

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES DE LA
SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
GUAYAQUIL”

TESINA DE SEMINARIO

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
POTENCIA**

Presentado por:

Erick Josué Conde Bermeo

Kerly Antonieta Orozco Ruiz

GUAYAQUIL – ECUADOR

2014

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente, por ser El quien nos ha acompañado en todo este tiempo, dándonos: vida, salud y fuerzas para seguir este duro camino de la vida.

A nuestros padres por brindarnos ese apoyo incondicional en todo momento.

Al Ing. Juan Saavedra profesor de la materia de graduación por su guía, y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestros amigos y compañeros, que de una u otra forma nos brindaron su ayuda e hicieron de esta dura travesía una gran experiencia.

DEDICATORIA

A Dios, ya que sin su incondicional ayuda no hubiera sido posible haber llegado hasta esta etapa de mi vida.

A mis padres, por brindarme sus guías y consejos los cuales me fueron de gran ayuda en los momentos difíciles que pase a lo largo de esta dura travesía.

A mis maestros, que influyeron con sus lecciones y experiencias ayudaron a formarnos como personas de bien y preparada para los retos que vendrán a lo largo de nuestras vidas.

Erick Josué Conde Bermeo

A Dios, por darme la vida y poner a tanta gente maravillosa en mi camino.

A mis padres, por siempre apoyar mis decisiones y convertirme en la persona que soy hoy en día.

A mis amigos, sin los cuales este tiempo en la universidad hubiese sido mucho más duro.

A mis profesores, los cuales me han enseñado no solo teoría, sino también cosas que me servirán para toda la vida.

Kerly Antonieta Orozco Ruiz

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Juan Saavedra

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Ing. Alberto Hanze

PROFESOR DELEGADO DE LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Erick Josué Conde Bermeo

Kerly Antonieta Orozco Ruiz

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad la coordinación de las protecciones de la Subestación de Distribución de Energía Eléctrica Garzota, con la ayuda de herramientas computacionales lo cual facilita el estudio brindándonos una confiable precisión y reajustes en caso de cambios futuros en el sistema. Además este trabajo nos ayuda a profundizar los criterios de coordinación aprendidos en clases, aplicándolos a equipos reales existentes en el mercado.

En el *Capítulo 1* se presenta un panorama general de la disposición y características de los equipos que conforman la Subestación Garzota, toda esta información fue proporcionada por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, la cual será de ayuda para el desarrollo de los capítulos posteriores.

En el *Capítulo 2* se presentan los estudios de Flujo de Potencia, cuyos resultados son necesarios para determinar las condiciones actuales de operación de la subestación, tales como voltajes de barras, potencia demandada, carga en el transformador y conductores; todos estos resultados fueron determinados con la ayuda del software Power World Simulator Versión 16, Licencia Educacional.

En el *Capítulo 3* se presenta los estudios de cortocircuito, sometiendo al sistema a condiciones de falla; obteniendo así los valores de corrientes de falla máxima y mínima y los efectos causados en cada componente de interés en el sistema.

En el *Capítulo 4* se describe la protección del transformador de potencia de la Subestación, las funciones de los relés que dispone, los criterios necesarios para sus respectivos ajustes y la calibración del relé de sobre corriente.

El *Capítulo 5* es considerado como la sección con mayor importancia ya que radica la esencia de este informe, en la cual se presenta el ajuste en la coordinación de los equipos de protección el cual se fundamenta en un análisis teórico, criterios y normas eléctricas, permitiéndonos justificar la coordinación ya efectuada, e incluso realizar mejoras, correcciones o recomendaciones para un mejor funcionamiento de las protecciones de la Subestación que sometimos al estudio.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

DECLARACIÓN EXPRESA

RESUMEN

ÍNDICE GENERAL

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

1.1. SUBESTACIÓN GARZOTA	1
1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	2
1.3. INFRAESTRUCTURA CIVIL.....	2
1.4. SERVICIOS BÁSICOS.....	3
1.5. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y EQUIPOS.	4

1.5.1. Red de Subtransmisión.....	4
1.5.2. Patio de 69 [KV].	4
1.5.2.1. Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.	5
1.5.2.2. Interruptor en gas (GCB) SF6.....	7
1.5.2.3. Parrarayos sobre la estructura.	9
1.5.2.4. Aisladores y herrajes.	10
1.5.2.5. Conductores.	11
1.5.3. Transformador de Potencia.....	11
1.5.3.1. Pararrayos sobre el transformador.	13
1.5.4. Patio de 13.8 [KV].	13
1.5.4.1. Seccionador de aire principal.	15
1.5.4.2. Reconectores de las alimentadoras.....	16
1.5.4.3. Cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.	17
1.5.4.4. Seccionadores de interconexión entre alimentadoras.	18
1.5.4.5. Conductores.	19
1.5.4.6. Aisladores y herrajes.	19
1.5.4.7. Transformador de potencial.....	20
1.5.4.8. Transformador de corriente.	20
1.5.4.9. Transformador auxiliar.....	21

1.5.5. Cuarto de Control.....	22
1.5.5.1. Banco de baterías y cargador.....	22
1.5.5.2. Tablero.	23
1.5.5.3. Medidores.....	23
1.5.5.4. Dispositivos de control y protección.....	24
1.5.5.4.1. Protección Diferencial.	24
1.5.5.4.2. Panel de alarmas.	25
1.5.5.4.3. Otros dispositivos de control y protección.	27
1.5.6. Malla de tierra.	28

CAPITULO 2: ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA

2.1. INTRODUCCIÓN	0
2.2. CRITERIOS ADOPTADOS PARA EL ESTUDIO	30
2.2.1. Flexibilidad Operacional.....	30
2.2.2. Niveles de Confiabilidad.....	30
2.2.3. Niveles de sobrecarga.	30
2.2.4. Regulación de Voltaje.	30
2.3. ANÁLISIS DE CASOS.	31
2.3.1. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Máxima.	31

2.3.2. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Mínima.	33
2.4. DATOS DEL SISTEMA.	35
2.4.1. Datos de Transformador de Fuerza.	35
2.4.2. Datos de líneas y conductores.	35
2.5. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA.....	36
2.5.1. Casos base.	37
2.5.1.1. Voltajes en barras.....	39
2.5.1.2. Consumo.	40
2.5.1.3. Carga de Transformadores.....	40
2.5.1.4. Potencia Activa y Reactiva recibida del Sistema.	41
2.5.1.5. TAP del Transformador de Potencia.....	41
2.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE FLUJO.	42

CAPITULO 3: ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

3.1. INTRODUCCIÓN.	31
3.2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.....	44
3.3. DATOS DEL SISTEMA.	45
3.3.1. Impedancias Equivalentes en el Punto de Entrega de la Empresa Eléctrica.	45

3.3.1.1.	Impedancias Equivalentes.....	45
3.3.1.2.	MVA de Corto Circuito.....	46
3.3.1.3.	Corrientes de cortocircuito.....	47
3.3.2.	Datos de Conductores.....	48
3.3.3.	Datos de Transformadores de Fuerza.....	48
3.4.	RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.....	49
3.4.1.	Casos base.....	49
3.4.1.1.	Corriente de Falla en cada barra.....	49
3.4.1.2.	Voltajes de Falla en cada barra.....	51
3.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52

CAPITULO 4: PROTECCION DE LA SUBESTACION DE DISTRIBUCION

4.1.	INTRODUCCIÓN.....	46
4.2.	ESQUEMAS DE PROTECCIONES.....	56
4.3.	AJUSTE TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	59
4.3.1.	Protección diferencial de porcentaje con restricción de armónicos (87T).....	60

4.3.2. Protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto (87H).....	65
4.3.3. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).....	68
4.3.4. Protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P).	69
4.3.5. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra (51N).	71
4.3.6. Protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).....	72
4.3.7. Protección de corrientes desbalanceadas (46).	72
4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECONECTADORES.	73
4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	75

CAPITULO 5: COORDINACION DE LAS PROTECCIONES

5.1. INTRODUCCION	58
5.2. ESQUEMA DE PROTECCIONES.....	78
5.3. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION.....	81
5.3.1. Características de los fusibles.....	81
5.3.2. Características de los relés.....	89
5.3.2.1. Resumen de ajustes del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T	89
5.3.2.2. Resumen de ajustes del relé diferencial instantáneo sin restricción de ajuste alto (87H).....	90

5.3.2.3. Ajuste de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).....	91
5.3.2.4. Ajuste de la protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P).....	92
5.3.2.5. Ajuste de la protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).....	92
5.3.2.6. Protección de corrientes desbalanceadas (46).....	93
5.4. Resultados de la coordinación de los dispositivos de protección.....	94
5.4.1. Coordinación de la alimentadora Agustín Freire.	94
5.4.2. Coordinación de la alimentadora Aeropuerto.	96
5.4.3. Coordinación de la alimentadora Garzota 4.	98
5.4.4. Coordinación de la alimentadora Gran Manzana.	100
5.5. RESUMEN DE AJUSTES	102
5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	103

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

A	Amperios, unidad de fundamental de corriente.
AC	Corriente alterna.
AMB. TEMP	Temperatura ambiente.
AMP	Nomenclatura en PowerWorld para Amperios.
ANSI	American National Standards Institute- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
ASCR	Aluminum Conductor Steel Reinforced-Conductor de aluminio con alma de acero.
AT	Alta Tension.
AWG	<i>American Wire Gauge</i> - Calibre de Alambre Estadounidense (CAE), referencia de clasificación de diámetros.
BIL	Basic Insulation Level- Nivel Básico de Aislamiento.
BT	Baja Tension.
cc	Corto Circuito.
CAPAC.	Capacidad.
CT	Current Transformer-Transformador de corriente.
°C	Grados centígrados.
Cu	Cobre.

DC	Corriente continua.
Deg	Grados. Nomenclatura en PowerWorld.
EEPG	Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil.
FA	Sistema de ventilación forzada de un transformador.
GCB	Gas Circuit Breaker- Interruptor con extensión de arco a gas.
I	Corriente.
I_a	Corriente en la fase a.
I_b	Corriente en la fase b.
I_c	Corriente en la fase c.
I_n	Corriente en el neutro.
I_{cc}	Corriente de Corto Circuito.
I_{cont}	Corriente continua.
I_{continua}	Corriente continua.
I_{dmax}	Corriente directa máxima.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
IEC	International Electrotechnical Commission- Comisión Electrotécnica Internacional.
I_{falla max}	Corriente de falla máxima del sistema.

$I_{falla\ max\ 69KV}$	Corriente de falla máxima en el lado de 69KV.
$I_{falla\ max\ 13.8KV}$	Corriente de falla máxima en el lado de 13.8KV.
$I_{falla\ min}$	Corriente de falla mínima del sistema.
I_H	Corriente en el lado de alta tensión.
$I_{H\ relé}$	Corriente de restricción usada en el relé luego de la compensación interna de fase programada en el lado de alta tensión.
I_{HS}	Corriente máxima de carga en los lados secundarios del CT en alta tensión.
I_{inst}	Corriente instantánea.
I_L	Corriente en el lado de baja tensión.
I_{LF}	Corriente de falla trifásica en el lado de baja tensión.
$I_{L\ relé}$	Corriente de restricción usada en el relé luego de la compensación interna de fase programada en el lado de baja tensión.
I_{LS}	Corriente máxima de carga en los lados secundarios del CT en baja tensión.
I_n	Corriente en el neutro.
$I_{plena\ carga}$	Corriente de plena carga del transformador (FA).
$I_{pick-up}$	Corriente de puesta en trabajo.

$I_{pick-up\ alta\ 51}$	Corriente de puesta en trabajo del 51P en el lado de 69KV.
$I_{pick-up\ baja\ 51}$	Corriente de puesta en trabajo del 51P en el lado de 13.8KV.
$I_{pick-up\ 51G}$	Corriente de puesta en trabajo del 51G.
$I_{pick-up\ alta\ 50}$	Corriente de puesta en trabajo del 50P en el lado de 69KV.
$I_{pick-up\ baja\ 50}$	Corriente de puesta en trabajo del 50P en el lado de 13.8KV.
KA	Kiloamperio.
Kg	Kilogramo.
Km	Kilometro.
KV	Kilovoltio.
KV_{max}	Kilovoltio máximo.
KVA	Kilovoltio - amperio.
KVAR	Kilovatios reactivos, unidad de potencia reactiva.
KW	Kilovatios, unidad de potencia activa.
lbs	libra, unidad de masa.
LG	Línea a tierra.
LL	Línea a Línea.
LLG	Línea-Línea-Tierra.
LLL	Línea-Línea-Línea (trifásica).
m	metros, unidad de longitud.

m²	metros cuadrados, unidad de área.
MCOV	Maximun Continuous Operating Voltage- Máximo voltaje en operación continua.
MCM	Mil Circular Mil. Se define como el área de una circunferencia cuyo diámetro es una milésima de pulgada.
MVA	Megavoltios-amperios.
MVAR	Mega Vatios Reactivos, unidad de potencia reactiva.
MW	Mega Vatios, unidad de potencia activa.
OA	Sistema de enfriamiento por aceite y aire natural de un transformador.
PSI	Pounds per square inch-libra-fuerza por pulgada cuadrada, Unidad de presión.
p.u.	por unidad.
R	Resistencia en ohmios.
S/E	Subestación Eléctrica.
SF6	Hexafluoruro de Azufre, gas empleado para extensión del arco.
Std.	<i>Standard</i> (Estándar o Norma).
TAP	Punto de conexión a lo largo de un devanado que permite un cierto número de vueltas para ser seleccionado.
TAP_H	TAP en el lado de alta tensión del transformador de corriente.

TAP_L	TAP en el lado de baja tensión del transformador de corriente.
TD	<i>Time Delay</i> (Tiempo de Retardo).
TON	tonelada, unidad de masa.
TPU	Unidad de Protección de Transformadores.
VA	Voltios – amperios.
VDC	Voltaje de corriente continua.
V_{nom}	Voltaje nominal.
X	Reactancia en ohmios.
Z	Impedancia.
Ztrafo	Impedancia del Transformador de Potencia.
Ω	Ohmios. Unidad de resistencia, impedancia y reactancia.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vista satelital de ubicación de la subestación Garzota.	2
Figura 1.2 Vista exterior de la subestación Garzota.	3
Figura 1.3 Vista de estructura de 69 [KV].	5
Figura 1.4 Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.	6
Figura 1.5 Vista interior del control del interruptor SF6.	8
Figura 1.6 Interruptor en gas SF6.	9
Figura 1.7 Aisladores a 69 [KV].	10
Figura 1.8 Transformador principal de la Subestación Garzota	12
Figura 1.9 Patio de 13.8 [KV].	15
Figura 1.10 Vista interna del controlador Cooper forma 6.	17
Figura 1.11 Cuchillas seccionadoras 600 [A].	18
Figura 1.12 Transformadores de corriente en subestación Garzota.	21
Figura 1.13 Cargador GNB y baterías BOSCH.	23
Figura 1.14 Medidores Schneider en la S/E Garzota.	24
Figura 1.15 Panel de control con el relé TPU2000R.	25
Figura 1.16 Panel de alarmas PANALARM.	26
Figura 1.17 Breakers montados en el panel de control.	28
Figura 2.1 Carga máxima diaria de diciembre del 2012.	32

Figura 2.2 Carga mínima diaria de diciembre del 2012.	34
Figura 2.3 Resumen de datos para flujo de potencia.....	37
Figura 2.4 Flujo de Potencia para Carga Máxima.....	38
Figura 2.5 Flujo de Potencia para Carga Mínima.	39
Figura 4.1 Esquema de protección del transformador de potencia.	56
Figura 4.2 Diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con detalle de las protecciones.....	57
Figura 4.3 Conexión de CTs y TPU 2000R para convención de medición estándar.	58
Figura 4.4 Característica de disparo de la protección diferencial 87T.....	62
Figura 4.5 Curva diferencial de porcentaje del 87T.	65
Figura 4.6 Rango para la corriente inrush del transformador.	67
Figura 5.1 Esquema de protecciones del transformador de potencia.	79
Figura 5.2 Esquema de protecciones de la red de distribución de la subestación GARZOTA.....	80
Figura 5.3 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE	82
Figura 5.4 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GARZOTA 4.....	84

Figura 5.5 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AEROPUERTO.....	86
Figura 5.6 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA.....	88
Figura 5.7 Curva diferencial de porcentaje del 87T.....	90
Figura 5.8 Curvas de protección en la alimentadora Agustín Freire.....	95
Figura 5.9 Curvas de protección en la alimentadora Aeropuerto.....	97
Figura 5.10 Curvas de protección en la alimentadora Garzota 4.....	99
Figura 5.11 Curvas de protección en la alimentadora Gran Manzana.....	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características técnicas – Seccionador de Aire de 69 [KV]	6
Tabla 1.2 Datos de placa del interruptor SF6.	7
Tabla 1.3 Datos de placa – Parrarayos en estructura 69 [KV].	9
Tabla 1.4 Detalle de aisladores a 69 [KV].	10
Tabla 1.5 Conductores usados a 69 [KV].	11
Tabla 1.6 Datos de placa del transformador de potencia.	12
Tabla 1.7 Pararrayos del lado de alta tensión.	13
Tabla 1.8 Pararrayos del lado de baja tensión.	13
Tabla 1.9 Características del seccionador de aire principal de 13.8 [KV].	15
Tabla 1.10 Datos del Reconectador Cooper.	16
Tabla 1.11 Controladores de los reconectores de las alimentadoras.	17
Tabla 1.12 Parámetros de cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.	18
Tabla 1.13 Datos de los seccionadores de interconexión.	18
Tabla 1.14 Conductores usados en 13.8 [KV].	19
Tabla 1.15 Detalle de aisladores y herrajes a 13.8 [KV].	19
Tabla 1.16 Datos de placa de los transformadores de potencial.	20
Tabla 1.17 Datos de placa de los transformadores de corriente.	21
Tabla 1.18 Datos de placa de transformador auxiliar.	22

Tabla 1.19 Datos del banco de baterías.	22
Tabla 1.20 Datos de placa del cargador de baterías.	22
Tabla 1.21 Datos de los medidores.	24
Tabla 1.22 Tipos de alarmas del panel PANARLARM.	26
Tabla 1.23 Dispositivos varios de control y protección.	27
Tabla 1.24 Descripción de breakers.	27
Tabla 2.1 Cargas máximas en Alimentadoras.	31
Tabla 2.2 Cargas mínimas en Alimentadoras.	33
Tabla 2.3 Características del Transformador Principal.	35
Tabla 2.4 Característica del conductor de las Alimentadoras.	36
Tabla 2.5 Voltajes en barras para carga máxima.	39
Tabla 2.6 Voltajes en barras para carga mínima.	39
Tabla 2.7 Consumo en barras para carga máxima.	40
Tabla 2.8 Consumo en barras para carga mínima.	40
Tabla 2.9 Potencia entre barras para carga máxima.	40
Tabla 2.10 Potencia entre barras para carga mínima.	40
Tabla 2.11 Potencia recibida para carga máxima.	41
Tabla 2.12 Potencia recibida para carga mínima.	41
Tabla 2.13 Ajuste del TAP del Transformador.	41

Tabla 3.1 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en mínima generación.	46
Tabla 3.2 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en máxima generación.....	46
Tabla 3.3 Potencias de falla [MVA] en mínima generación.....	47
Tabla 3.4 Potencias de falla [MVA] en máxima generación.....	47
Tabla 3.5 Corrientes de cortocircuito en mínima generación.....	48
Tabla 3.6 Corrientes de cortocircuito en máxima generación.....	48
Tabla 3.7 Corrientes de cortocircuito en barra de 69 [KV].	50
Tabla 3.8 Corrientes de cortocircuito en barra de 13.8 [KV].	50
Tabla 3.9 Corrientes de línea para falla en barra de 69 [KV].	50
Tabla 3.10 Corrientes de línea para falla en barra de 13.8 [KV].	51
Tabla 3.11 Voltajes de falla en barra de 69 [KV].....	51
Tabla 3.12 Voltajes de falla en barra de 13.8 [KV].....	51
Tabla 4.1 Parámetros de la protección 87T.....	61
Tabla 4.2 Factor multiplicativo de compensación.....	63
Tabla 4.3 Parámetros de la protección 87H.....	66
Tabla 4.4 Parámetros de la protección 51P.....	69
Tabla 4.5 Curvas de Sobrecorriente Temporizada.....	69
Tabla 4.6 Parámetros de la protección 50P.....	70
Tabla 4.7 Curvas de Sobrecorriente Instantánea.....	70

Tabla 4.8 Parámetros de la protección 51N.....	71
Tabla 4.9 Parámetros de la protección 46.	73
Tabla 4.10 Valores nominales eléctricos del reconectador.....	75
Tabla 4.11 Valores nominales de interrupción del reconectador.....	75
Tabla 4.12 Ciclo de trabajo del reconectador.	75
Tabla 5.1 Principales fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE	81
Tabla 5.2 Principales fusibles de la alimentadora GARZOTA 4	83
Tabla 5.3 Principales fusibles de la alimentadora AEROPUERTO	85
Tabla 5.4 Principales fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA	87
Tabla 5.5 Calculo de corrientes para determinación del mismatch de la curva del relé 87T.....	89
Tabla 5.6 Resumen de selección de la curva del relé 87T.....	89
Tabla 5.7 Ajuste de la protección 51.	91
Tabla 5.8 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Agustín Freire.....	96
Tabla 5.9 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Aeropuerto.	98
Tabla 5.10 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Garzota 4.....	100

Tabla 5.11 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Gran Manzana.	102
Tabla 5.12 Resumen de ajustes de la protección en las líneas.	103

INTRODUCCIÓN

En todo lugar, el uso de la energía eléctrica es indispensable para el desarrollo por lo que es de vital importancia la continuidad y calidad del servicio que ofrecen las empresas distribuidoras a través de las subestaciones de distribución.

Dichas subestaciones están formadas por máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de control de flujo de energía brindando seguridad al sistema eléctrico. Debido a la importancia del servicio que ofrecen estas subestaciones de distribución, es de vital importancia contar con un sistema de protección coordinado.

Por lo antes mencionado, en el presente trabajo desarrollamos la coordinación de las protecciones de la subestación de distribución "Garzota", el cual se realizó con la ayuda de las herramientas computacionales Power World Simulator versión 16 y CYMTCC 4.5 Rev 13. La subestación ya cuenta con un sistema de protección coordinado, por lo que es necesario recalcar que los resultados obtenidos en este trabajo no serán implementados.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

1.1. SUBESTACIÓN GARZOTA

La subestación GARZOTA suministra energía eléctrica al sector norte de la ciudad de Guayaquil y es parte de la EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA DE GUAYAQUIL (EEPG).

Esta subestación se encarga de reducir el nivel de voltaje con el fin de suministrar energía tanto a usuarios comerciales como residenciales.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la ciudadela Garzota, en la avenida Pio Jaramillo entre la calle Dr. Camilo Nevarez Vásquez y la Avenida Antonio Parra. A continuación se detalla una vista satelital de la subestación Garzota.



Figura 1.1 Vista satelital de ubicación de la subestación Garzota.

1.3. INFRAESTRUCTURA CIVIL.

Dispone de un cuarto de operador de 9.4 [m²] con baño y un patio de maniobras con suelo de piedra chispa, la propiedad dispone de cerramiento.

La vía principal de comunicación a la subestación es la Avenida Pío Jaramillo con 2 carriles para cada sentido, en la cual se encuentra el acceso a la subestación.



Figura 1.2 Vista exterior de la subestación Garzota.

1.4. SERVICIOS BÁSICOS.

Cuenta con abastecimiento de agua potable, como también la infraestructura para evacuación de aguas servidas y aguas lluvias.

El servicio de recolección de basura está a cargo de El consorcio Puerto Limpio el cual realiza su recorrido en la vía principal.

En caso de incendio, se encuentran a disposición extintores ubicados convenientemente en el interior de la subestación.

1.5. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y EQUIPOS.

1.5.1. Red de Subtransmisión.

El Sistema Nacional posee una red de subtransmisión con el fin de interconectar subestaciones reductoras para realizar entrega de potencia.

La subestación Garzota es alimentada a través de la línea aérea de subtransmisión Orellana a nivel de 69 [KV] la cual proviene de la subestación Policentro con conductores 4/0 AWG 6/1 ACSR 39 MVA cuya longitud es de 0.46 [km].

1.5.2. Patio de 69 [KV].

La estructura del patio está conformada esencialmente por dos estructuras de 10.58 [m] de altura, unidas a un pórtico de tubo de hierro de 6" de diámetro con soportes para un seccionador tripolar operado manualmente, también cuenta con soportes para los portafusibles y bases para los pararrayos.

El material de los pórticos y los largueros es hierro, la medida para los largueros es 3"x3"x1/4" en ángulo y para los tirantes es de 2"x2"x1/4", toda esta estructura se apoya sobre bases de hormigón armado, mediante pernos de acero empotrados.



Figura 1.3 Vista de estructura de 69 [KV].

1.5.2.1. Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.

Son equipos utilizados con la finalidad de conectar y desconectar partes de una instalación eléctrica ya sea para realizar mantenimiento o algún tipo de maniobra; su misión es de aislar tramos de circuitos de forma visible.

Los tramos de circuitos a desconectar deben estar libre de corriente ya que estos equipos no son capaces de abrir un circuito energizado, pero si son capaces de soportar corrientes nominales y corrientes de cortocircuito durante un breve tiempo especificado.

La subestación emplea un seccionador MEMCO de dos cuchillas, la primera se emplea para conectarse o desconectarse a la línea de subtransmisión; y la segunda es empleada para poner la subestación a tierra e impedir algún tipo de accidentes debido a maniobras imprudentes u otras causas.

Estas palancas de maniobra poseen un enclavamiento mecánico la cual impide que estas dos cuchillas se cierren a la vez evitando de esta manera un cortocircuito.

Las características del seccionador se detallan en la Tabla 1.1.

SECCIONADOR MEMCO					
MARCA	TIPO	KV MAX	BIL [KV]	$I_{continua}$ [A]	I_{inst} [KA]
MEMCO	EAB	69	350	600	40

Tabla 1.1 Características técnicas – Seccionador de Aire de 69 [KV]



Figura 1.4 Seccionador tripolar de aire con cuchillas de tierra.

1.5.2.2. Interruptor en gas (GCB) SF6.

El interruptor junto con el transformador de potencia, es considerado uno de los dispositivos de mayor importancia dentro de la configuración y operación de la subestación eléctrica, ya que permite conectar o desconectar cualquier tipo de circuito energizado capaz de soportar corrientes de falla.

Debido al uso de transformadores de gran capacidad y la necesidad de despejar corrientes de gran magnitud, se sustituyó al aceite o al aire de los interruptores por el gas hexafluoruro de azufre (SF6).

Sus especificaciones técnicas se las detalla a continuación en la Tabla 1.2.

INTERRUPTOR EN GAS SF6, MARCA ABB	
Fecha de fabricación	Nov-2004
Voltaje nominal máximo	72.5 [KV]
Frecuencia	60 [HZ]
Nivel básico de aislamiento (BIL)	350 [KV]
Rango de voltaje FACTOR "K"	1.0
Corriente continua de operación	2000 [A]
Corriente nominal de cortocircuito	
- Falla en terminales	40 [KA]
- Falla de línea corta al 90% con capacidad a tierra (<300 ft)	40 [KA]
Corriente de interrupción en oposición de fases	10 [KA]
Factor de sobrevoltaje transitoria	2.5
Tiempo nominal de interrupción	5.0 ciclos
Peso total del interruptor	3010 [lbs]
Peso del gas por breaker	25 [lbs]

Tabla 1.2 Datos de placa del interruptor SF6.



