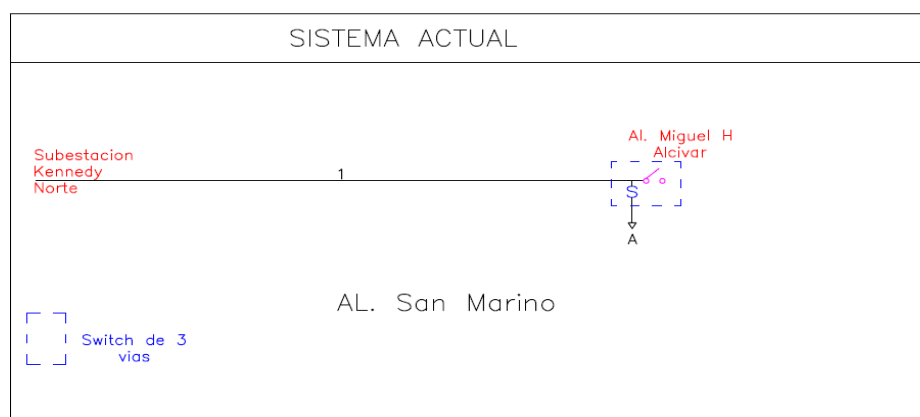
|                       | <b>Alternativa 1</b> |
|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 7.227,90             |
| Costo de inversión    | \$ 1.268,77          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 8.496,67</b>   |

**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.

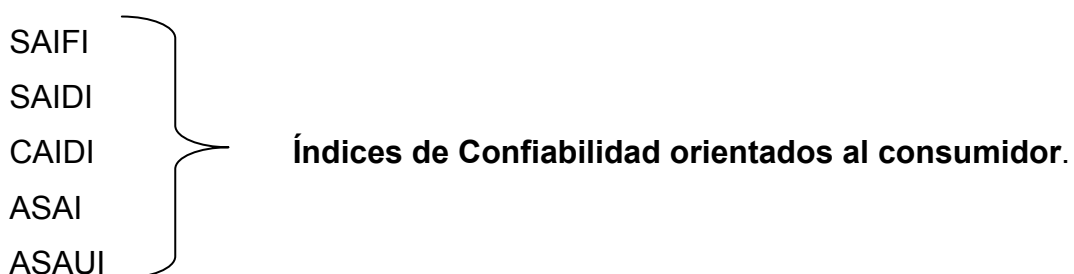


**Diagrama unifilar San Marino  
Grafico 114**

### 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 |
|--------------|----------------|---------------|---------------|
| <b>Saifi</b> | 1,160193356    | 1,000772918   | 0,841269965   |
| <b>Saidi</b> | 0,981419501    | 0,869129065   | 0,791182167   |
| <b>Caidi</b> | 0,845910292    | 0,868457818   | 0,940461684   |
| <b>Asai</b>  | 0,999887966    | 0,999900784   | 0,999909682   |
| <b>Asui</b>  | 0,000112034    | 0,000099216   | 0,000090318   |
| <b>Ens</b>   | 2,532483820    | 2,225306013   | 2,008416728   |
| <b>Aens</b>  | 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          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 15.971,39</b> | <b>\$ 7.565,94</b> | <b>\$ 6.394,79</b> |

|                             | 802             | 802            | 802            |
|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| <b>Num. De Consumidores</b> |                 |                |                |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | <b>\$ 19,91</b> | <b>\$ 9,43</b> | <b>\$ 7,97</b> |

**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         |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 62.850,74</b> | <b>\$ 50.832,87</b> | <b>\$ 50.406,17</b> |

|                             |                 |                 |                 |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Num. De Consumidores</b> | 1500            | 1500            | 1500            |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | <b>\$ 41,90</b> | <b>\$ 33,89</b> | <b>\$ 33,60</b> |

#### 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         |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 36.301,20</b> | <b>\$ 17.123,27</b> | <b>\$ 11.765,26</b> |

|                             |                 |                 |                |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Num. De Consumidores</b> | 1458            | 1458            | 1458           |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | <b>\$ 24,90</b> | <b>\$ 11,74</b> | <b>\$ 8,07</b> |

#### Comparacion de los indices Urdenor Tabla CLXXI

### Alimentadora José Castillo

| Jose Castillo | Sistema Actual | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
|---------------|----------------|---------------|---------------|
| <b>Saifi</b>  | 3,525147224    | 2,545966071   | 2,525855475   |
| <b>Saidi</b>  | 2,902620146    | 1,932899021   | 1,396490702   |
| <b>Caidi</b>  | 0,823403949    | 0,759200620   | 0,552878308   |
| <b>Asai</b>   | 0,999668651    | 0,999779349   | 0,999840583   |
| <b>Asui</b>   | 0,000331349    | 0,000220651   | 0,000159417   |
| <b>Ens</b>    | 8,192721164    | 5,622603129   | 4,342036921   |
| <b>Aens</b>   | 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         |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 31.240,31</b> | <b>\$ 22.175,89</b> | <b>\$ 19.424,31</b> |

|                             |          |          |         |
|-----------------------------|----------|----------|---------|
| <b>Num. De Consumidores</b> | 2192     | 2192     | 2192    |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | \$ 14,25 | \$ 10,12 | \$ 8,86 |

Comparacion de los indices jose Castillo  
Tabla CLXXII

### Alimentadora Centrum

| Centrum      | Sistema Actual | Alternativa 1 |
|--------------|----------------|---------------|
| <b>Saifi</b> | 0,481898281    | 0,481898281   |
| <b>Saidi</b> | 0,305488450    | 0,182160914   |
| <b>Caidi</b> | 0,633927245    | 0,378006980   |
| <b>Asai</b>  | 0,999965127    | 0,999979205   |
| <b>Asui</b>  | 0,000034873    | 0,000020795   |
| <b>Ens</b>   | 0,139526777    | 0,080699543   |
| <b>Aens</b>  | 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        |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 1.822,22</b> | <b>\$ 2.808,48</b> |

|                             |         |         |
|-----------------------------|---------|---------|
| <b>Num. De Consumidores</b> | 1100    | 1100    |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | \$ 1,66 | \$ 2,55 |

Comparacion de los indices las Centrum  
Tabla CLXXIII



**Alimentadora World Trade Center**

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

|                       | <b>Sistema Actual</b> | <b>Alternativa 1</b> |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Costo de Interrupción | 8.634,01              | 7.227,90             |
| Costo de inversión    | \$ 0,00               | \$ 1.268,77          |
| <b>Costo Total</b>    | <b>\$ 8.634,01</b>    | <b>\$ 8.496,67</b>   |

|                             |                |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| <b>Num. De Consumidores</b> | 910            | 910            |
| <b>COSTO por Consumidor</b> | <b>\$ 9,49</b> | <b>\$ 9,34</b> |

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 <sup>2</sup> | Indiana Utilities <sup>3</sup> | North American Utilities <sup>4</sup> | I&M <sup>5</sup> | Indiana Utilities <sup>6</sup> | North American Utilities <sup>7</sup> | I&M <sup>8</sup> | Indiana Utilities <sup>9</sup> | North American Utilities <sup>10</sup> |
| 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:

| <b>Índice</b> | <b>Tipo de Sistema</b> | <b>Operación Meta</b>            |
|---------------|------------------------|----------------------------------|
| 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**

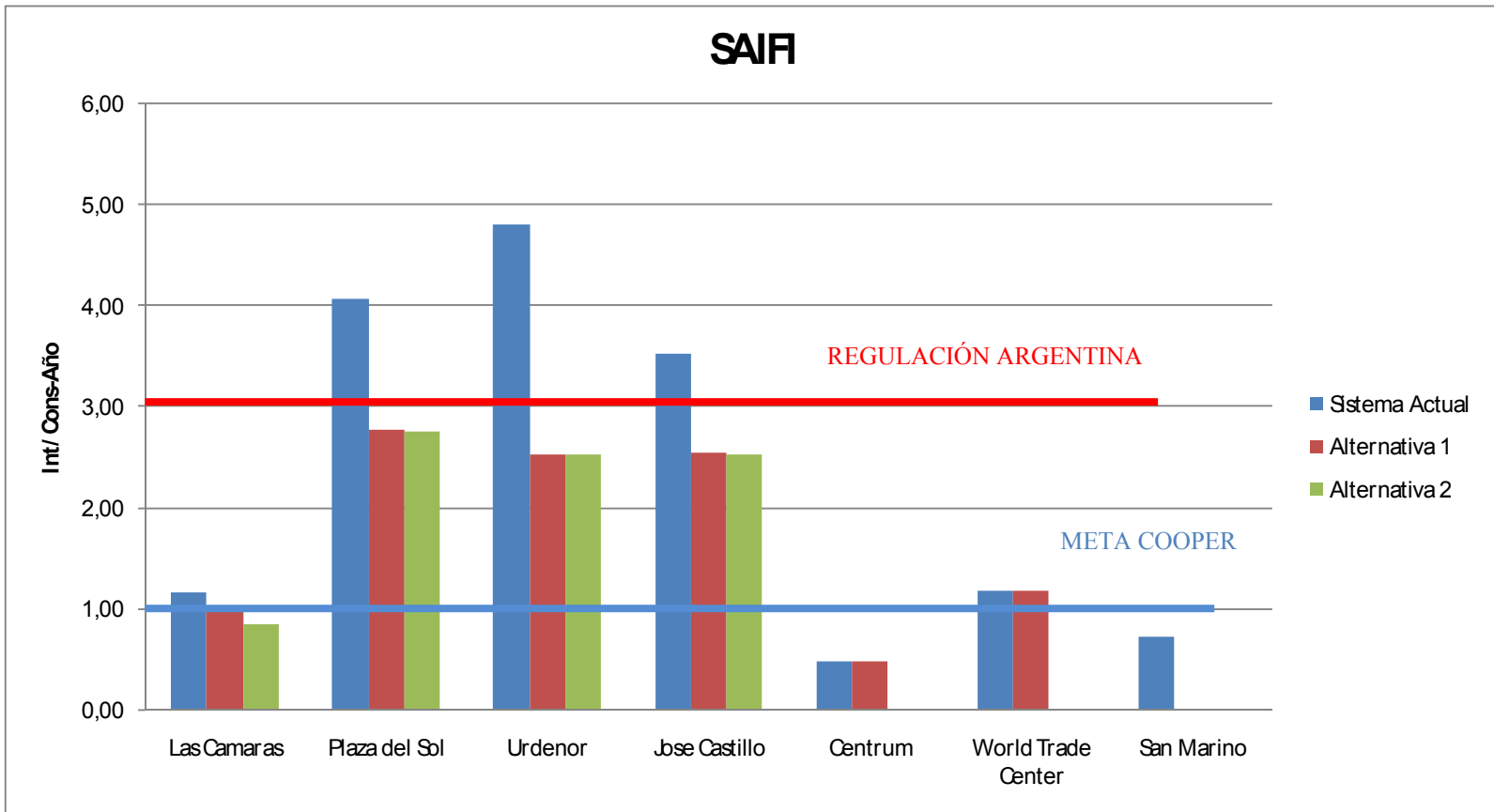
Con respecto a países sudamericanos comparamos con las normas Argentinas, las cuales se encuentran en la regulación “Calidad del Servicio Público de Electricidad/ Edenor-Argentina”

|                      | SAIFI | SAIDI |
|----------------------|-------|-------|
| Regulacion Argentina | 4     | 3     |

**Índice Normas Argentinas**  
**Tabla CLXXVII**

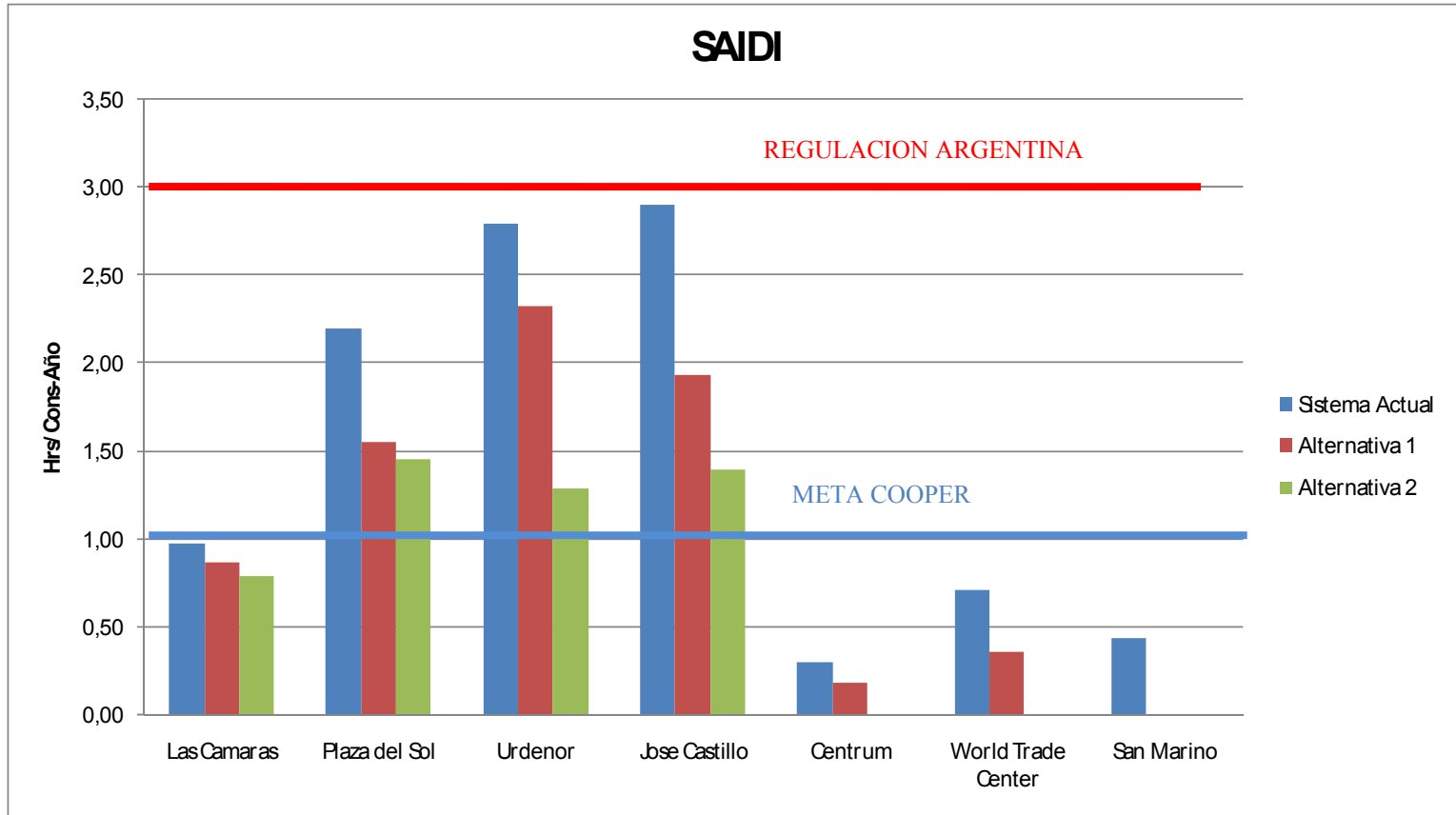
A continuación se presentan todos los índices IEEE 1366-1998, comparando el estado actual con las diferentes alternativas planteadas.

**SAIFI (Índice de frecuencia de interrupción promedio del Sistema)**



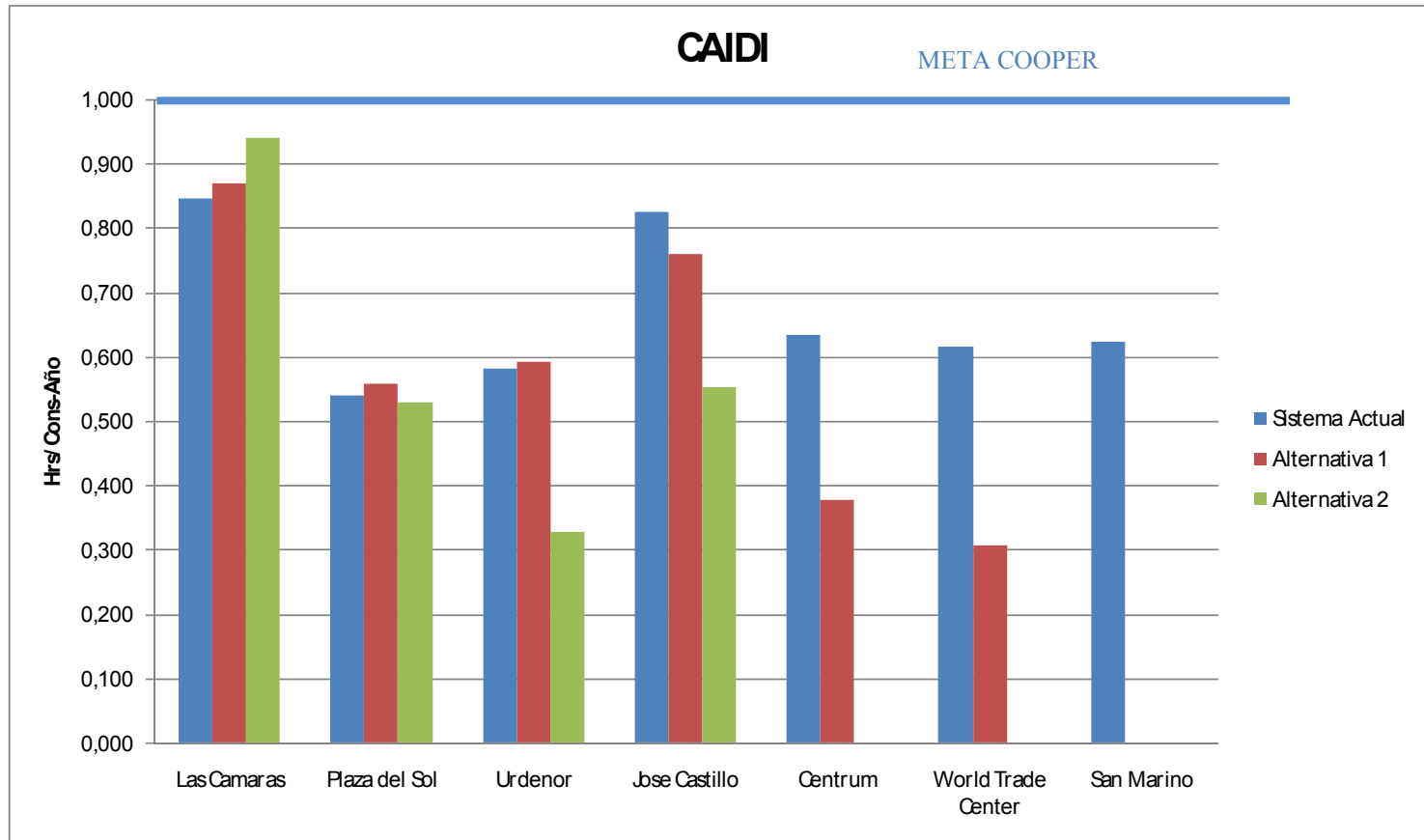
**Comparación de SAIFI de cada alimentadora  
Grafico 115**

### SAIDI (Índice de la duración de la interrupción promedio del Sistema)



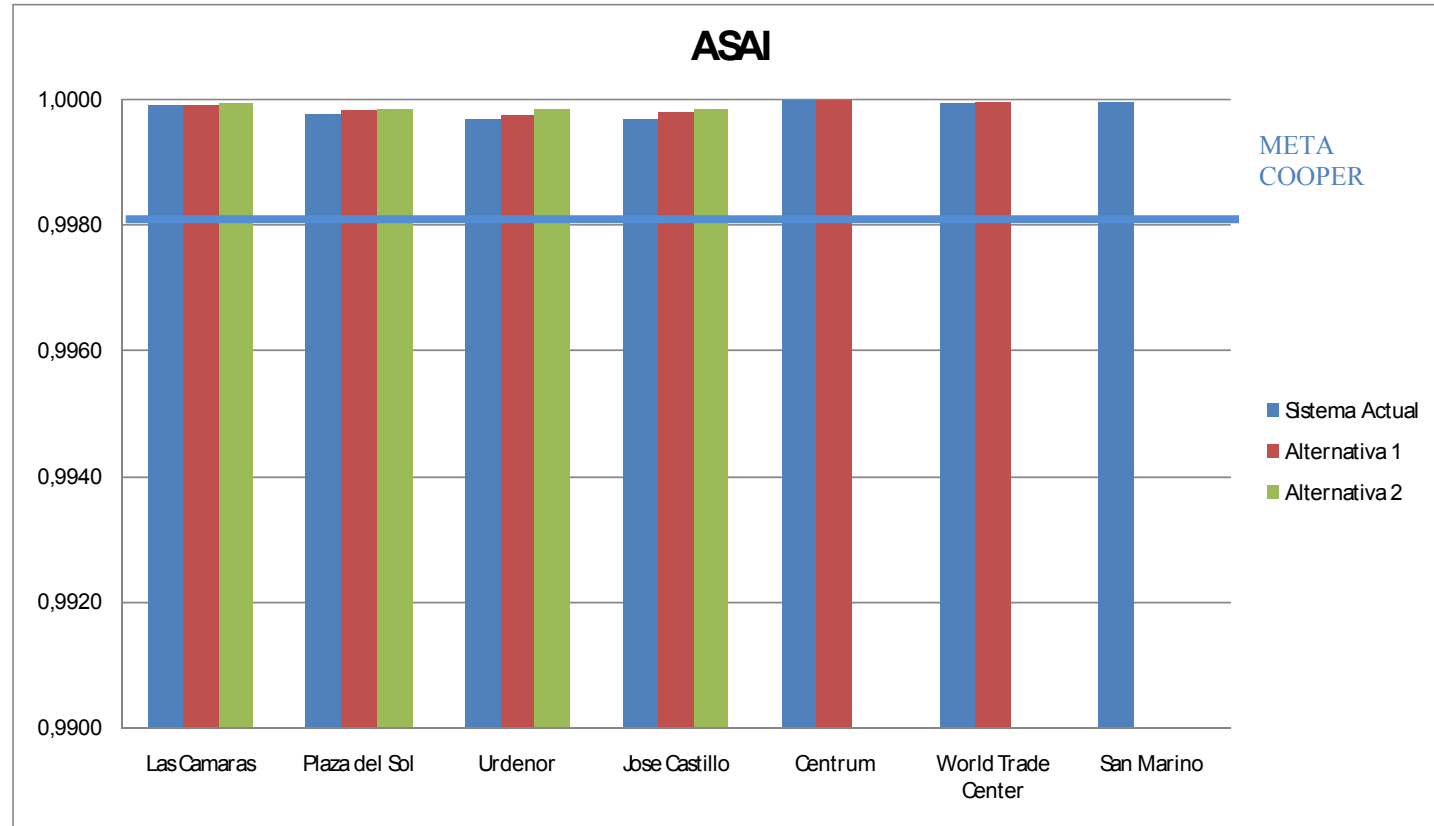
Comparación de SAIDI de cada alimentadora  
Grafico 116