Figura 1.5 Vista interior del control del interruptor SF6.

Con regularidad, se adquieren interruptores con transformadores de corriente incorporados o “tipo bushings”; para este caso la relación de transformación es de 600:5.

El interruptor descansa sobre una base de hormigón armado de 1.4 x 1.25 [m] y está sujeto con pernos de acero empotrado.



Figura 1.6 Interruptor en gas SF6.

1.5.2.3. Parrarayos sobre la estructura.

Estos equipos son la primera línea de protección de sobretensiones, se colocan cerca de los equipos y elementos que podrían verse afectados por descargas atmosféricas.

En la subestación Garzota dispone de pararrayos marca ABB en cada una de las fases en el lado de alta, los datos de placa se detallan en la Tabla 1.3.

PARARRAYOS EN ESTRUCTURA DE 69 [KV]					
FASE	MARCA	Id max [KA]	Vnom [KV]	MCOV [KV]	# UNIDAD APILADA
A	Westinghouse	32	60	47	1
B	Westinghouse	32	60	47	1
C	Westinghouse	32	60	47	1

Tabla 1.3 Datos de placa – Parrarayos en estructura 69 [KV].

1.5.2.4. Aisladores y herrajes.

Los aisladores cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores.

También cumplen con la función de aislar eléctricamente el conductor de la torre, soportando tensiones en operación normal y sobretensiones en caso de una falla hasta un valor máximo previsto.

Cada aislador debe ser asegurado con su respectivo herraje, en la Tabla 1.4 se detalla los aisladores empleados para el nivel de 69 [KV].

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Tipo pin, 69 [KV], para estructura tangente	3
Tipo retención, 69 [KV]	6

Tabla 1.4 Detalle de aisladores a 69 [KV].



Figura 1.7 Aisladores a 69 [KV].

1.5.2.5. Conductores.

La Eléctrica de Guayaquil ha estandarizado el uso de conductor de cobre desnudo para el nivel de voltaje de 69 [KV].

FUNCIÓN	TIPO DE CONDUTOR	LONGITUD [m]
69 [KV]	4/0 AWG Cu desnudo	35
Aterrizamiento	4/0 AWG Cu desnudo	25

Tabla 1.5 Conductores usados a 69 [KV].

1.5.3. Transformador de Potencia.

La función de este equipo es reducir la tensión para servir las cargas a un nivel específico, la capacidad varía según el tipo de enfriamiento que usa el equipo al momento de operar. La subestación Garzota dispone de un transformador de potencia marca DELTA–STAR de 67000/13800 voltios, 18/24 [MVA], con una conexión delta–estrella sólidamente aterrizado. Los datos de placa se detallan a continuación en la Tabla 1.6 y su constitución física se observa en la Figura 1.8.

TRANSFORMADOR DE POTENCIA DELTA - STAR	
No. Serie	E-75380990
Frecuencia	60 [HZ]
Número de fases	3
Potencia	
- OA	18 [MVA]
- FA	24 [MVA]
BIL AT/BT	350/110 [KV]
Temperatura RISE	55/65 [°C]

Cambiador de TAPS		Voltaje en Amperios	
Alta tensión		L-L	base(26.9 MVA)
Posición	Conexión		
1	A con B	70600	220
2	B con C	68800	226
3	C con D	67000	232
4	D con E	65200	238
5	E con F	63400	245
Baja tensión		13800	1125
Impedancia (%)		67/13.8 [KV]	7.0 %
		18 [MVA]	
Líquido aislante		Aceite desinhibido	
Peso de núcleo & bobinas		34300 [lbs]	
Peso de tanque y accesorios		25000 [lbs]	
Peso de aceite en radiadores		4150 [lbs]	
Peso de aceite en tanque		14250 [lbs]	
Volumen total de líquido		2450 [L]	

Tabla 1.6 Datos de placa del transformador de potencia.



Figura 1.8 Transformador principal de la Subestación Garzota

1.5.3.1. Pararrayos sobre el transformador.

Son equipos de protección cuya función es descargar sobretensiones en los transformadores, tanto en lado de alta como baja tensión.

FASE	MARCA	Id max [KA]	Vnom [KV]	MCOV [KV]	# UNIDAD APILADA
A	ABB	65	60	48	1
B	ABB	65	60	48	1
C	ABB	65	60	48	1

Tabla 1.7 Pararrayos del lado de alta tensión.

FASE	MARCA	Id max [KA]	Vnom [KV]	MCOV [KV]	# UNIDAD APILADA
A	ABB	10	9	10.20	1
B	ABB	10	9	10.20	1
C	ABB	10	9	10.20	1

Tabla 1.8 Pararrayos del lado de baja tensión.

1.5.4. Patio de 13.8 [KV].

La estructura en baja tensión a 13.8 [KV] está conformada por 6 pórticos metálicos tipo columna circular de 6" de diámetro, de hierro de célula 40, ubicadas en configuraciones cuadradas cada 4 [m], toda esta estructura se encuentra sobre una superficie de 4x8 [m²].

Los pórticos verticales se conectan entre sí por estructuras horizontales constituidos por tubos de hierro de 6" célula 40, de tal forma que se constituye

en una estructura compacta, amarrada en la parte superior; en la parte inferior de los pórticos se encuentran sujetos con pernos de acero a través de una placa de apoyo que tiene soldada en su base.

Tiene soportes para cuatro niveles de barra, tres seccionadores de interconexión, cuatro salidas de alimentadoras y un banco de capacitores.

Cuenta con dos juegos de barras, barra principal y de transferencia, con lo cual se puede sacar la barra en caso de daño o por mantenimiento sin tener que sacar de servicio a ninguna alimentadora.

La subestación tiene 4 salidas instaladas de alimentadoras: AGUSTÍN FREIRE, GARZOTA 4, GRAN MANZANA y AEROPUERTO las que actualmente se encuentran operando.

Para la protección de las alimentadoras se dispone de un reconectador, el cual es capaz de detectar fallas y abrir sus contactos en un tiempo determinado, reconectar la alimentadora, para verificar si la falla ha sido temporal o permanente y en caso de que la falla persista se desconecta la alimentadora definitivamente.

En la Figura 1.9 se observa la disposición general del patio de 13.8 [KV].



Figura 1.9 Patio de 13.8 [KV].

1.5.4.1. Seccionador de aire principal.

El seccionador principal de 13.8 [KV] tiene las siguientes características que se detallan en la Tabla 1.9.

SECCIONADOR MEMCO				
TIPO	KV máx	BIL [KV]	Icontinua [A]	Iinst [KA]
MK40	14.4	110	1200	40

Tabla 1.9 Características del seccionador de aire principal de 13.8 [KV].

1.5.4.2. Reconectores de las alimentadoras.

Debido a que las alimentadoras son las principales encargadas de ofrecer la continuidad del servicio, disponen de reconectores a la salida de cada una, de esta manera se permite maniobrar los circuitos de la red de distribución desde la subestación hacia la carga.

Entre las funciones que presenta el reconector COOPER, son capaces de guardar historiales de fallas, mostrar valores de protección, ordenar el encendido de alarmas, entre otras funciones.

A continuación, en la Tabla 1.10 se detalla las características de los reconectores.

RECONECTOR COOPER					
ALIMENTADORA	MEDIO AISLANTE	KV máx [KV]	BIL [KV]	Icont [A]	Iinst máx [KA]
Agustín Freire	Aceite	15.5	110	560	12
Garzota 4		15.5	110	560	12
Gran Manzana		15.5	110	560	12
Aeropuerto		15.5	110	560	12

Tabla 1.10 Datos del Reconector Cooper.

Cada reconector tiene su respectivo controlador, como se muestra en la Tabla. 1.11.

ALIMENTADORA	MARCA	FORMA
Agustín Freire	Cooper	6
Garzota 4	Cooper	6
Gran Manzana	Cooper	6
Aeropuerto	Cooper	6

Tabla 1.11 Controladores de los reconectores de las alimentadoras.



Figura 1.10 Vista interna del controlador Cooper forma 6.

1.5.4.3. Cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.

Las cuchillas empleadas a tensión de 13.8 [KV], al igual que en alta, son utilizadas para efectuar maniobras de operación o en caso de mantenimiento.

ALIMENTADORA	BIL [KV]	Icont [A]	Iinst [KA]	MARCA/TIPO		
				ENTRADA Y SALIDA DE LA ALIMENTADORA		
				FASE A	FASE B	FASE C
Agustín Freire	110	600	40	MEMCO	MEMCO	MEMCO
Garzota 4	110	600	40	MEMCO	MEMCO	MEMCO
Gran Manzana	110	600	40	MEMCO	MEMCO	MEMCO
Aeropuerto	110	600	40	MEMCO	MEMCO	MEMCO

Tabla 1.12 Parámetros de cuchillas seccionadoras de las alimentadoras.



Figura 1.11 Cuchillas seccionadoras 600 [A].

1.5.4.4. Seccionadores de interconexión entre alimentadoras.

SECCIONADORES DE INTERCONEXIÓN ENTRE ALIMENTADORAS						
ALIMENTADORA	MARCA	TIPO	KV máx	BIL [KV]	CAPAC. [A]	Iinst. [KA]
Agustín Freire	MEMCO	EAB	15	110	600	40
Garzota 4	MEMCO	EAB	15	110	600	40
Gran Manzana	MEMCO	EAB	15	110	600	40
Aeropuerto	MEMCO	EAB	15	110	600	40

Tabla 1.13 Datos de los seccionadores de interconexión.

1.5.4.5. Conductores.

Los conductores usados a nivel de 13.8 [KV] son de cobre, desnudo para las barras y aislados para puentes.

USO	TIPO DE CABLE	LONGITUD [m]
Barra principal	1000 MCM desnudo	72
Barra transferencia	500 MCM desnudo	65
Puentes reconector-cuchillas	500 MCM aislado 15 KV	25
Aterrizamiento	4/0 AWG Cu desnudo	20

Tabla 1.14 Conductores usados en 13.8 [KV].

1.5.4.6. Aisladores y herrajes.

Los equipos empleados en las estructuras del lado de baja tensión a 13.8 [KV], se detallan a continuación en la Tabla 1.15.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Aislador de suspensión 15 KV	90
Caja fusible 100A – 15 KV	3
Grapa línea viva	3
Grapa terminal 500 MCM	18
Grapa terminal 1000 MCM	18
Grillete tipo “T” 500 MCM	12
Grillete tipo “T” 1000 MCM	12
Perno de ojo 5/8”	36
Terminales tipo talón 4/0	9
Terminales tipo talón 500 MCM	27

Tabla 1.15 Detalle de aisladores y herrajes a 13.8 [KV].

1.5.4.7. Transformador de potencial.

La función de un Transformador de Potencial o PT, es conectarse mediante un devanado primario a los circuitos de alta tensión, para reducir el voltaje y aislar su lado secundario, y así proveer la señal de forma segura a los circuitos de medida, relés o controladores conectados en el lado de baja tensión. Las características de los transformadores de potencial se detallan en la Tabla 1.16.

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL		
FASE	RELACIÓN (70:1)	BIL [KV]
A	8400/120	110
B	8400/120	110
C	8400/120	110

Tabla 1.16 Datos de placa de los transformadores de potencial.

1.5.4.8. Transformador de corriente.

Los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida u otros dispositivos de medida y control. Estos valores normalizados son comúnmente 1 y 5 amperios.

Un CT brinda conexión entre el circuito al cual se le mide la corriente y los instrumentos de medición. Esto es muy importante cuando se realiza mediciones con voltajes elevados.

En la subestación Garzota se emplean transformadores de corriente marca ABB cuyos parámetros se especifican en la Tabla 1.17. Además en la Figura 1.12 se los puede observar, luego de los bushings, dispuestos en forma de discos.

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ABB			
FASE	TIPO	RELACIÓN (70:1)	BIL [KV]
A	JCD5	1200/5	110
B	JCD5	1200/5	110
C	JCD5	1200/5	110

Tabla 1.17 Datos de placa de los transformadores de corriente.



Figura 1.12 Transformadores de corriente en subestación Garzota.

1.5.4.9. Transformador auxiliar.

Se dispone de un transformador auxiliar de las siguientes características que se presentan en la Tabla 1.18.

MARCA	TIPO	SERIE	RELACIÓN	CAPACIDAD [KVA]
E.E.E	CSP	13/1740	7620/120-240V	10

Tabla 1.18 Datos de placa de transformador auxiliar.

1.5.5. Cuarto de Control.

1.5.5.1. Banco de baterías y cargador.

La subestación posee un cargador de baterías marca GNB, modelo CAF48S10F y se encarga de alimentar cuatro baterías marca BOSCH, conectada en serie de 12 Vdc cada una. Los datos de placa se detallan en la Tabla 1.19 y 1.20 respectivamente, y la disposición dentro de la subestación se muestra en la Figura 1.13.

BANCO DE BATERÍAS BOSCH	
CAPACIDAD	100 Amperios-hora, estacionaria
VOLTAJE	48 Vdc
CANTIDAD/BATERIAS	4
VOLTAJE DE CADA BATERÍA	12 Vdc

Tabla 1.19 Datos del banco de baterías.

CARGADOR DE BATERIAS GNB					
SERIE	ENTRADA AC			SALIDA DC	
	VOLT.	AMP.	FREC.	VOLT.	AMP.
91PS396	120	5.2	60	48	10

Tabla 1.20 Datos de placa del cargador de baterías.



Figura 1.13 Cargador GNB y baterías BOSCH.

1.5.5.2. Tablero.

La subestación posee un tablero metálico donde van acoplados los dispositivos de medición, protección, alarmas y relés de protección diferencial.

1.5.5.3. Medidores.

Estos equipos son encargados de registrar magnitudes eléctricas como son: voltaje de cada fase, corriente en cada fase, potencia activa, potencia reactiva y energía, los cuales se monitorean comúnmente.

La subestación cuenta con un medidor para cada una de las alimentadoras en operación y un medidor totalizador, la cual recoge la lectura global de las cuatro alimentadoras.

Cada medidor está instalado con una base socket clase 20, trifásica de 13 terminales y un switch de prueba de 9 terminales.

MEDIDOR	SERVICIO	MARCA	TIPO	VOLTAJE	CLASE
ION	Totalizador	Schneider	8600	120	20
ION	Agustín Freire	Schneider	8600	120	20
ION	Gran Manzana	Schneider	8600	120	20
ION	Garzota 4	Schneider	8600	120	20
ION	Aeropuerto	Schneider	8600	120	20

Tabla 1.21 Datos de los medidores.



Figura 1.14 Medidores Schneider en la S/E Garzota.

1.5.5.4. Dispositivos de control y protección.

1.5.5.4.1. Protección Diferencial.

La protección diferencial requerida por la subestación es proporcionada por la Unidad de Protección de Transformadores 2000R (TPU2000R), marca ABB,

la cual posee sensibilidad de protección diferencial contra fallas internas y fallas a tierra, así como protección de respaldo de sobrecorriente para fallas pasantes.

Además este equipo permite el empleo de disminución de armónicos, la cual impide la operación falsa durante la corriente inrush y sobreexcitación del transformador de potencia.

La Figura 1.15 se observa el panel de control de la subestación en cuya parte superior se encuentra el TPU2000R.



Figura 1.15 Panel de control con el relé TPU2000R.

1.5.5.4.2. Panel de alarmas.

La subestación tiene un panel de alarmas marca PANALARM, que se muestra en la Figura 1.16, la Tabla 1.22 se detalla los tipos de alarmas que están indicadas en este panel.

PANEL DE ALARMAS PANALARM	
Apagado	Bajo nivel de aceite
Apagado	Alta temperatura en bobina
Apagado	Relé de presión súbita
Apagado	Válvula de sobrepresión
Apagado	Falta de voltaje AC
Apagado	Disparo de alimentadora Agustín Freire
Apagado	Disparo de alimentadora Garzota 4
Apagado	Disparo de alimentadora Gran Manzana
Apagado	Disparo de alimentadora Aeropuerto

Tabla 1.22 Tipos de alarmas del panel PANALARM.



Figura 1.16 Panel de alarmas PANALARM.

1.5.5.4.3. Otros dispositivos de control y protección.

DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD
Relé Lockout auxiliar baja frecuencia	G.E.	1
Relé para protección del transformador	G.E.	1
Breakers 1p-20	G.E.	8
Breakers 2p-20	G.E.	9
Breakers 2p-40	G.E.	1
Relé auxiliar 12 Vdc para pito	G.E.	1
Contactador con remporizador	TELEMECANIQUE	1

Tabla 1.23 Dispositivos varios de control y protección.

BREAKERS	
SERVICIO	DESCRIPCIÓN
Transformador de poder	2p-40A
Cargador de baterías	2p-40A
Agustín Freire	1p-20A
Gran Manzana	1p-20A
Garzota 4	1p-20A
Aeropuerto	1p-20A
Alumbrado caseta	1p-20A
Alumbrado cerramiento	1p-20A

Tabla 1.24 Descripción de breakers.



Figura 1.17 Breakers montados en el panel de control.

1.5.6. Malla de tierra.

La malla de tierra tiene como finalidad limitar el voltaje de paso y de contacto que se puede presentar en el interior y contorno de la subestación, producidos por voltajes de maniobra, falla de aislamiento o descargas atmosféricas; de esta manera se protege la vida del personal.

El sistema de aterrizamiento de la S/E Garzota está diseñada por:

- 17 varillas de Copperweld de 5/8"x8" para puesta a tierra.
- 120 m de cable de cobre desnudo #4/0 AWG

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará el Estudio de Flujo de Carga con la ayuda de la herramienta computacional *PowerWorld Simulator Versión 16* licencia educacional, el cual nos va a permitir simular la red de distribución de la subestación a analizar.

En este caso analizaremos, para condiciones máximas y mínimas de demanda los flujos de carga del sistema eléctrico de la Subestación Garzota, de esta manera podremos determinar parámetros muy importantes como es: voltajes en las barras, potencia consumida y suministrada por la subestación, pérdidas

en el sistema; lo cual nos llevara a analizar si existe o no sobrecarga en la red de distribución.

2.2. CRITERIOS ADOPTADOS PARA EL ESTUDIO

2.2.1. Flexibilidad Operacional

El sistema podrá funcionar mediante un suministro de energía proveniente de la alimentadora Orellana de la Subestación Policentro de la Empresa Eléctrica sin ninguna restricción.

2.2.2. Niveles de Confiabilidad.

El sistema debe proveer la continuidad de servicio a las instalaciones de empresas y sectores residenciales que están alimentadas a nivel de 13.8 [KV] de forma prioritaria, ante la existencia de falla de un elemento del Sistema con la ayuda del diseño de barra principal y barra de transferencia.

2.2.3. Niveles de sobrecarga.

No se aceptan sobrecarga en los cables del Sistema mayores a la cargabilidad establecida en las especificaciones técnicas.

Para el caso de los transformadores convencionales de fuerza, la carga no debe exceder su capacidad con enfriamiento por aceite y aire natural - OA.

2.2.4. Regulación de Voltaje.

Los voltajes a nivel de barras del Sistema no deben exceder del 2.5% hacia arriba y 2.5% hacia abajo, ante cualquier contingencia operativa.

2.3. ANÁLISIS DE CASOS.

En el presente trabajo se consideran los siguientes casos para el estudio:

CASO 1

- Estudios de flujo de carga – caso base carga máxima.

CASO 2

- Estudios de flujo de carga – caso base carga mínima.

2.3.1. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Máxima.

La Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil nos facilitó un histórico de cargas de las Alimentadoras de la Subestación Garzota (Anexo 2) del mes en el cual existe mayor demanda de energía eléctrica, el cual corresponde al mes de diciembre del 2012 con observaciones cada 15 minutos, de esta manera nos permite establecer la máxima carga del periodo de estudio, ver Tabla 2.1.

CARGA MÁXIMA		
ALIMENTADORA	MW	MVAR
Agustín Freire	4.275	0.888
Aeropuerto	6.784	1.395
Garzota 4	6.174	0.767
Gran Manzana	2.465	0.751
Total	19.662	3.801

Tabla 2.1 Cargas máximas en Alimentadoras.

En la Figura 2.1 se observa el histograma de carga máxima del día en que se presentó mayor demanda en las cuatro Alimentadoras de la subestación Garzota, el cual corresponde al 16 de diciembre del 2012.

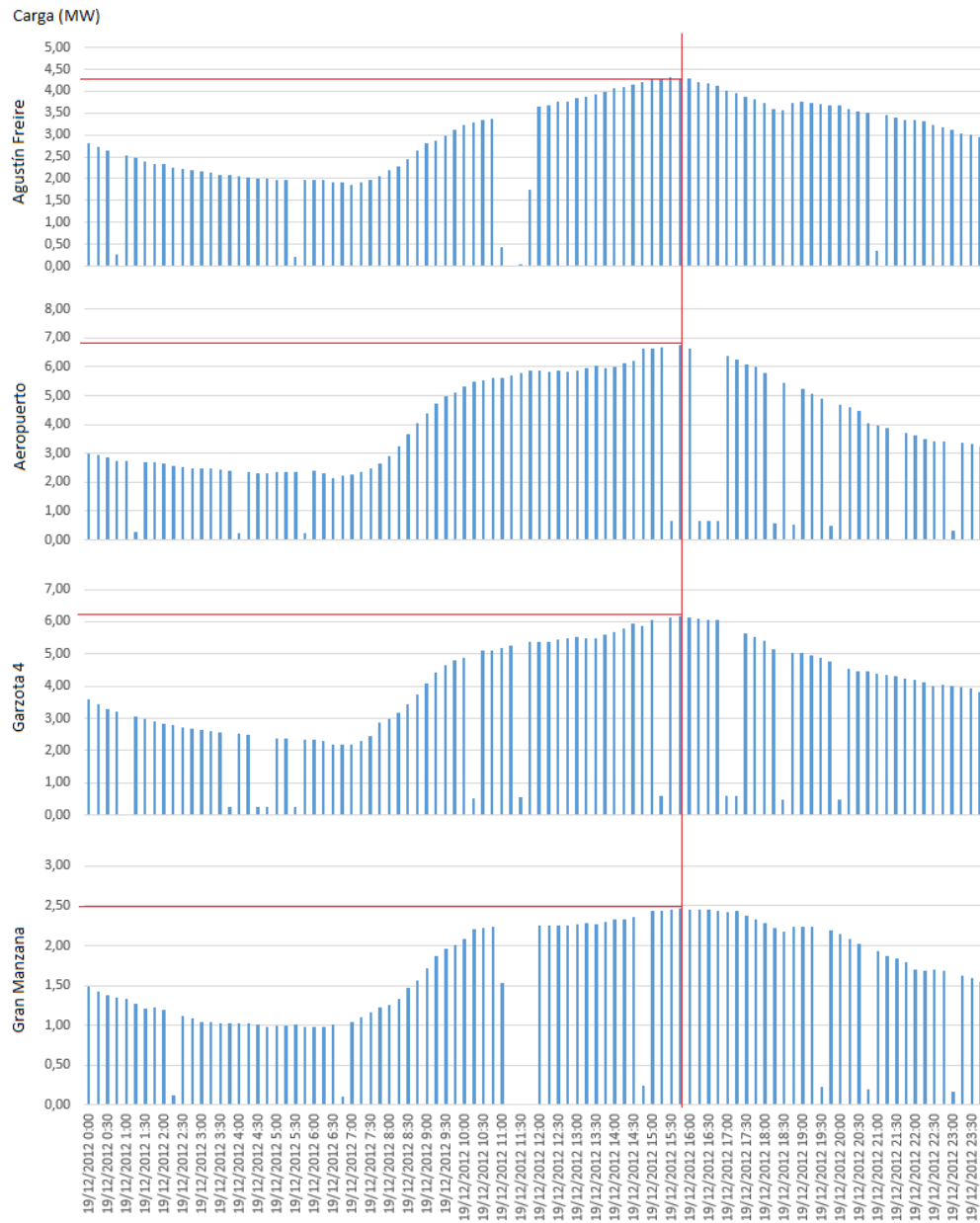


Figura 2.1 Carga máxima diaria de diciembre del 2012.

2.3.2. Estudios de Flujo de Carga – Caso Base Carga Mínima.

Realizando un análisis similar del histórico de cargas para el caso de carga máxima, se encontraron las cargas mínimas diarias del periodo correspondiente al mes de diciembre del 2012, ver Tabla 2.2.

CARGA MÍNIMA		
ALIMENTADORA	MW	MVAR
Agustin Freire	1.708	0.836
Aeropuerto	1.898	0.001
Garzota 4	1.805	0.005
Gran Manzana	0.802	0.379
Total	5.411	1.221

Tabla 2.2 Cargas mínimas en Alimentadoras.

En la Figura 2.2 se observa el histograma de carga máxima del día en que se presentó menor demanda en las cuatro Alimentadoras de la subestación Garzota, el cual corresponde al 3 de diciembre del 2012.

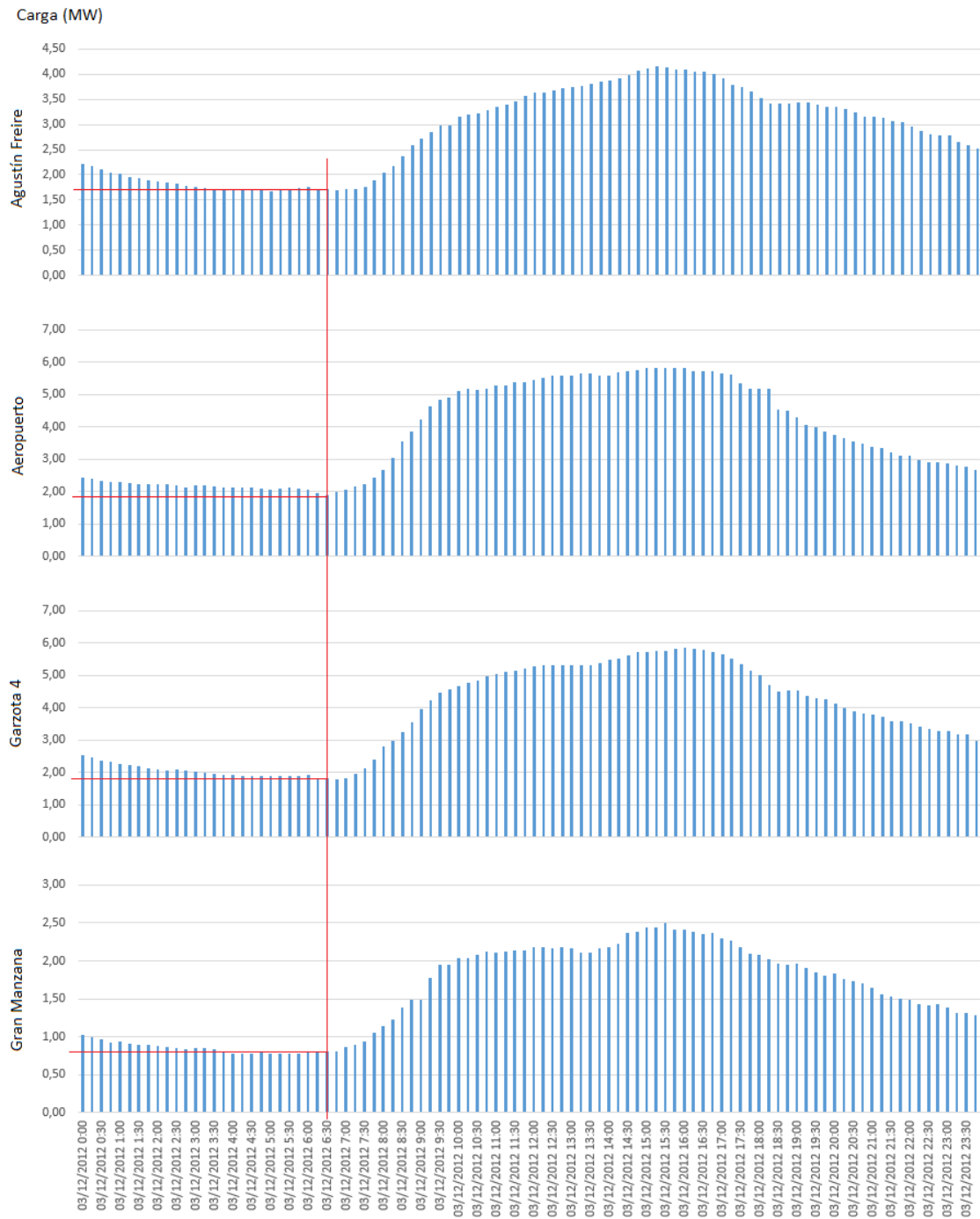


Figura 2.2 Carga mínima diaria de diciembre del 2012.