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



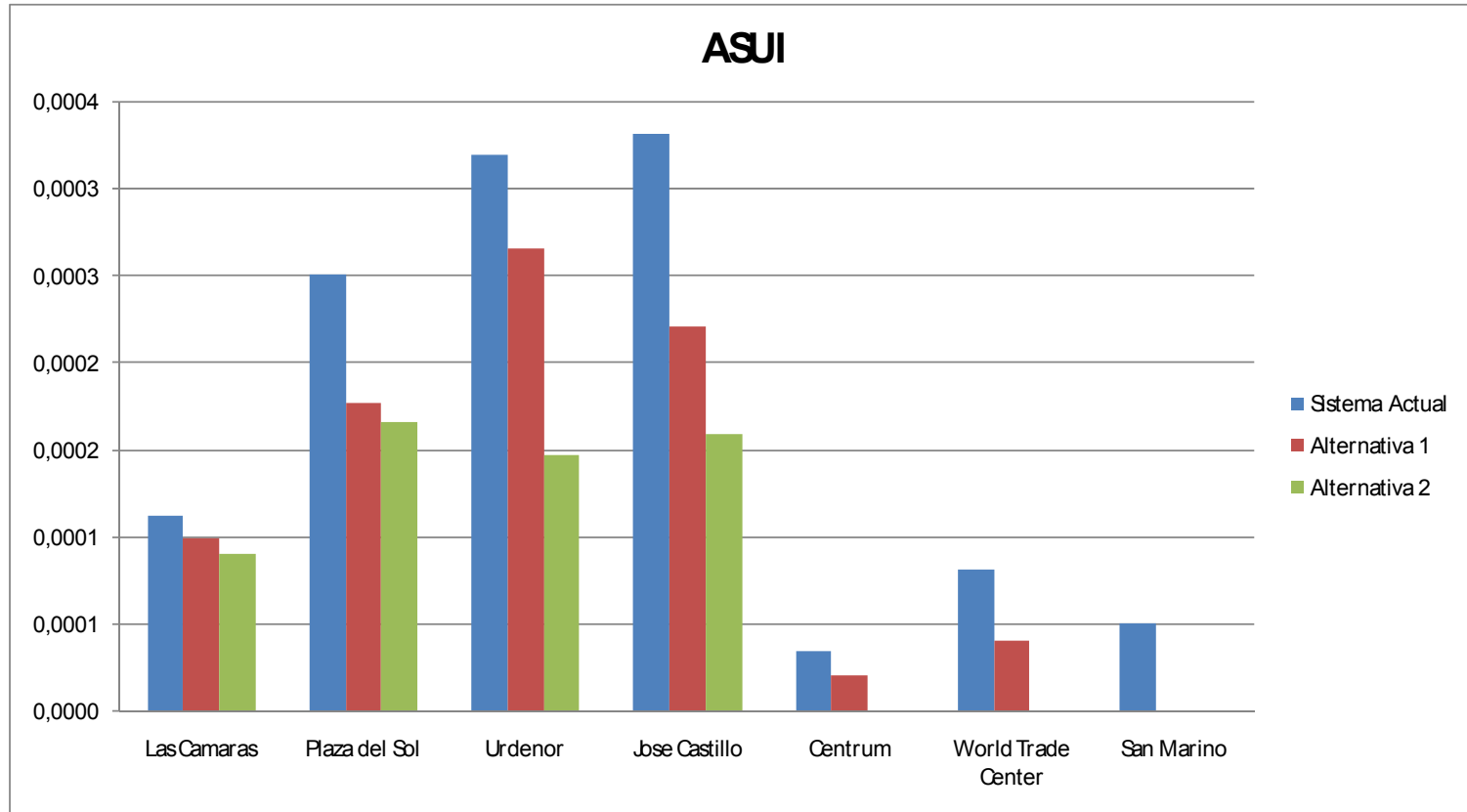
**Comparación de CAIDI de cada alimentadora  
Grafico 117**

### ASAI (Índice de la disponibilidad promedio del servicio)



Comparación de ASAI de cada alimentadora  
Grafico 118

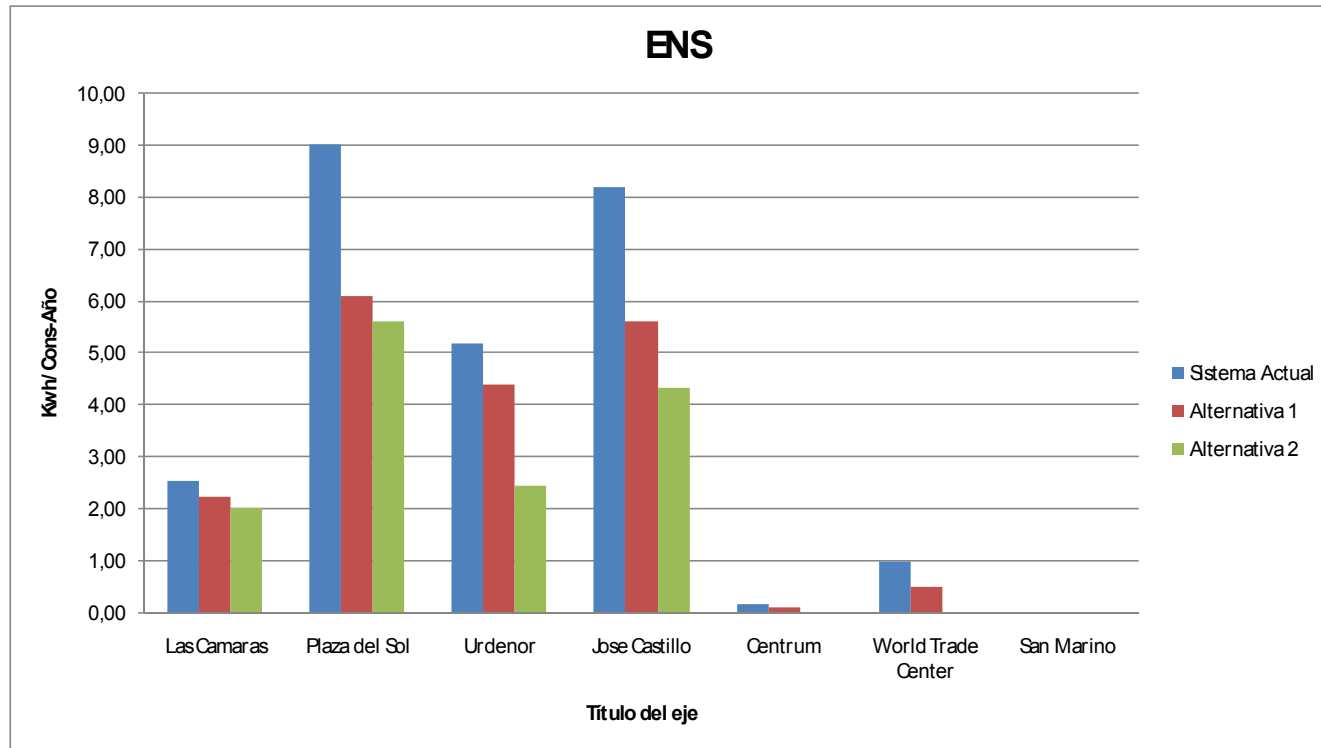
**ASUI (Índice de la indisponibilidad promedio del servicio)**



**Comparación de ASUI de cada alimentadora  
Grafico 119**

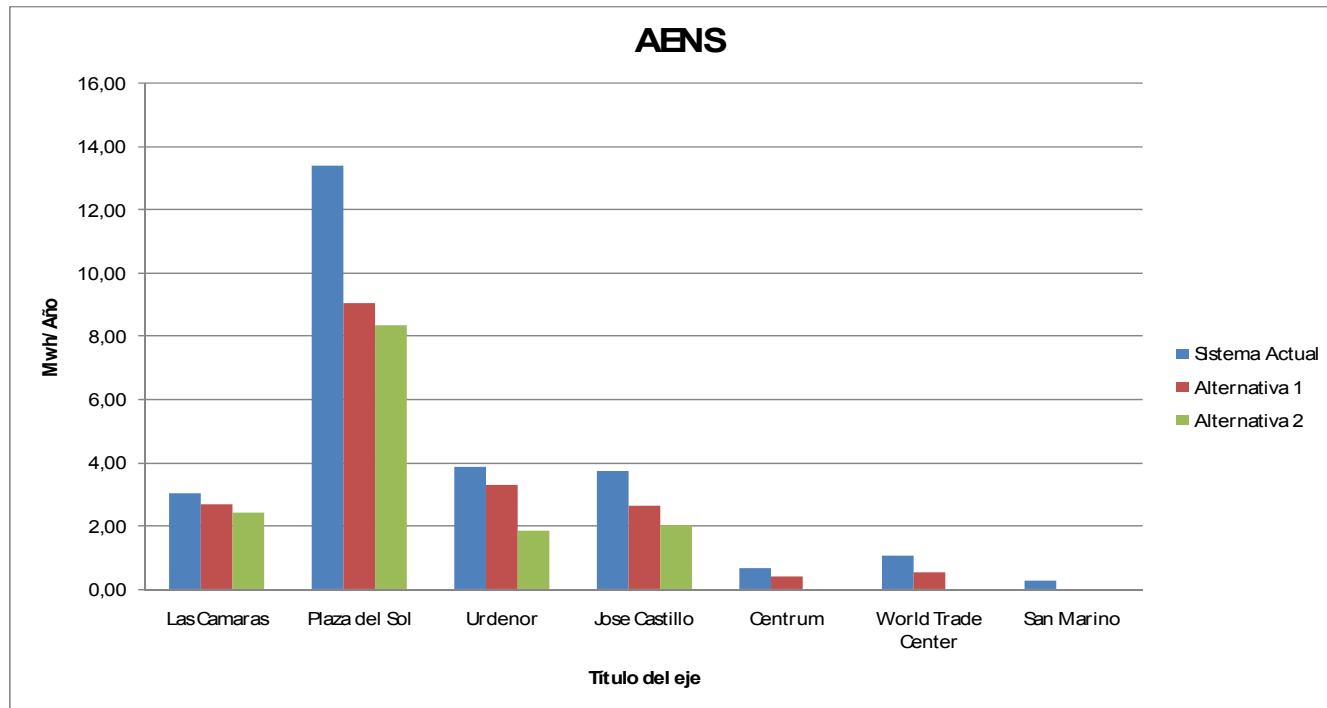


## ENS (Índice de energía no suplida)



**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.

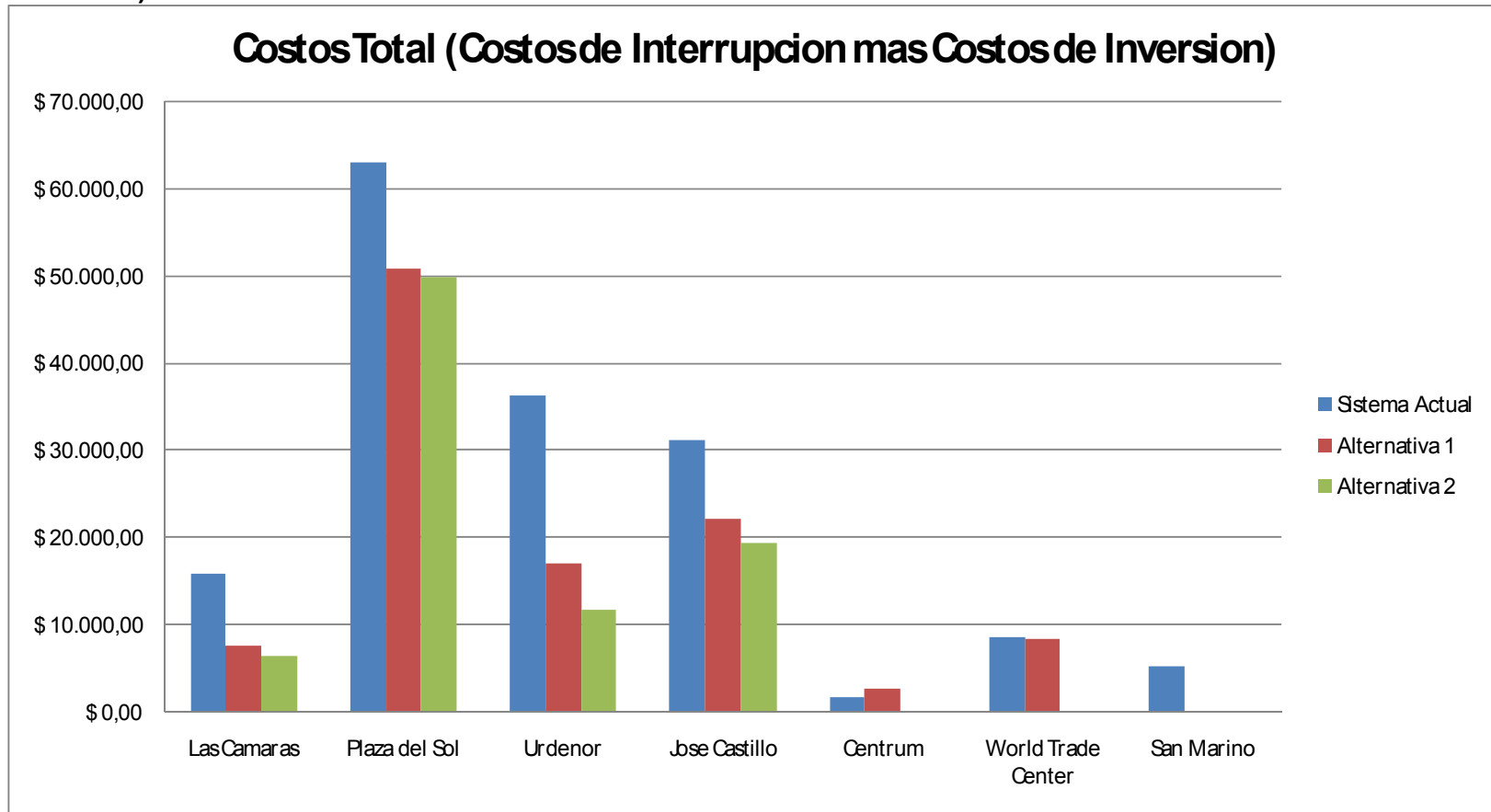
De una u otra forma la suma de estos dos variables al final deben concluir que el costo total debe ser el menor y que estos a la vez produzcan un beneficio mayor.

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)**

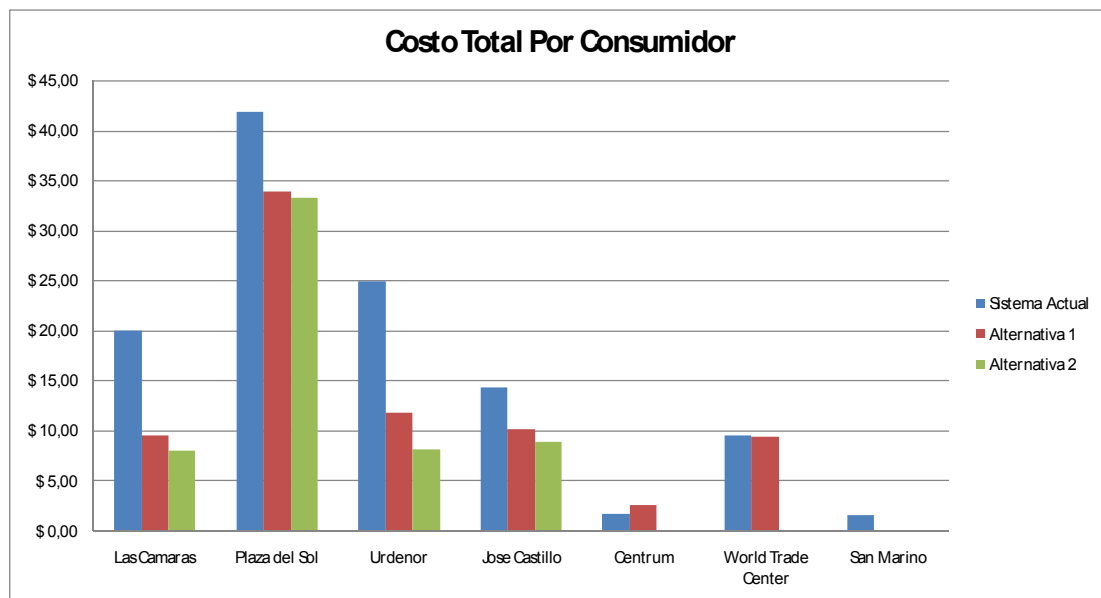


**Comparación de costos de cada alimentadora  
Grafico 122**

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

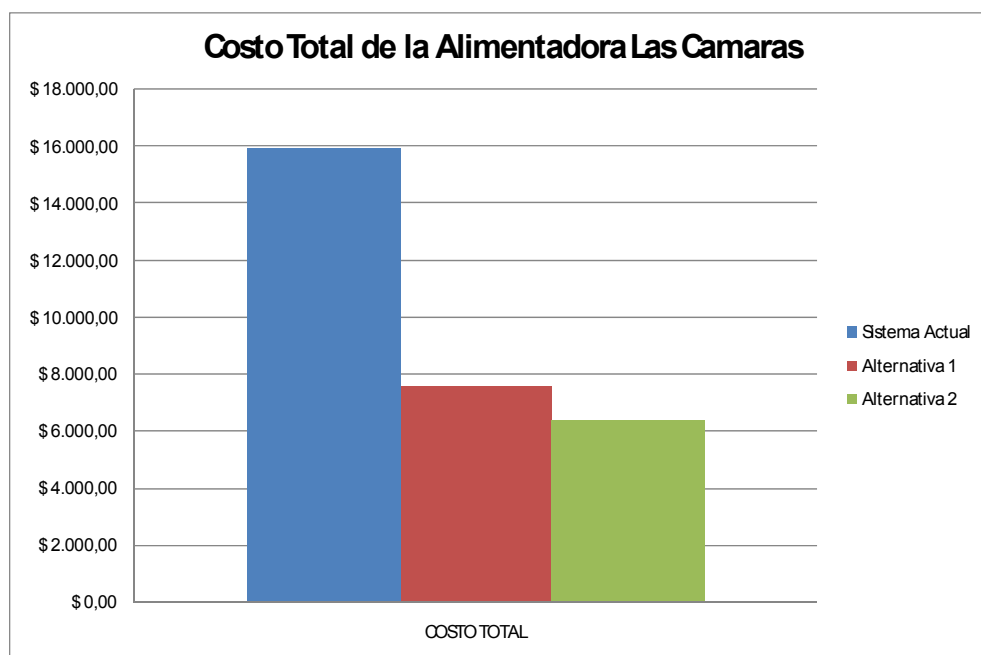
Es decir uno puede tener varias soluciones técnicas pero la limitante es la económica, se puede tener desde soluciones técnicas que no ayudan a mucho pero que son muy económicas hasta soluciones técnicas muy avanzadas que eliminan toda clase de error en el sistema pero muy costosas, entonces económicamente 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% |

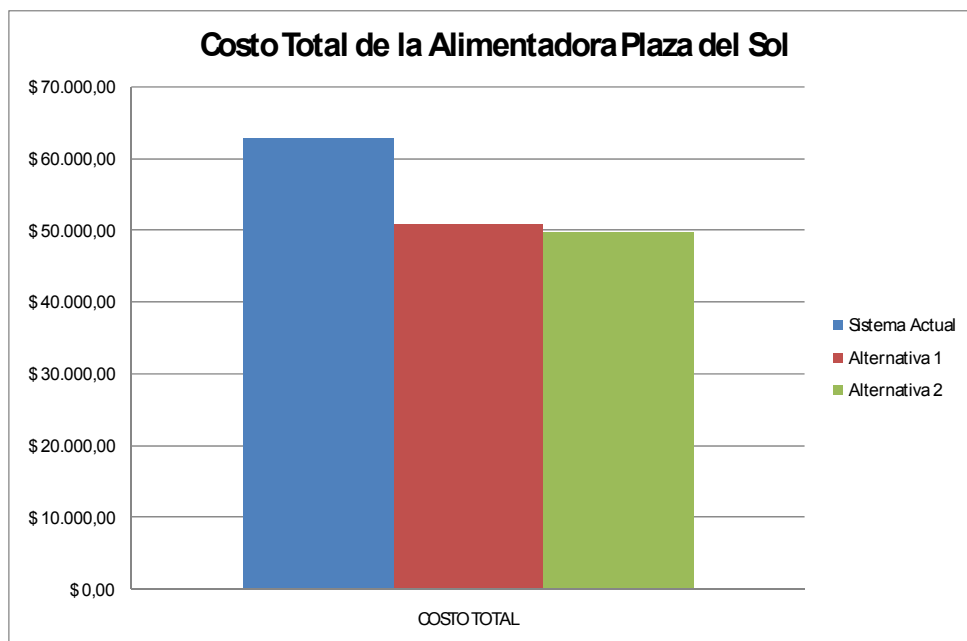
**Variación de los Costos según las alternativas  
Tabla CLXXVIII**

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% |

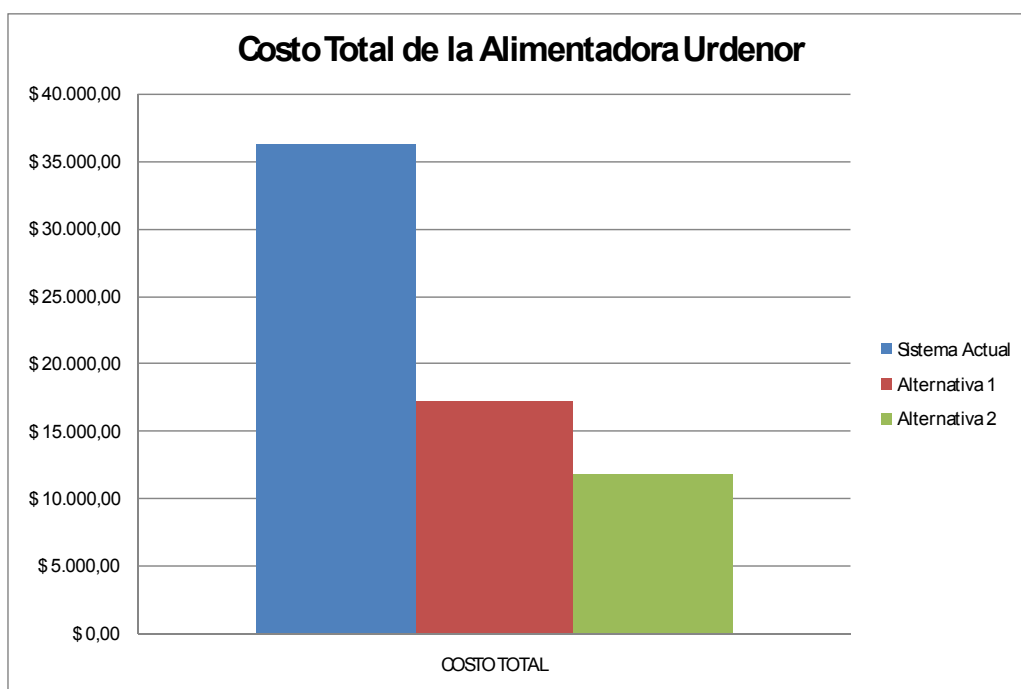
**Variación de los Costos según las alternativas  
Tabla CLLXXIX**

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% |

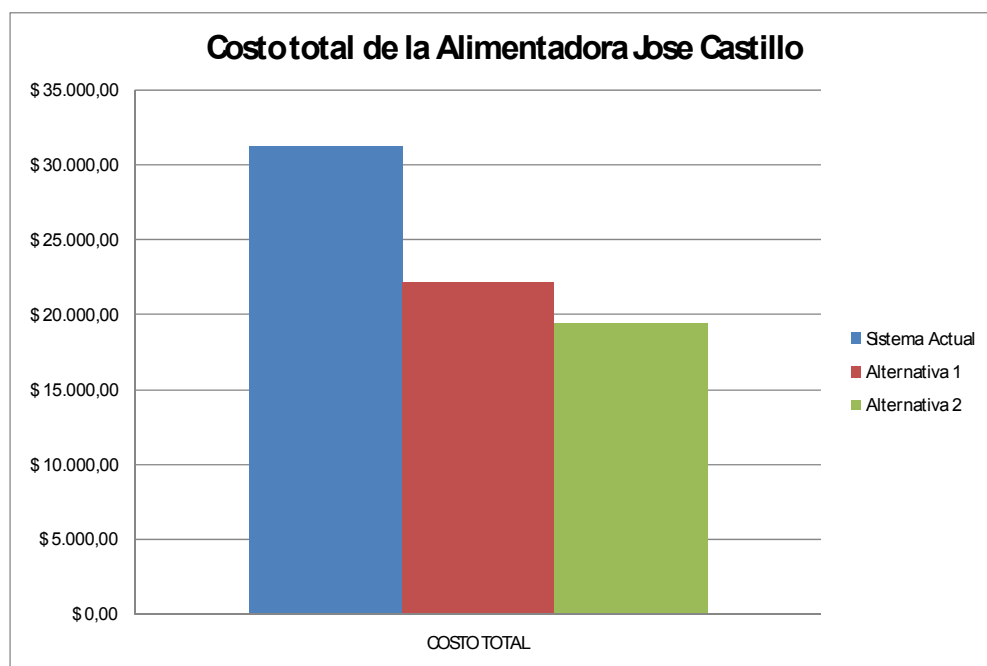
Variación de los Costos según las alternativas  
**Tabla CLXXX**

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**

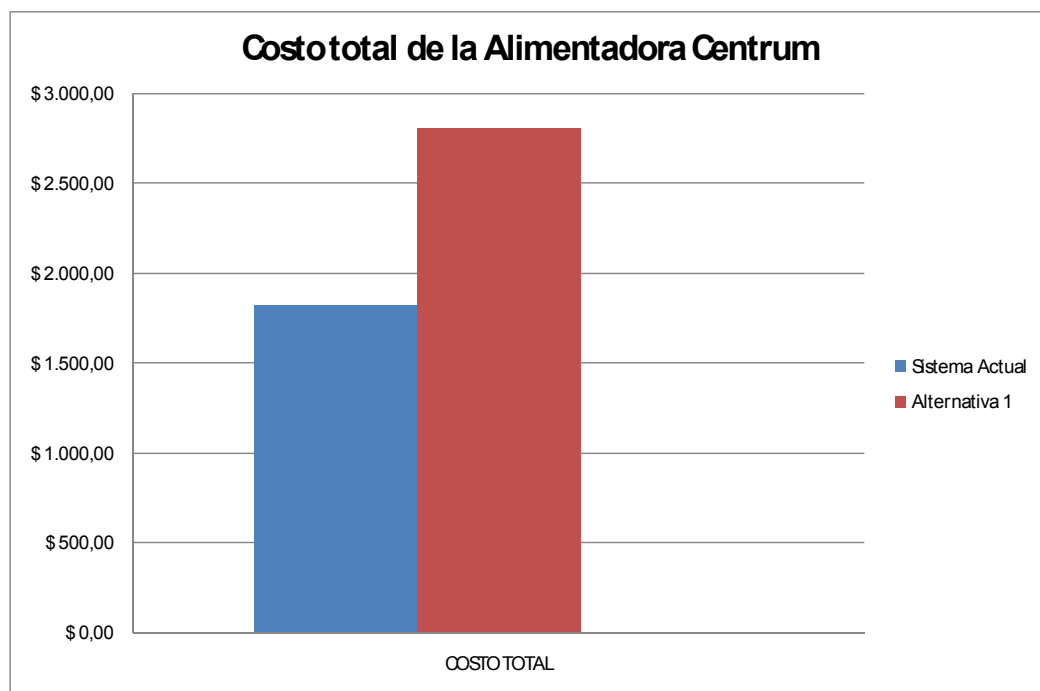
De la tabla anterior se puede observar que la alternativa ideal es la número 2 “Fusibles adicionales en ramales más transferencia automática parcial de carga” porque es la que tiene el mayor porcentaje de reducción del costo total y cumple con los índices de confiabilidad propuestos por la Cooper exceptuando 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:

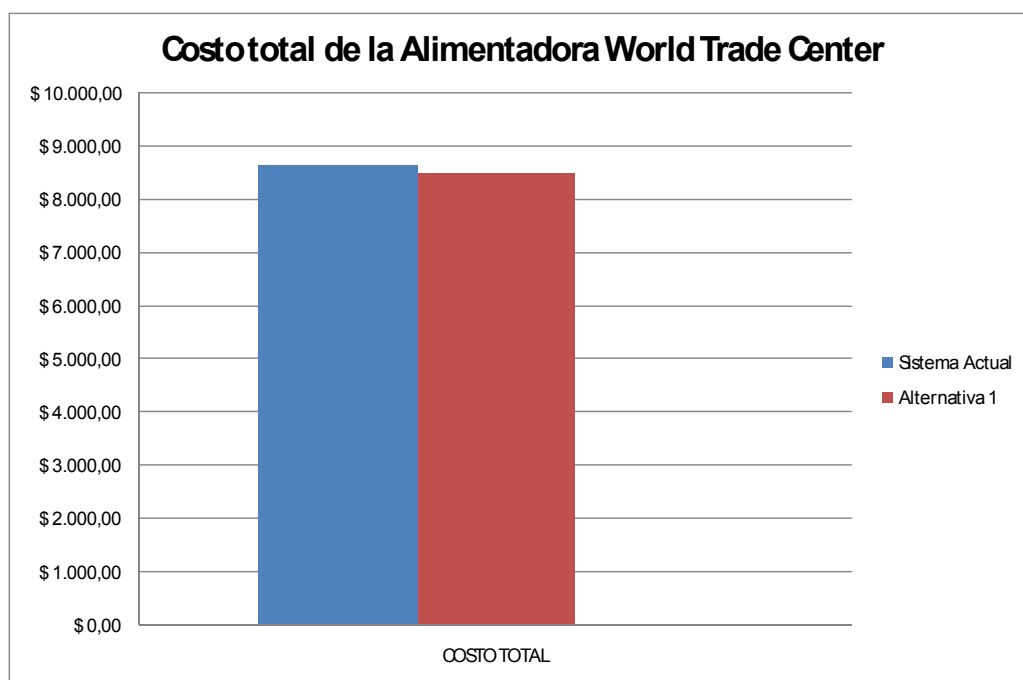
|                             | Sistema Actual | Alternativa<br>1 |
|-----------------------------|----------------|------------------|
| % de Reducción<br>de Costos | 100%           | 154,0%           |

**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<br>1 |
|-----------------------------|----------------|------------------|
| % de Reducción<br>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.

| <b>DESBALANCE MAXIMO DE LAS ALIMENTADORAS</b> |        |
|---|--------|
| 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.

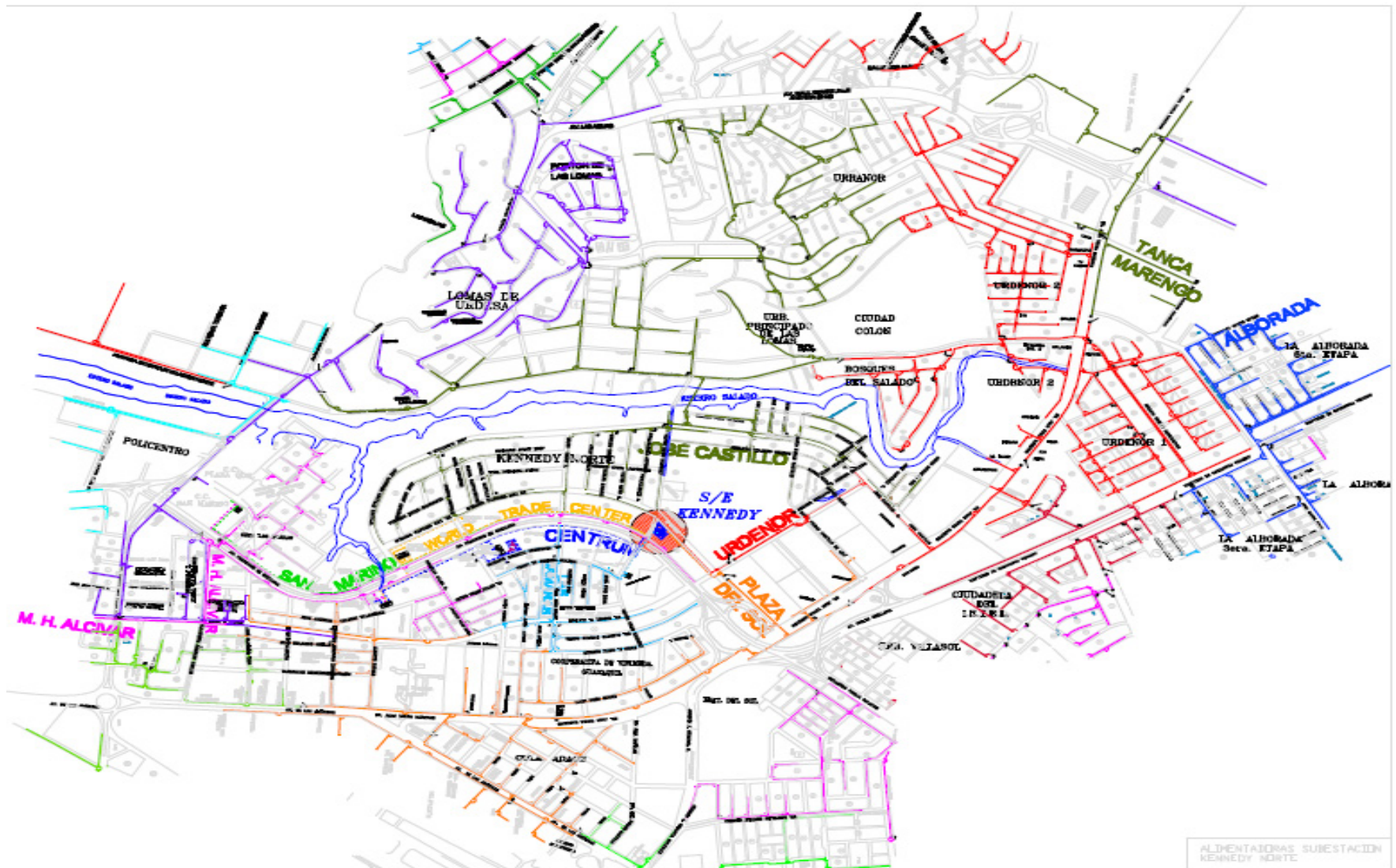
2. Con el objeto de que la Empresa Eléctrica de Guayaquil entre en la subetapa dos en lo que respecta a los cálculos de los “Índices de calidad del servicio” se recomienda llevar de una mejor manera los reportes de falla, con el objetivo de que se indique el lugar exacto de la falla o en su defecto el 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.

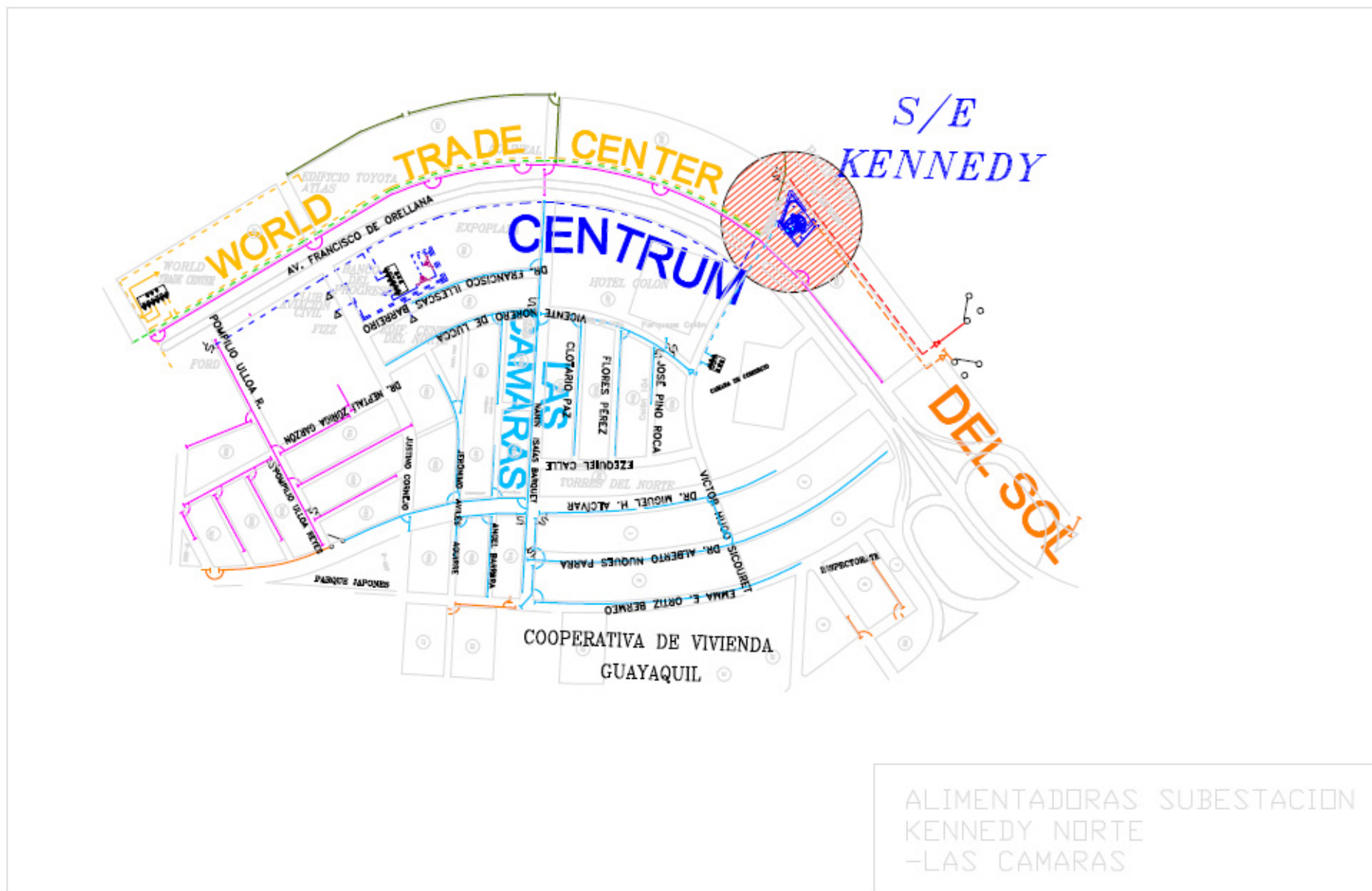
# ANEXOS

## **ANEXO A**

# **DIAGRAMA DE LAS ALIMENTADORAS DE LA SUBESTACION KENNEDY NORTE**

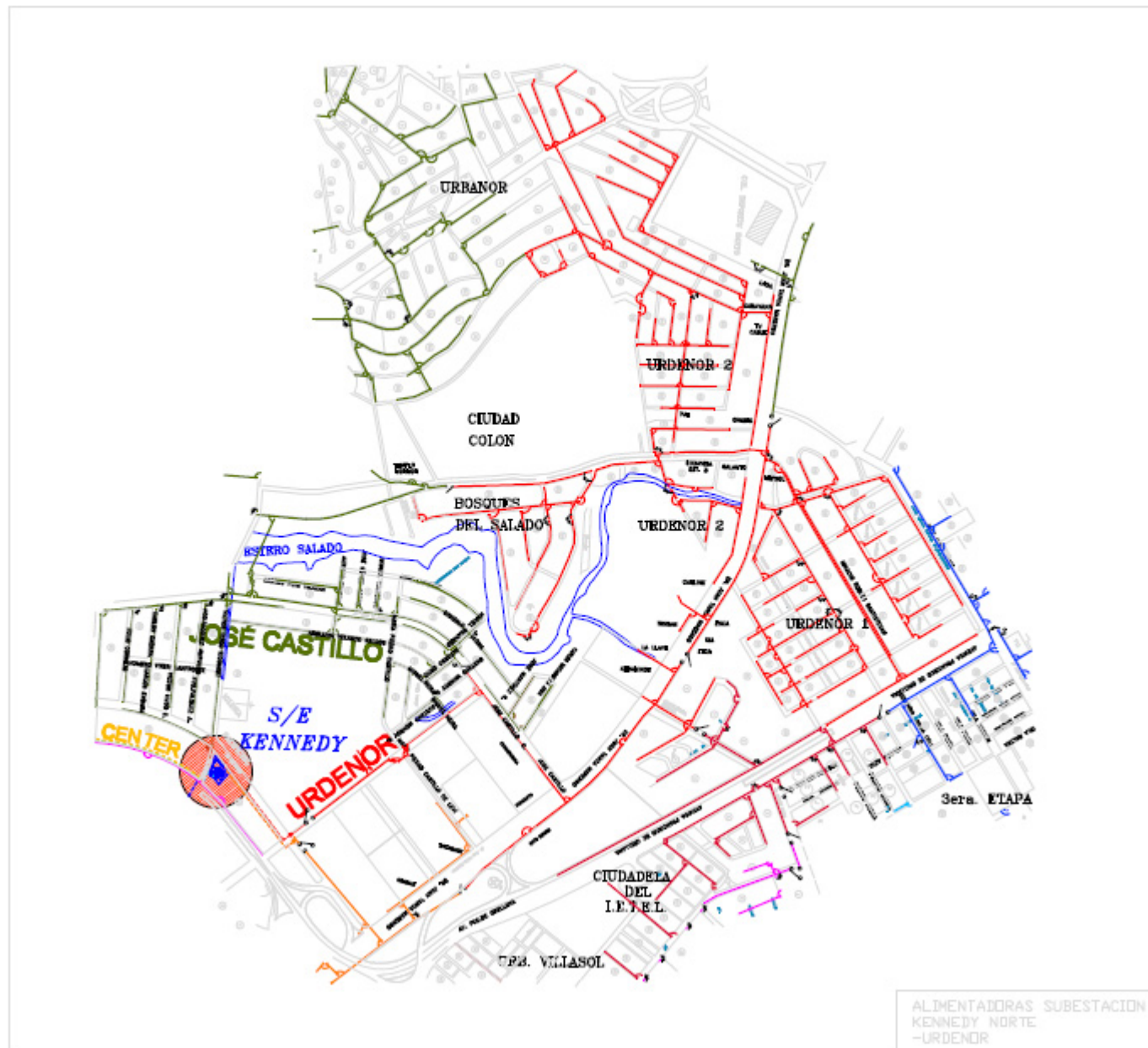


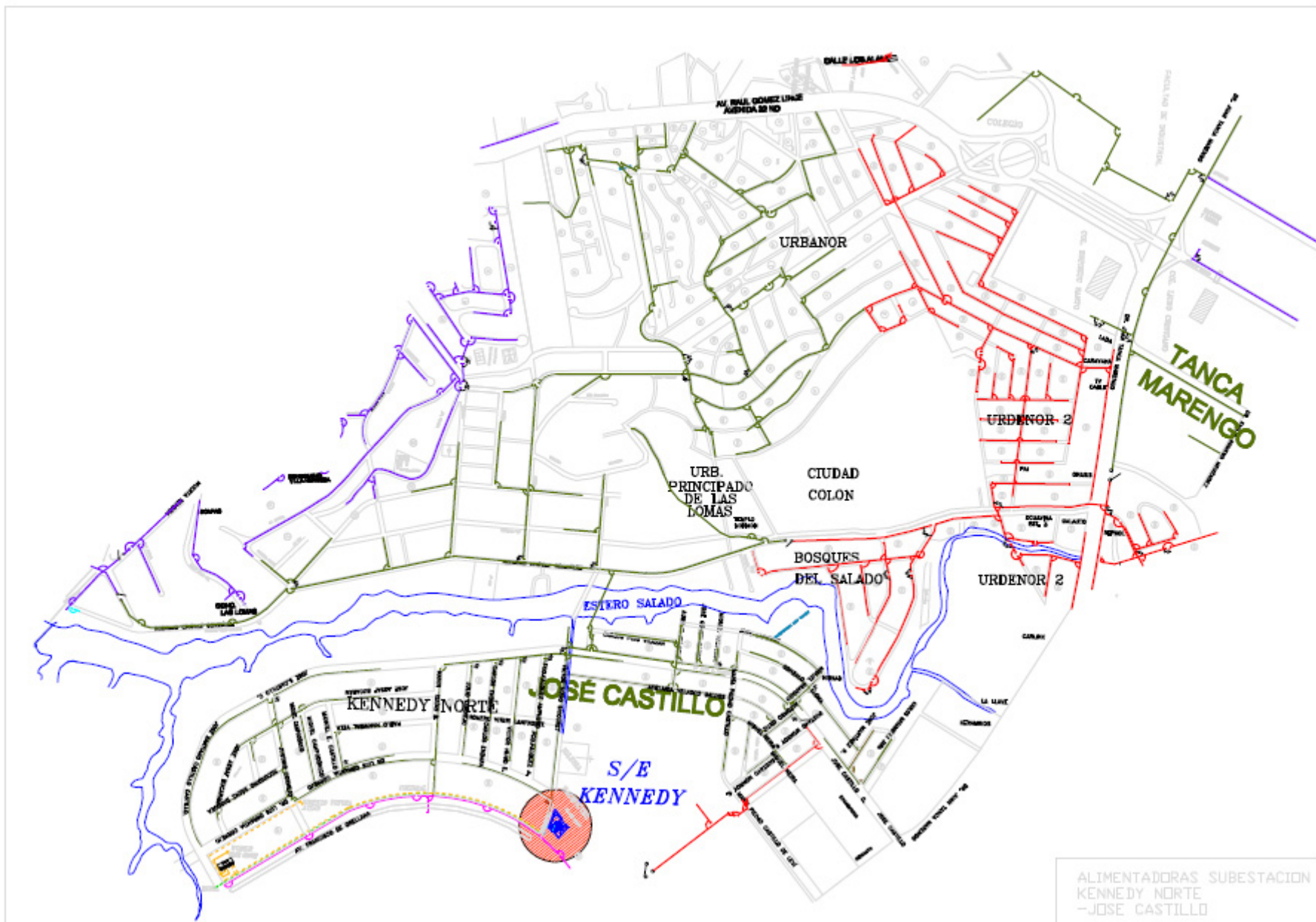










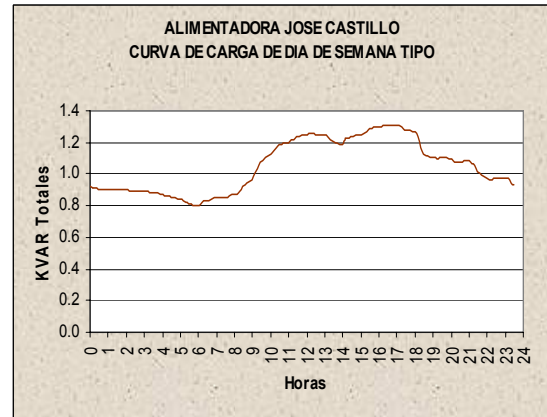
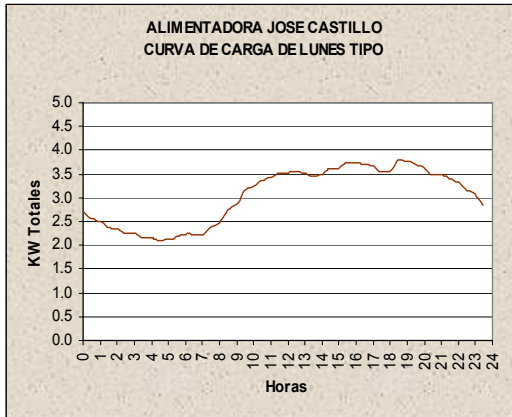