2.4. DATOS DEL SISTEMA.

Es necesario conocer los parámetros de los componentes que conforman la subestación, para realizar un correcto estudio del sistema de distribución.

Esta sección del estudio contiene las características de equipos como: transformador de fuerza, conductores, líneas y barras, los cuales son muy importantes para el cálculo en la coordinación de las protecciones para los equipos instalados en la subestación y además para un adecuado funcionamiento del sistema de distribución.

2.4.1. Datos de Transformador de Fuerza.

En la Tabla 2.3 se resume algunos datos del transformador principal de la subestación Garzota.

MARCA	(MVA) OA/FA/FO	Z (%)	PESO TOTAL [lbs]	VOLUMEN ACEITE [L]
DELTA-STAR	18/24/26.9	7.0	77700	2450

Tabla 2.3 Características del Transformador Principal.

2.4.2. Datos de líneas y conductores.

El conductor utilizado para las alimentadoras: Agustín Freire, Garzota 4, Aeropuerto y Gran Manzana es el ACSR 336 MCM con un espaciamento equivalente de 0.73 [m].

Las características del conductor se detallan en la Tabla 2.4.

ACSR 336 MCM								
D [mm]	PESO Kg/k m	RES. RUP. [TON]	CAP. TÉRM ·	R [Ω /km]			Xa [Ω /km]	Xd [Ω /km]
				25°C DC	25°C AC	50°C AC		
18.3	687	6.38	510	0.172 7	0.172 7	0.190 1	0.3083	0.0244

Tabla 2.4 Característica del conductor de las Alimentadoras.

Para obtener la potencia del conductor se consideró la temperatura ambiente promedio del sector donde se encuentra ubicada la subestación incluyendo si hay o no viento considerable en el lugar.

Los datos mostrados en la Tabla 2.4, se los obtuvo estableciendo como temperatura ambiente 40°C en una zona donde existe viento, finalmente la potencia máxima establecida para el conductor es de 10 [MVA].

2.5. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA.

Los resultados de Flujo de carga serán presentados principalmente en forma gráfica por ser el método más conciso y usualmente más informativo. El flujo del sistema puede ser rápidamente analizado con la presentación gráfica y relacionar la configuración del sistema, condiciones operativas y resultados.

El análisis del flujo de carga muestra lo siguiente:

- a) Voltaje en barras.

- b) Consumo de las cargas
- c) Factor de Potencia. Requerimientos de potencia Reactiva.
- d) Carga sobre todos los conductores y transformadores, verificar que la carga este dentro de la capacidad de transmisión para condiciones normales y contingencias operativas.
- e) Ajustes de TAPS de los Transformadores.

2.5.1. Casos base.

En la Figura 2.3 se muestra un resumen de los datos introducidos en PowerWorld para realizar el estudio.

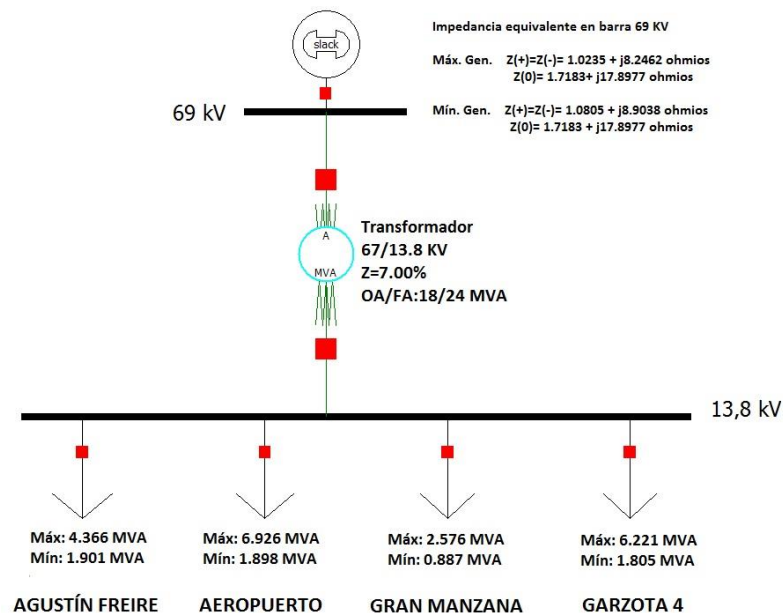


Figura 2.3 Resumen de datos para flujo de potencia.

En las Figuras 2.4 y 2.5 se muestra gráficamente los resultados del flujo de potencia para carga máxima y mínima respectivamente.

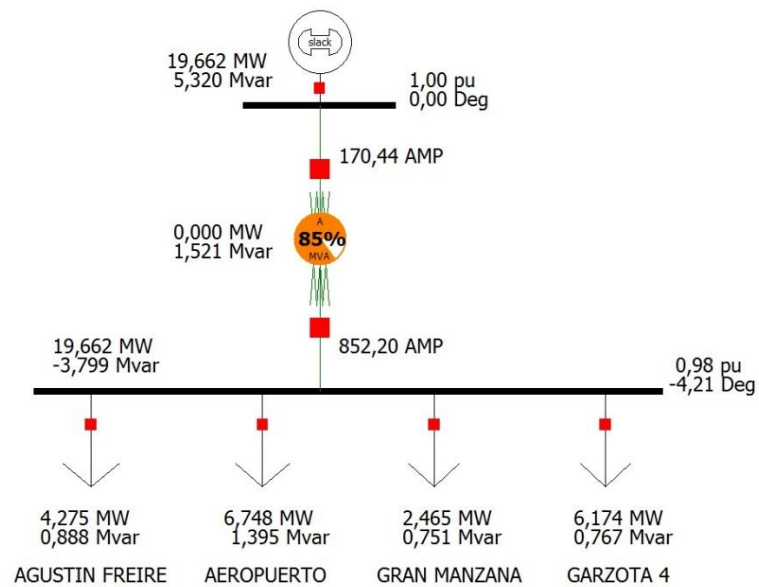


Figura 2.4 Flujo de Potencia para Carga Máxima.

Para carga máxima observamos que el transformador está operando al 85% de su capacidad límite, la cual está establecida en 24 [MVA].

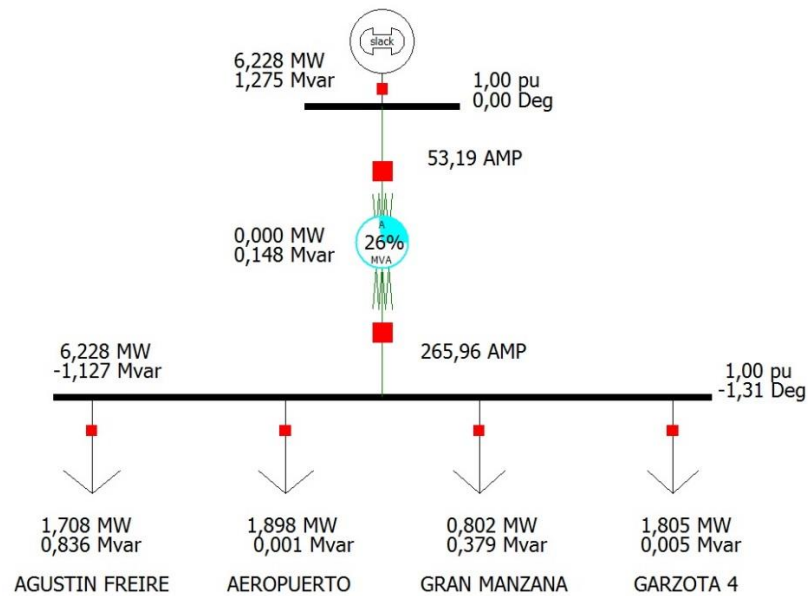


Figura 2.5 Flujo de Potencia para Carga Mínima.

Para carga mínima observamos que el transformador está operando al 26% de su capacidad límite, la cual está establecida en 24 [MVA].

2.5.1.1. Voltajes en barras.

NOMBRE	V.NOM [KV]	VOLTAJE [p.u.]	FASE	VOLTAJE [KV]
Barra 69	69	1.000	0.00	69.00
Barra 13.8	13.8	0.983	-4.21	13.56

Tabla 2.5 Voltajes en barras para carga máxima.

NOMBRE	V.NOM [KV]	VOLTAJE [p.u.]	FASE	VOLTAJE [KV]
Barra 69	69	1.000	0.00	69.00
Barra 13.8	13.8	0.995	-1.31	13.74

Tabla 2.6 Voltajes en barras para carga mínima.

2.5.1.2. Consumo.

CONSUMO PARA CARGA MÁXIMA		
Agustín Freire	4.275 MW	0.888 MVAR
Aeropuerto	6.748 MW	1.395 MVAR
Gran Manzana	2.465 MW	0.751 MVAR
Garzota 4	6.174 MW	0.767 MVAR

Tabla 2.7 Consumo en barras para carga máxima.

CONSUMO PARA CARGA MÍNIMA		
Agustín Freire	1.708 MW	0.836 MVAR
Aeropuerto	1.898 MW	0.001 MVAR
Gran Manzana	0.802 MW	0.379 MVAR
Garzota 4	1.805 MW	0.005 MVAR

Tabla 2.8 Consumo en barras para carga mínima.

2.5.1.3. Carga de Transformadores.

DESDE	HASTA	MW	MVAR	MVA	MVA lím	% lím	PERD. [MW]	PERD. [MVAR]
Barra 69	Barra 13.8	19.662	5.320	20.369	24	85	0.000	1.521

Tabla 2.9 Potencia entre barras para carga máxima.

DESDE	HASTA	MW	MVAR	MVA	MVA lím	% lím	PERD. [MW]	PERD. [MVAR]
Barra 69	Barra 13.8	6.228	1.275	6.357	24	26	0.000	0.148

Tabla 2.10 Potencia entre barras para carga mínima.

2.5.1.4. Potencia Activa y Reactiva recibida del Sistema.

POTENCIA RECIBIDA PARA CARGA MÁXIMA		
Barra 69	19.662 [MW]	5.320 [MVAR]

Tabla 2.11 Potencia recibida para carga máxima.

POTENCIA RECIBIDA PARA CARGA MÍNIMA		
Barra 69	6.228 [MW]	1.275 [MVAR]

Tabla 2.12 Potencia recibida para carga mínima.

2.5.1.5. TAP del Transformador de Potencia.

En la Tabla 2.13 se muestran los ajustes de tap disponibles para el transformador de potencia de la subestación GARZOTA. El ajuste del tap en el transformador está en la posición 2.

VOLTS L-L en alta	AMPS a 26.9 MVA	CAMBIADOR DE TAP	
		POSICIÓN	CONEXIÓN
70600	220	1	A - B
68800	226	3	B - C
67000	232	3	C - D
65200	238	4	D - E
63400	245	5	E - F

Tabla 2.13 Ajuste del TAP del Transformador.

2.6. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE FLUJO.

El flujo de potencia desarrollado nos ha permitido comprobar y determinar los siguientes parámetros:

- La potencia consumida por la subestación desde la alimentadora Orellana es de 19.662 [MW] y 5.320 [MVAR] para una condición de carga máxima, mientras que para una condición de carga mínima la potencia requerida es de 6.228 [MW] y 1.275 [MVAR].
- Los voltajes en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] son 1.000 [p.u.] y 0.983 [p.u.] respectivamente para la condición de carga máxima. Para la condición de carga mínima los voltajes en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] son 1.000 [p.u.] y 0.995 [p.u.] respectivamente. Estos voltajes se encuentran dentro de la regulación que estimamos.
- El flujo de potencia no excede al 85 % de su capacidad en FA del transformador de potencia.
- Las pérdidas en el transformador de potencia en su mayoría son reactivas con un valor máximo de 1.521 [MVAR].
- El TAP del transformador se encuentra en la posición 2, es decir el ajuste del 1.02% el cual corresponde a una relación de transformación 68800:13800

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

En el análisis de corto circuito, las fallas del sistema se manifiestan como condiciones anormales de operación que nos podrían conducir a uno de los siguientes fenómenos:

- Indeseables flujos de Corrientes.
- Presencia de Corrientes de magnitudes exageradas que podrían dañar los equipos.

- Caída de Voltaje en la vecindad de la falla que puede afectar adversamente la operación de las maquinas rotatorias.
- Creación de condiciones peligrosas para la seguridad del personal.

El estudio de la coordinación de protecciones requiere realizar estudios de Corto Circuito para resolver las situaciones críticas señaladas, y obtener la información básica para la coordinación de las protecciones.

Los estudios se realizaran con los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de las corrientes de falla en los componentes del sistema tales como cables, barras y transformadores durante el tiempo que persista la falla.
- Los estudios determinaran las zonas del sistema en donde la falla puede resultar en depresión inaceptable de voltajes.
- Determinar del ajuste de los equipos de protección, los cuales son establecidos considerando el sistema bajo condiciones de falla.

3.2. ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.

Considerando que el Sistema de la subestación GARZOTA se caracteriza por ser un sistema típicamente aterrizado, el estudio de corto circuito considera los siguientes tipos de falla:

- Falla Trifásica a tierra

- Falla de línea a tierra.

La falla trifásica a tierra es a menudo, para este tipo de sistema, la más severa de todas, por ello es costumbre de simular solamente la falla trifásica cuando se busca las magnitudes máximas de corriente de falla; sin embargo se verificara que la corriente de falla a tierra no exceda la corriente trifásica y además verificaran los otros tipos de falla, como la falla de línea a línea y la de línea a línea a tierra.

3.3. DATOS DEL SISTEMA.

La información básica es aplicable a todos los casos del sistema, su aplicación depende del tipo de corriente de falla a determinar.

3.3.1. Impedancias Equivalentes en el Punto de Entrega de la Empresa Eléctrica.

La Empresa Eléctrica nos ha entregado los MVA de Corto Circuito y las Impedancias de Thévenin en la Barra de Interconexión a 69 [KV], de la Subestación de Distribución GARZOTA.

La información ha sido trasladada a la base de 100 [MVA] y 69 [KV] y se indica en los puntos 3.3.1.1. y 3.3.1.2.

3.3.1.1. Impedancias Equivalentes.

En las tablas 3.1 y 3.2 se muestra la impedancia Thévenin equivalente en ohmios y en p.u. en base de 69 [KV] y 100 [MVA] de la barra de 69 [KV] en

mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

Secuencia	R (p.u.)	X (p.u.)	R + j X (ohmios)	X/R
Positiva	0.0226943	0.1870161	1.0805 + j 8.9038	8,2406
Negativa	0.0226943	0.1870161	1.0805 + j 8.9038	8,2406
Cero	0.0360913	0.3759233	1.7183 + j 17.8977	10,4159

Tabla 3.1 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en mínima generación.

Secuencia	R (p.u.)	X (p.u.)	R + j X (ohmios)	X/R
Positiva	0.0214983	0.1732037	1.0235 + j 8.2462	8,0566
Negativa	0.0214983	0.1732037	1.0235 + j 8.2462	8,0566
Cero	0.0360913	0.3759233	1.7183 + j 17.8977	10,4159

Tabla 3.2 Impedancia equivalente en barra de 69 [KV] en máxima generación.

Estas Impedancias se aplicaran para los cálculos de la corriente a interrumpir debido a que la Empresa Eléctrica es considerada siempre como una barra infinita que se caracteriza por no tener decremento AC.

3.3.1.2. MVA de Corto Circuito

En las tablas 3.3 y 3.4 se muestran las potencias de falla en MVA de todas las fallas en la barra de 69KV en mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

Tipo de falla	Potencia de falla [MVA]
Trifásica	531
Línea a tierra	398
Lina a línea	460
Línea-línea-tierra	489

Tabla 3.3 Potencias de falla [MVA] en mínima generación.

Tipo de falla	Potencia de falla [MVA]
Trifásica	573
Línea a tierra	413
Lina a línea	496
Línea-línea-tierra	525

Tabla 3.4 Potencias de falla [MVA] en máxima generación.

3.3.1.3. Corrientes de cortocircuito.

En las tablas 3.5 y 3.6 se muestran las corrientes de cortocircuito y los ángulos de fase de las tres líneas y el neutro para todos los tipos de falla en la barra de 69KV en mínima y máxima generación que se han sido entregados por la Empresa Eléctrica.

Tipo de falla	Ia		Ib		Ic		In	
	KA	grad	KA	grad	KA	grad	KA	grad
Trifásica	4,4416	-83,08	4,4416	156,9	4,4416	36,92	0	0
Línea a tierra	3,3276	-83,8	0	0	0	0	3,3276	-83,8
Lina a línea	0	0	3,8465	-173,1	3,8465	6,919	0	0
Línea-línea-tierra	0	11,14	4,0447	167,7	4,0951	25,87	2,6601	95,77

Tabla 3.5 Corrientes de cortocircuito en mínima generación.

Tipo de falla	Ia		Ib		Ic		In	
	KA	grad	KA	grad	KA	grad	KA	grad
Trifásica	4,7942	-82,92	4,7942	157,1	4,7942	37,08	0	0
Línea a tierra	3,4545	-83,75	0	0	0	0	3,4545	-83,75
Lina a línea	0	0	4,1519	-172,9	4,1519	7,075	0	0
Línea-línea-tierra	0	0	4,3367	168,9	4,3947	24,96	2,6998	95,78

Tabla 3.6 Corrientes de cortocircuito en máxima generación.

3.3.2. Datos de Conductores.

Los conductores son elementos pasivos en el análisis de corto circuito, sus características técnicas son similares a las aplicadas en los estudios de flujo de carga.

3.3.3. Datos de Transformadores de Fuerza.

Igual que en el caso de los conductores los Transformadores son elementos pasivos en el análisis de corto circuito, sus características técnicas son similares a las aplicadas en los estudios de flujo de carga.

3.4. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE CORTO CIRCUITO.

Las corrientes de cortocircuito han sido calculadas considerando los criterios técnicos indicados en la sección 3.2. La falla Trifásica a tierra y línea a tierra se aplica a cada barra del sistema.

3.4.1. Casos base.

En el anexo 2 se adjunta los resultados gráficos de los resultados de la simulación de Corto Circuito del Caso base, que se resume a continuación:

3.4.1.1. Corriente de Falla en cada barra.

Las corrientes de cortocircuito se calcularon en base de 100 [MVA] y 69 [KV] o 13.8 [KV] dependiendo la barra en la cual se presente la falla. De esta manera se obtiene una base de corriente de 836.74 [A] para la barra de 69 [KV] y 4183.7 [A] para la barra de 13.8 [A].

En las tablas 3.7 y 3.8 se presentan las corrientes de cortocircuito para todos los tipos de falla en las barras de 69 [KV] y 13.8 [KV] correspondientemente.

Se muestra la corriente de falla tanto en Amperios como en por unidad, además de su ángulo de fase.

Tipo de Falla	Icc		
	A	p.u.	grad.
Trifásica	4891,19	5,81	-81,06
Línea a Tierra	3478,79	4,158	-82,87
Línea a Línea	4209,91	5,031	-171,06
Línea-Línea-Tierra	2707,38	3,236	96,12

Tabla 3.7 Corrientes de cortocircuito en barra de 69 [KV].

Tipo de Falla	Icc		
	A	p.u.	grad.
Trifásica	7851,57	1,877	-85,86
Línea a Tierra	8741,98	2,09	-88,02
Línea a Línea	6799,66	1,625	-175,86
Línea-Línea-Tierra	9840,37	2,352	89,27

Tabla 3.8 Corrientes de cortocircuito en barra de 13.8 [KV].

A continuación se muestran las corrientes en cada fase para los cuatro tipos de falla en las tablas 3.9 y 3.10, tanto en la barra de 69 [KV] como en la barra de 13.8KV.

Tipo de Falla	Ia		Ib		Ic	
	A	grad	A	grad	A	grad
Trifásica	4891,17	-81,06	4891,17	158,94	4891,17	38,94
Línea a Tierra	3511,2	-81,51	155,42	-121,81	152,96	91,81
Línea a Línea	170,44	-15,14	4287,85	-171,53	4132,24	9,42
Línea-Línea-Tierra	138,85	-14,5	4427,65	170,78	4432,77	27,07

Tabla 3.9 Corrientes de línea para falla en barra de 69 [KV].

Tipo de Falla	la	lb	lc
Trifásica	7851,49	7851,49	7851,49
Línea a Tierra	8786,6	758,01	734,36
Línea a Línea	852,2	7203,16	6398,94
Línea-Línea-Tierra	498,39	8279,53	8566,72

Tabla 3.10 Corrientes de línea para falla en barra de 13.8 [KV].

3.4.1.2. Voltajes de Falla en cada barra.

En las tablas 3.11 y 3.12 se muestran los voltajes de las tres fases y sus correspondientes voltajes de fase presentes durante los cuatro tipos de falla, tanto en la barra de 69 [KV] como en la barra de 13.8 [KV].

Tipo de Falla	Va		Vb		Vc	
	V	grad	V	grad	V	grad
Trifásica	0	0	0	0	0	0
Línea a Tierra	0	0	1,18548	-131,45	1,15207	132,93
Línea a Línea	1	0	0,5	180	0,5	-180
Línea-Línea-Tierra	1,22194	0,64	0	0	0	0

Tabla 3.11 Voltajes de falla en barra de 69 [KV].

Tipo de Falla	Va		Vb		Vc	
	V	grad	V	grad	V	grad
Trifásica	0,68812	4,14	0,68812	-115,86	0,68812	124,14
Línea a Tierra	0,77008	3,4	0,96839	-113,39	0,92668	114,51
Línea a Línea	1	0	0,74974	-127,55	0,80509	132,42
Línea-Línea-Tierra	0,87177	2,09	0,72564	-122,75	0,75081	129,6

Tabla 3.12 Voltajes de falla en barra de 13.8 [KV].

3.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente estudios de Corto Circuito preparado para la subestación GARZOTA ha permitido cumplir los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de las corrientes de falla en los componentes del sistema tales como cables, barras y transformadores durante el tiempo que persista la falla.
- Determinar las zonas del sistema en donde la falla puede resultar en depresión inaceptable de voltajes.

El estudio de corto circuito considera los siguientes tipos de falla:

- Falla Trifásica a tierra
- Falla de línea a tierra.
- Falla de línea a línea
- Falla de dos líneas a tierra

Las corrientes de cortocircuito han sido calculadas considerando los estándares de la IEEE aplicables para el cálculo de falla para voltajes medio y alto. I Standard IEEE Std C37.010-1979, IEEE Std C37.5-1979, IEEE Std 141-1993, IEEE Std 241-1990, and IEEE Std 242-1986.

Las fallas Trifásica a tierra, línea a tierra, dos líneas a tierra y línea a línea fueron aplicadas a cada barra del sistema, los resultados se muestran en el Anexo 3.

Del estudio de cortocircuito realizado se obtuvo que:

- Para la barra de 69 [KV], la mayor corriente de cortocircuito en las fases se tiene para la falla trifásica, lo que corresponde a 4891,17 [A] en las fases “a”, “b” y “c”; con un valor de 4891,19 [A] o 5,81 [p.u.] de corriente de falla; mientras que la menor corriente de cortocircuito en las fases se tiene en la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 3511,2 [A] en la fase “a”; teniendo un valor de 3478,79 [A] o 4,158 [p.u.] de corriente de falla.
- Para la barra de 13.8 [KV], la mayor corriente de cortocircuito se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 8786,6 [A] en la fase “a”; con un valor de 8741,98 [A] o 2,09 [p.u.] de corriente de falla, mientras que la menor corriente de cortocircuito corresponde a la falla de línea a línea, lo que corresponde a 7203,16 [A] en la fase “b” y 6398,94 [A] en la fase “c”; teniendo esta un valor de 6799,66 [A] o 1,625 [p.u.] de corriente de falla.

- Existen discrepancias en los resultados del estudio de cortocircuito en la barra de 13.8 [KV] entregado por la empresa eléctrica y los que han sido calculados en este capítulo con el simulador Power World. Las fallas en la barra de 13.8 [KV] se ven afectadas por la reactancia del transformador, y a pesar de haber tomado la reactancia de placa del transformador y haberla llevado a bases de 100 [MVA] y 69 [KV], hay una notable diferencia entre los resultados.

El ajuste de los equipos de protección, los cuales son determinados considerando el sistema bajo condiciones de falla, será estudiada en la siguiente parte de este trabajo relacionada con la coordinación de las protecciones.

CAPÍTULO 4

PROTECCIÓN DE LA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hablara de la protección del transformador de potencia, describiendo todos los relés y equipos que intervienen en la misma.

El equipo que protege al transformador de potencia es el relé TPU 2000R, el cual posee varias funciones que serán descritas en este capítulo. Se describirá las características y parámetros de las funciones diferenciales 87T y 87H, sobrecorriente temporizada 51P, sobrecorriente instantánea 50P,

sobrecorriente temporizada de secuencia negativa 46, sobrecorriente temporizada 51N y sobrecorriente instantánea 50N.

Se realizará el ajuste de la protección diferencial 87T, describiendo a detalle el procedimiento.

Todo lo descrito en este capítulo nos será de ayuda para realizar la coordinación de protección que se describirá en el capítulo 5.

4.2. ESQUEMAS DE PROTECCIONES.

En la Figura 4.1 se muestra un esquema de la protección del transformador de potencia, indicando los relés que intervienen en la misma.

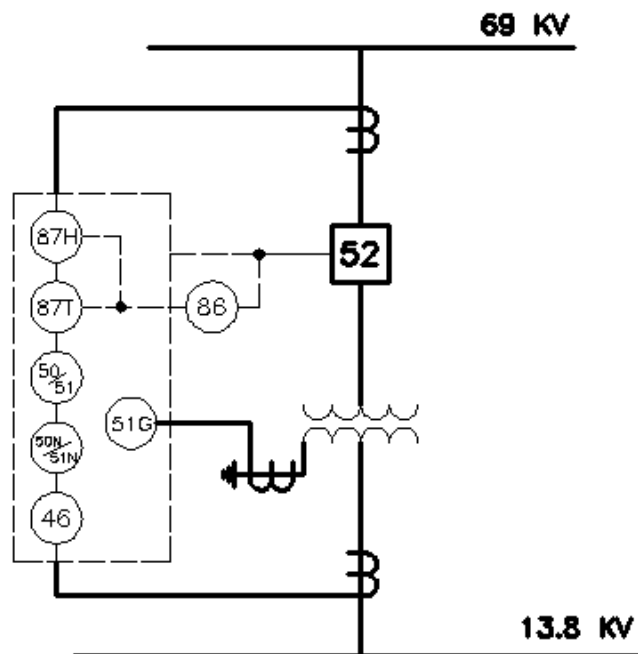


Figura 4.1 Esquema de protección del transformador de potencia.

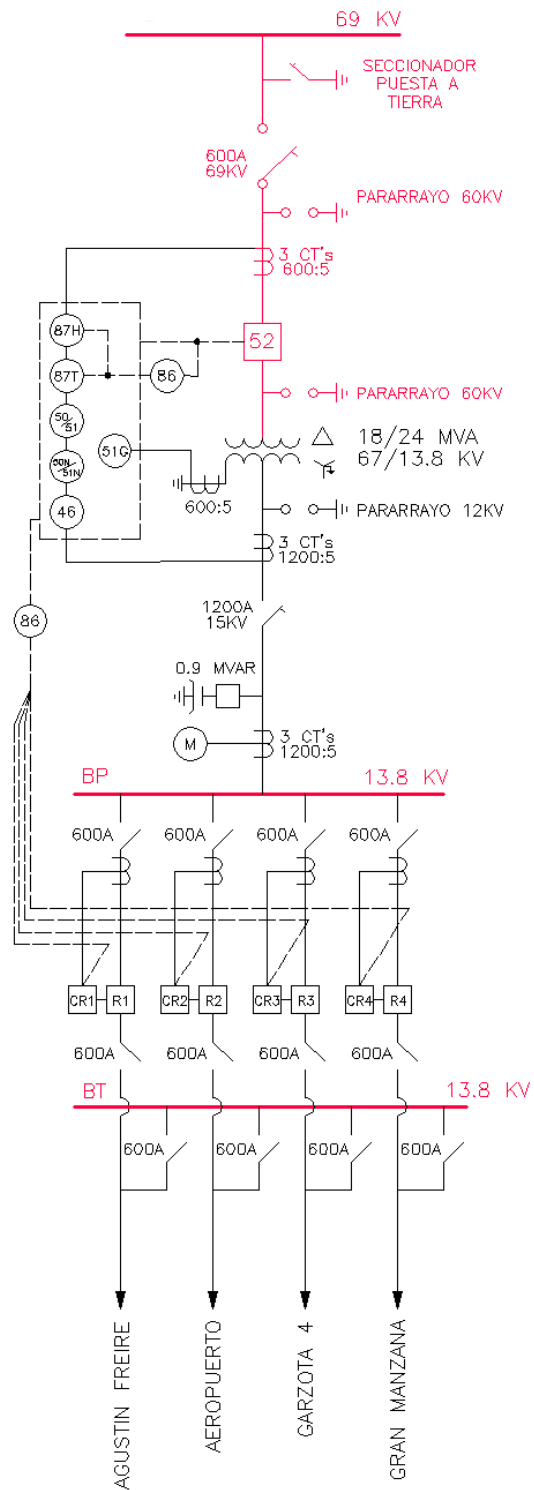


Figura 4.2 Diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con detalle de las protecciones.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama unifilar de la subestación GARZOTA con el detalle de los equipos que intervienen en la protección, como el relé TPU 2000R, interruptor principal y reconectadores.

Para la conexión del relé TPU 2000R y los CTs se debe considerar la convención de una empresa eléctrica sobre el flujo de energía que entra o sale de una barra, en el secundario del transformador, para lo cual la conexión debe ser como se muestra en la figura 4.3.

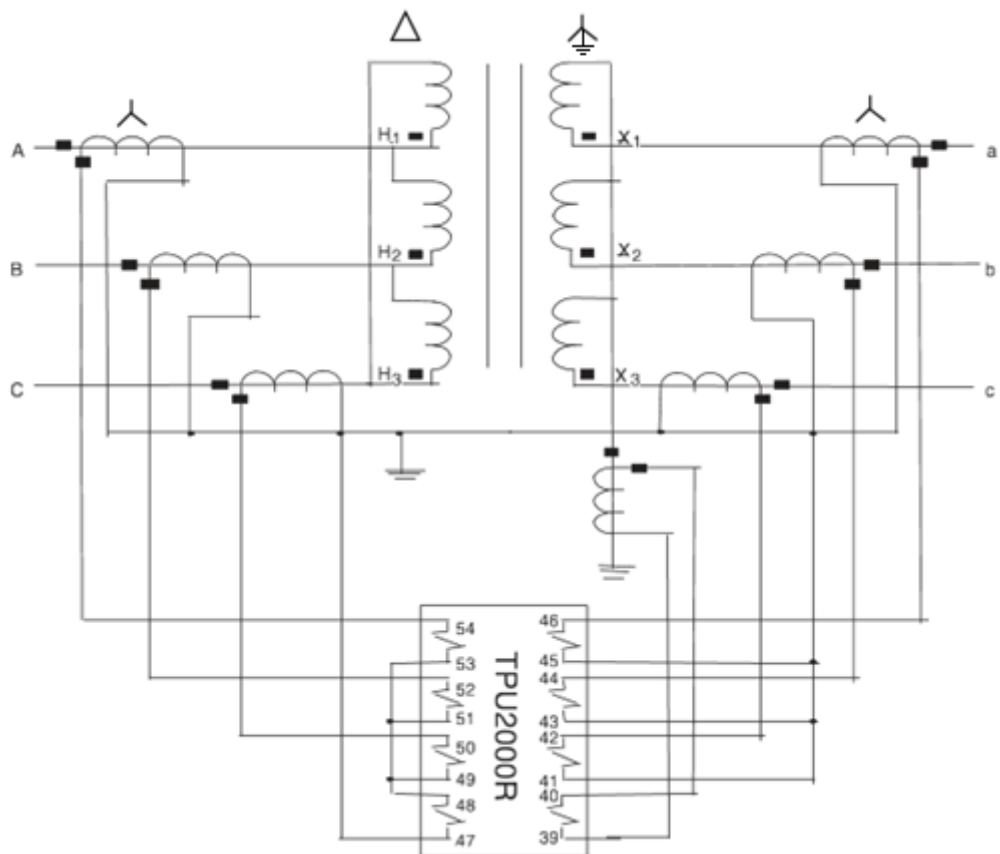


Figura 4.3 Conexión de CTs y TPU 2000R para convención de medición estándar.

4.3. AJUSTE TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

La protección del Transformador se la realiza utilizando el relé TPU 2000R, el cual es un relé basado en microprocesadores que protege transformadores trifásicos de transmisión y Distribución de energía, de dos o tres devanados, ofrece protección diferencial sensible de alta velocidad para fallas internas de fase y tierra, así como protección de respaldo de sobrecorriente para fallas pasantes. La restricción armónica impide la operación con irrupción [flujo] magnetizante y sobreexcitación.

Las funciones principales del Relé aplicables para la protección son las siguientes:

Protección de fase:

- Funciones diferenciales: 87T, 87H
- Sobrecorriente temporizada: 51P
- Sobrecorriente instantánea: 50P,
- Sobrecorriente temporizada de secuencia negativa: 46

Protección de Tierra:

- Sobrecorriente temporizada: 51N, 51G
- Sobrecorriente instantánea: 50N, 50G

4.3.1. Protección diferencial de porcentaje con restricción de armónicos (87T).

La función diferencial 87T ofrece protección de fase y tierra de alta velocidad para transformadores de potencia. Permite compatibilizar la relación de TC entre los devanados dos o tres de un transformador de potencia. Usando el modo de restricción armónica, puede seleccionar la restricción para la segunda armónica, segunda y quinta armónica, o todas las armónicas (desde la segunda hasta la onceava armónica) durante la sobreexcitación y la irrupción de corriente en el transformador. La restricción armónica ocurre en un devanado de fase cuando el ajuste de restricción armónica y la corriente de operación son excedidos en dicha fase. Las corrientes de restricción de los devanados 1, 2 y 3 son normalizadas en base por unidad sobre los ajustes de tomas 87T-1, 87T-2 y 87T-3, respectivamente. La corriente de restricción es la corriente por unidad de toma que circula a través del devanado de restricción.

Esta corriente se deriva de acuerdo a la compensación de ángulo de fase seleccionada y a las conexiones de TC usadas. La corriente de operación es la suma vectorial de las corrientes de restricción por unidad de los devanados 1, 2 y 3. La característica operativa diferencial de porcentaje impide la operación hasta que la corriente diferencial sea mayor que un porcentaje determinado de la corriente pasante.

Esta característica soporta los errores de TC, en especial los que resultan de la saturación del TC ante fallas de alta corriente externas a la zona protegida. La característica de porcentaje (la pendiente) es ajustable y permite adaptar la característica operativa para manejar variaciones de carga del conmutador de tomas.

En la Tabla 4.1 se muestran los parámetros de la protección diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

Parámetros de 87T	Rango	Incremento
Ajustes de tomas diferenciales – Dev. 1 y 2		
TCs de 5 A	2 a 9 A	0,1 A
TCs de 1 A	0,4 a 1,8 A	0,02 A
TCs de 0,1 A	0,04 a 0,18 A	0,002 A
Ajustes de restricción armónica		
Segunda armónica	7,5 a 25% de la frecuencia fundamental	2,5 %
Quinta armónica	15 a 40% de la frecuencia fundamental	2,5 %
Todas las armónicas	15 a 40% de la frecuencia fundamental	2,5 %

Tabla 4.1 *Parámetros de la protección 87T.*

La Figura 4.4 muestra la característica de disparo de la protección diferencial

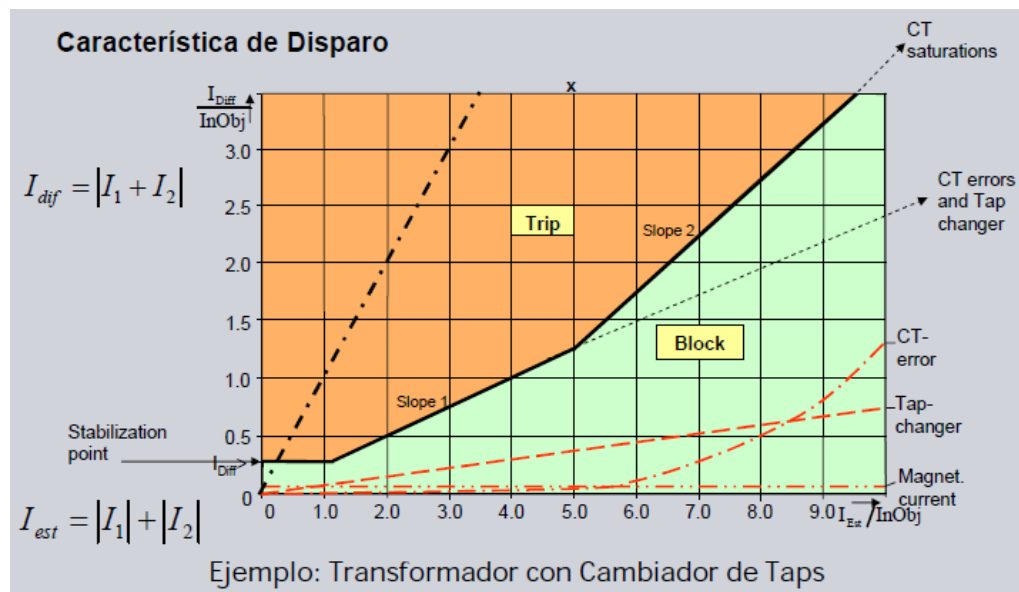


Figura 4.4 Característica de disparo de la protección diferencial 87T.

Para realizar el ajuste de la protección diferencial 87T determinamos las máximas corrientes de carga tanto en el lado de alta como en el de baja del transformador de potencia:

$$I_L = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 13.8} = 1004.09 \text{ A}$$

$$I_H = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 69} = 200.82 \text{ A}$$

Con estas corrientes máximas de carga procedemos a dimensionar los transformadores de corriente para el lado de alta y baja tensión del transformador:

- Para la corriente de 1004.09 [A] del lado de baja tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 1200/5.
- Para la corriente de 200.82 [A] del lado de alta tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 600/5.

De esta manera estamos respetando la norma establecida IEEE Std. C57.13 – 2008 que indica el rango mínimo de 600/5 para el lado de alta tensión.

Las corrientes máximas de carga referidas al secundario de los transformadores de corriente son:

$$I_{LS} = 1004.09 \times \frac{5}{1200} = 4.184 \text{ A}$$

$$I_{HS} = 200.82 \times \frac{5}{600} = 1.674 \text{ A}$$

Para obtener las corrientes que van hacia el relé en el lado de alta y de baja debemos tener en cuenta el factor multiplicativo de compensación, el cual se presenta en la Tabla 4.2

Conexión de transformador		Conexión de TC		Factor multiplicador de compensación Interna		Factor multiplicador de compensación Externa	
HS	LS	HS	LS	HS	LS	HS	LS
Delta	Estrella	Estrella	Delta	1	1	1	$\sqrt{3}$

Tabla 4.2 Factor multiplicativo de compensación.

Tomando en cuenta el factor multiplicativo de compensación calculamos las corrientes de van hacia el relé como se muestra a continuación:

$$I_{L \text{ relé}} = I_{Ls} \times \text{factor} = 4.184 \text{ A} \times \sqrt{3} = 7,246 \text{ [A]}$$

$$I_{H \text{ relé}} = I_{Hs} \times \text{factor} = 1.674 \text{ A} \times 1 = 1.674 \text{ [A]}$$

Con estas corrientes ajustamos los taps del relé para lado de alta en 2 y para el lado de baja en 9, teniendo en cuenta los rangos presentados en la Tabla 4.1 para un CT de 5 [A].

El porcentaje de error intrínseco de la selección del tap viene dado por:

$$M = \left[\frac{100 \times \left(\frac{I_{H \text{ relé}}}{I_{L \text{ relé}}} - \frac{\text{tap H}}{\text{tap L}} \right)}{\frac{\text{tap H}}{\text{tap L}}} \right] = \left[\frac{100 \times \left(\frac{1.674}{7,246} - \frac{2}{9} \right)}{\frac{2}{9}} \right] = 3.96 \%$$

Para determinar la curva diferencial de porcentaje también debemos tener en cuenta otros tipos de errores como los que se lista a continuación:

- Error debido a la corriente inrush: 5%
- Error de los transformadores de corriente: 5%
- Transformador con cambiadores de tap: 10%

Esto equivale a un error total de 23.96%, por lo cual seleccionamos una pendiente de 30% para asegurar un buen ajuste y evitar falsas operaciones en condiciones normales. La curva se presenta en la Figura 4.5.

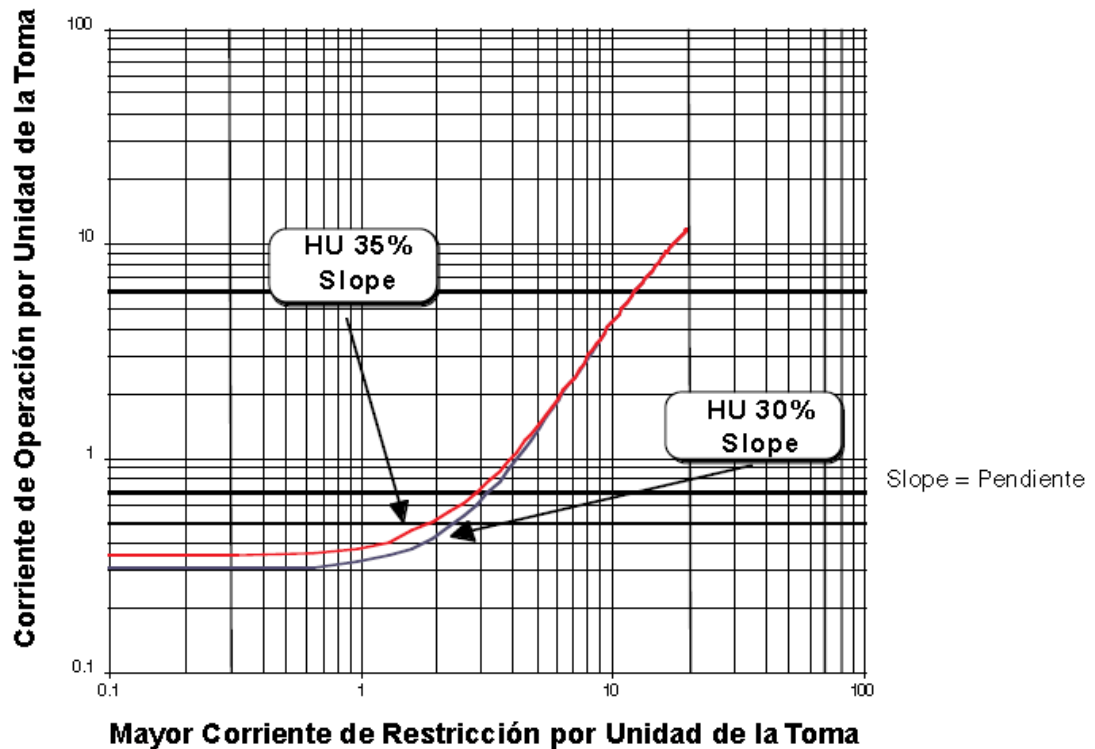


Figura 4.5 Curva diferencial de porcentaje del 87T.

4.3.2. Protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto (87H).

La función diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto 87H opera directamente sobre la magnitud de la corriente de operación sin retardo intencional. La corriente de operación es la suma vectorial de las corrientes de restricción por unidad del devanado 1, el devanado 2 y el devanado 3.

El ajuste de arranque de la función 87H está en múltiplos de la corriente de operación por unidad. Para fallas internas, la corriente de falla secundaria del TC necesaria para el disparo de la función 87H varía dependiendo de la fuente del devanado:

- Si la fuente está en el devanado 1, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-1.
- Si la fuente está en el devanado 2, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-2.
- Si la fuente está en el devanado 3, la corriente de falla del TC = ajuste de arranque de 87H x ajuste de toma 87T-3.

En la Tabla 4.3 se muestran los parámetros de la protección diferencial instantánea sin restricción de ajuste alto 87H.

Función	Rango	Incremento
87H	6 a 20 múltiplos de la corriente de operación por unidad	0,1

Tabla 4.3 *Parámetros de la protección 87H.*

Según la norma ANSI IEEE para transformadores de 18 a 24 [MVA] la corriente de inrush está entre 5 a 7 veces mayor que la corriente nominal, como se muestra en la Figura 4.6.

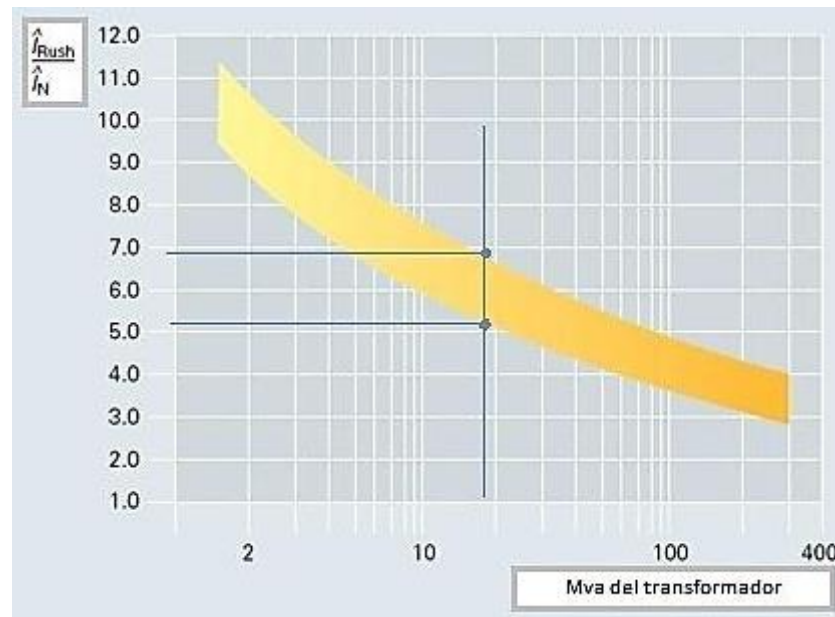


Figura 4.6 Rango para la corriente inrush del transformador.

La corriente inrush debe estar por debajo del valor de reposición del relé, antes de que el tiempo de operación ajustado haya transcurrido.

Se recomienda escoger un valor mayor a este, por lo tanto se considerara la de corriente de irrupción del transformador como 8 veces la corriente con auto-enfriamiento OA.

La corriente secundaria de los TC del lado de 69 KV en su capacidad OA es:

$$I = \frac{18000}{\sqrt{3} \times 69 \times 120} = 1.26 \text{ [A]}$$

$$AJ.87H = 1.26 \times \frac{8}{\text{tap}} = 1.26 \times \frac{8}{2} = 5.04 \text{ A}$$

4.3.3. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).

Esta función protege al transformador contra las corrientes de nivel de falla. El interruptor es disparado en base a un retardo de tiempo programable al excederse el umbral del ajuste de arranque de 51P. Dependiendo de los requisitos de temporización, se puede programar en el TPU2000R cualquiera de las nueve curvas de tiempo (ver tabla 4.5) con característica de sobrecorriente temporizada del 51P.

Las funciones 51P disponen de dos modos de reposición. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente.

Si los TCs están configurados en Delta, los valores de arranque deben definirse como si los TCs estuvieran conectados en Estrella. Para los cálculos del arranque se deben utilizar las corrientes de línea, NO las corrientes medidas en las entradas del relé. En el TPU de tres devanados, los TCs deben estar configurados en Estrella.

En las tablas 4.4 y 4.5 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase 51P y las curvas de sobrecorriente temporizada respectivamente.

Parámetros de 51P	Rango	Incremento
Ajuste de arranque, TC 5 A	1 a 12 [A]	0,1 [A]
Ajuste de arranque, TC 1 A	0,2 a 2,4 [A]	0,02 [A]
Ajuste de arranque, TC 0,1 A para usarse con TCs ópticos de ABB.	0,02 a 0,24 [A]	0,002 [A]

Tabla 4.4 Parámetros de la protección 51P.

Curva	Dial de tiempo/Retardo
Extremadamente Inversa	1,0 a 10
Muy Inversa	1,0 a 10
Inversa	1,0 a 10
Inversa – Tiempo corto	1,0 a 10
Tiempo Definido	0,0 a 10,0 segundos
Extr. Inversa – Tiempo Largo	1,0 a 10
Muy Inversa – Tiempo Largo	1,0 a 10
Inversa – Tiempo Largo	1,0 a 10

Tabla 4.5 Curvas de Sobrecorriente Temporizada.

4.3.4. Protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P).

Los ajustes de arranque de 50P-1, 50P-2, 50P-3 de sobrecorriente instantánea de los devanados 1, 2 y 3 (si es aplicable) son MÚLTIPLOS de los ajustes de

arranque de sobrecorriente temporizada de 51P-1, 51P-2 y 51P-3, respectivamente. Dependiendo de lo que requiere, puede seleccionar cualquiera de las 5 curvas de temporización con característica de sobrecorriente instantánea programadas en el TPU2000R. En la Tabla 4.6 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente instantánea de fase 50P.

Parámetros de 50P	Rango	Incremento
Ajuste de arranque	0.5 a 20 veces	0.1 veces
Curvas:		
Curva instantánea	Sin retardo	
Curva instantánea inversa, inversa de tiempo corto y ext. Inv. De corto tiempo	1 a 10 dial tiempo	0.1
Curva de tiempo definido	0 a 9.99 s.	0.01 s.

Tabla 4.6 *Parámetros de la protección 50P.*

En la Tabla 4.7 se muestran las curvas de sobrecorriente instantánea disponibles para la protección de sobrecorriente instantánea de fase 50P.

Curva	Dial de Tiempo/Retardo
Estándar	Instantáneo
Muy Inversa	1,0 a 10
Tiempo Definido	0 a 9,99 segundos
Inversa- Tiempo Corto	1,0 a 10
Extr. Inversa – Tiempo Corto	1,0 a 10

Tabla 4.7 *Curvas de Sobrecorriente Instantánea.*

4.3.5. Protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra (51N).

Las corrientes del neutro son calculadas internamente por el relé. Ellas proporcionan las corrientes de base necesarias para las funciones 51N-1, 51N-2 y 51N-3, respectivamente. Por ejemplo, la corriente del neutro del devanado 1 es simplemente la suma vectorial de las corrientes IA-1, IB-1 e IC-1. Dependiendo de lo requerido, puede seleccionar cualquiera de las nueve curvas de tiempo con característica de sobrecorriente temporizada programadas en el TPU2000R (ver Tabla 4.5), o puede programar la selección de retardo de tiempo para la Curva de Tiempo Definido.

En la Tabla 4.8 se muestran los parámetros de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de tierra 51N.

Parámetros de 51N	Rango	Incremento
Ajuste de arranque (TC 5 A)	1 a 12 [A]	0,1 [A]
Ajuste de arranque (TC 1 A)	0,2 a 2,4 [A]	0,02 [A]
Pickup setting (TC 0,1 A) para usar con TCs ópticos de ABB	0,02 a 0,24 [A]	0,002 [A]
Curvas:		
Curvas tipo inverso	0 a 10 dial tpmo.	0,1
Curva de tiempo definido	0 a 10 segundos	0,1 segundos

Tabla 4.8 Parámetros de la protección 51N.

4.3.6. Protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).

El relé de tres devanados dispone de una entrada adicional de TC. Esta entrada proporciona la corriente de base necesaria para la función 51G. Dependiendo de lo requerido, puede seleccionar cualquiera de las nueve curvas de tiempo con característica de sobrecorriente temporizada programadas en el TPU2000R (ver Tabla 4.5), o puede programar la selección de retardo de tiempo para la Curva de Tiempo Definido. Hay dos modos de reposición disponibles para las funciones anteriores en los relés de 2 y de 3 devanados. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente. Los ajustes se aprecian en la Tabla 4.8

4.3.7. Protección de corrientes desbalanceadas (46).

La función de sobrecorriente temporizada de secuencia negativa proporciona mayor sensibilidad a las fallas entre fases [fase a fase]. Las funciones 46 tienen el mismo rango de arranque, selecciones de curvas y rango de dial de tiempo que las selecciones de 51P.

La función de secuencia negativa puede definirse por debajo de la corriente de carga porque las corrientes normales de carga equilibrada no generan corriente de secuencia negativa. Se puede obtener una mayor sensibilidad para las fallas entre fases.

Hay dos modos de reposición disponibles para las funciones 46. En el modo de reposición instantánea, la función se repone inmediatamente cuando la corriente cae por debajo del ajuste de arranque durante medio ciclo. En el modo de reposición retardada, la función sigue una característica de reposición lenta que depende de la duración de la condición de sobrecorriente y de la magnitud de la corriente de carga luego de la condición de sobrecorriente.

En la Tabla 4.9 se muestran los parámetros de la protección de corrientes desbalanceadas 46.