## ANEXO B

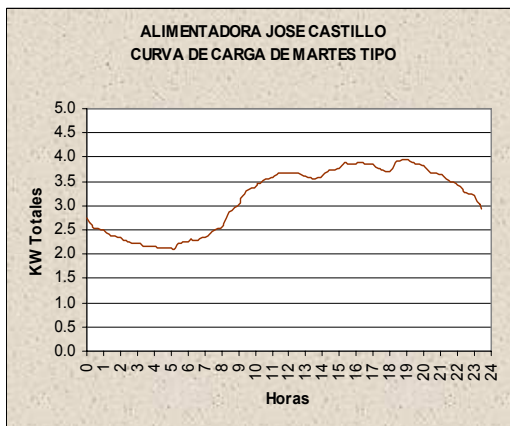
# COMPORTAMIENTO TIPICO PARA CADA ALIMENTADORA

## JOSE CASTILLO

### LUNES

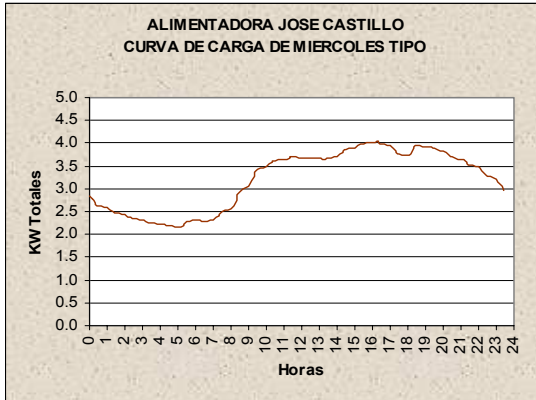


### MARTES

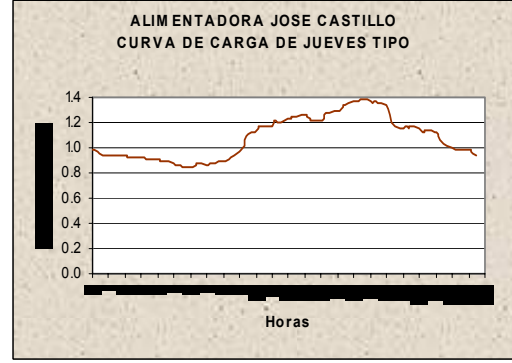
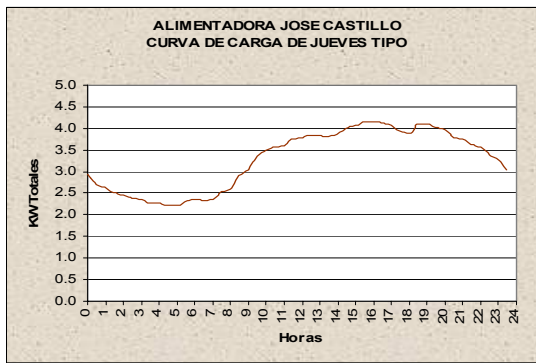




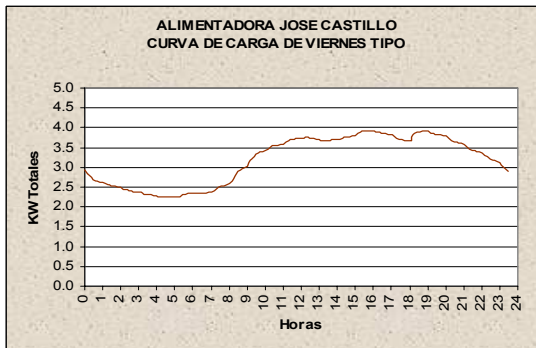
**MIERCOLES**



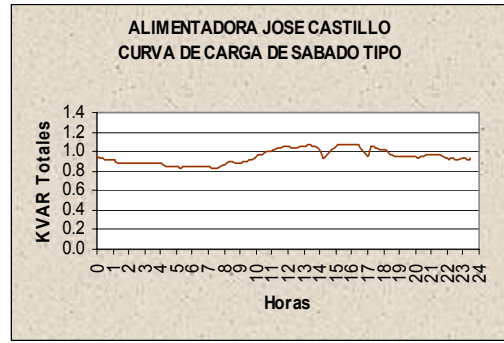
**JUEVES**



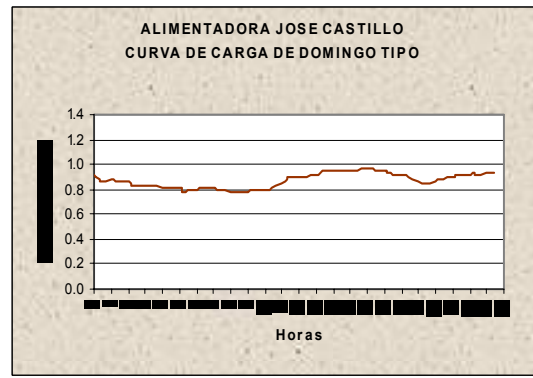
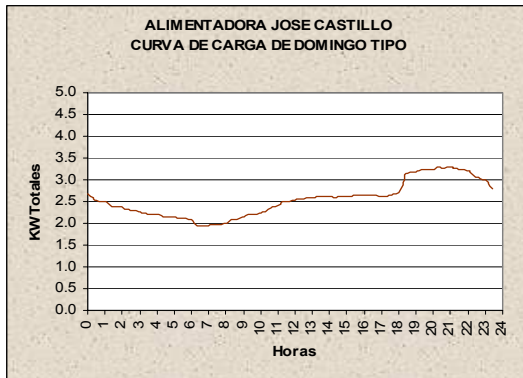
**VIERNES**



### SABADO

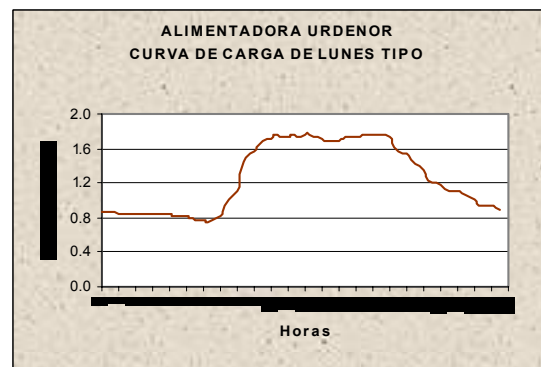
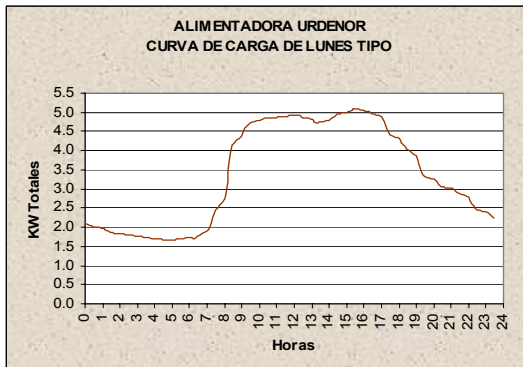


### DOMINGO

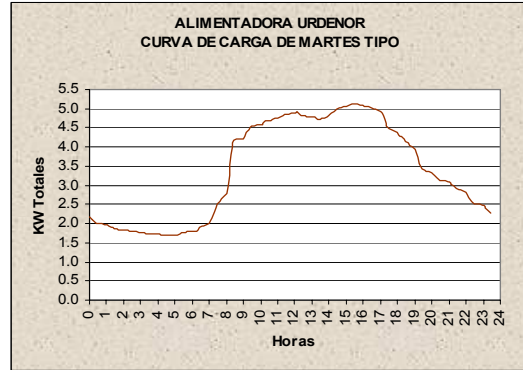
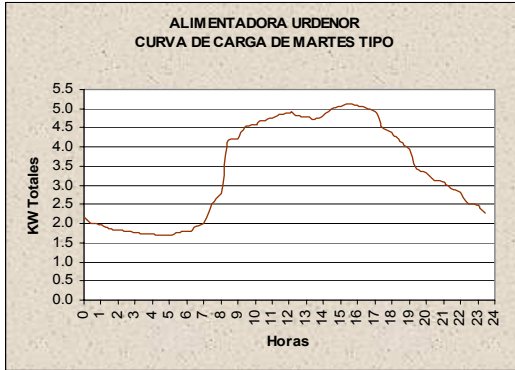


## URDENOR

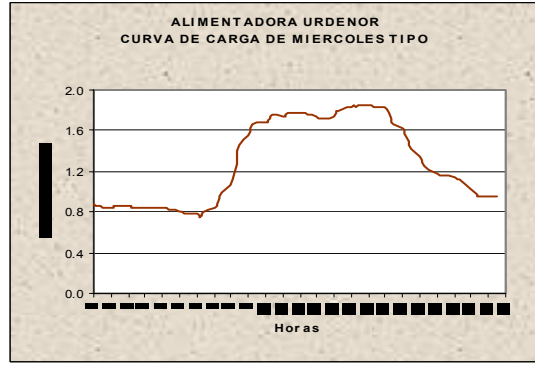
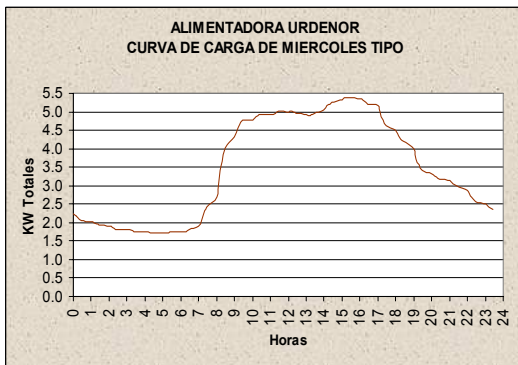
### LUNES



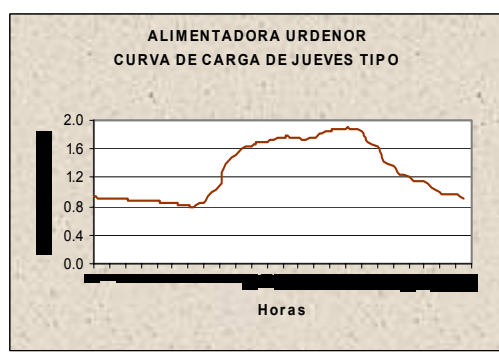
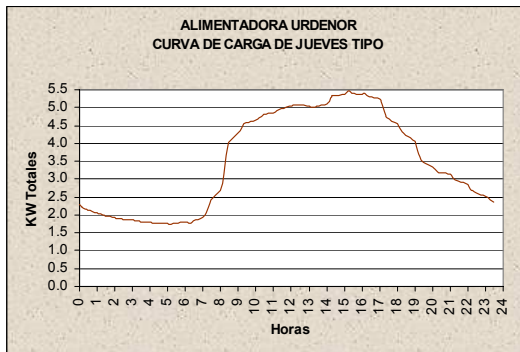
### MARTES



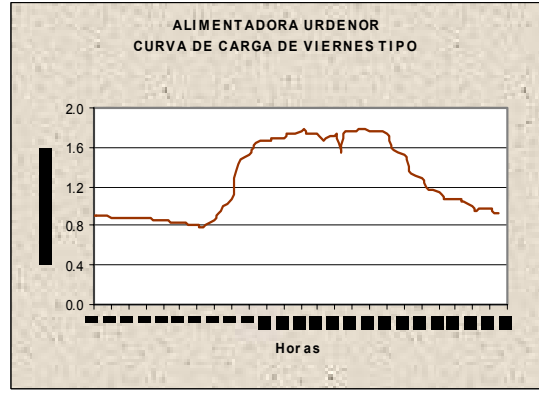
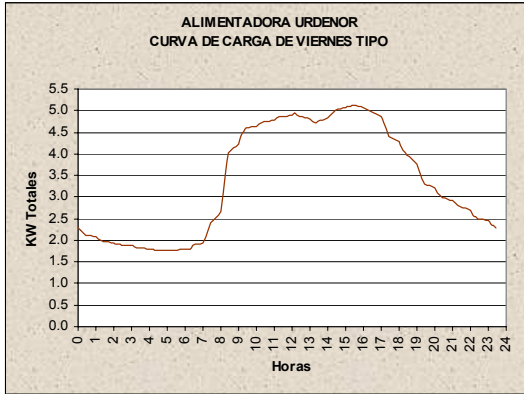
### MIERCOLES



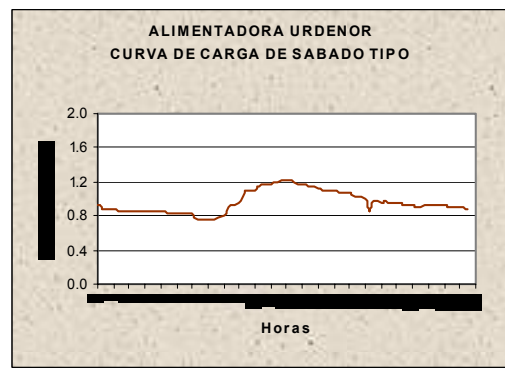
### JUEVES



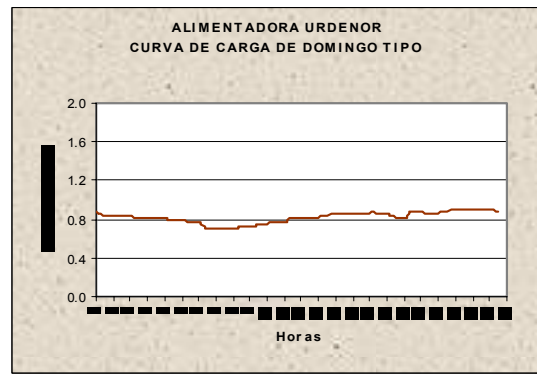
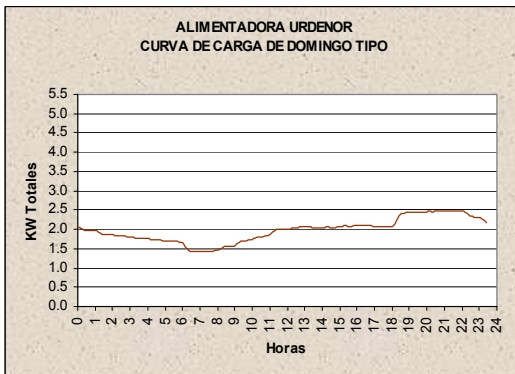
### VIERNES



### SABADO



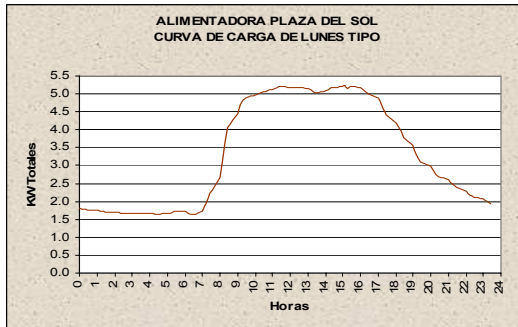
### DOMINGO



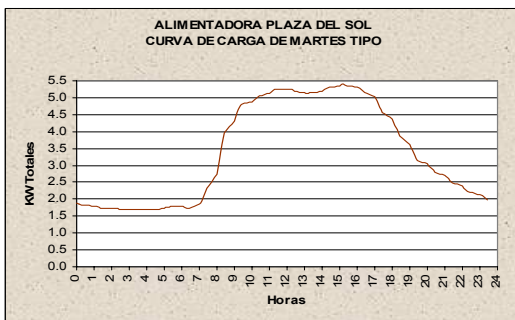


# PLAZA DEL SOL

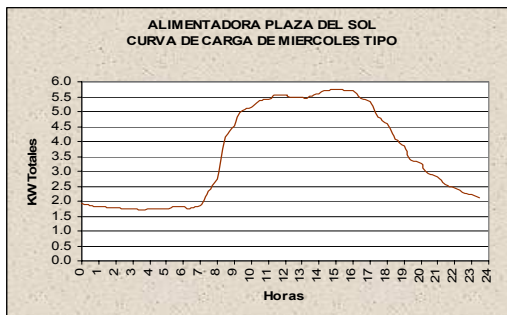
## LUNES



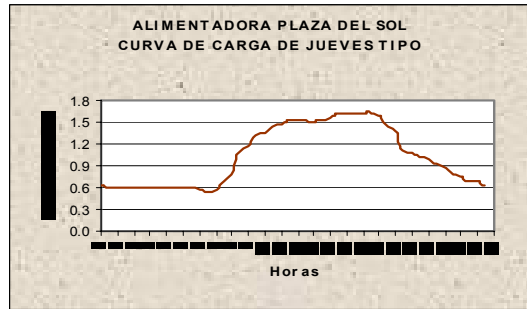
## MARTES



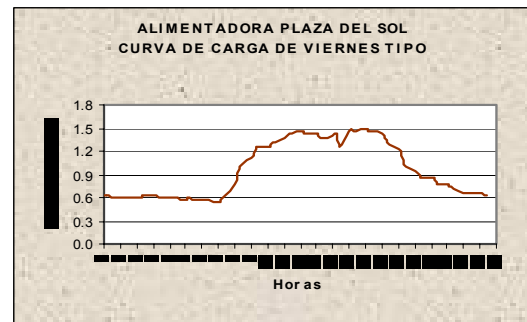
## MIERCOLES



### JUEVES



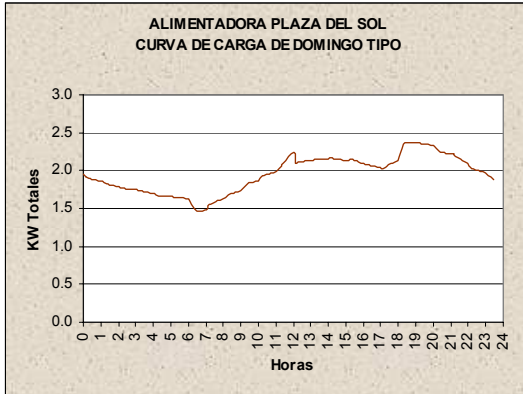
### VIERNES



### SABADO

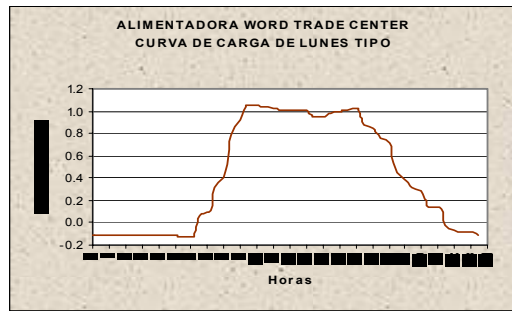


### DOMINGO

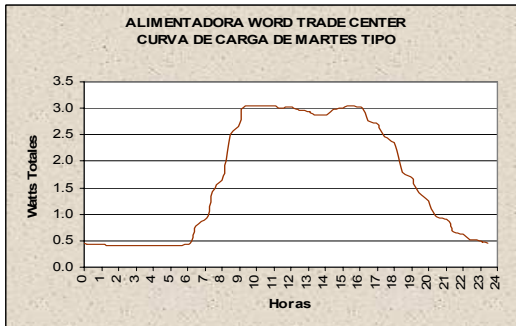


## WORLD TRADE CENTER

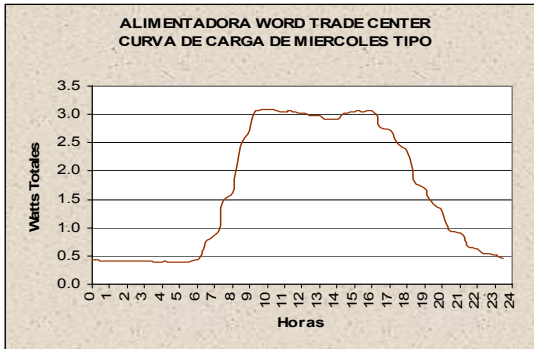
### LUNES



### MARTES



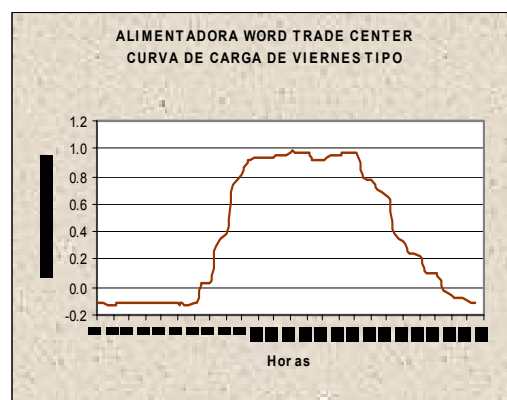
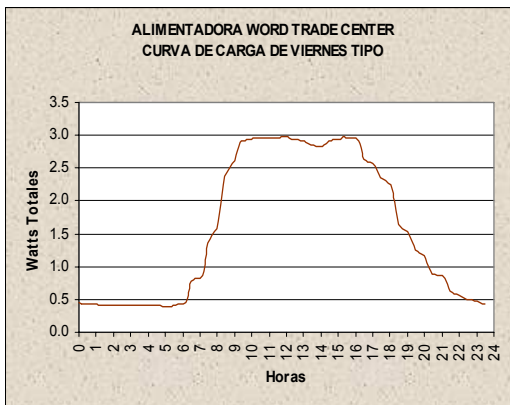
### MIERCOLES



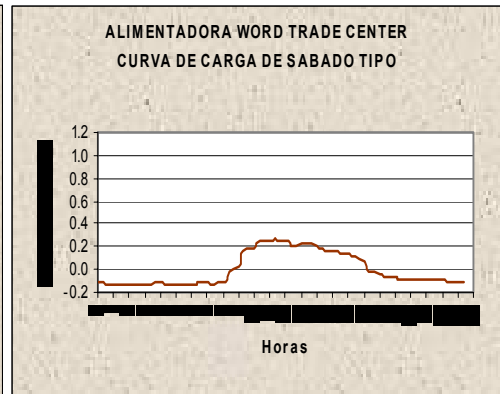
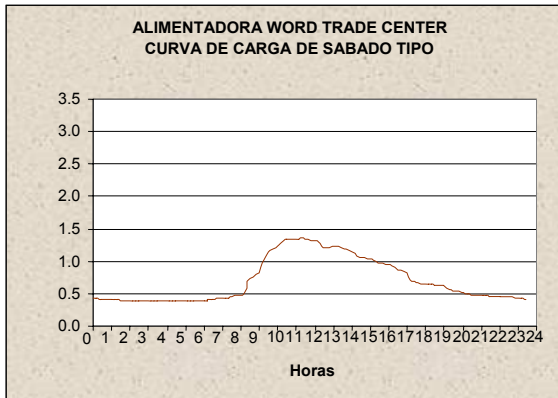
### JUEVES



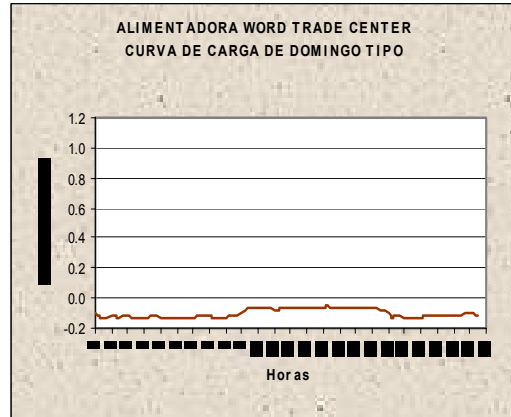
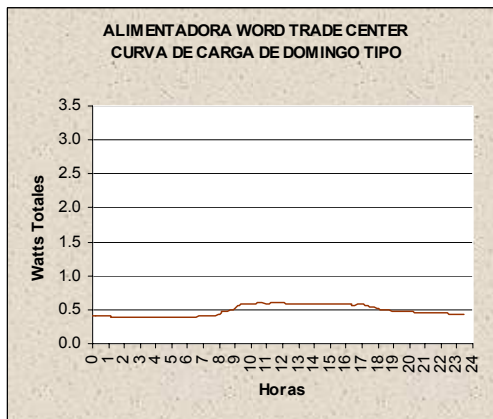
### VIERNES



### SABADO

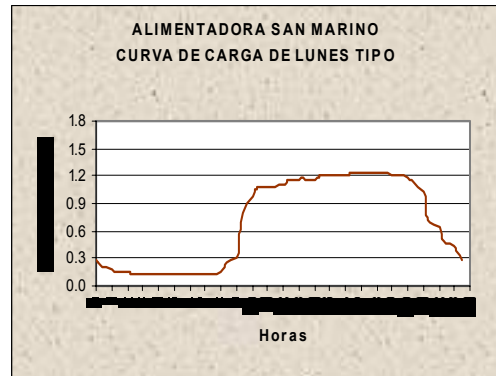
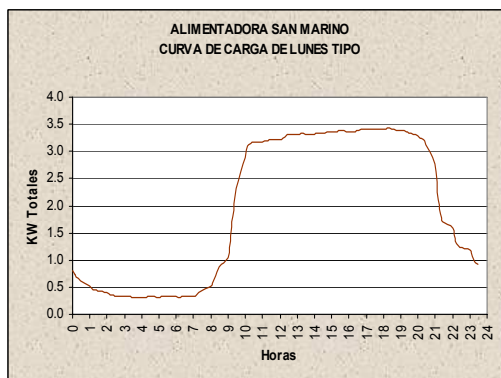


### DOMINGO

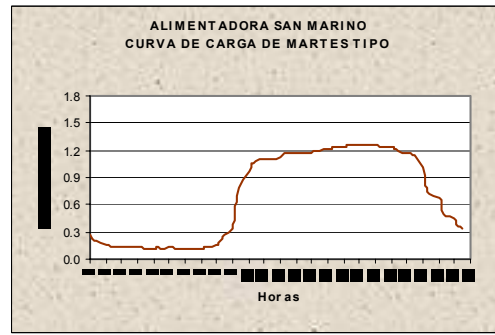
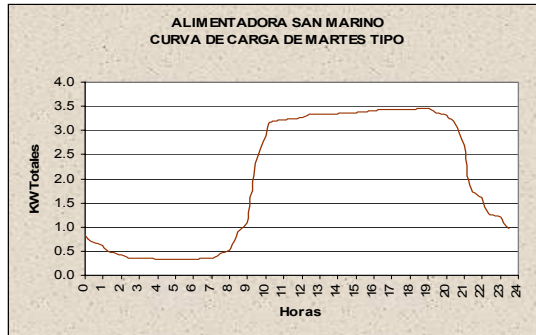


## SAN MARINO

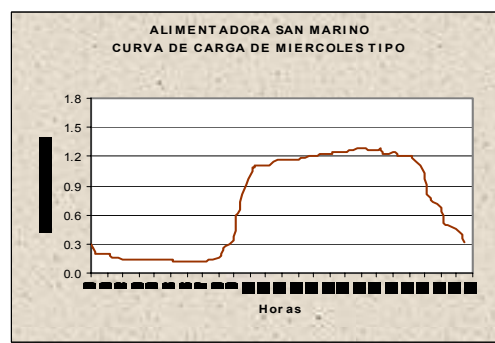
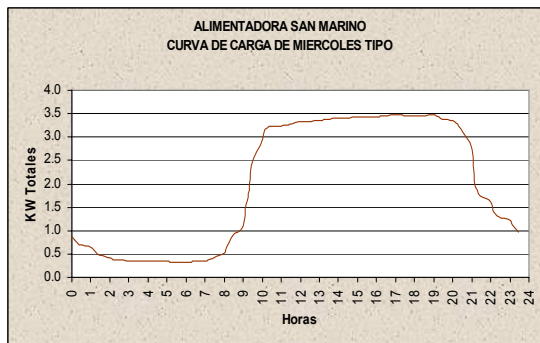
### LUNES



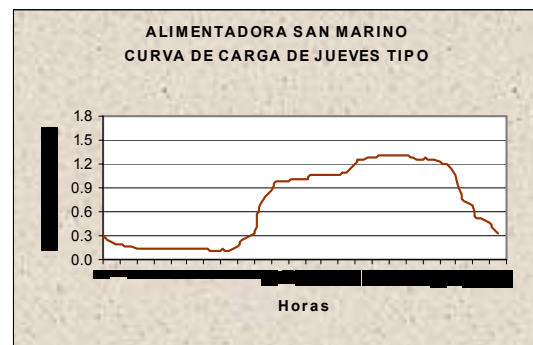
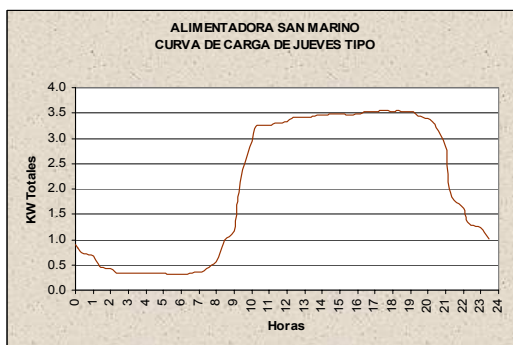
### MARTES



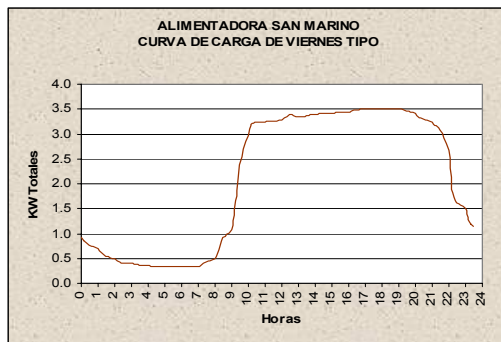
### MIERCOLES



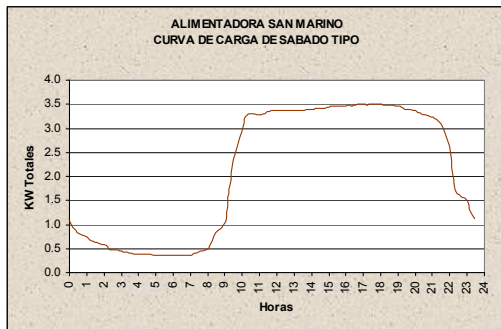
### JUEVES



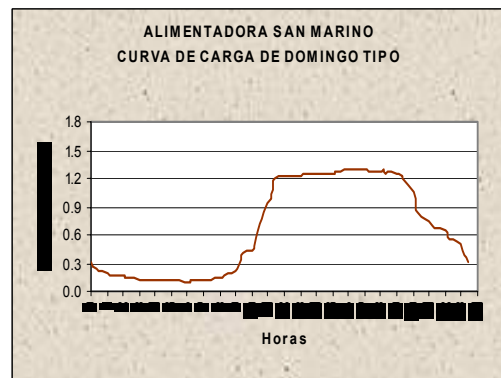
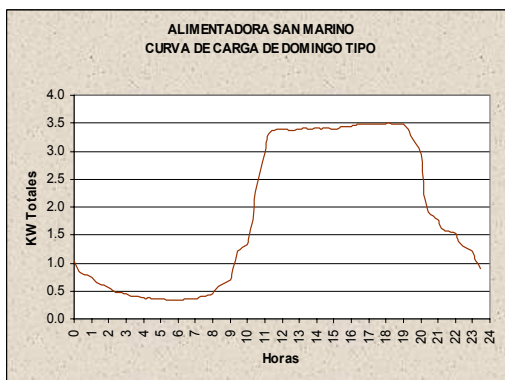
### VIERNES



### SABADO

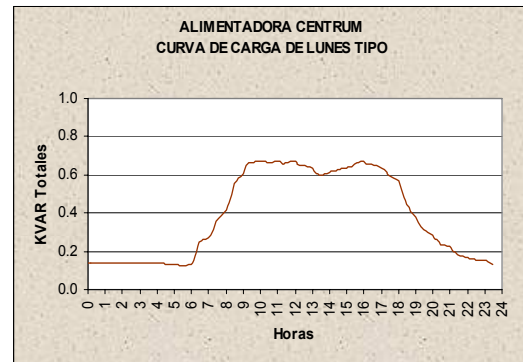
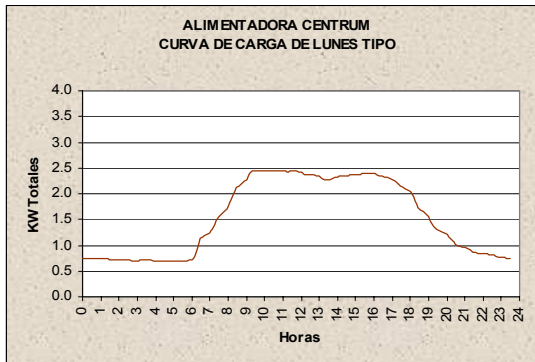


### DOMINGO

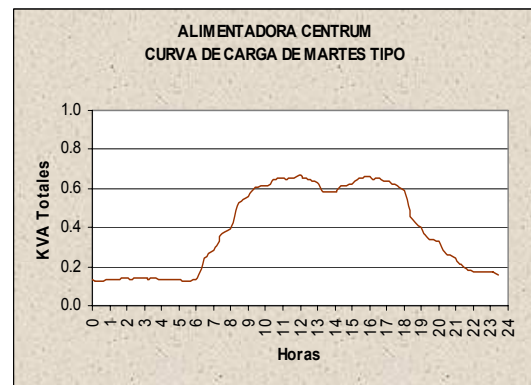
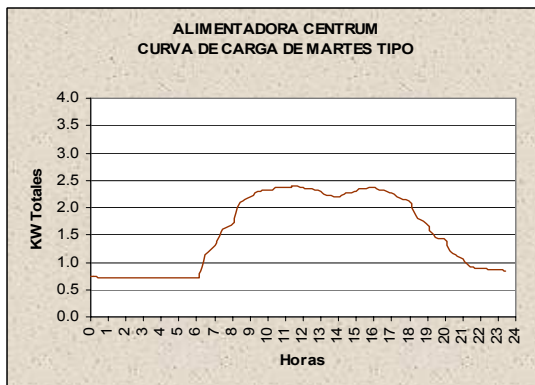


# CENTRUM

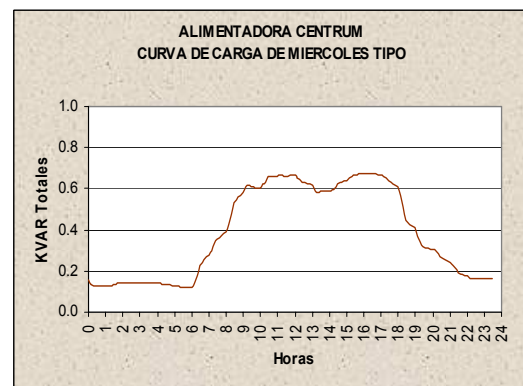
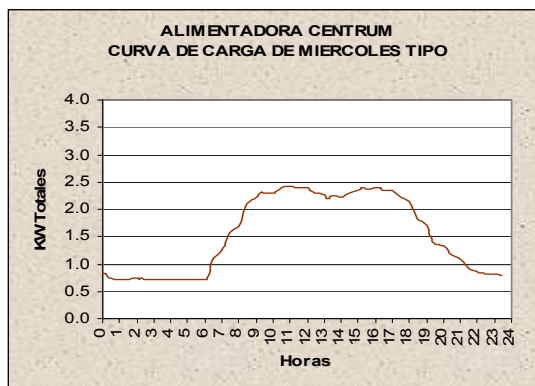
## LUNES



## MARTES

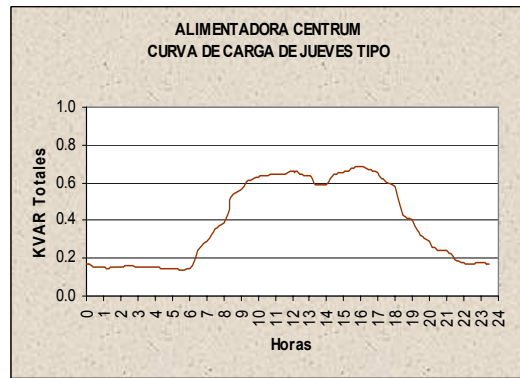
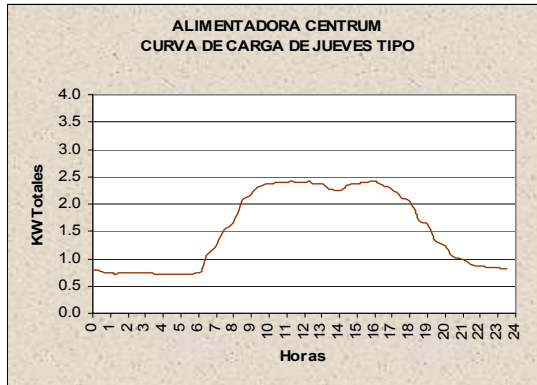


## MIERCOLES

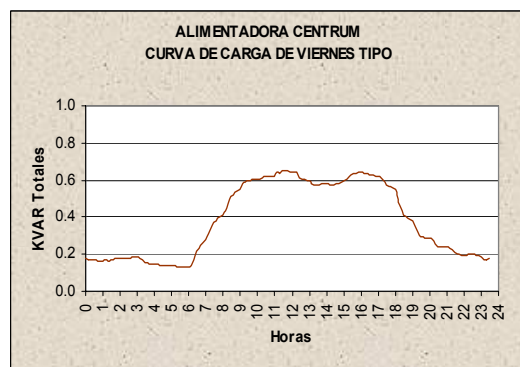
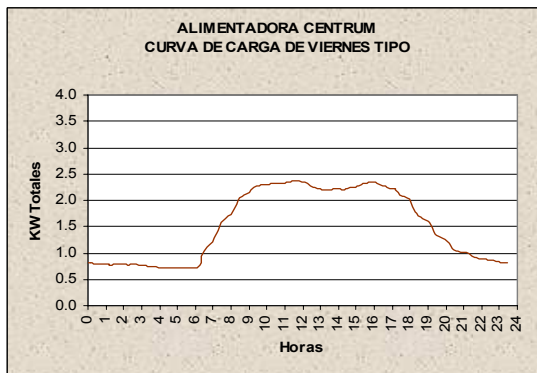




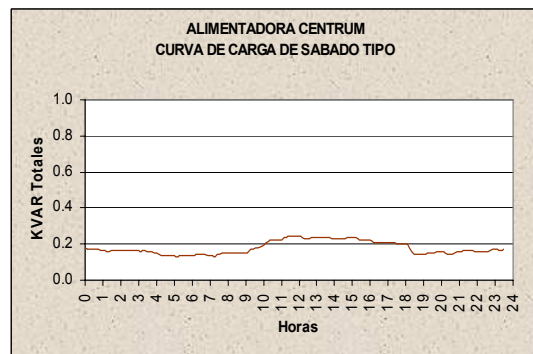
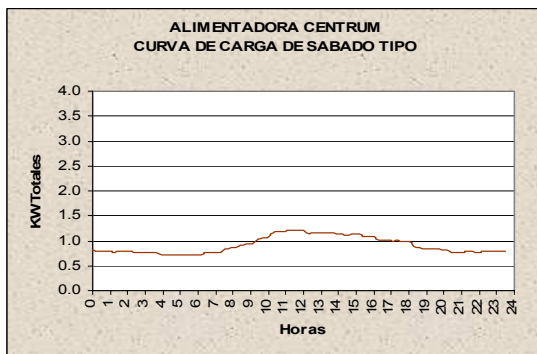
### JUEVES



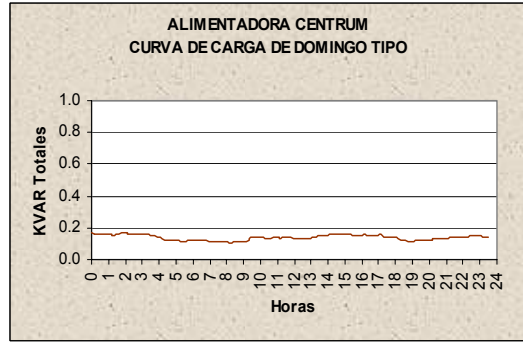
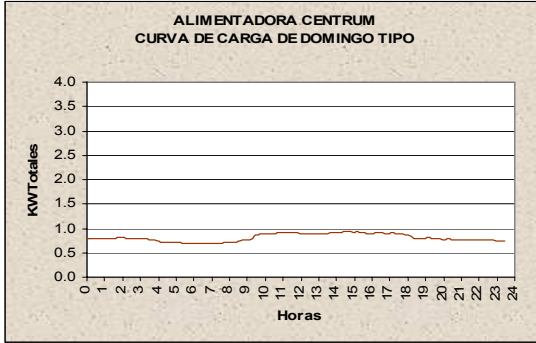
### VIERNES



### SABADO



### DOMINGO

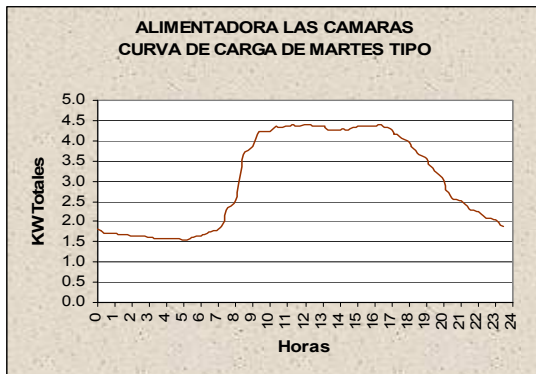


## LAS CAMARAS

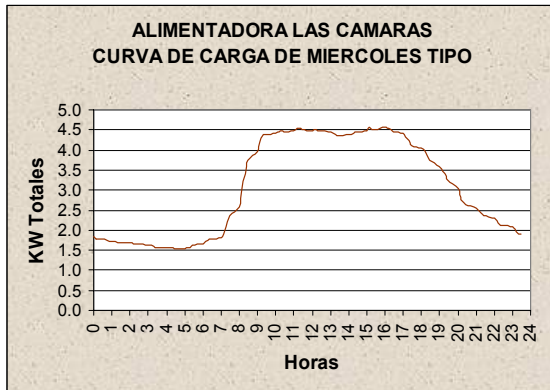
### LUNES



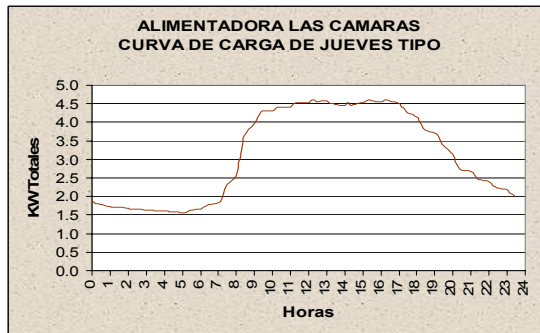
### MARTES



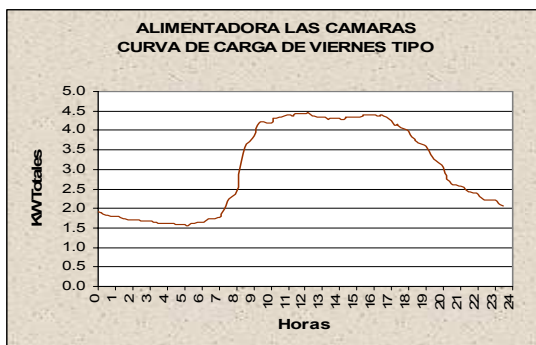
### MIERCOLES



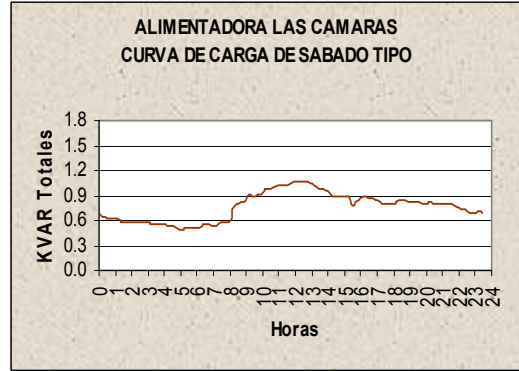
### JUEVES



### VIERNES



### SABADO



### DOMINGO



## ANEXO C

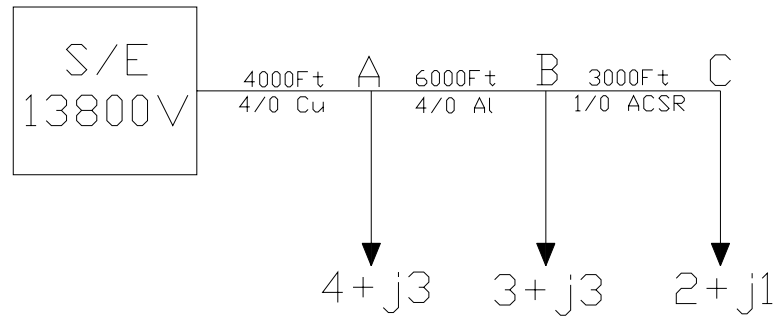
### Ejemplo como calcular la caída de voltaje de una alimentadora usando el método de porcentaje de impedancia y graficas de caída de voltaje obtenidas.