Parámetros de 46	Rango	Incremento
Ajuste de arranque, TC de 5 A	1 a 12 [A]	0,1 [A]
Ajuste de arranque, TC de 1 A	0,2 a 2,4 [A]	0,02 [A]
Ajuste de arranque, MOCT 0,1 A	0,02 a 0,24 [A]	0,002 [A]

Tabla 4.9 *Parámetros de la protección 46.*

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECONECTADORES.

El reconectador usado en la subestación GARZOTA es el COOPER, modelo WE. Este es un dispositivo autocontrolado que detecta las corrientes excesivas

en el sistema de distribución e interrumpe el circuito para despejar las fallas. Se vuelve a conectar de modo automático si la falla es temporal. El reconectador hace varios intentos de despejar y volver a conectar la alimentación al circuito. Si la falla persiste, el reconectador se bloquea.

Las secuencias de disparo del reconectador pueden ajustarse para ser todas rápidas, todas con retardo o cualquier combinación hasta cuatro secuencias rápidas y con retardo. Las operaciones rápidas despejan las fallas temporales antes que puedan dañarse los fusibles de líneas derivadas.

Las operaciones retardadas dan tiempo a que los dispositivos protectores existentes más adelante en la línea se disparen, permitiendo que las fallas permanentes queden confinadas en secciones pequeñas del sistema.

Los transformadores de corriente montados en las boquillas aislantes del lado fuente, debajo de la cabeza del reconectador, detectan el flujo de la corriente de línea. Si se detecta una corriente de intensidad mayor que el valor de disparo mínimo, el control inicia la secuencia programada de operaciones y emite las señales de disparo y de cierre al reconectador.

En las tablas 4.10, 4.12 y 4.13 se muestran los valores nominales eléctricos, valores nominales de interrupción y ciclo de trabajo del reconectador respectivamente.

Descripción	WE
Voltaje nominal del sistema [KV]	14,4
Voltaje máximo nominal [KV]	15,5
Nivel básico de aislamiento [BIL] [KV pico]	110
Voltaje tolerable a 60 Hz [KV rms]:	
Seco, un minuto	50
Húmedo, diez segundos	45
Máxima corriente continua nominal [A]	560
Distancia de fuga boquillas aislantes, mm [pulg]	296 (11-5/8)

Tabla 4.10 Valores nominales eléctricos del reconector.

Tipo	Max. Corriente continua [A]	Valores nominales de interrupción [Arms]	Voltaje [KV]
WE	560	10000	14,4

Tabla 4.11 Valores nominales de interrupción del reconector.

Tipo	% de valor de interrupción	No. De operaciones de la unidad	Máximo valor X/R del circuito
WE	15 – 20	28	3
	45 – 55	20	7
	90 - 100	10	14

Tabla 4.12 Ciclo de trabajo del reconector.

4.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La función diferencial 87T ofrece protección de fase y tierra de alta velocidad para transformadores de potencia, además proporciona la capacidad de

diferenciar entre corrientes de magnetización y de cortocircuito, y así evitar operaciones incorrectas.

El 87H es un diferencial instantáneo sin restricción de armónico en el lado de alta tensión, que tiene por objeto evitar que dispare el relé por una corriente Inrush cuando se energiza el transformador.

Para la corriente de 1004.09 [A] del lado de baja tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 1200/5.

Para la corriente de 200.82 [A] del lado de alta tensión seleccionamos un transformador de corriente con relación de 600/5.

CAPÍTULO 5

COORDINACION DE LAS PROTECCIONES.

5.1. INTRODUCCION

Esta sección trata acerca de la coordinación de las protecciones de la subestación, tanto de los elementos de protección del transformador de potencia como los reconectores y fusibles de cada alimentadora.

Se presentaran los esquemas de protecciones donde se detallan los elementos de protección del transformador de potencia y de la red de distribución de la subestación.

Para realizar la coordinación de la subestación usaremos la herramienta computacional CYMTCC 4.5 Rev 13, la cual nos ofrece una extensa variedad de elementos de protección, entre estos los reconectadores, fusibles y relés que usaremos para la coordinación de la subestación GARZOTA.

Se realizaran los ajustes adecuados a los fusibles, reconectadores y relés, comenzando desde el punto más alejado de carga hasta la subestación, para de esta manera asegurar la selectividad y rapidez de los equipos de protección.

5.2. ESQUEMA DE PROTECCIONES

En las figuras 5.1 y 5.2 se muestra el esquema de protecciones del transformador de potencia de la subestación GARZOTA y el esquema de protecciones de su red de distribución, respectivamente.

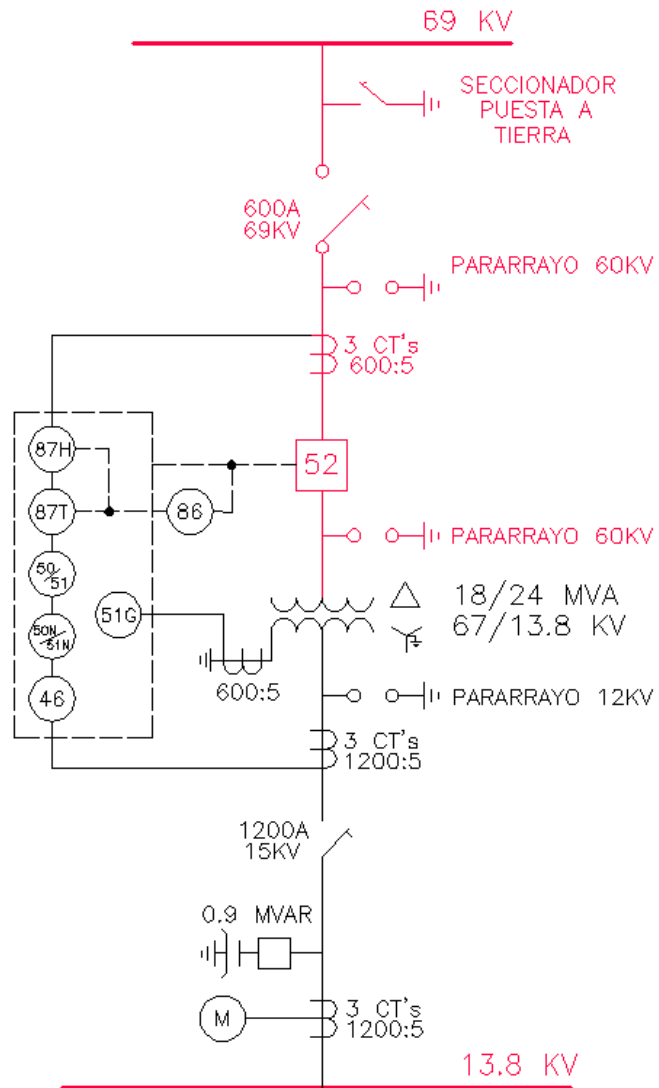


Figura 5.1 Esquema de protecciones del transformador de potencia.

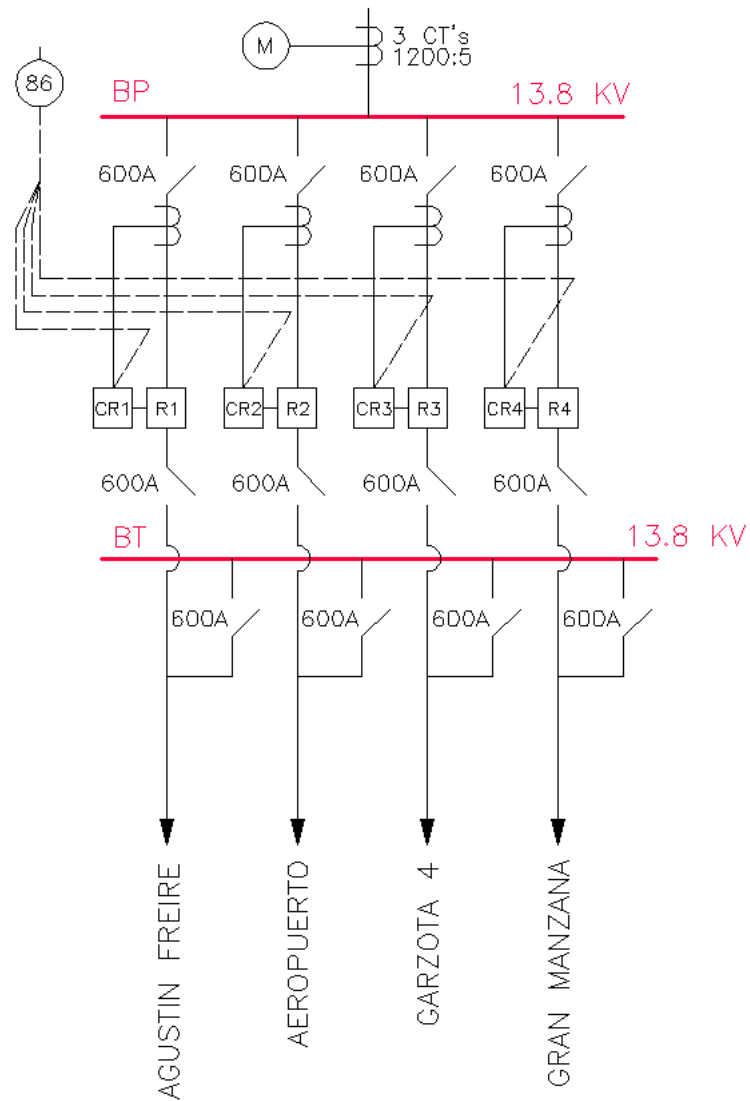


Figura 5.2 Esquema de protecciones de la red de distribución de la subestación GARZOTA.

5.3. CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION

5.3.1. Características de los fusibles.

A continuación se da una breve descripción de los cinco primeros fusibles que se encuentran en las alimentadoras.

- **AGUSTIN FREIRE**

En la Tabla 5.1 se muestran los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Agustín Freire, así como también su marca, tipo y capacidad.

Nº	Código	Conexión Fase	Ubicación	Marca	Tipo	Capacidad
1	P105943	A	Trafo	ABB	K	100A
2	P105950	B	Trafo	ABB	K	100A
3	P105951	B	Trafo	ABB	K	100A
4	P105953	AN	Trafo Padmounted	ABB	K	10A
5	P105961	AB	Ramal	ABB	K	100A

Tabla 5.1 Principales fusibles de la alimentadora AGUSTIN FREIRE

En la Figura 5.3 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

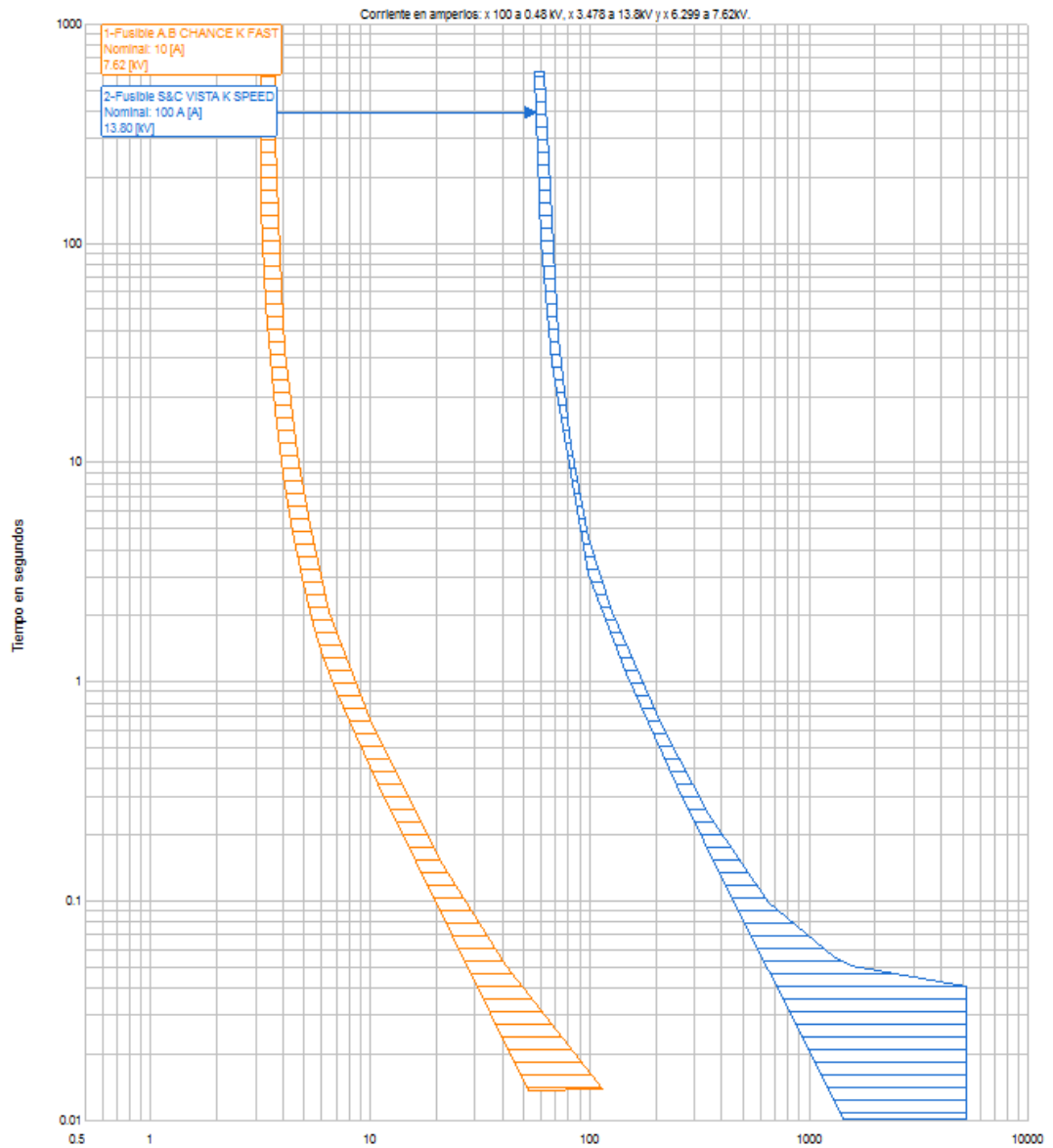


Figura 5.3 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora
AGUSTIN FREIRE

- **GARZOTA 4**

En la Tabla 5.2 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Garzota 4, así como también su marca, tipo y capacidad.

Nº	Código	Conexión Fase	Ubicación	Marca	Tipo	Capacidad
1	P105906	C	Trafo	ABB	K	100A
2	P108206	C	Ramal	ABB	K	100A
3	P108218	C	Ramal	ABB	K	100A
4	P108228	ABC	Ramal	ABB	K	100A
5	P108229	ABC	Red Subterránea (Siglo 21)	ABB	K	100A

Tabla 5.2 Principales fusibles de la alimentadora GARZOTA 4

En la Figura 5.4 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

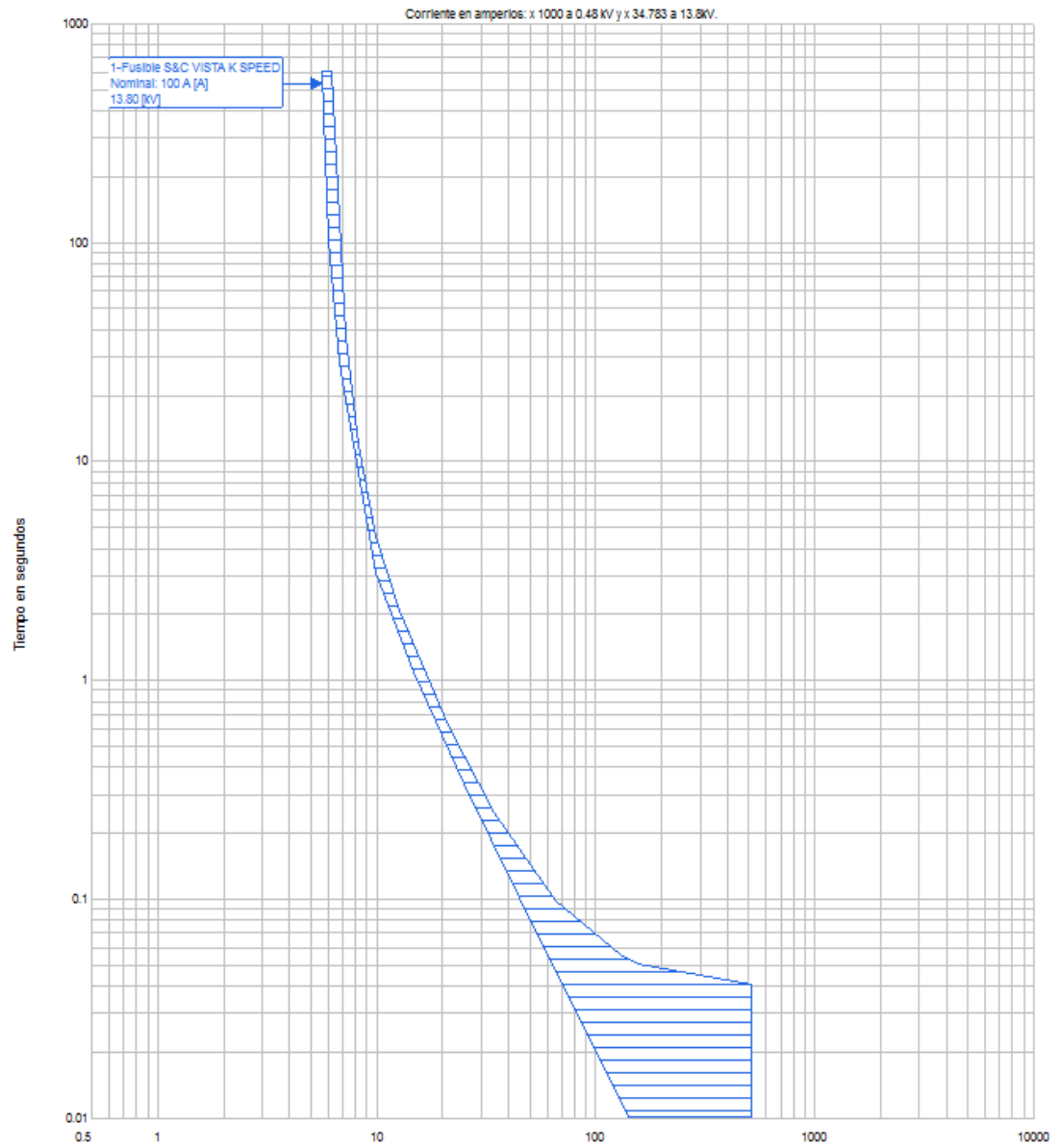


Figura 5.4 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GARZOTA 4.

- **AEROPUERTO**

En la Tabla 5.3 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Aeropuerto, así como también su marca, tipo y capacidad.

Nº	Código	Conexión Fase	Ubicación	Marca	Tipo	Capacidad
1	P003409	A	Acometida red Subterránea (Fund. Acción solidaria)	ABB	K	100A
2	P085367	AB	Acometida red Subterránea (Importadora Galarza)	ABB	K	200A
3	P085367	ABC	Acometida red Subterránea (Discarra)	ABB	K	100A
4	P236375	ABC	Ramal	ABB	K	100A
5	P085674	ABC	Ramal	ABB	K	100A

Tabla 5.3 Principales fusibles de la alimentadora AEROPUERTO

En la Figura 5.5 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

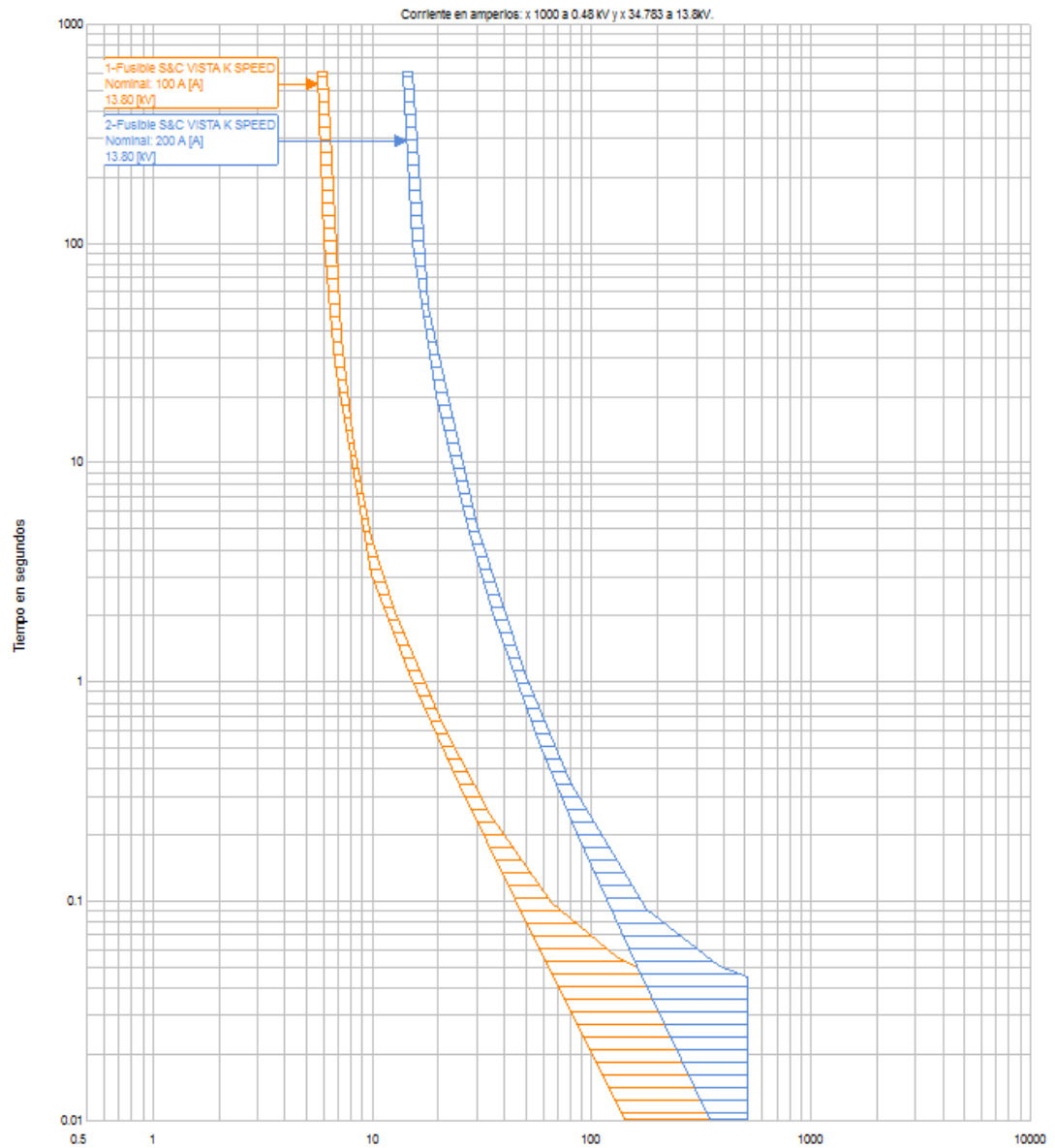


Figura 5.5 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora AEROPUERTO.

- **GRAN MANZANA**

En la Tabla 5.4 se muestra la ubicación en los postes de los 5 primeros fusibles que brindan protección a la alimentadora Gran Manzana, así como también su marca, tipo y capacidad.

Nº	Código	Conexión Fase	Ubicación	Marca	Tipo	Capacidad
1	P008887	A	Trafo	ABB	K	100A
2	P008887	B	Trafo	ABB	K	100A
3	P085407	A	Trafo	ABB	K	100A
4	P085411	A	Ramal	ABB	K	100A
5	P000690	A	Trafo Padmounted	ABB	K	100A

Tabla 5.4 Principales fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA

En la Figura 5.6 se muestra la característica tiempo-corriente de dichos fusibles.

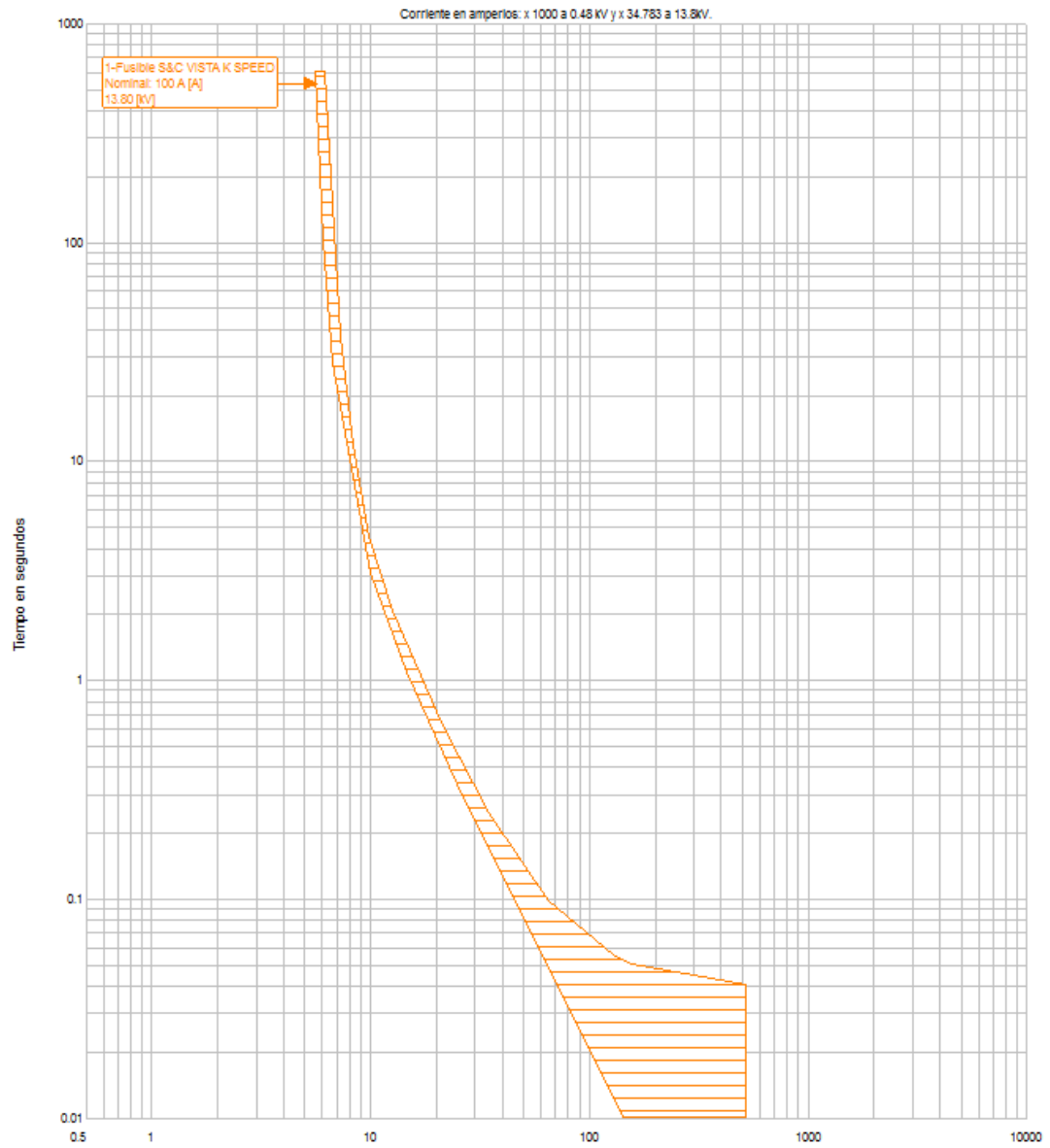


Figura 5.6 Característica tiempo-corriente de los fusibles de la alimentadora GRAN MANZANA.