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] | $\phi$      |
|---------|-----------------------|-------------|
| 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);

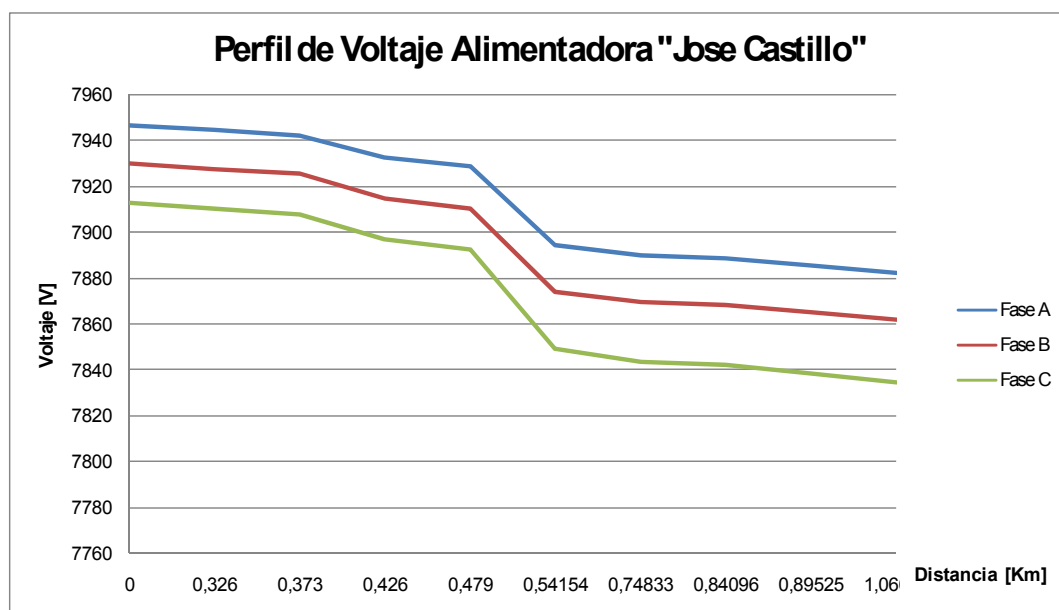
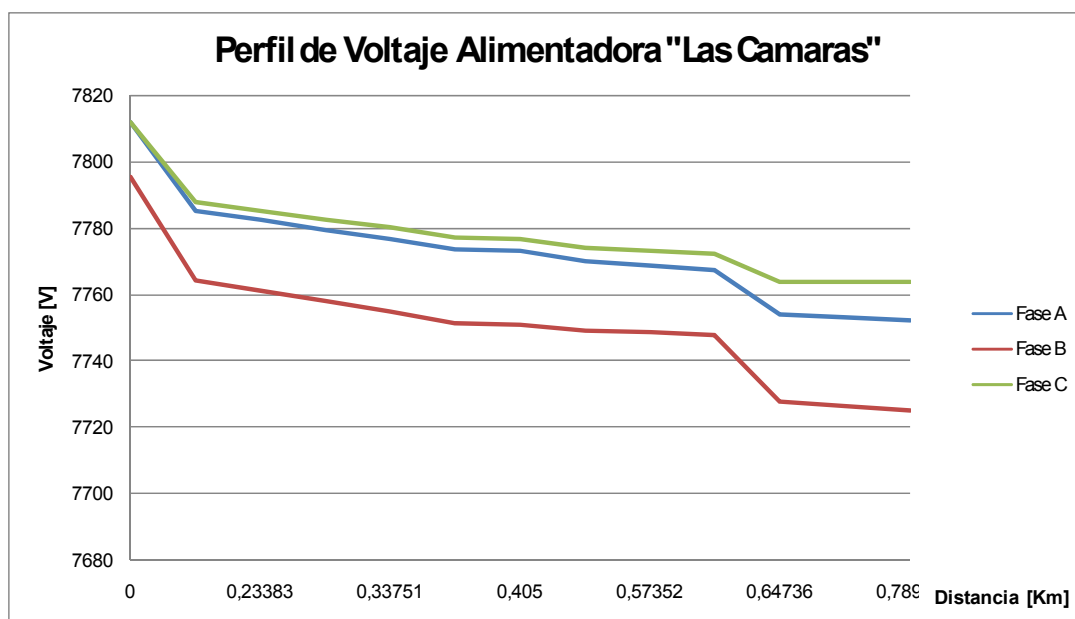
for i=1:n
V(i)=0;
CV(i)=0;
Vln=0;
end

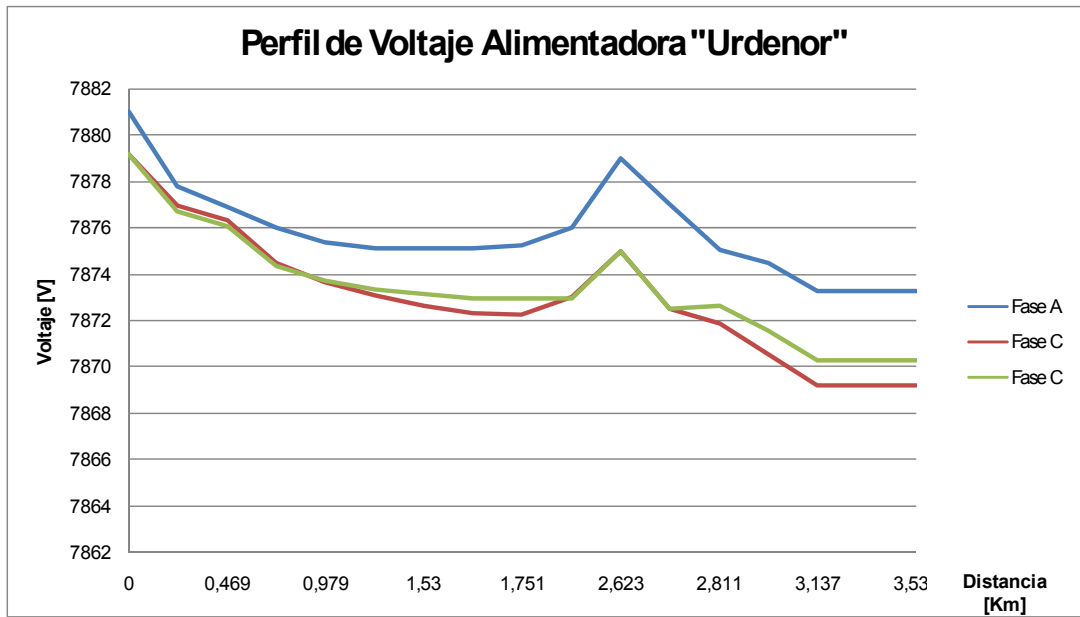
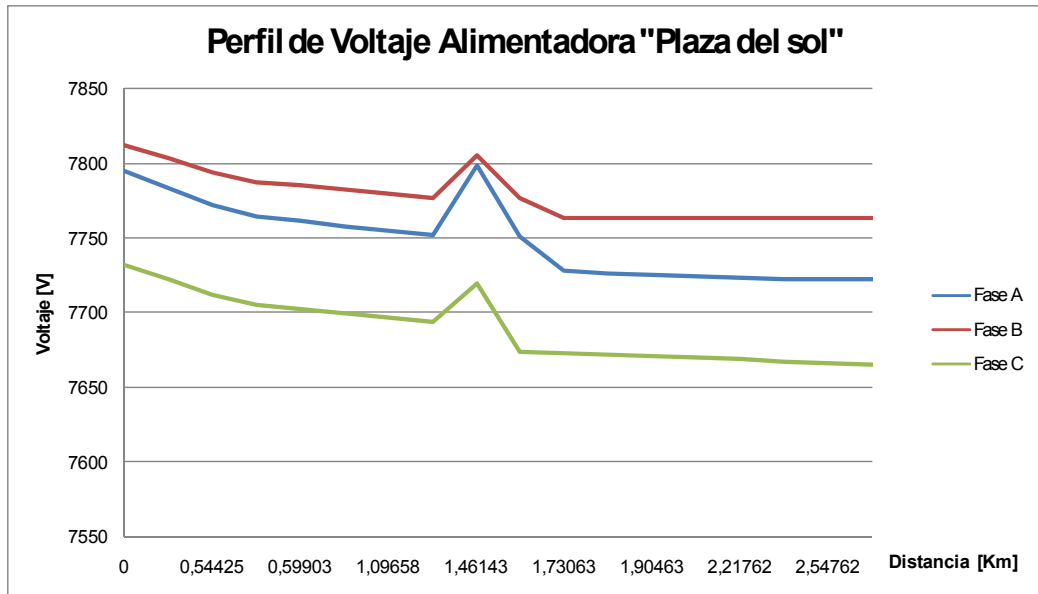
vs=(13800/13200)*100;
for i=1:n
    a=abs(load(i))/(1000*174.24);
    b=real(load(i))/abs(load(i));
    c=imag(load(i))/abs(load(i));
    CV(i)=100*a*(real(Z(i))*b+imag(Z(i))*c);
    V(i)=vs-CV(i);
    Vln(i)=132*V(i)/1.732050808;
    vs=V(i);
end
%%Perfil de Voltaje
d=0;
for i=1:n
    disp(i)
    x(i)=input('ingrese 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')

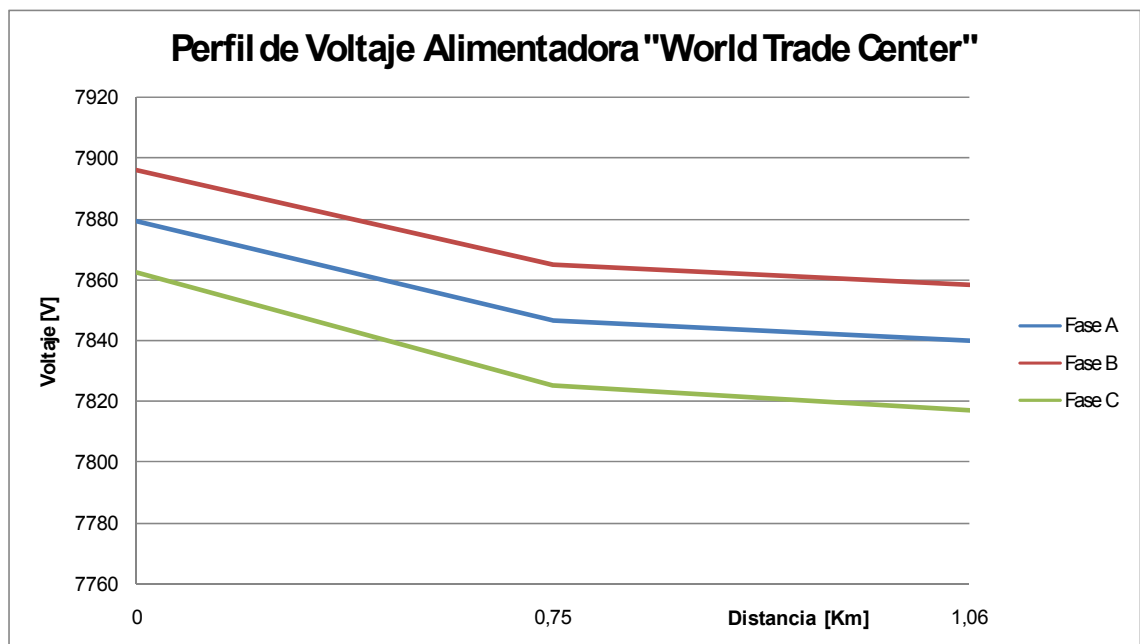
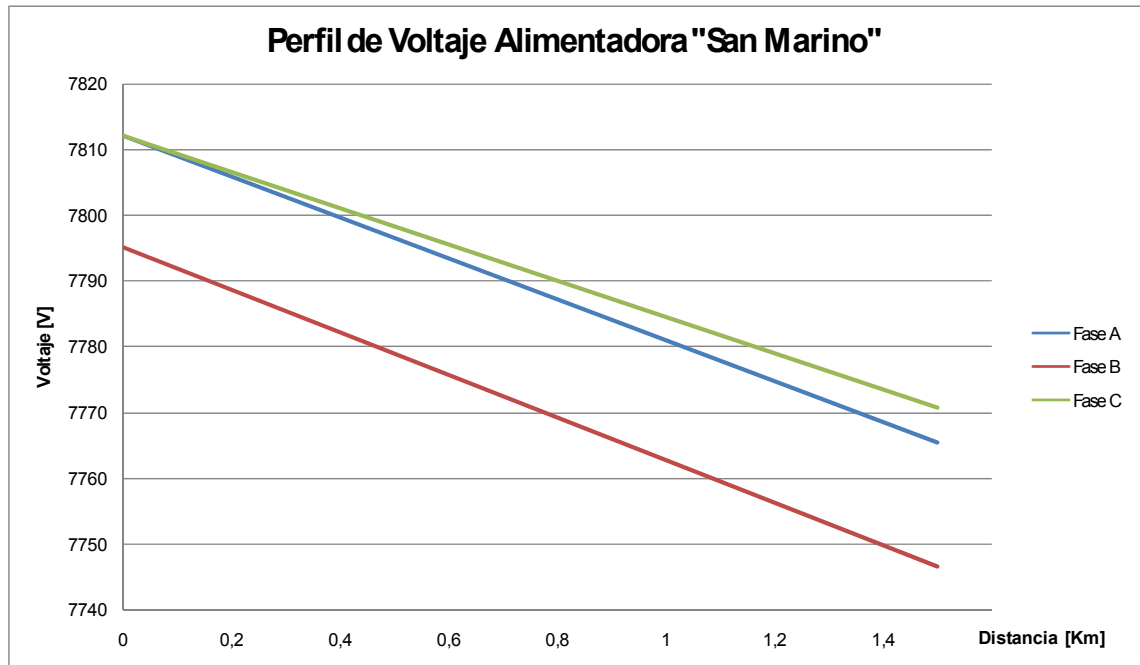
```

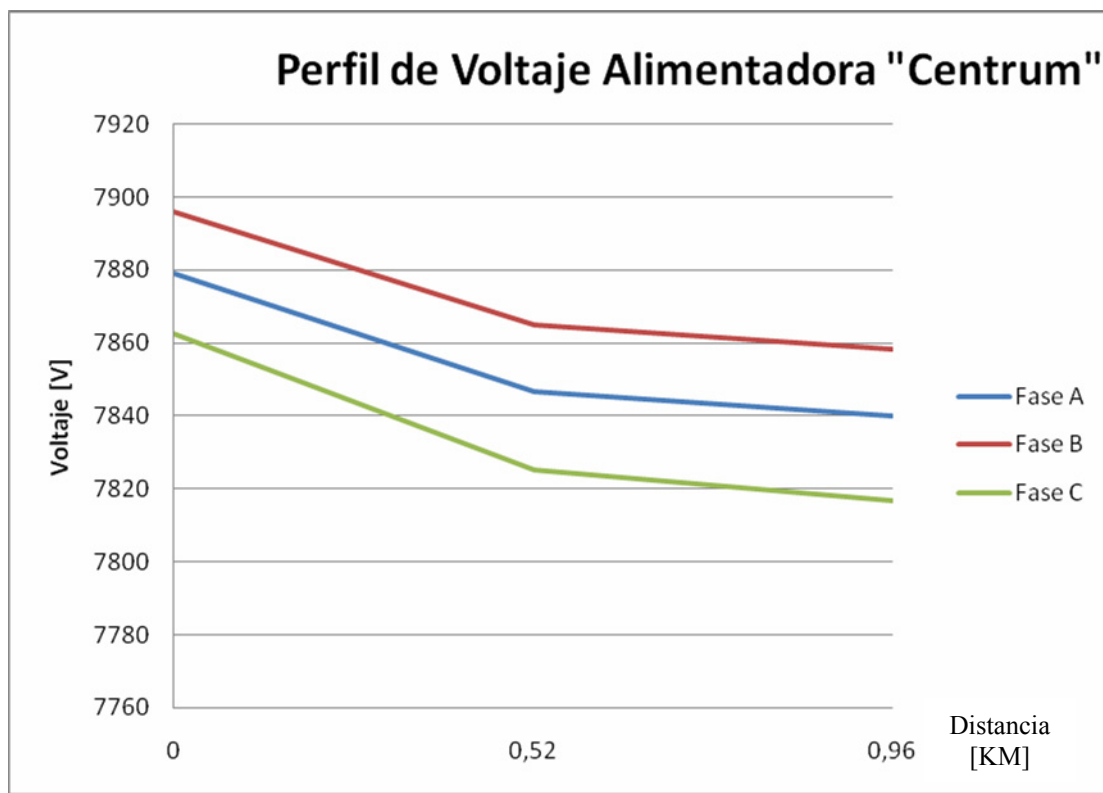


Luego de haber ejecutado este algoritmo se llevo a Excel las tablas y se las grafico, los resultados son los siguientes:

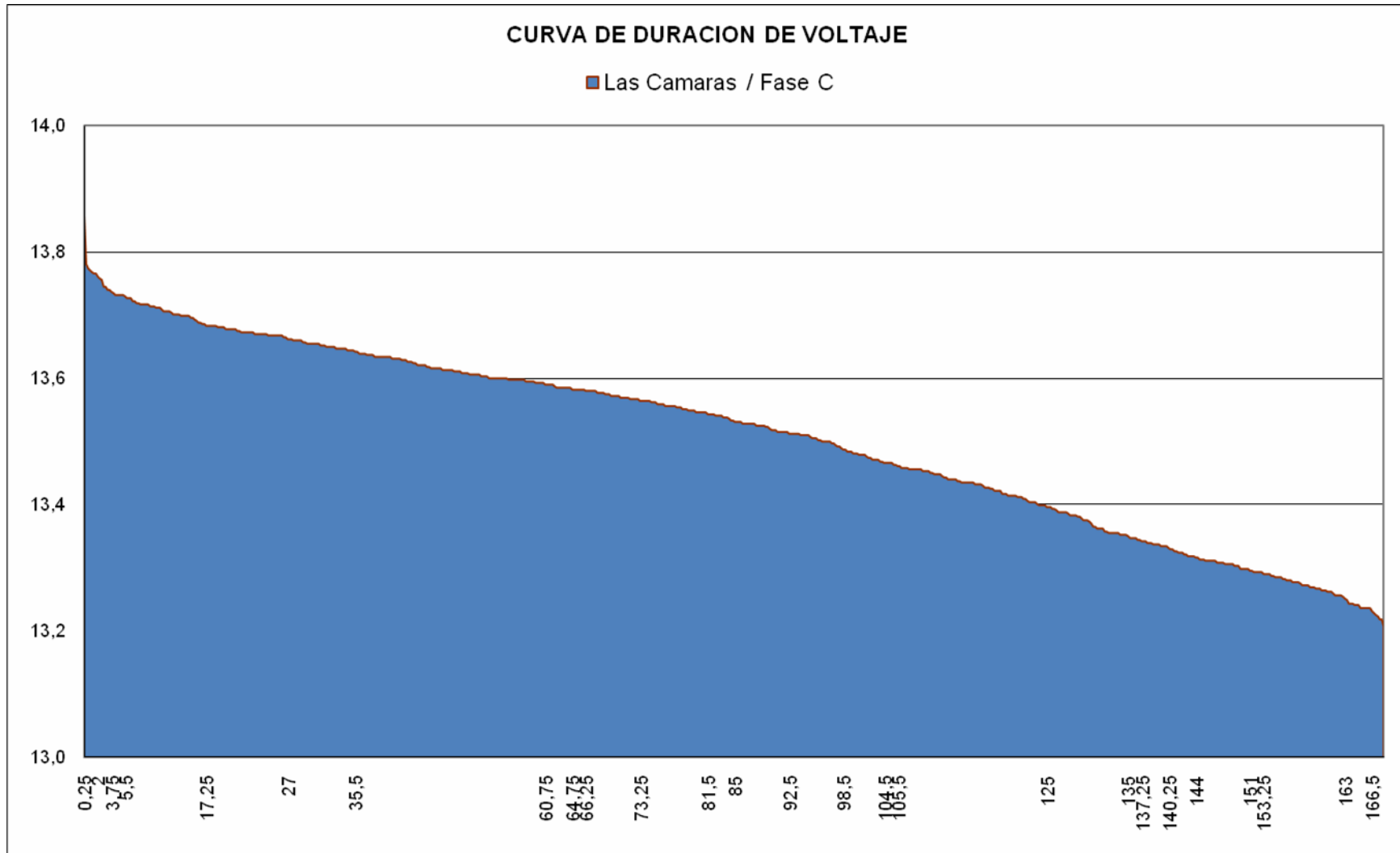


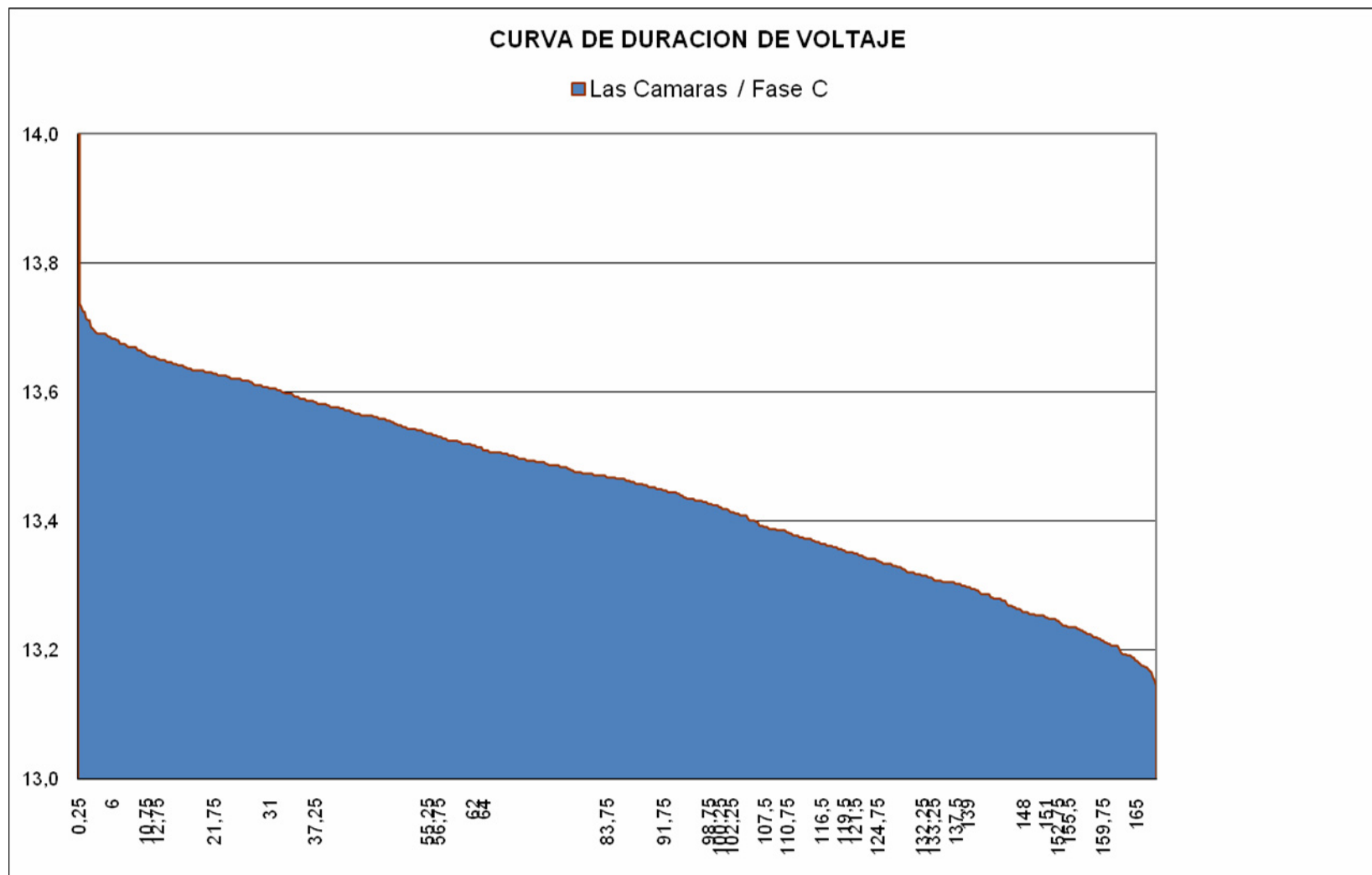


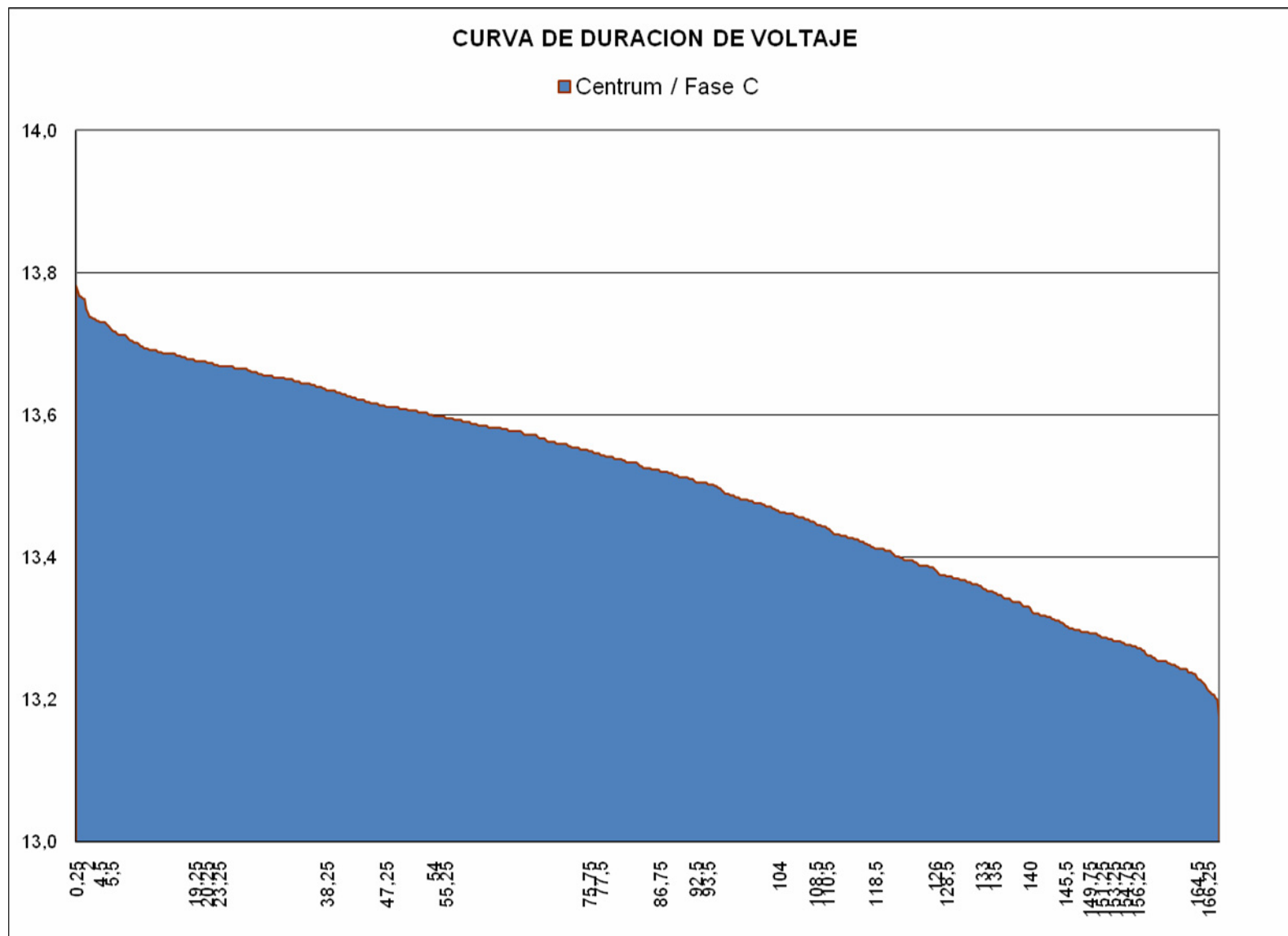


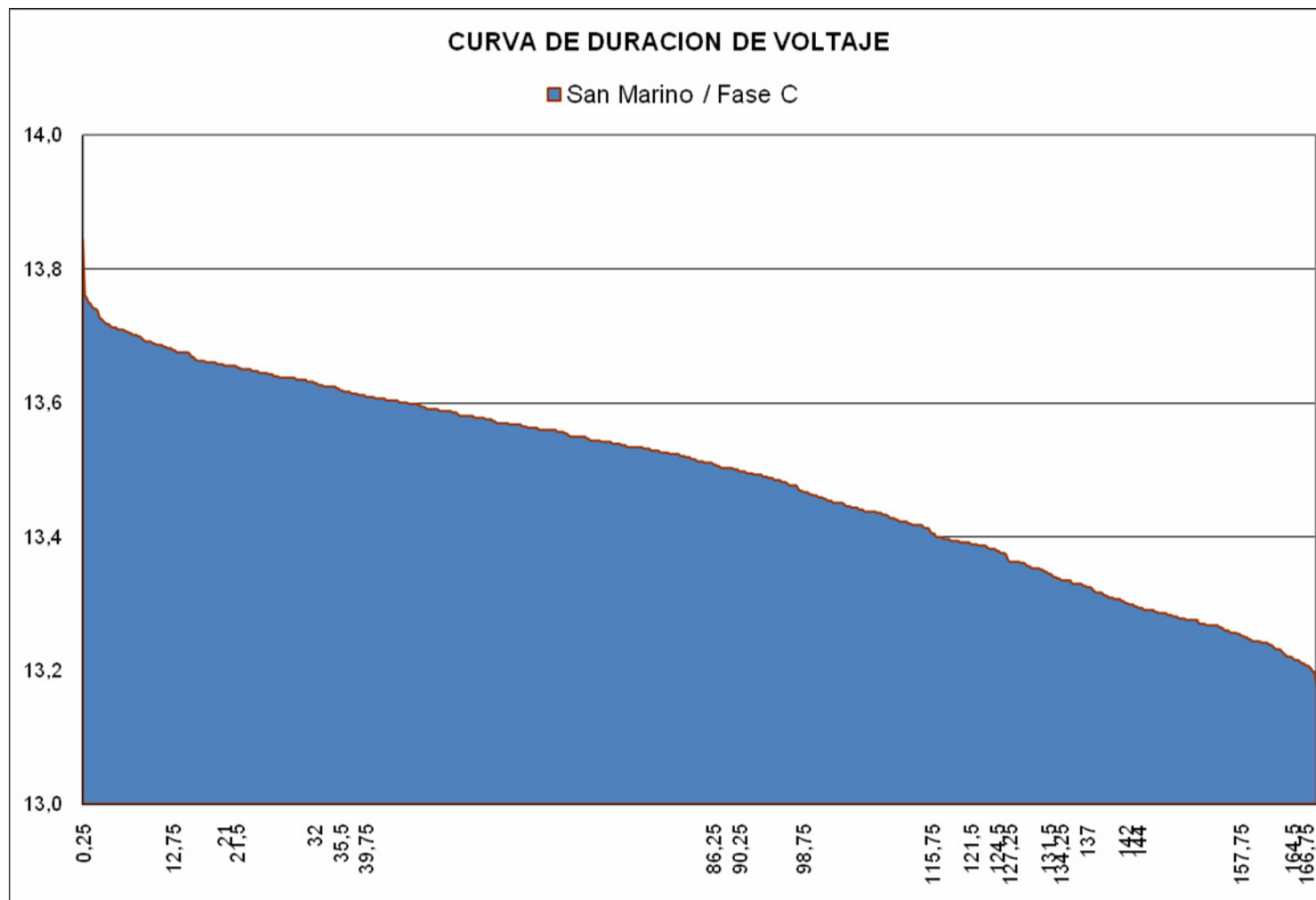


A continuación se muestran las curvas de duración de voltaje de las alimentadoras de la subestación Kennedy Norte:

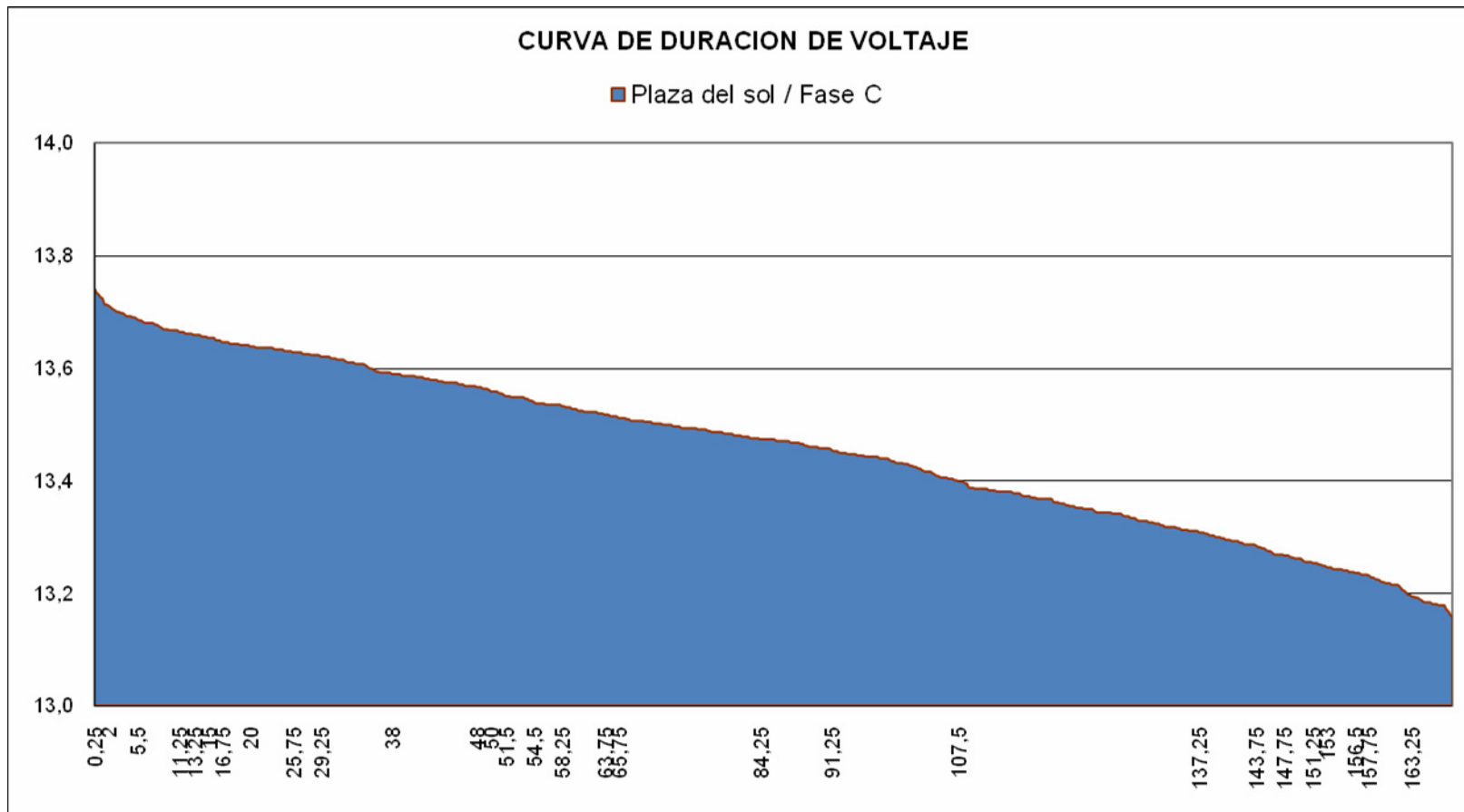


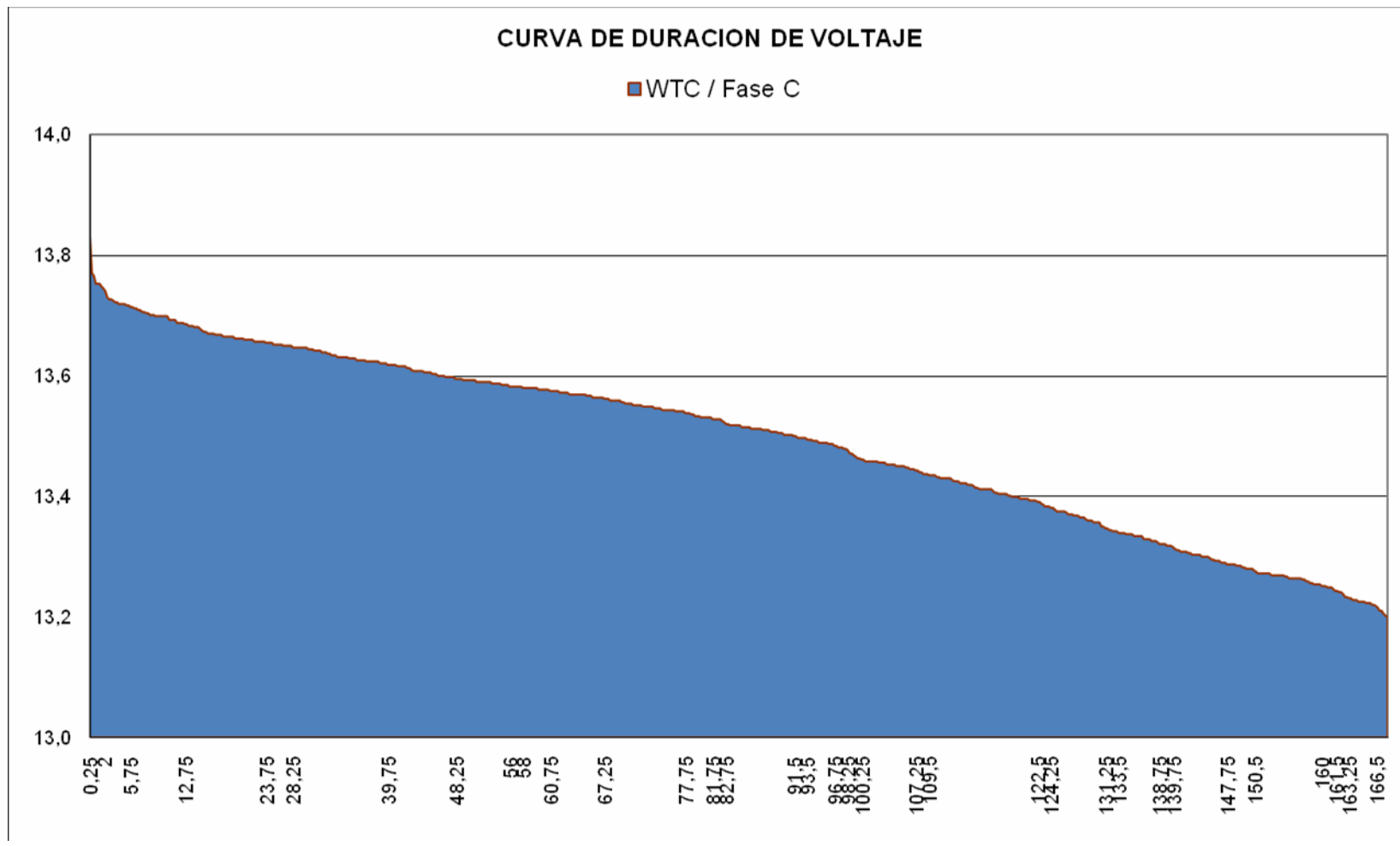












# ANEXO D

## 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 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 |
| 20-Abr-04 | 9:58:00      | 10:14:00     | 0:16:00               | ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN                       |
| 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 DESCONEXIÓN                       |
| 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 DESCONEXIÓN                       |
| 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 DESCONEXIÓN                       |
| 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 DESCONEXIÓN                       |
| 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 DESCONEXIÓN                       |
| 13-Dic-07 | 10:36:00     | 10:36:15     | 0:00:15               | ANIMAL U OBJETO OCASIONA DESCONEXIÓN                       |
| 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               | SENSOR 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 DESCONEXIÓN                       |
| 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 un 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.

$$SAIFI = \frac{\text{Numero total de consumidores interrumpidos}}{\text{Numero total de consumidores servidos}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum_i \lambda_i * N_i}{\sum_i N_i}$$

$\lambda_i$  = 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.

$\lambda_i$  = 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<br>Indicadores Aplicables a Cada Cliente |                                    |                                    |
|---|------------------------------------|------------------------------------|
| Cliente   | Cantidad Interrupciones SAIFI      | Duración Interrupciones SAIDI      |
| Urbano  | 8/Año (actual)<br>6/año (1/07/07)  | 17.52 Horas/Año<br>8.76 Horas/año  |
| Rural   | 12/Año (actual)<br>10/año (1/1/08) | 61.32 Horas/Año<br>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 <sup>2</sup> | Indiana Utilities <sup>3</sup> | North American Utilities <sup>4</sup> | I&M <sup>5</sup> | Indiana Utilities <sup>6</sup> | North American Utilities <sup>7</sup> | I&M <sup>8</sup> | Indiana Utilities <sup>9</sup> | North American Utilities <sup>10</sup> |
| 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<br>(MWh) |        | AENS<br>(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 <sub>US</sub> | Urbano  | 10        | 8    |
|                          |                     | Rural   | 20        | 15   |
|                          | SAIDI <sub>US</sub> | Urbano  | 20        | 16   |
|                          |                     | Rural   | 40        | 30   |

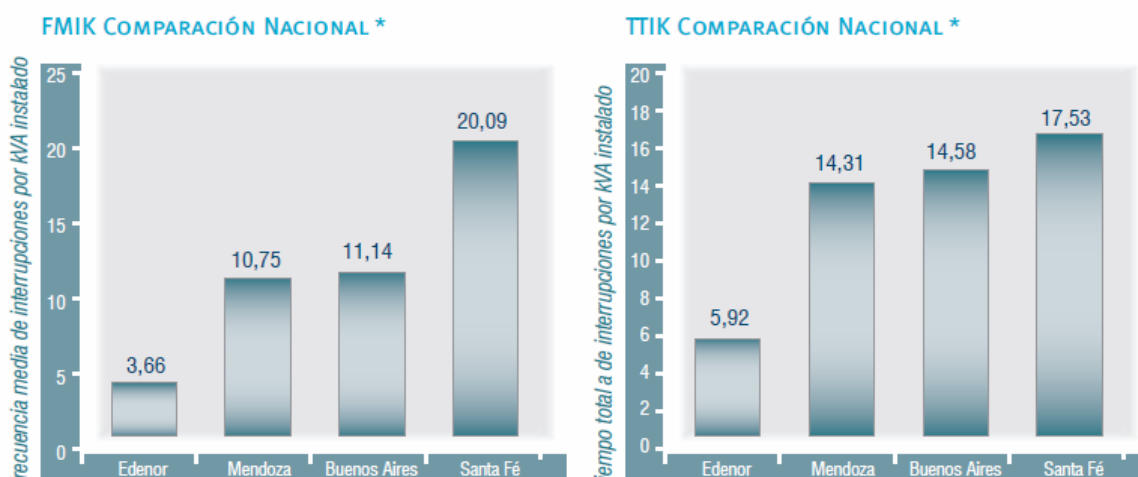
En la tabla anterior se muestran los límites fijados en El Salvador tanto en zonas urbanas como rurales; y se observa además que desde el año 2008 las normas exigen un mejoramiento de estos índices.

## ➤ INDICES DE CONFIABILIDAD EN EDENOR – ARGENTINA (5)

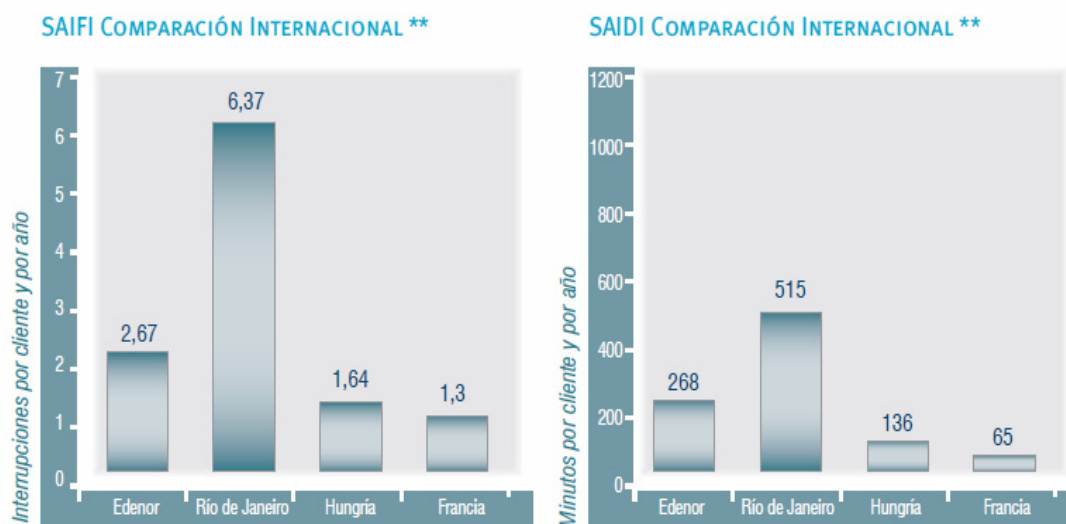
A continuación se muestra un extracto de un estudio de los índices de calidad del servicio de Edenor – Argentina, en el cual se los compara con otras ciudades, tanto de Argentina como de otros países. En los gráficos de abajo se realizan comparativos de los índices de calidad internacionales (SAIFI – 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:

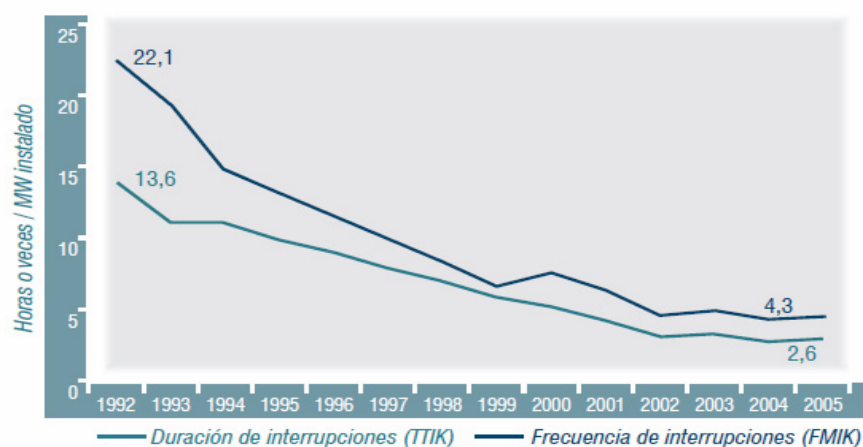






A continuación se presenta un historico (desde 1992) de cómo han ido variando el TTIK y FMIK en Edenor, realizando una mejora significativa logrando que:

- El FMIK que en 1992 estaba en 22.1, en el 2005 bajó a 4.3.