5.3.2. Características de los relés

5.3.2.1. Resumen de ajustes del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T

En la Tabla 5.5 se muestra un resumen de las corrientes calculadas en el capítulo 4 para la determinación del error intrínseco de la pendiente de la curva del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

	Lado de alta	Lado de baja
Corriente max. de carga	200.82 A	1004.09 A
Transformador de corriente	600/5	1200/5
Corriente max. carga secundario	1.674 A	4.184 A
Corriente del relé	1.674 A	7.246 A

Tabla 5.5 *Calculo de corrientes para determinación del mismatch de la curva del relé 87T.*

En la Tabla 5.6 y la Figura 5.7 se muestra un resumen de la determinación de la curva del relé diferencial de porcentaje con restricción armónica 87T.

Error de los transformadores de corriente	5%
Error debido a la corriente Inrush	5%
Transformador con cambiadores de tap	10%
Error intrínseco de la pendiente (mismatch)	3.96%
TOTAL	23.96%
SELECCION	30%

Tabla 5.6 *Resumen de selección de la curva del relé 87T.*

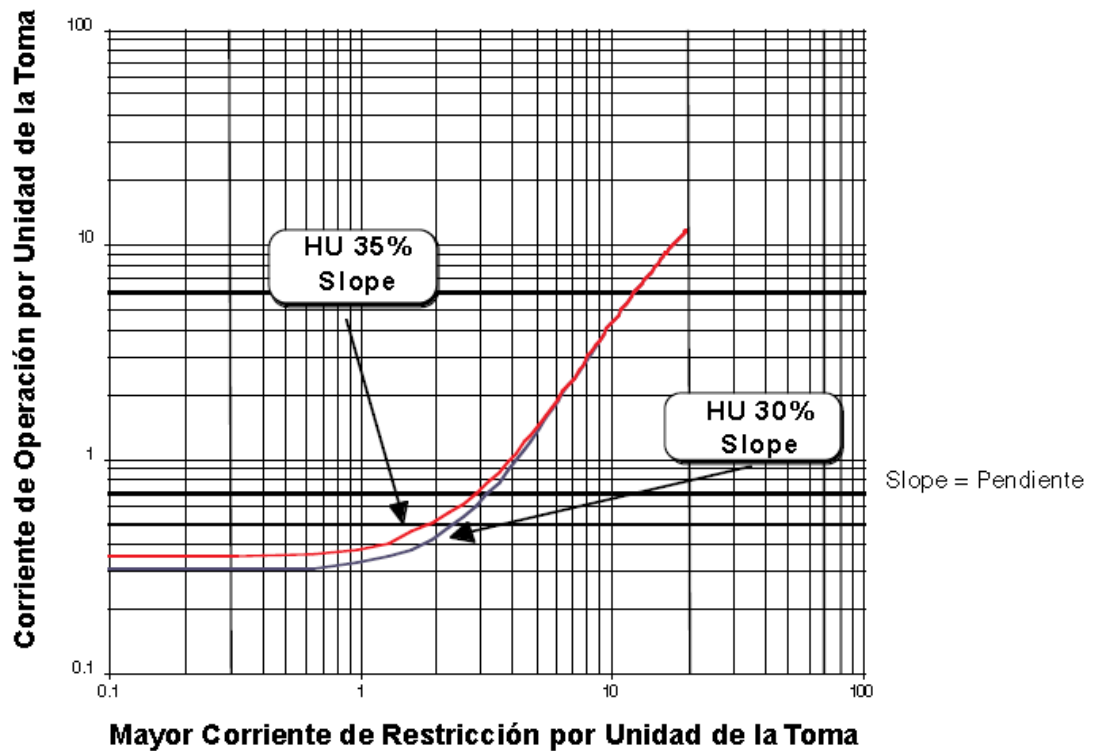


Figura 5.7 Curva diferencial de porcentaje del 87T.

5.3.2.2. Resumen de ajustes del relé diferencial instantáneo sin restricción de ajuste alto (87H).

La corriente inrush debe estar por debajo del valor de reposición del relé, antes de que el tiempo de operación ajustado haya transcurrido.

La corriente secundaria de los TC del lado de 69 KV en su capacidad OA es:

$$I = \frac{18000}{\sqrt{3} \times 69 \times 120} = 1.26 \text{ A}$$

$$AJ.87H = 1.26 \times \frac{8}{\text{tap}} = 1.26 \times \frac{8}{2} = 5.04 \text{ A}$$

5.3.2.3. Ajuste de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso de fase (51P).

Para hacer el ajuste de la protección debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es entre 1 a 1.4 veces la corriente nominal.

$$I_{\text{pick up alta } 51} = 1.2 \times I_{\text{nom}} = 1.2 \times 200.84 = 241 \text{ A}$$

$$I_{\text{pick up baja } 51} = 1.2 \times I_{\text{nom}} = 1.2 \times 1004.09 = 1204.9 \text{ A}$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69 \text{ KV}} = \frac{241 \text{ A}}{120} = 2 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = \frac{1204.9 \text{ A}}{240} = 5.02 \text{ A}$$

En la tabla 5.7 se muestra el ajuste para la protección 51.

Valor de puesta en trabajo para protección 51	
Capacidad del transformador	18/24 [MVA]
I nominal en el lado de alta	200.84 [A]
I nominal en el lado de baja	1004.09 [A]
Puesta en trabajo en lado de alta	241 [A]
Puesta en trabajo en lado de baja	1204.9 [A]

Tabla 5.7 Ajuste de la protección 51.

5.3.2.4. Ajuste de la protección de sobrecorriente instantáneo de fase (50P)

Para hacer el ajuste de la protección 50 debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es de 1 a 1.2 veces la corriente de falla.

$$I_{pick\ up\ 50} = 1 \times I_{falla\ max}$$

$$I_{pick-up\ alta\ 50} = 1 \times I_{falla\ max\ 69KV} = 4891\ A$$

$$I_{pick-up\ baja\ 50} = 1 \times I_{falla\ max\ 13.8KV} = 8787\ A$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69\ KV} = \frac{4891\ A}{120} = 40.75\ A$$

$$I_{13.8\ KV} = \frac{8787\ A}{240} = 36.61\ A$$

5.3.2.5. Ajuste de la protección de sobrecorriente temporizada flotante de tierra (51G).

Para hacer el ajuste del relé de sobrecorriente temporizada flotante de tierra 51G debemos tener en cuenta que la corriente de puesta en trabajo es 0.2 veces la corriente de plena carga del transformador de potencia.

$$I_{plena\ carga} = \frac{KVA(FA)}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{24000}{\sqrt{3} \times 13.8} = 1004.09\ [A]$$

$$I_{\text{pick up } 51G} = 0.2 \times I_{\text{plena carga}} = 0.2 \times 1004.09 = 200.818 \text{ [A]}$$

Teniendo en cuenta un transformador de corriente de 600:5 en el neutro del transformador de potencia, la corriente en el secundario del transformador de corriente es:

$$I_{51G \text{ sec}} = \frac{200.818 \text{ A}}{120} = 1.67 \text{ A}$$

Con lo cual seleccionamos un ajuste de 1.7 A

5.3.2.6. Protección de corrientes desbalanceadas (46)

Según la norma C37.91.2008 se debe tomar el 58% de la máxima corriente de carga para esta protección, tanto en el lado de alta como en el lado de baja tensión. Por lo tanto las corrientes en 69KV y 13.8KV son:

$$I_{69 \text{ KV}} = 0.58 \times 200.8 = 116.47 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = 0.58 \times 1004 = 582.37 \text{ A}$$

Las corrientes en el secundario del transformador son:

$$I_{69 \text{ KV}} = \frac{116.47 \text{ A}}{120} = 0.97 \text{ A}$$

$$I_{13.8 \text{ KV}} = \frac{582.37 \text{ A}}{240} = 2.43 \text{ A}$$

Lo que nos queda 1A para el lado de alta y 2.4 para el lado de baja.

5.4. Resultados de la coordinación de los dispositivos de protección.

La coordinación de la Protección en las alimentadoras incluye fusibles en los ramales, reconector, relé de sobrecorriente (51) en baja y en alta tensión, relé de sobrecorriente instantáneo (50) y la curva de daño del transformador de potencia.

5.4.1. Coordinación de la alimentadora Agustín Freire.

En la Figura 5.8 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Agustín Freire.

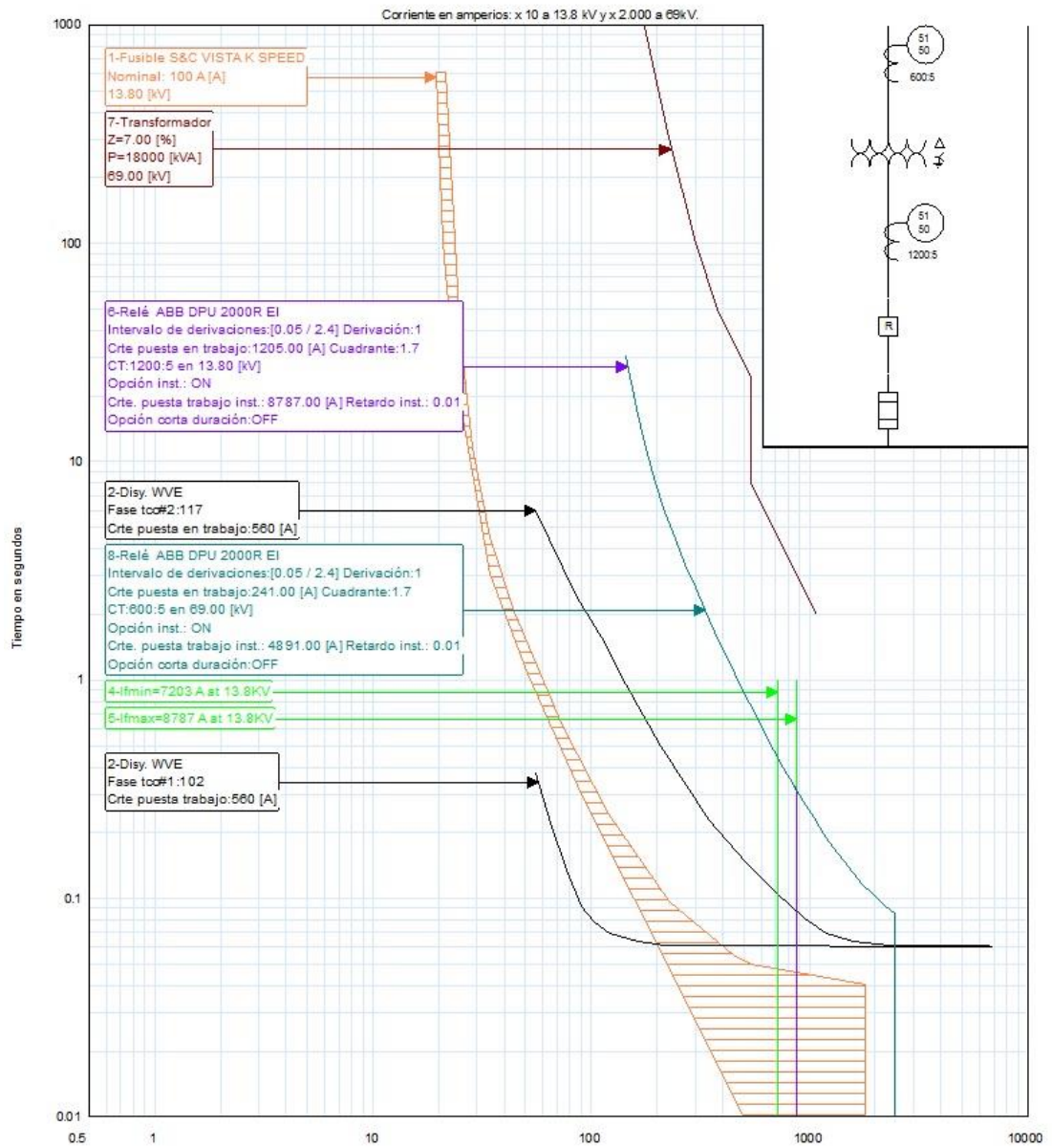


Figura 5.8 Curvas de protección en la alimentadora Agustín Freire.

En la Tabla 5.8 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Agustín Freire.

EQUIPO DE PROTECCIÓN	AJUSTES DE COORDINACIÓN
Fusible tipo K	100 [A]
Reconectador Cooper tipo WE	I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117
Relé 51	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5
Relé 50	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg]

Tabla 5.8 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Agustín Freire.

5.4.2. Coordinación de la alimentadora Aeropuerto.

En la Figura 5.9 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Aeropuerto.

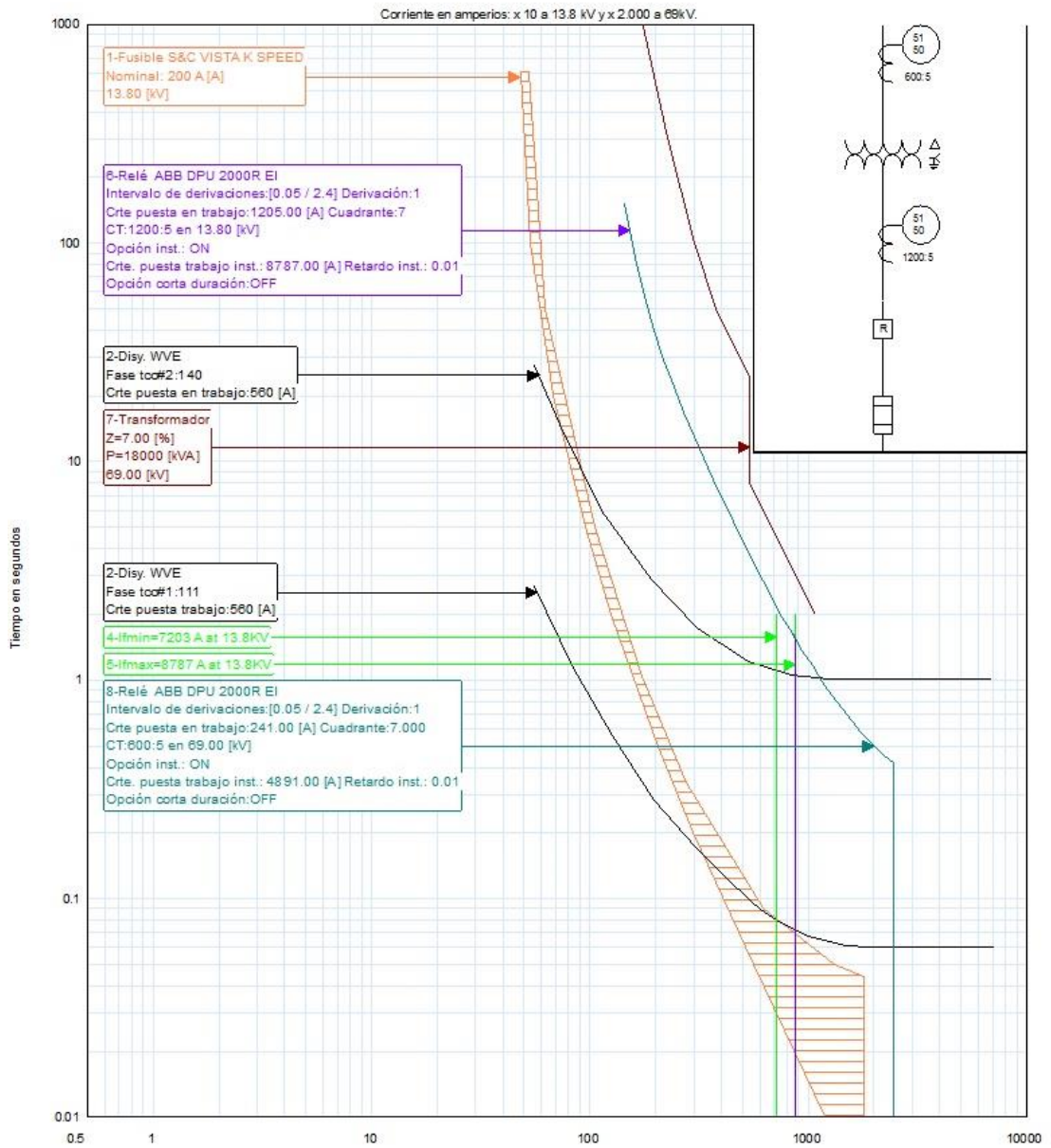


Figura 5.9 Curvas de protección en la alimentadora Aeropuerto.

En la Tabla 5.9 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Aeropuerto.

EQUIPO DE PROTECCIÓN	AJUSTES DE COORDINACIÓN
Fusible tipo K	200 [A]
Reconectador Cooper tipo WE	I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:111 (Curva lenta) Fase tcc # 2:140
Relé 51	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 7 [seg] CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 7 [seg] CT = 1200:5
Relé 50	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg]

Tabla 5.9 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Aeropuerto.

5.4.3. Coordinación de la alimentadora Garzota 4.

En la Figura 5.10 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Garzota 4.

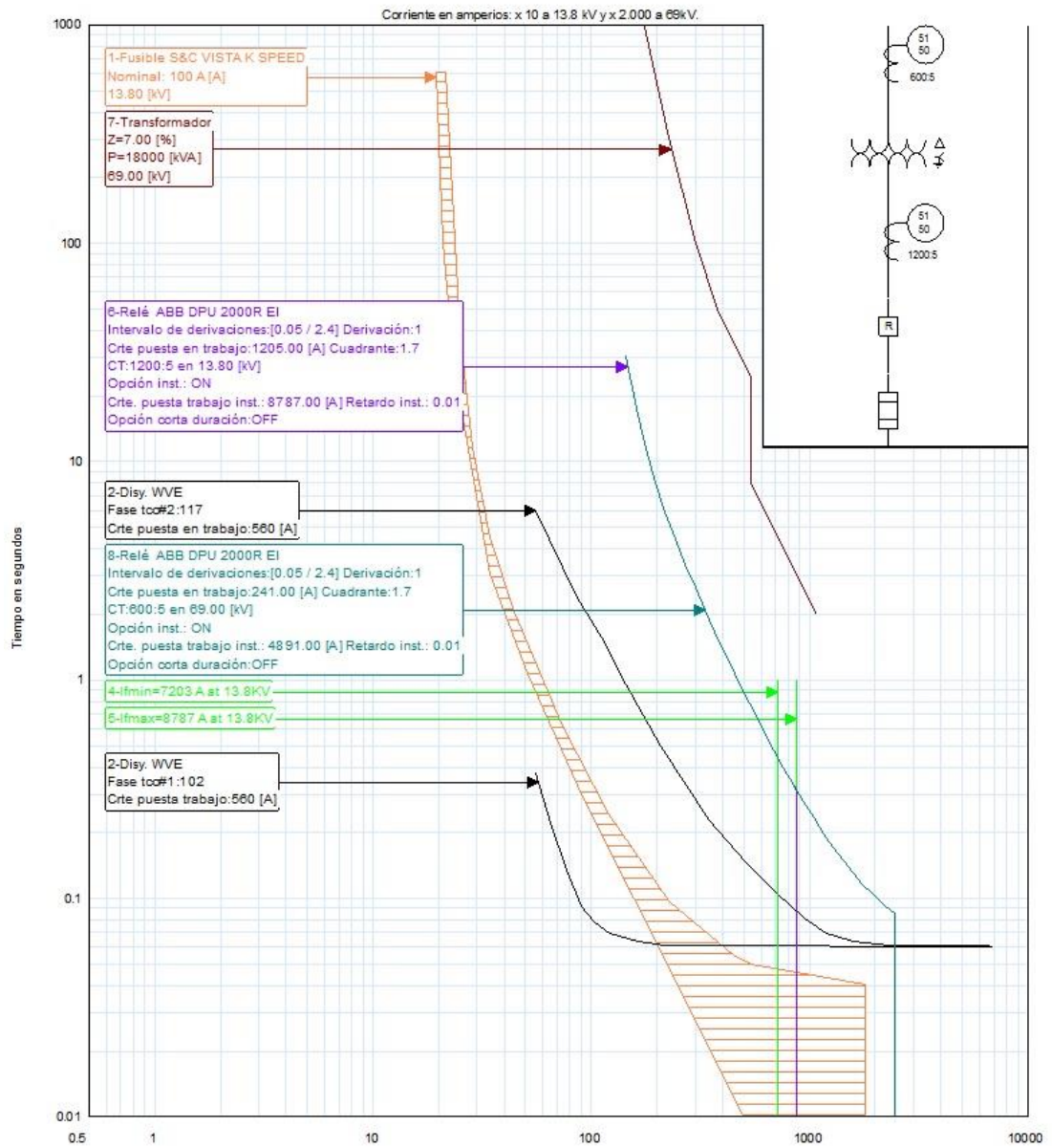


Figura 5.10 Curvas de protección en la alimentadora Garzota 4.

En la Tabla 5.10 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Garzota 4.

EQUIPO DE PROTECCIÓN	AJUSTES DE COORDINACIÓN
Fusible tipo K	100 [A]
Reconectador Cooper tipo WE	I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117
Relé 51	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5
Relé 50	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg]

Tabla 5.10 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Garzota 4.

5.4.4. Coordinación de la alimentadora Gran Manzana.

En la Figura 5.11 se detalla los resultados de la coordinación de la de protección en la alimentadora Gran Manzana.

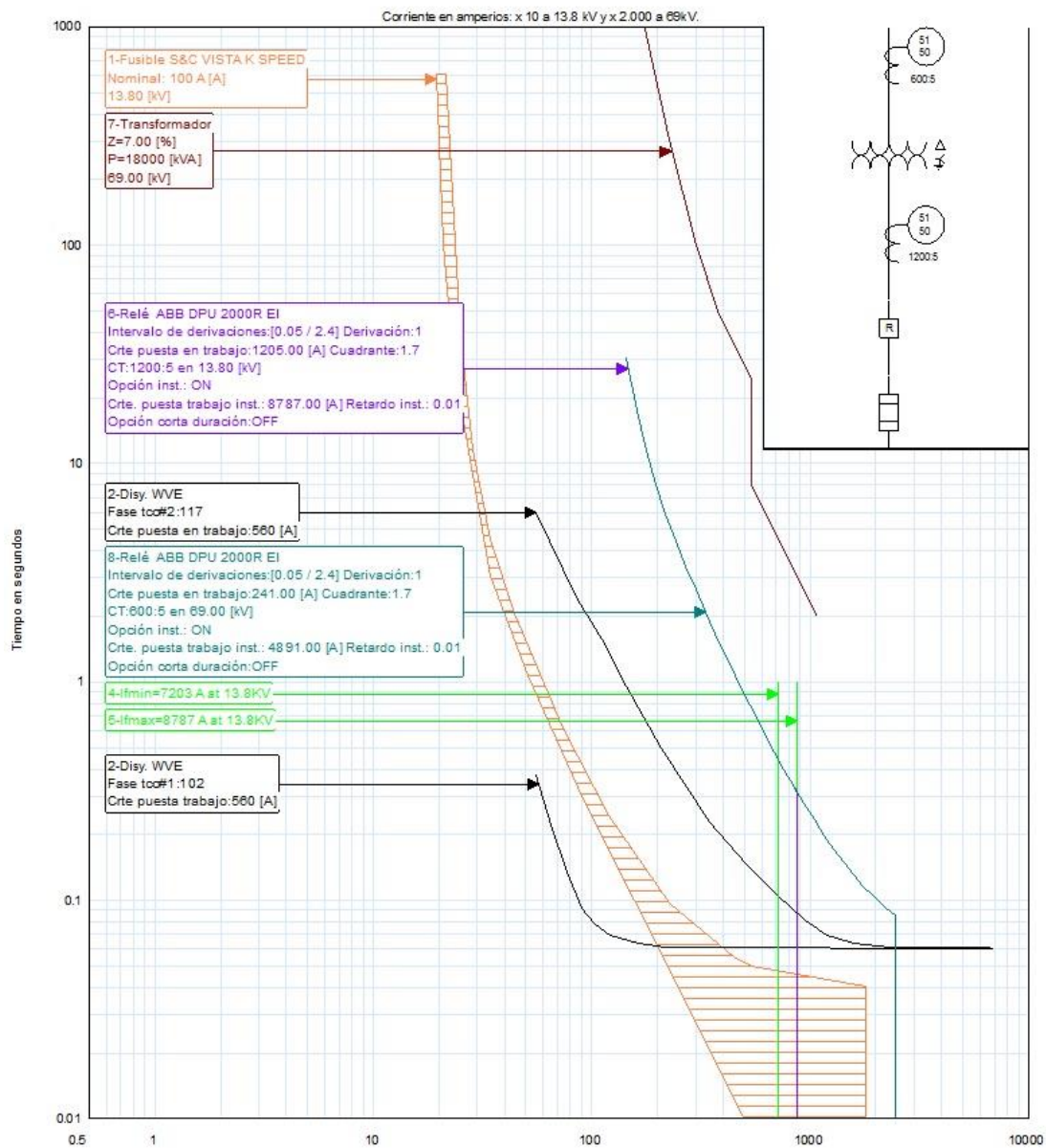


Figura 5.11 Curvas de protección en la alimentadora Gran Manzana.

En la Tabla 5.11 se muestra un resumen de los ajustes para los equipos de protección en la alimentadora Gran Manzana.

EQUIPO DE PROTECCIÓN	AJUSTES DE COORDINACIÓN
Fusible tipo K	100 [A]
Reconectador Cooper tipo WE	I _{pick-up} = 560 [A] (Curva rápida) Fase tcc # 1:102 (Curva lenta) Fase tcc # 2:117
Relé 51	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 241 [A] TD = 1.7 seg. CT = 600:5 Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 1205 [A] TD = 1.7 [seg] CT = 1200:5
Relé 50	Alta tensión (69 KV) I _{pick-up} = 4891 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg] Baja tensión (13.8 KV) I _{pick-up} = 8787 [A] Retardo instantáneo = 0.01 [seg]

Tabla 5.11 Resumen de ajustes para la protección en la alimentadora Gran Manzana.

5.5. RESUMEN DE AJUSTES

El ajuste de la protección de sobrecorriente en las líneas se incluye en la Tabla

5.12

Tipo	KV LL	Inom (A)	Relac. CT	Fac. CT	I Sec. Tc.	Fac.	I aj. Sec.	Tipo curva	TD
87-T	-	200.8	600:5	120	1.67	1	2	INST.	-
		1004	1200:5	240	4.18	1.73	9		-
87-H	-	150.8	600:5	120	1.26	8/2	5.04	-	-
51P-1	69	200.8	600:5	120	1.67	1.2	2	E. I.	1.7
51P-2	13.8	1004	1200:5	240	4.18	1.2	5.02	E. I.	1.7
50P-1	69	200.8	600:5	120	40.7	1	40.7	INST.	-
50P-2	13.8	1004	1200:5	240	36.6	1	36.6	INST.	-
51G-2	13.8	1004	600:5	120	8.36	0.2	1.7	E. I.	-
46-1	69	200.8	600:5	120	1.67	0.58	1	INV.	-
46-2	13.8	1004	1200:5	240	4.18	0.58	2.4	INV.	-
Rec R-Ag. Fr.	13.8	316.4	1000:5	200	1.6	1	1.6	102	1
Rec L-Ag. Fr.	13.8	316.4	1000:5	200	1.6	1	1.6	117	1
Rec R-Aerop.	13.8	499.32	1000:5	200	1.6	1	1.6	111	1

Rec L-Aerop.	13.8	499.32	1000:5	200	1.6	1	1.6	140	1
Rec R-Garz 4.	13.8	450.8	1000:5	200	1.6	1	1.6	102	1
Rec L- Garz 4.	13.8	450.8	1000:5	200	1.6	1	1.6	117	1
Rec R-Gr. Mz.	13.8	186.73	1000:5	200	1.6	1	1.6	102	1
Rec L- Gr. Mz.	13.8	186.73	1000:5	200	1.6	1	1.6	117	1

Tabla 5.12 Resumen de ajustes de la protección en las líneas.

5.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las alimentadoras no poseen fusibles en la troncal, solo en los ramales, por lo cual la coordinación se la realizo con el fusible de mayor corriente, para que la curva rápida del reconectador evite que este se funda en caso de una falla pasajera.

Asimismo, el área de protección del reconectador se extiende a los ramales de las alimentadoras gracias a que su curva rápida actúa antes que los fusibles con cuales se realizó la coordinación.

Los tiempos de coordinación para las protecciones de respaldo están dentro del rango establecido por la norma IEC que dice que debe estar entre 0.15 y 0.25 segundos.

Todos los ajustes realizados para los relés de protección del transformador cumplen con las Normas ANSI y con las disposiciones del TPU 2000R.

La corriente de operación de los reconectores se ajustó a 560 A, valor estandarizado por la Empresa Eléctrica.

CONCLUSIONES

1. La potencia que consume la subestación Garzota desde la línea de subtransmisión Orellana es de 19.66 MW y 5.32 MVAR para carga máxima, y 6.23 MW y 1.28 MVAR para carga mínima sin exceder el 85% de la capacidad en FA (24 MVA) manteniendo su regulación de voltaje dentro del 5%.
2. Del estudio de cortocircuito se obtuvo que para la barra de 69 [KV], la mayor corriente de cortocircuito presente en las fases se tiene para la falla trifásica, lo que corresponde a 4891,17 [A] en las fases "a", "b" y "c"; mientras que la menor se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 3511,2 [A] en la fase "a". Para la barra de 13.8 [KV], la mayor corriente de cortocircuito presente en las fases se tiene para la falla de línea a tierra, lo que corresponde a 8786,6 [A] en la fase "a"; mientras que la menor se tiene para la falla de línea a línea, lo que corresponde a 7203,16 [A] en la fase "b" y 6398,94 [A] en la fase "c"

3. Con los resultados antes mencionados, obtenidos del estudio de cortocircuito, se ajustó la protección de sobrecorriente instantánea (50P), cuyo valor de puesta en trabajo fue determinado con las máximas corrientes de cortocircuito en el lado de alta y baja tensión. Debido a que solo existe un circuit breaker en el lado de baja del transformador principal, la curva del relé de sobrecorriente (51P-1) en el lado de alta tiene el mismo ajuste que la del relé de sobrecorriente (51P-2) en el lado de baja.
4. Para realizar las coordinaciones de las protecciones de respaldo en este trabajo se utilizó un tiempo de coordinación de 0.20 segundos de manera que se está respetando el rango establecido por la norma IEC, el cual recomienda un rango de coordinación de 0.15 a 0.25 segundos.
5. Las curvas de los reconectores se colocaron entre la curva de los fusibles de los ramales. Esto hace que el área de protección de los reconectores incluya estas derivaciones.
6. El ajuste y coordinación desarrollada en este trabajo asegura una correcta protección al transformador de potencia, equipo de mayor importancia e inversión económica.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que La Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil actualmente se encuentra instalando en subestaciones modernas relés de frecuencia o denominados en la norma ANSI como 81, se recomienda considerar la instalación de este equipo en la Subestación Garzota, ya que de esta manera se brindaría una protección contra cambios en la frecuencia del voltaje, ya sea que esta esté bajo o sobre la frecuencia nominal que es de 60 Hz. Esta protección debe ser ajustada a un valor muy por debajo de los 60Hz, de tal manera que permita el alivio de la carga de menor importancia y provea una mayor calidad de servicio a la carga crítica.
2. Se recomienda revisar el medidor totalizador de la subestación, debido a que existen incongruencias entre los datos registrados por el totalizador y la de los medidores de las alimentadoras, ya que todos los días a una misma hora el registro de carga del totalizador indica que en las alimentadoras no existe flujo

de potencia a pesar de que los registros de los medidores de las alimentadoras registran todo lo contrario. Esto se pudo notar al realizar el estudio de flujo de potencia para determinar las cargas máximas y mínimas en las alimentadoras basándonos en los histogramas entregados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil.

ANEXOS

ANEXO 1

Recorrido de las alimentadoras de la subestación

Garzota

En el siguiente anexo se describe el recorrido de las alimentadoras en las cuales se indican el área de cobertura.

- **Alimentadora “AGUSTIN FREIRE”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 4.275 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la Avenida Pio Jaramillo hasta la Avenida Francisco de Orellana, brindando servicio a las ciudadelas: Sauces 2, Sauces1, Alborada 1era etapa, Alborada 2da etapa, Alborada 3era etapa, Garzota y Urdenor.



Figura A1.1 Recorrido de la alimentadora AGUSTIN FREIRE

- **Alimentadora “GARZOTA 4”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 6.174 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvéez hasta la calle Hermano Miguel, brindando servicio a las ciudadelas: Garzota, Garzota 3era etapa, Alborada 1era etapa, Garzota Entre Ríos, Vernaza Norte. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

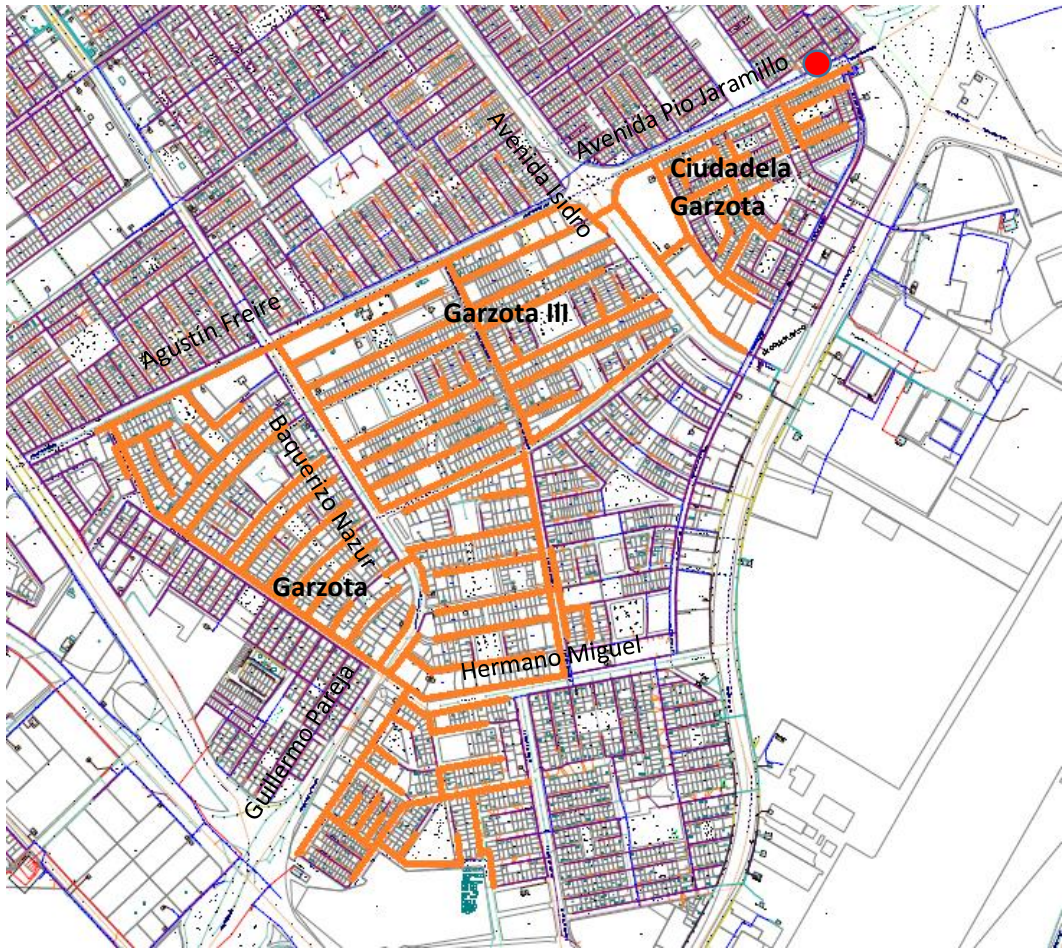


Figura A1.2 Recorrido de la alimentadora GARZOTA 4

- **Alimentadora “AEROPUERTO”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 6.784 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvaez hasta la calle Joaquín J. Orrantía González, brindando servicio al Terminal Terrestre de Guayaquil, locales comerciales a lo largo de la Avenida de las América y a la ciudadela Simón Bolívar. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

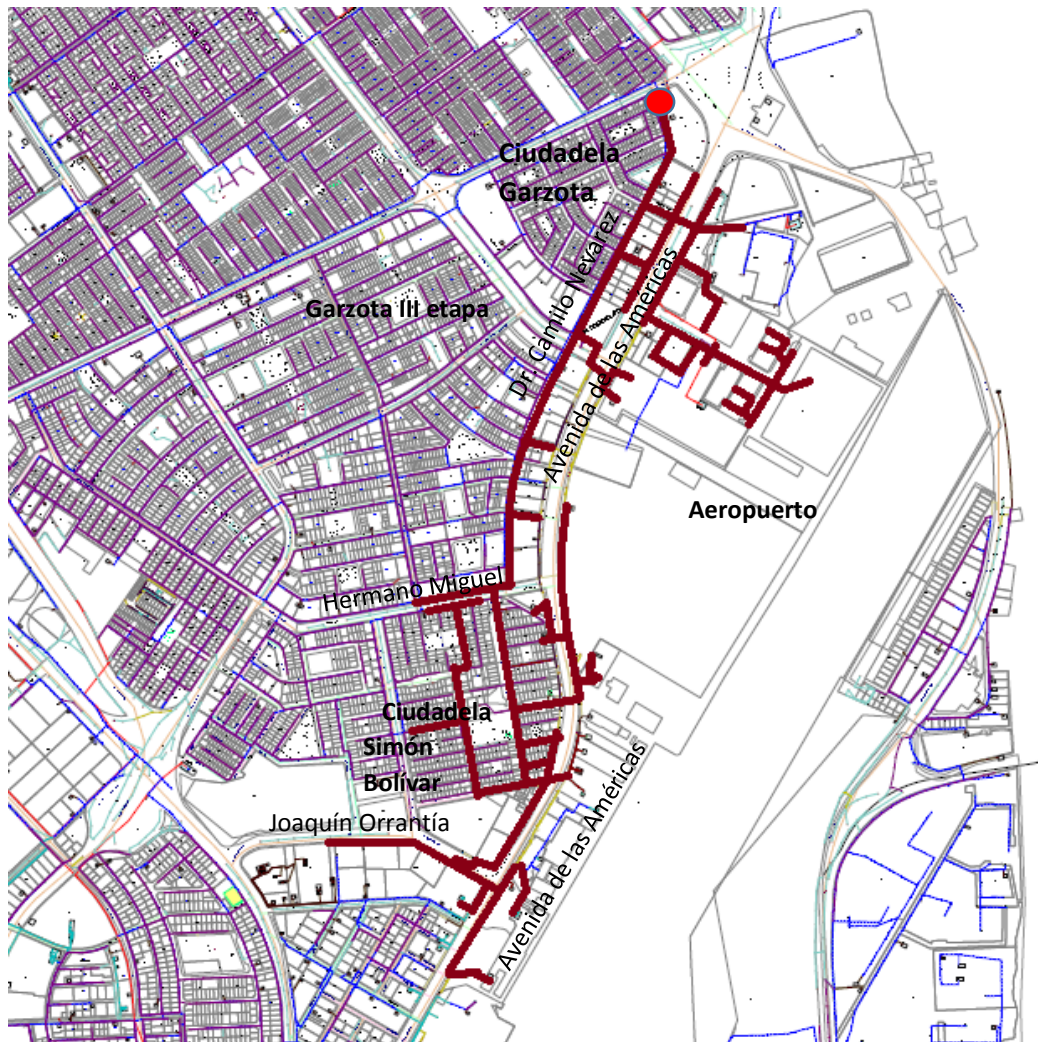


Figura A1.3 Recorrido de la alimentadora AEROPUERTO

- **Alimentadora “GRAN MANZANA”:** Este alimentador, se caracteriza por ser extenso, tiene una carga máxima instalada de 2.465 [MW]. El ramal principal se dirige hacia el norte, desde la calle Dr. Camilo Narvaez hasta la calle Joaquín J. Orrantía González, brindando servicio

a las ciudadelas: Garzota, Garzota 3era etapa, Alborada 1era etapa, Garzota Entre Ríos, Vernaza Norte. La figura muestra el área de cobertura con las principales vías y ciudadelas.

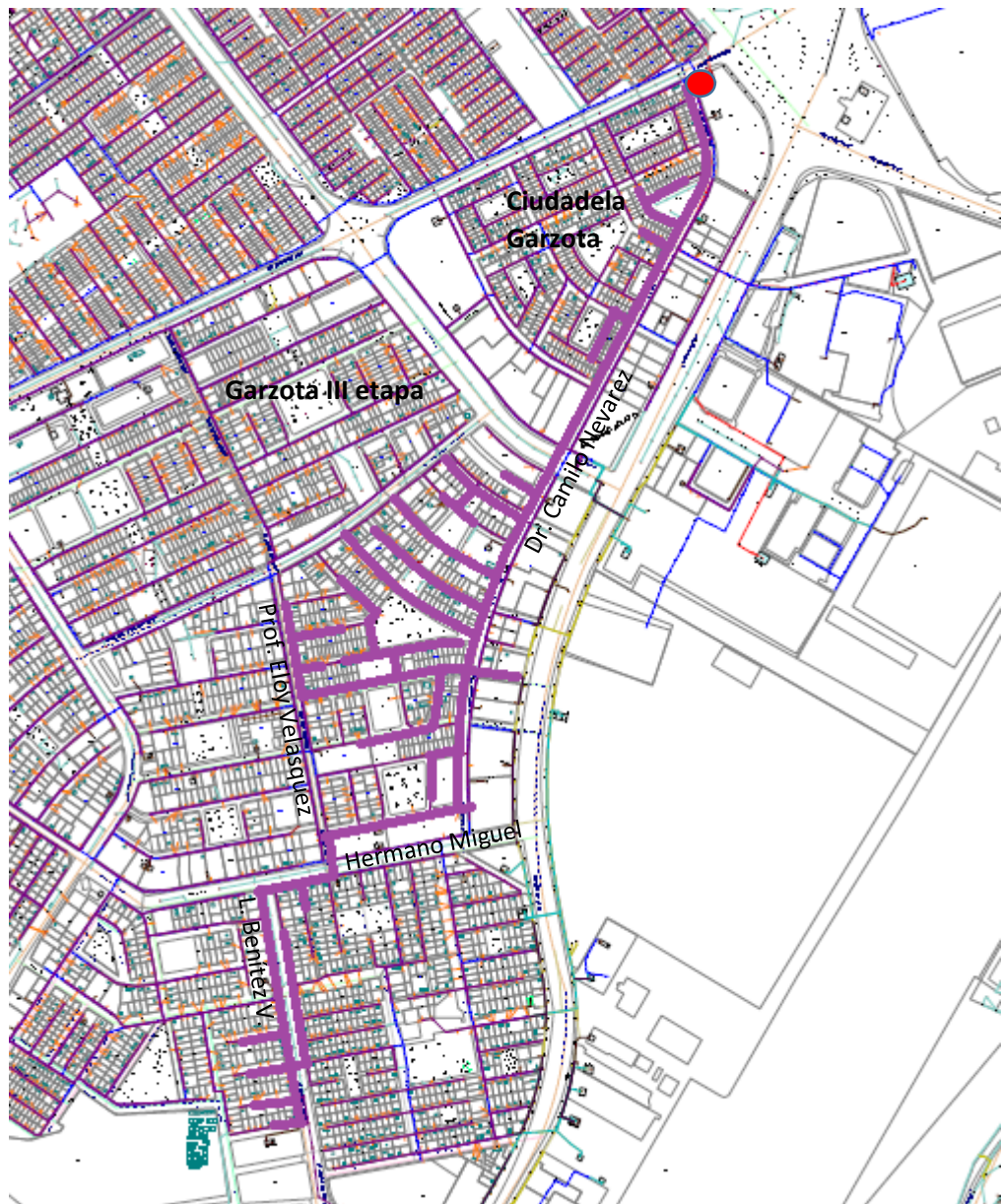


Figura A1.4 Recorrido de la alimentadora GRAN MANZANA

ANEXO 2

Histórico de carga en las alimentadoras de la subestación Garzota.

En el siguiente anexo se muestra un extracto del Historial de Carga correspondiente al mes de diciembre del 2012, con lecturas cada 15 minutos proporcionados por la Empresa Eléctrica de Guayaquil, los cuales fueron utilizados para determinar los valores de máxima y mínima carga de la subestación Garzota, datos necesarios para determinar flujo de carga en el capítulo 2.

En las siguientes tablas se muestra el historial de carga del 3 de diciembre del 2012 de cada alimentadora, el cual corresponde al día en que se presentó menor demanda en todo el mes.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	Ia	Ib	Ic
03/12/2012 0:00:00000	2.420.618 .652	0.175077	116.592. 659	117.142.1 74	117.151. 138	125.544. 968	90.619.04 1	82.380.2 26
03/12/2012 0:15:00000	2.383.709 .717	0.224522	116.754. 349	117.299.1 64	117.284. 752	122.966. 621	89.627.70 8	81.137.4 97
03/12/2012 0:30:00000	2.326.066 .406	0.000578	116.961. 319	117.488.0 98	117.486. 534	118.631. 813	87.994.66 7	79.766.9 37
03/12/2012 0:45:00000	2.298.684 .326	0.679293	117.069. 481	117.557.5 33	117.560. 417	117.006. 905	86.919.09 8	78.961.6 39
03/12/2012 1:00:00000	2.291.809 .082	0.894716	117.191. 208	117.697.1 97	117.691. 223	115.819. 237	87.145.92 7	7.879.73 4
03/12/2012 1:15:00000	2.253.521 .729	0.750322	117.214. 088	117.731.1 02	117.714. 172	114.016. 998	8.574.678	77.384.9 79
03/12/2012 1:30:00000	2.229.149 .658	0.653753	117.307. 602	117.856.5 83	117.817. 581	112.212. 212	85.008.81 2	76.807.5 41
03/12/2012 1:45:00000	2.231.694 .092	441.467	117.456. 741	117.988.5 33	117.947. 136	111.624. 596	85.480.45 3	76.964.9 43

03/12/2012 2:00:00000	2.243.587 .402	9.617.29 8	117.541. 252	118.042.4 65	117.994. 591	11.249.7 62	85.637.59 6	77.299.9 11
03/12/2012 2:15:00000	2.224.463 .379	5.124.51 5	117.514. 984	118.031.8 68	117.959. 198	111.141. 121	84.541.19 1	7.753.97 8
03/12/2012 2:30:00000	2.200.901 .855	3.419.37 7	11.753.4 47	118.044.4 56	117.953. 545	109.527. 237	8.394.841	76.896.0 34
03/12/2012 2:45:00000	2.141.753 .662	1.896.73 5	117.599. 274	118.084.7 02	118.032. 562	107.505. 852	81.501.95 3	74.258.2 63
03/12/2012 3:00:00000	2.179.994 .629	18.242.1 07	117.676. 834	118.146.2 33	118.064. 919	108.366. 508	83.595.50 5	75.617.9 43
03/12/2012 3:15:00000	2.176.915 .527	23.213.6 82	117.736. 656	118.217.9 41	11.814.4 47	109.486. 534	82.878.23 5	7.485.84 9
03/12/2012 3:30:00000	2.151.899 .414	7.036.04 1	117.838. 844	118.315.1 86	118.235. 359	107.965. 324	82.233.18 5	73.869.4 53
03/12/2012 3:45:00000	2.140.440 .918	8.863.74 5	117.881. 004	118.346.4 81	118.280. 914	106.067. 802	82.369.47 6	7.422.89 2
03/12/2012 4:00:00000	2.118.787 .598	4.375.97 4	117.889. 549	118.363.8 23	118.288. 193	105.798. 653	80.989.16 6	73.289.2 38
03/12/2012 4:15:00000	2.123.518 .555	6.961.40 5	117.955. 399	1.183.908	118.351. 082	105.669. 662	82.163.80 3	72.685.8 22
03/12/2012 4:30:00000	2.121.888 .916	8.511.46 2	117.956. 093	118.406.8 76	11.832.3 54	105.170. 876	81.953.81 2	7.319.44 5
03/12/2012 4:45:00000	2.090.435 .303	3.876.30 7	118.077. 492	11.849.20	118.439. 636	103.680. 878	80.822.20 5	72.002.7 31
03/12/2012 5:00:00000	2.048.814 .209	5.776.33 2	118.168. 587	118.592.3 23	118.546. 265	102.024. 681	78.798.58 4	70.744.7 36
03/12/2012 5:15:00000	2.076.029 .541	858.218	11.811.0 39	118.568.5 96	118.531. 197	10.453.9 52	79.545.77 6	70.763.7 71
03/12/2012 5:30:00000	2.111.702 .637	6.527.13 5	118.021. 996	118.464.2 72	11.844.1 62	10.571.3 28	81.095.02 4	72.346.5 96
03/12/2012 5:45:00000	2.090.436 .279	0.74403	117.945. 801	118.406.8 37	11.837.6 35	10.416.0 98	80.526.01 6	72.129.3 87
03/12/2012 6:00:00000	2.055.489 .258	0.936168	117.874. 878	118.393.8 45	118.356. 018	102.472. 015	79.046.75 3	71.147.8 81
03/12/2012 6:15:00000	1.952.452 .026	1.971.69 8	118.011. 093	118.558.4 79	118.450. 928	97.193.1 15	7.519.265	67.742.8 82
03/12/2012 6:30:00000	1.898.234 .863	0	118.069. 153	118.610.8 93	118.475. 464	94.113.3 65	74.415.84 8	64.948.3 57
03/12/2012 6:45:00000	1.979.314 .575	0.278756	117.923. 653	118.504.8 07	118.371. 544	97.388.4 89	78.038.13 2	67.639.6 33
03/12/2012 7:00:00000	2.072.599 .854	0.564285	117.829. 933	118.356.8 34	118.254. 303	99.308.2 28	85.860.93 1	68.819.8 62
03/12/2012 7:15:00000	2.145.747 .314	2.652.08 6	117.508. 217	118.026.8 25	117.951. 118	100.469. 902	91.248.59 6	7.130.82 2
03/12/2012 7:30:00000	2.233.826 .172	0.972708	117.056. 961	117.572.3 88	117.514. 633	104.602. 798	95.451.05 7	74.297.9 58
03/12/2012 7:45:00000	2.416.728 .027	7.825.40 7	116.712. 067	117.276.4 59	117.243. 027	115.105. 621	101.655.4 34	80.418.2 82
03/12/2012 8:00:00000	2.661.977 .051	47.497.4 71	11.664.0 06	117.209.2 82	117.185. 127	12.852.5 94	111.186.6 15	8.747.59 6
03/12/2012 8:15:00000	3.057.165 .527	105.457. 741	115.976. 059	116.542.7 02	116.626. 755	146.263. 245	12.873.05 3	10.225.9 46
03/12/2012 8:30:00000	3.534.347 .168	211.928. 162	115.253. 761	115.846.9 47	115.944. 992	17.230.6 61	148.696.1 67	11.751.0 17
03/12/2012 8:45:00000	3.844.150 .635	267.227. 356	114.551. 018	115.152.4 58	115.256. 325	188.962. 692	161.294.8 15	129.667. 511
03/12/2012 9:00:00000	4.218.365 .234	407.827. 576	114.962. 463	115.202.8 12	115.569. 572	207.028. 503	176.035.1 72	143.440. 109
03/12/2012 9:15:00000	4.637.990 .723	544.676. 575	114.807. 068	114.884.8 42	11.530.5 26	229.723. 541	191.583.0 69	159.888. 885
03/12/2012 9:30:00000	4.837.083 .984	576.941. 528	114.116. 379	114.108.4 29	114.595. 436	240.377. 167	201.051.0 41	168.471. 512
03/12/2012 9:45:00000	4.915.704 .102	621.061. 401	114.357. 567	114.347.4 88	11.483.5 03	244.624. 374	20.281.01 5	1.716.68 9