- El TTIK que en 1992 estaba en 13.6, en el 2005 bajó 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*

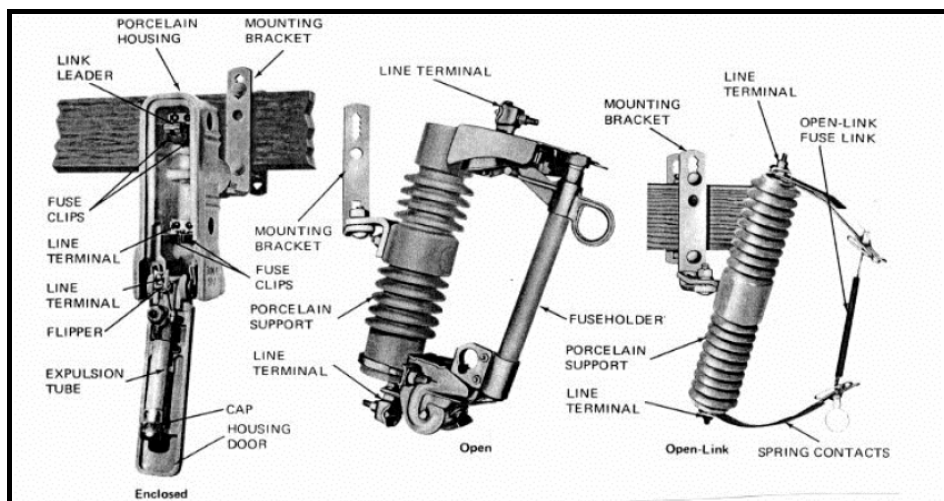
El sistema de protección de los equipos y/o instalaciones del sistema eléctrico tiene como objetivos:

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.

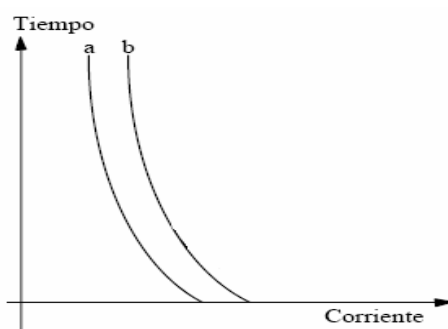


En todo caso las curvas características de tiempo-corriente se dan para temperaturas ambientes de 20 a 25° C y se indican para corrientes que producen fusión en 5 minutos o menos, partiendo de fusibles sin carga.

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:
  - $\rho$  FC=1; para ramales con menos de 12 transformadores de distribución.
  - $\rho$  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 | Continuos Current (A) | EEI-NEMA K or T Rating                           | Continuous Current (A) | EEI-NEMA K or T Rating | Continuos 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                   |
| <b>N Rating</b> |                        | 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<br>DE PRO-<br>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.

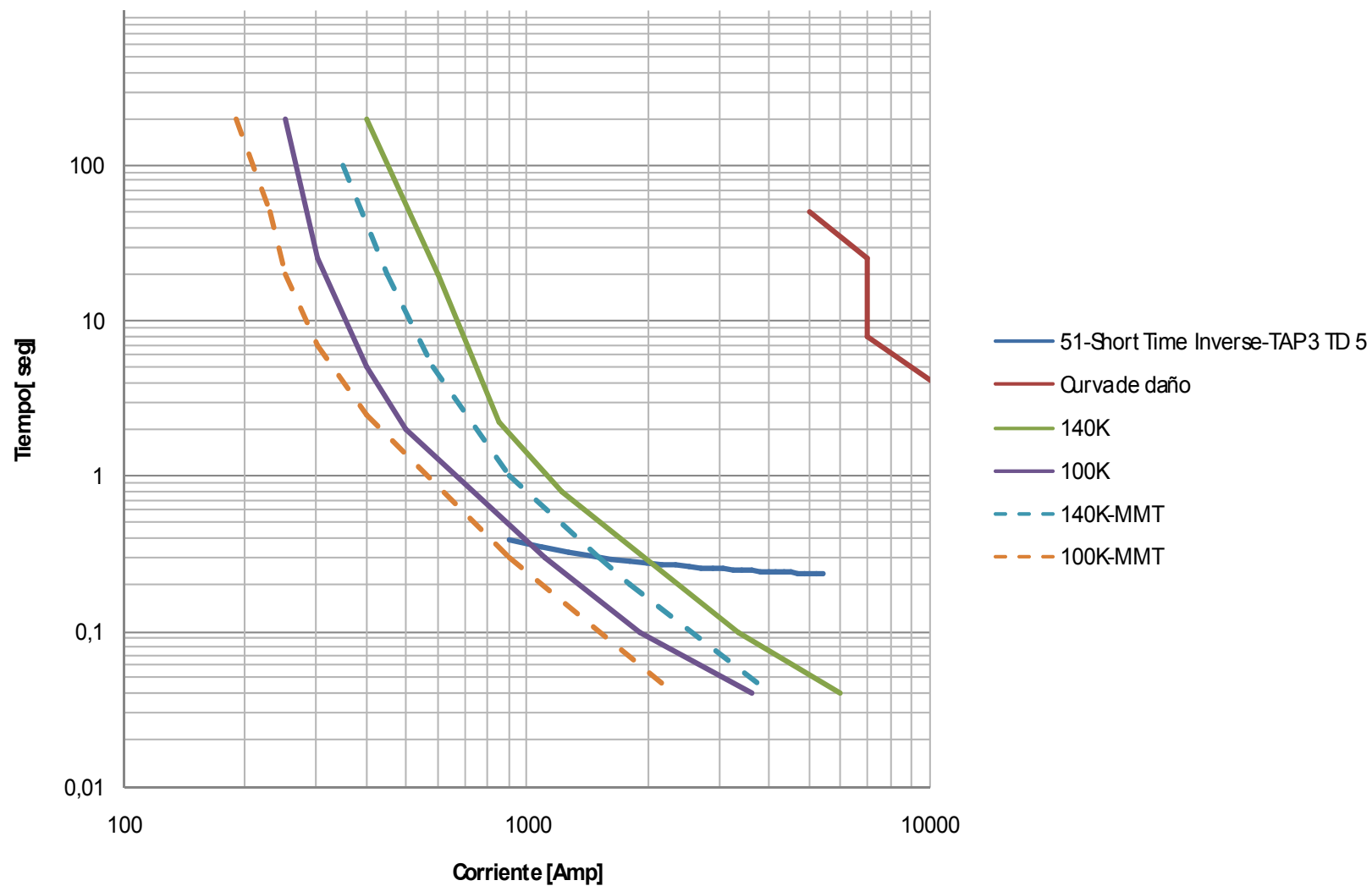
### **Coordinación Fusible-Subestación**

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.

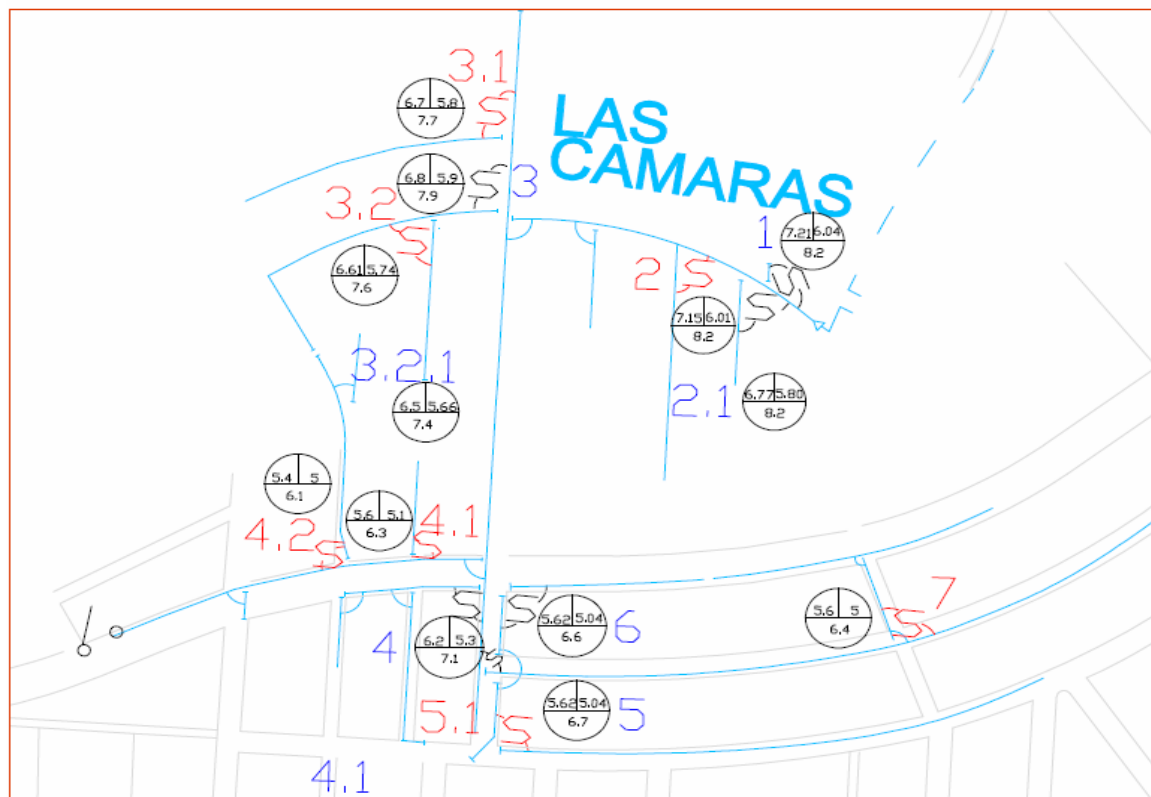
Para verificar la coordinación de los fusibles se muestra la siguiente tabla:

| <b>FUSIBLE</b>   |              |                 |              | <b>Máxima corriente de cortocircuito</b> |                                 | <b>COORDINACION</b> |
|------------------|--------------|-----------------|--------------|--|---------------------------------|---------------------|
| <b>PROTECTOR</b> |              | <b>RESPALDO</b> |              | <b>Mínima para coordinar</b>             | <b>En el punto de estudio *</b> |                     |
| <b>Código</b>    | <b>TipoK</b> | <b>Código</b>   | <b>TipoK</b> |  |                                 |                     |
| 5.1              | 40           | 5               | 140          | 5800 A                                   | 5800 A                          | si                  |
| 7                | 40           | 5               | 140          | 5800 A                                   | 5800 A                          | si                  |



## Alimentadora Las Cámaras (Diagrama unifilar AA')

### SISTEMA DE PROTECCION- ALIMENTADORA LAS CAMARAS REDISEÑO



(Configuración del sistema de Protecciones de la Alimentadora Las cámaras mejorado)

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.

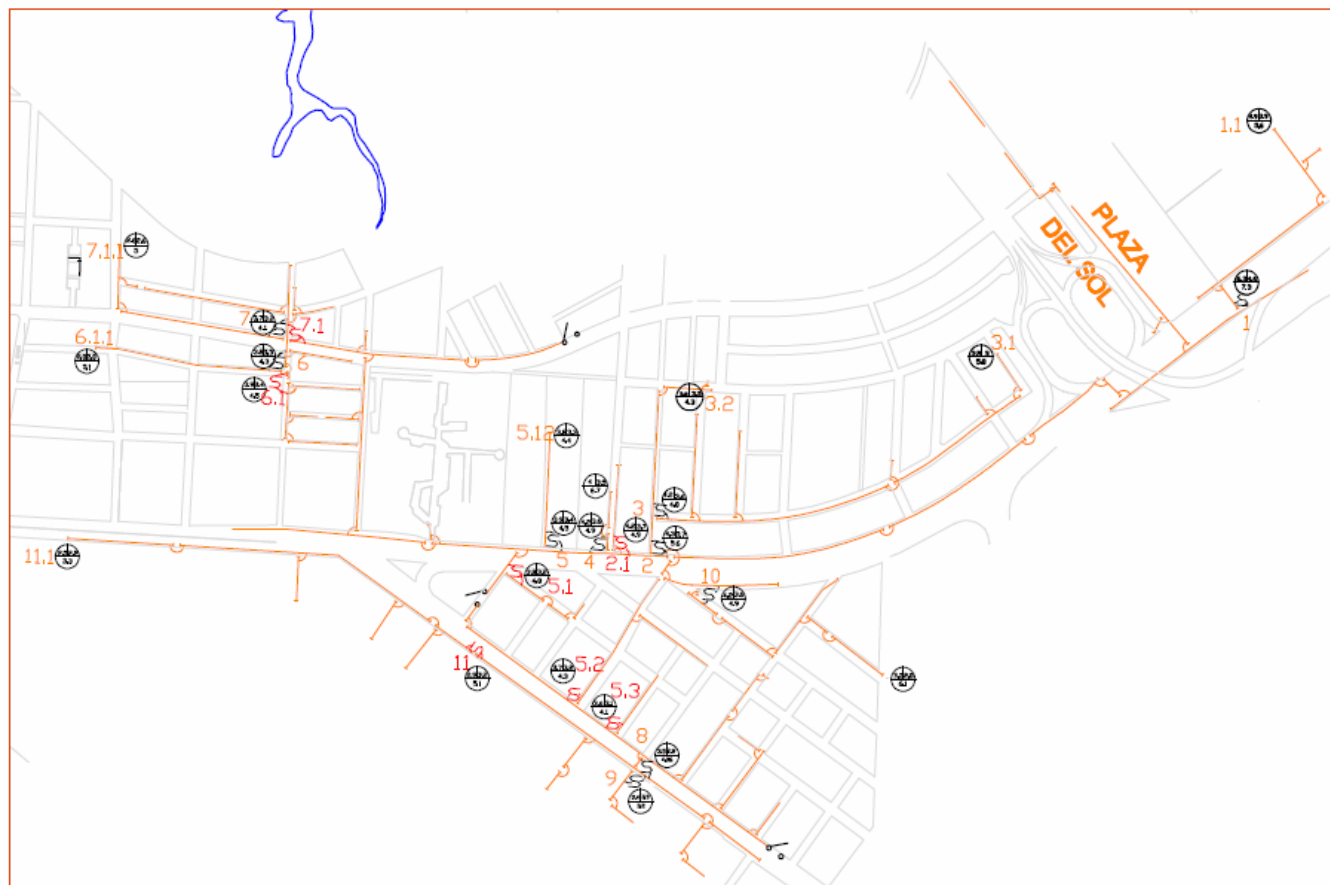
Los fusibles que deberían estar seleccionados bajo el criterio de coordinación son:

- 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:

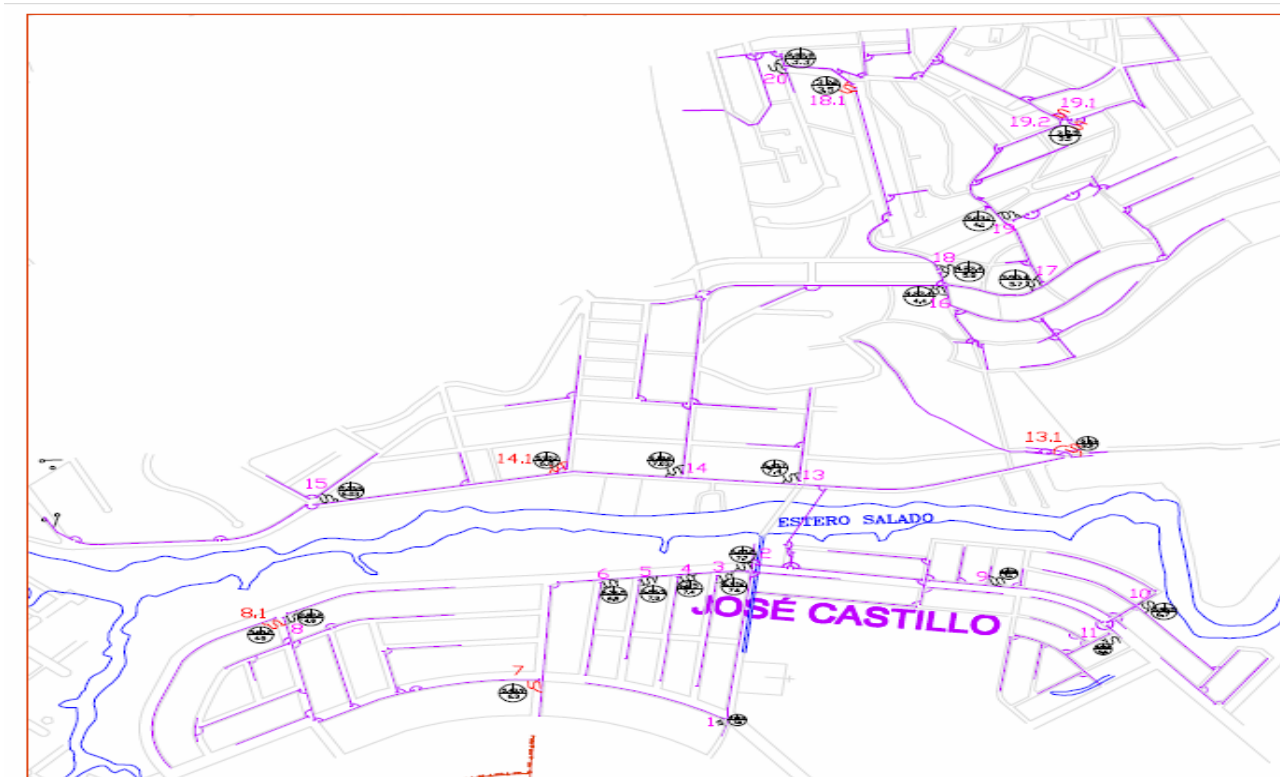
- El fusible 2 (respaldo) con fusible 7 (protector).
- El fusible 7 (respaldo) con fusible 8.1 (protector).
- El fusible 18 (respaldo) con fusible 18.1 y 20 (protectores).
- El fusible 17 (respaldo) con fusible 19.1 y 19.2 (protectores).

La coordinación se muestra en la siguiente Tabla:

| <b>FUSIBLE</b>   |              |                 |              | <b>Máxima corriente de cortocircuito</b> |                                 | <b>COORDINACION</b> |
|------------------|--------------|-----------------|--------------|--|---------------------------------|---------------------|
| <b>PROTECTOR</b> |              | <b>RESPALDO</b> |              | <b>Mínima para coordinar</b>             | <b>En el punto de estudio *</b> |                     |
| <b>Código</b>    | <b>TipoK</b> | <b>Código</b>   | <b>TipoK</b> |  |                                 |                     |
| 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'.

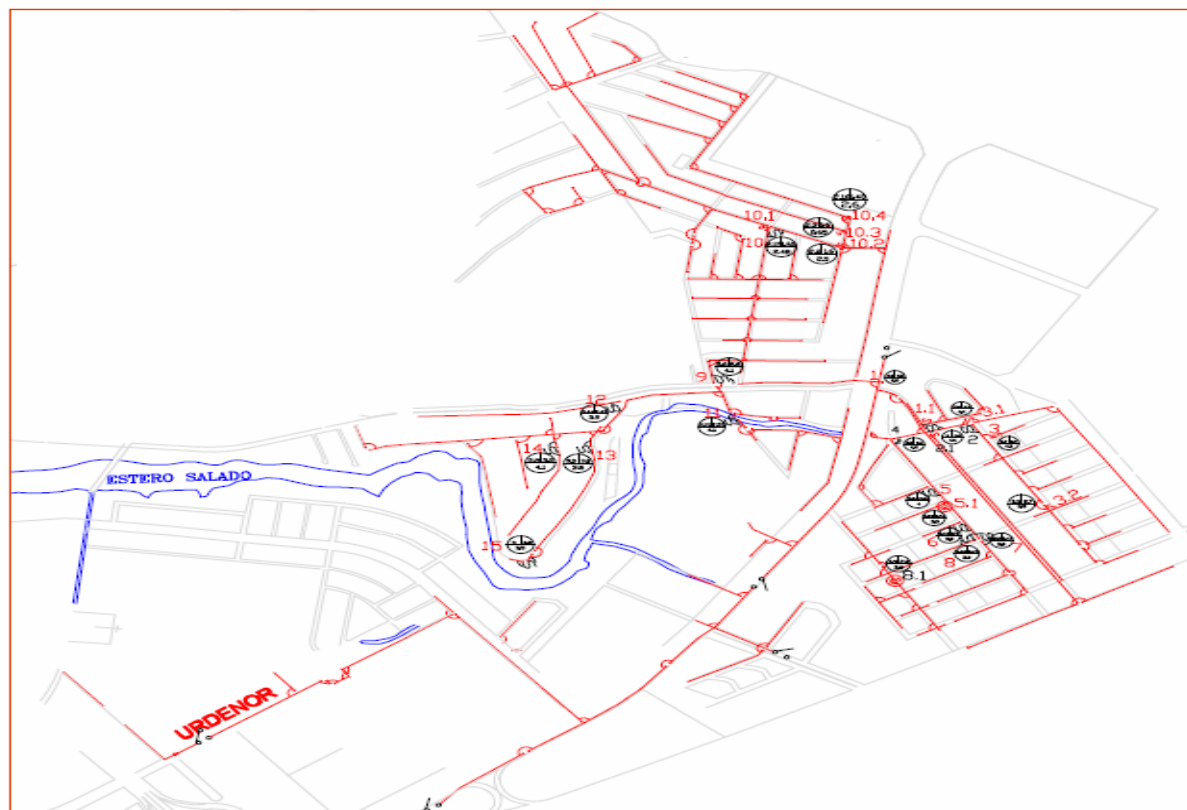
| Fusible | Tipo | Fusible | Tipo |
|---------|------|---------|------|
| 1       | 140K | 8,1     | 6K   |
| 1,1     | 8K   | 9       | 40K  |
| 2       | 12K  | 10      | 80K  |
| 2,1     | 8K   | 10,1    | 25K  |
| 3       | 65K  | 10,2    | 80K  |
| 3,1     | 6K   | 10,3    | 10K  |
| 3,2     | 6K   | 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](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](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>