03/12/2012 10:00:0000	5.124.406 .738	768.489. 868	11.537.2 91	115.403.7 86	115.879. 761	252.961. 472	211.501.4 19	177.191. 788
03/12/2012 10:15:0000	5.190.225 .586	741.623. 291	114.933. 769	114.915.2 68	1.153.75 9	253.417. 496	216.578.8 42	181.878. 265
03/12/2012 10:30:0000	5.148.462 .891	695.356. 506	114.523. 491	114.513.9 08	114.992. 775	253.646. 255	214.478.3 17	180.062. 515
03/12/2012 10:45:0000	5.184.062 .012	718.288. 696	114.630. 501	114.654.6 94	115.107. 529	254.300. 766	216.519.2 87	181.531. 097
03/12/2012 11:00:0000	5.281.897 .949	715.173. 462	114.419. 441	114.455.8 11	114.891. 998	26.133.7 83	219.542.6 03	184.745. 193
03/12/2012 11:15:0000	5.286.830 .566	66.953.1 25	114.115. 494	114.133.8 65	114.560. 699	26.116.6 87	221.431.2 74	184.653. 778
03/12/2012 11:45:0000	5.383.133 .789	664.539. 734	113.642. 792	113.617.0 12	114.136. 818	268.565. 674	224.873.7 79	188.495. 422
03/12/2012 12:00:0000	5.446.976 .074	669.423. 889	113.420. 784	113.401.2 22	113.939. 491	271.819. 366	228.731.7 35	19.069.9 86
03/12/2012 12:15:0000	5.532.160 .645	702.769. 287	113.634. 506	113.621.1 78	114.142. 998	274.414. 948	232.096.0 39	194.595. 886
03/12/2012 12:30:0000	5.598.025 .879	751.367. 615	113.760. 956	113.808.1 13	114.279. 114	277.744. 049	233.556.1 52	197.873. 398
03/12/2012 12:45:0000	5.581.874 .512	76.470.9 29	113.636. 948	113.661.7 28	114.105. 148	277.929. 962	230.878.6 32	199.437. 119
03/12/2012 13:00:0000	5.585.006 .348	74.616.7 48	113.523. 476	11.355.23 3	113.995. 544	277.855. 042	231.583.6 79	199.561. 951
03/12/2012 13:15:0000	5.660.352 .539	762.511. 719	113.558. 014	113.554.8 63	114.049. 126	280.739. 471	234.817.3 37	202.771. 698
03/12/2012 13:45:0000	5.605.773 .926	711.763. 306	112.494. 781	11.254.46 7	113.048. 241	282.279. 907	232.368.2 86	202.485. 245
03/12/2012 14:00:0000	5.595.776 .855	663.942. 627	112.350. 067	11.236.92 4	112.870. 262	282.271. 393	23.253.77 2	201.327. 545
03/12/2012 14:15:0000	5.676.194 .824	678.322. 876	112.044. 212	11.205.47 1	112.557. 434	288.483. 063	23.701.82 5	203.099. 655
03/12/2012 14:30:0000	5.729.474 .609	687.110. 413	111.931. 824	112.000.7 02	112.483. 887	291.661. 041	24.034.31 4	203.995. 819
03/12/2012 14:45:0000	5.753.418 .457	704.174. 683	112.041. 458	11.210.60 1	112.626. 572	294.531. 433	237.787.1 86	206.331. 573
03/12/2012 15:00:0000	5.838.176 .758	734.321. 594	111.907. 898	112.002.3 19	112.543. 961	298.940. 552	241.474.3 65	21.010.8 17
03/12/2012 15:30:0000	5.835.839 .355	733.988. 708	112.346. 687	112.374.5 35	11.291.3 04	298.052. 399	241.713.5 31	207.790. 924
03/12/2012 15:45:0000	5.833.863 .281	741.707. 153	112.508. 621	112.522.7 81	113.016. 777	297.646. 515	241.212.2 96	207.659. 164
03/12/2012 16:00:0000	5.827.662 .598	758.262. 695	112.600. 906	112.600.6 62	113.073. 906	297.747. 375	239.182.8 46	208.595. 535
03/12/2012 16:15:0000	5.728.483 .398	745.345. 947	112.969. 078	112.935.0 59	113.403. 175	29.252.8 29	233.627.7 62	204.333. 572
03/12/2012 16:30:0000	5.716.218 .262	756.197. 693	113.041. 245	112.970.3 22	113.468. 231	290.524. 506	233.848.2 97	204.415. 436
03/12/2012 16:45:0000	5.717.102 .539	821.029. 907	113.291. 695	113.181.2 44	113.663. 223	290.362. 061	233.122.9 71	205.085. 541
03/12/2012 17:00:0000	5.654.971 .191	838.468. 689	113.505. 501	113.409.0 19	113.893. 013	288.058. 258	230.197.6 78	201.400. 696
03/12/2012 17:15:0000	5.606.337 .891	873.387. 756	113.762. 207	11.371.13 8	114.183. 601	285.893. 738	227.168.5 79	199.434. 845
03/12/2012 17:30:0000	5.334.324 .219	786.661. 926	113.698. 547	11.362.05 9	114.101. 547	274.241. 547	215.235.5 35	188.105. 896
03/12/2012 17:45:0000	5.182.428 .711	809.674. 011	114.282. 829	114.200.6 61	114.670. 113	267.947. 662	206.324.2 95	181.579. 666
03/12/2012 18:30:0000	4.545.892 .578	577.214. 661	115.405. 075	115.421.5 77	11.579.4 96	23.498.0 27	172.828.6 59	159.675. 858
03/12/2012 18:45:0000	4.507.179 .688	52.287.3 23	114.962. 341	115.009.4 99	115.554. 634	237.193. 283	170.118.8 51	156.601. 669
03/12/2012 19:00:0000	4.286.299 .316	4.271.82 8	115.364. 708	115.360.8 47	115.938. 751	225.075. 439	161.307.9 68	147.430. 099

03/12/2012 19:15:00000	4.076.405 .273	393.868. 195	116.057. 068	116.064.2 78	11.662.2 49	212.313. 278	154.065.1 86	138.438. 644
03/12/2012 19:30:00000	3.984.447 .754	389.467. 987	116.416. 214	116.391.2 58	116.933. 304	207.759. 567	150.166.3 06	134.277. 969
03/12/2012 19:45:00000	3.860.473 .633	364.975. 311	116.638. 817	116.700.2 87	11.719.3 84	202.519. 943	143.912.1 25	129.510. 468
03/12/2012 20:15:00000	3.657.668 .213	344.092. 651	117.053. 978	11.706.46 9	117.619. 034	190.757. 111	136.192.8 56	122.727. 135
03/12/2012 20:30:00000	3.545.525 .879	303.705. 658	11.695.1 63	117.000.2 59	117.577. 682	185.762. 299	131.704.5 75	118.492. 203
03/12/2012 20:45:00000	3.491.312 .988	292.589. 691	116.943. 352	117.036.7 58	117.557. 068	182.829. 391	128.560.7 15	117.922. 005
03/12/2012 21:00:00000	3.379.227 .539	279.868. 988	117.260. 971	117.383.1 71	117.885. 948	176.853. 928	123.959.3 66	113.819. 534
03/12/2012 21:15:00000	3.338.748 .535	294.295. 197	117.580. 025	117.702.7 74	118.170. 845	173.565. 369	123.124.8 25	112.241. 898
03/12/2012 21:30:00000	3.216.553 .223	252.717. 957	117.468. 185	117.620.6 74	118.149. 582	165.039. 413	119.991.5 31	108.976. 959
03/12/2012 22:00:00000	3.110.842 .285	155.286. 896	116.971. 703	117.112.5 26	117.658. 325	163.404. 282	114.931.9 69	103.733. 955
03/12/2012 22:15:00000	2.971.284 .424	84.005.5 92	116.851. 242	116.936.7 07	117.464. 844	156.430. 618	109.605.1 71	99.227.2 42
03/12/2012 22:45:00000	2.916.911 .133	127.260. 948	117.249. 962	117.347.9 46	117.843. 346	152.748. 627	106.541.5 27	98.512.4 13
03/12/2012 23:00:00000	2.888.358 .398	108.282. 257	116.979. 324	117.401.9 78	117.533. 981	14.987.3 52	106.617.5 16	98.270.1 42
03/12/2012 23:15:00000	2.788.924 .805	4.148.83 3	116.241. 516	116.782.0 28	116.808. 548	146.166. 504	103.111.3 82	9.491.70 3
03/12/2012 23:30:00000	2.783.946 .045	6.627.44 5	116.537. 628	117.063.0 04	11.708.4 03	145.188. 187	103.016.4 64	94.618.1 34
03/12/2012 23:45:00000	2.652.491 .943	17.683.0 44	116.728. 683	117.241.5 54	117.243. 591	139.164. 886	97.798.75 9	89.531.5 02

Tabla A2.1 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Aeropuerto
03/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
03/12/2012 0:00:00000	1.020.462 .524	395.198. 364	116.662.2 31	117.197. 388	117.177. 376	37.855.9 11	36.990.2 27	59.269.1 73
03/12/2012 0:15:00000	993.226.3 79	388.357. 422	116.819.6 95	117.351. 044	117.305. 756	37.166.0 42	35.912.0 94	57.465.5 91
03/12/2012 0:30:00000	959.112.7 32	372.406. 494	117.027.4 66	117.538. 864	117.508. 644	365.173	34.515.3 96	54.742.2 52
03/12/2012 0:45:00000	927.255.4 32	356.132. 721	117.136.1 39	117.610. 062	117.583. 244	34.991.4 74	34.185.1 62	52.184.5 36
03/12/2012 1:00:00000	928.051.4 53	364.955. 902	117.258.1 25	117.748. 863	117.713. 402	35.207.6 72	33.692.5 47	52.799.0 72
03/12/2012 1:15:00000	912.509.0 94	354.991. 486	117.280.3 73	117.783. 401	117.736. 603	34.723.2 63	33.479.9 08	51.297.4 82
03/12/2012 1:30:00000	890.547.3 63	362.798. 798	117.373.2 91	11.790.8 02	11.784.0 24	33.970.4 06	33.305.4 35	49.962.0 17
03/12/2012 1:45:00000	88.053.18 6	357.221. 344	11.752.56 2	1.180.41 1	117.971. 375	33.667.1 37	33.327.8 43	48.725.5 78
03/12/2012 2:00:00000	880.904.5 41	366.747. 223	117.607.0 71	118.092. 979	118.015. 358	33.411.1 02	33.278.3 93	49.486.9 58
03/12/2012 2:15:00000	859.194.0 31	363.899. 658	117.581.4 06	118.082. 321	117.981. 407	33.315.9 41	32.295.7 15	48.035.0 04
03/12/2012 2:30:00000	853.193.1 76	35.007.9 62	117.601.1 58	118.094. 429	117.975. 235	33.086.7 46	32.014.1 98	47.233.3 37
03/12/2012 2:45:00000	834.695.6 79	347.219. 574	117.668.0 37	118.137. 596	11.805.6 87	3.224.69 1	31.850.7 25	45.987.3 35

03/12/2012 3:00:00000	849.171.3 87	365.578. 674	117.742.3 86	118.196. 434	118.086. 342	33.019.6 69	32.724.2 89	46.742.7 02
03/12/2012 3:15:00000	83.820.81 3	370.061. 157	11.780.55 8	11.827.1 24	118.169. 609	32.767.0 02	31.818.5 48	46.863.5 03
03/12/2012 3:30:00000	834.432.1 29	373.960. 358	117.906.6 31	118.366. 371	118.258. 415	32.954.4 87	31.883.3 73	46.298.5 99
03/12/2012 3:45:00000	803.891.2 35	361.959. 137	117.948.5 63	118.397. 408	118.303. 551	31.828.2 47	30.676.7 77	44.676.9 83
03/12/2012 4:00:00000	780.959.6 56	361.338. 745	117.958.0 99	118.415. 695	118.313. 087	30.694.4 96	29.725.6 58	44.250.0 69
03/12/2012 4:15:00000	777.653.1 98	363.026. 703	118.022.0 87	118.441. 765	118.374. 054	30.895.3 13	29.715.0 38	43.748.7 34
03/12/2012 4:30:00000	78.353.12 5	375.468. 506	11.802.56 2	118.460. 167	118.348. 549	31.372.2 08	30.144.3 86	44.117.6 38
03/12/2012 4:45:00000	784.381.1 65	373.425. 995	118.145.8 97	118.543. 976	118.463. 959	31.207.7 73	30.431.4 21	4.389.80 9
03/12/2012 5:00:00000	771.676.6 97	346.935. 028	118.233.2 92	118.642. 052	118.568. 459	30.751.7 66	29.729.8 28	42.292.9 38
03/12/2012 5:15:00000	776.263.6 72	363.611. 084	118.178.1 08	118.620. 026	11.855.5 87	30.923.8 41	29.908.3 82	43.322.2 01
03/12/2012 5:30:00000	773.719.8 49	355.221. 527	118.085.7 09	11.851.1 49	118.461. 739	31.037.0 12	30.309.6 37	42.188.2 97
03/12/2012 5:45:00000	782.551.5 75	35.250.4 73	118.011.7 65	118.456. 528	118.398. 552	31.904.1 02	2.990.04 8	426.063
03/12/2012 6:00:00000	786.755.1 27	358.196. 594	117.943.9 16	118.446. 877	118.381. 416	31.948.1 74	30.058.1 04	4.318.86 1
03/12/2012 6:15:00000	807.739.3 19	375.845. 093	118.081.8 02	118.612. 251	118.477. 066	32.338.7 37	3.092.58 5	44.958.0 76
03/12/2012 6:30:00000	802.753.6 62	379.398. 163	118.133.4 69	118.659. 454	118.496. 307	325.546	2.968.11 1	45.560.0 47
03/12/2012 6:45:00000	808.361.2 67	378.198. 334	117.988.1 13	118.552. 818	118.392. 685	33.547.3 44	301.171	44.753.4 29
03/12/2012 7:00:00000	863.110.5 96	400.065. 338	11.789.67 9	118.406. 738	118.277. 321	34.766.4 57	32.772.7 81	48.040.6 11
03/12/2012 7:15:00000	896.469.5 43	419.091. 949	11.756.89 7	118.071. 548	117.969. 254	36.434.9 37	34.059.1 66	49.954.8 45
03/12/2012 7:30:00000	928.058.7 77	420.954. 132	117.116.7 45	117.616. 493	117.531. 525	38.437.3 32	35.387.3 56	50.606.9 49
03/12/2012 7:45:00000	1.046.268 .677	470.165. 619	116.776.4 13	117.326. 309	117.266. 273	43.334.2 32	40.069.2 86	56.843.4 68
03/12/2012 8:00:00000	1.135.211 .914	492.858. 307	116.702.2 17	117.253. 761	117.204. 491	46.180.7 98	43.743.4 39	61.425.2 47
03/12/2012 8:15:00000	1.229.590 .576	485.612. 976	116.025.8 79	116.577. 896	116.636. 322	49.782.9 63	47.907.6 73	64.809.2 42
03/12/2012 8:30:00000	1.382.046 .265	507.187. 561	11.531.42 7	115.891. 724	115.962. 708	54.171.9 28	54.108.6 27	736.539
03/12/2012 8:45:00000	1.479.620 .605	516.357. 605	114.600.9 29	115.187. 927	11.526.6 06	58.429.7 94	57.634.8 72	78.778.4 73
03/12/2012 9:00:00000	162.312.5 61	555.811. 401	115.045.9 98	115.262. 848	115.607. 376	6.520.16 3	62.920.0 97	84.588.0 58
03/12/2012 9:15:00000	1.771.989 .624	568.465. 454	114.858.8 49	114.921. 295	115.315. 277	69.557.3 73	70.378.1 97	9.139.16 4
03/12/2012 9:30:00000	1.942.043 .335	598.681. 519	114.169.7 85	114.146. 339	114.607. 323	78.048.2 25	78.678.4 44	97.450.2 33
03/12/2012 9:45:00000	199.913.5 01	617.356. 323	114.444.6 87	114.421. 295	114.882. 164	79.238.1 44	81.729.4 24	100.113. 075
03/12/2012 10:00:00000	2.041.780 .884	683.964. 294	115.435.6 31	115.452. 293	11.589.9 62	80.912.0 48	82.856.8 19	102.539. 566
03/12/2012 10:15:00000	2.040.449 .463	642.054. 016	114.990.1 73	114.957. 146	115.389. 236	81.210.0 75	81.785.7 59	102.702. 507
03/12/2012 10:30:00000	2.074.733 .154	651.910. 339	114.586.2 35	114.562. 683	115.013. 863	82.061.2 87	85.026.1 61	103.941. 963
03/12/2012 10:45:00000	2.117.276 .611	684.219. 604	114.693.3 36	114.704. 506	115.127. 541	84.243.9 88	84.642.1 97	108.117. 577

03/12/2012 11:00:0000	2.110.790 .039	644.842. 102	11.448.05 3	1.145.03 7	114.910. 934	83.669.4 56	84.912.0 33	106.671. 898
03/12/2012 11:15:0000	2.128.918 .213	667.704. 468	114.174.3 93	114.179. 604	114.575. 905	84.004.5 09	85.631.9 05	109.414. 673
03/12/2012 11:30:0000	2.132.208 .008	659.336. 548	113.886.1 31	113.872. 047	114.323. 273	83.558.7 39	86.562.5 99	109.681. 244
03/12/2012 11:45:0000	2.130.841 .797	645.753. 052	113.703.0 11	113.665. 161	114.155. 701	84.896.9 88	85.424.2 86	109.281. 082
03/12/2012 12:00:0000	2.173.683 .594	666.023. 193	113.485.3 44	113.454. 094	11.396.3 12	87.229.1 72	86.937.5 61	111.798. 325
03/12/2012 12:15:0000	2.183.269 .531	665.589. 294	113.698.0 82	113.674. 156	114.163. 101	88.558.2 89	85.861.1 15	112.133. 415
03/12/2012 12:30:0000	2.173.650 .391	669.438. 843	113.826.2 25	113.862. 335	114.301. 422	87.959.6 86	84.868.0 88	112.301. 521
03/12/2012 12:45:0000	2.179.296 .143	678.670. 837	113.698.0 29	11.371.2 09	114.123. 154	87.901.1 61	85.414.0 09	113.235. 886
03/12/2012 13:00:0000	2.165.692 .139	670.966. 736	113.583.6 03	113.601. 547	114.013. 054	86.874.7 48	84.714.3 63	113.312. 416
03/12/2012 13:15:0000	2.112.787 .598	633.890. 198	113.615.7 99	113.601. 631	1.140.63 4	84.672.1 34	82.737.3 96	109.710. 083
03/12/2012 13:30:0000	2.101.322 .998	621.570. 251	113.046.2 95	11.303.3 76	113.485. 924	83.408.3 79	83.173.3 17	110.153. 603
03/12/2012 13:45:0000	2.164.919 .189	633.791. 992	112.546.4 86	112.587. 532	113.057. 732	87.090.4 85	83.970.9 63	114.915. 009
03/12/2012 14:00:0000	2.180.349 .854	631.413. 757	112.410.4 61	112.419. 029	112.885. 536	85.857.1 47	84.862.6 71	117.478. 081
03/12/2012 14:15:0000	2.224.353 .516	63.598.9 38	112.102.5 16	112.104. 408	112.571. 678	88.195.2 13	88.195.6 63	118.143. 143
03/12/2012 14:30:0000	2.373.971 .924	683.344. 666	111.993.5 53	112.054. 352	112.502. 258	93.961.2 96	93.851.6 08	126.916. 878
03/12/2012 14:45:0000	2.388.729 .004	680.703. 674	112.096.5 65	112.153. 305	112.638. 885	94.507.6 29	94.798.5 31	12.682.3 99
03/12/2012 15:00:0000	2.441.456 .299	698.380. 676	111.972.3 28	112.060. 211	112.565. 567	97.509.6 66	95.167.9 84	13.076.9 15
03/12/2012 15:15:0000	2.445.154 .053	695.175. 476	112.233.4 37	112.321. 136	112.821. 251	97.746.1 78	95.820.5 64	129.433. 701
03/12/2012 15:30:0000	2.492.827 .148	705.558. 167	112.409.1 26	11.242.9 26	112.930. 183	99.160.6 37	97.317.0 93	132.316. 971
03/12/2012 15:45:0000	2.409.424 .805	703.497. 437	112.571.9 91	112.578. 262	113.035. 393	96.297.5 31	93.927.1 24	127.953. 949
03/12/2012 16:00:0000	2.406.368 .164	707.072. 876	112.663.6 66	112.654. 427	113.090. 355	95.920.1 89	93.739.6 01	128.079. 636
03/12/2012 16:15:0000	2.380.378 .418	68.815.5 09	113.033.3 25	112.992. 577	113.421. 501	9.538.32 7	93.308.6 32	124.255. 783
03/12/2012 16:30:0000	2.361.327 .881	681.403. 625	113.104.8 89	113.026. 672	113.487. 221	94.298.5 53	93.818.9 16	12.218.0 42
03/12/2012 16:45:0000	2.368.860 .352	72.091.2 17	113.355.4 76	113.238. 495	113.681. 412	94.291.0 23	94.047.0 05	123.698. 105
03/12/2012 17:00:0000	2.303.663 .574	719.213. 806	113.568.6 04	113.465. 935	113.911. 606	90.825.2 26	90.539.8 94	122.129. 105
03/12/2012 17:15:0000	2.269.937 .256	71.554.1 26	11.382.23 5	113.765. 068	114.198. 265	89.571.5 18	89.200.4 55	119.797. 928
03/12/2012 17:30:0000	2.177.301 .025	690.856. 995	113.768.7 76	113.683. 716	114.125. 244	85.409.2 64	86.169.4 72	115.164. 116
03/12/2012 17:45:0000	2.097.138 .672	664.009. 094	114.348.5 87	114.259. 117	114.689. 644	82.131.5 99	83.031.9 82	109.568. 863
03/12/2012 18:00:0000	2.086.133 .057	685.005. 737	114.692.8 02	114.586. 288	115.067. 711	81.956.4 74	82.737.6 48	108.702. 637
03/12/2012 18:15:0000	2.026.784 .302	677.679. 871	115.206.1 23	115.174. 347	115.579. 727	8.001.16 5	79.275.1 01	105.584. 106
03/12/2012 18:30:0000	1.956.775 .146	631.880. 249	115.462.7 15	115.472. 656	115.807. 632	75.467.9 87	76.345.5 81	102.530. 449
03/12/2012 18:45:0000	1.955.926 .025	6.330.67 2	115.024.9 33	115.063. 278	115.571. 754	76.373.4 36	76.238.9 07	102.484. 131

03/12/2012 19:00:00000	1.969.338 .379	633.522. 827	11.543.50 2	115.422. 638	115.962. 395	75.516.0 22	77.835.3 58	102.515. 976
03/12/2012 19:15:00000	1.898.961 .548	636.014. 526	116.128.6 77	116.127. 243	11.664.8 01	72.594.9 25	74.730.2 02	98.945.3 28
03/12/2012 19:30:00000	1.852.616 .211	638.390. 076	116.482.8 19	116.449. 432	116.952. 927	69.453.4 91	72.568.6 57	98.319.9 23
03/12/2012 19:45:00000	1.806.793 .091	628.520. 874	116.707.8 86	116.761. 238	11.721.7 85	67.768.5 39	6.947.87 6	96.867.3 02
03/12/2012 20:00:00000	1.832.650 .635	650.201. 477	117.030.9 37	117.059. 326	117.548. 691	69.382.7 67	70.555.8 93	97.401.9 24
03/12/2012 20:15:00000	1.758.905 .029	622.324. 097	117.118.8 66	117.119. 911	117.638. 618	65.524.8 79	67.149.3 15	94.911.6 44
03/12/2012 20:30:00000	1.730.740 .601	60.410.5 53	117.011.9 86	117.051. 651	117.591. 331	6.470.63 6	66.689.1 78	9.238.66 5
03/12/2012 20:45:00000	1.699.950 .806	600.168. 884	117.009.3 15	117.091. 881	117.577. 469	63.977.8 56	65.720.3 37	90.391.4 34
03/12/2012 21:00:00000	1.645.713 .013	593.310. 547	117.329.5 21	117.441. 338	117.907. 776	60.676.4 41	62.676.4 76	89.668.1 67
03/12/2012 21:15:00000	1.565.140 .015	566.581. 726	117.651.8 86	117.763. 535	118.195. 465	56.777.3 21	59.112.1 56	86.329.5 29
03/12/2012 21:30:00000	1.536.228 .882	568.197. 021	117.526.4 43	117.668. 175	118.164. 482	56.170.7 61	57.915.8 21	85.042.0 76
03/12/2012 21:45:00000	1.495.931 .763	552.855. 835	117.522.8 58	117.660. 728	118.186. 729	53.483.5 21	55.640.0 38	84.775.4 14
03/12/2012 22:00:00000	1.489.311 .157	508.124. 847	117.017.3 65	117.145. 287	117.658. 089	53.177.2 08	54.963.6 42	84.012.4 21
03/12/2012 22:15:00000	1.426.482 .788	46.646.9 36	116.925.6 74	116.999. 832	117.494. 011	50.508.0 03	51.996.2 46	8.100.76 6
03/12/2012 22:30:00000	1.415.634 .888	48.509.0 82	117.051.8 42	117.149. 445	117.664. 261	50.343.7 19	51.175.2 17	81.196.6 63
03/12/2012 22:45:00000	1.424.864 .136	485.494. 781	117.319.2 14	117.404. 999	117.865. 875	49.822.4 11	51.748.8 37	81.855.7 36
03/12/2012 23:00:00000	1.379.700 .928	454.979. 279	117.026.1 84	11.744.2 94	117.536. 652	48.425.9 91	49.829.9 26	7.911.04 2
03/12/2012 23:15:00000	1.313.213 .135	412.795. 166	116.313.5 83	116.841. 728	116.834. 366	460.667	46.689.6 67	76.291.1 22
03/12/2012 23:30:00000	1.305.442 .139	440.505. 768	116.606.8 34	117.118. 332	117.108. 826	46.969.1 16	46.793.8 92	74.990.8 68
03/12/2012 23:45:00000	1.279.477 .905	456.248. 596	116.794.5 71	1.172.94 8	117.263. 741	45.999.4 09	46.375.7 06	73.783.3 79

Tabla A2.2 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Gran Manzana
03/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
03/12/2012 0:00:00000	2.526.62 2.803	0	116.665. 535	11.720.03 4	117.230.5 68	111.356. 354	106.053.9 55	129.090. 866
03/12/2012 0:15:00000	2.465.39 8.438	0	116.827. 873	117.357.6 28	117.364.2 43	109.759. 911	104.425.5 22	12.521.9 46
03/12/2012 0:30:00000	2.367.23 3.643	0	117.034. 149	117.545.6 24	117.565.0 86	106.914. 734	103.301.7 81	118.484. 665
03/12/2012 0:45:00000	2.323.19 2.871	0	117.142. 509	117.614.9 67	117.638.6 57	104.763. 924	102.101.7 46	116.864. 403
03/12/2012 1:00:00000	2.272.49 6.826	0	117.264. 534	117.754.4 17	117.769.1 65	102.861. 183	101.397.1 56	114.476. 204

03/12/2012 1:15:00000	2.232.97 6.318	0	117.287. 155	117.787.8 27	117.791.5 57	101.861. 504	9.916.745	113.143. 265
03/12/2012 1:30:00000	2.186.40 1.123	0	117.381. 165	117.913.4 14	117.894.9 36	100.452. 156	97.972.29 8	111.974. 632
03/12/2012 1:45:00000	2.128.45 7.275	0	117.753.0 19	118.044.8 61	118.023.8 88	99.020.6 07	96.510.13 2	108.635. 269
03/12/2012 2:00:00000	2.090.54 3.213	0	117.615. 097	118.098.9 76	118.071.6 09	9.864.69 8	96.175.51 4	105.847. 916
03/12/2012 2:15:00000	2.073.52 8.809	0	117.589. 043	118.088.2 72	118.036.0 87	97.459.2 21	95.670.59 3	106.052. 399
03/12/2012 2:30:00000	2.075.47 0.215	0	117.608. 475	118.100.8 61	118.030.3 04	97.020.1 64	95.437.69 1	107.039. 963
03/12/2012 2:45:00000	2.041.46 2.036	0	117.673. 531	11.814.15 1	118.109.6 27	95.963.6 08	94.727.48 6	105.122. 505
03/12/2012 3:00:00000	2.009.10 1.685	0	117.751. 244	118.202.7 89	118.141.8 61	95.730.4 69	93.981.49 9	103.898. 628
03/12/2012 3:15:00000	2.000.14 3.799	0	117.811. 409	118.274.8 03	118.221.7 03	95.156.8 15	93.827.62 9	103.321. 701
03/12/2012 3:30:00000	1.954.48 1.812	0	117.914. 001	118.372.1 62	118.312.6 83	94.266.2 66	93.087.61 6	102.043. 709
03/12/2012 3:45:00000	1.928.99 8.047	0	117.955. 811	118.403	118.357.7 12	93.277.2 37	92.786.09 5	100.328. 331
03/12/2012 4:00:00000	1.907.66 1.987	0	117.964. 691	118.420.5 32	118.365.3 18	93.237.2 59	92.107.28 5	99.619.9 49
03/12/2012 4:15:00000	1.893.53 9.063	0	118.030. 769	118.447.5 86	118.428.6 04	93.003.9 06	91.912.03 3	98.438.3 93
03/12/2012 4:30:00000	1.894.87 3.291	0	118.031. 052	118.463.2 95	118.400.4 75	92.689.5 52	92.259.08 7	98.657.4 25
03/12/2012 4:45:00000	1.874.54 0.161	0	11.815.2 29	118.548.2 48	118.516.4 03	92.256.4 93	91.839.48 5	97.908.2 18
03/12/2012 5:00:00000	1.872.76 8.188	0	118.243. 927	118.649.0 02	118.623.4 82	92.327.5 83	91.383.45 3	98.087.9 52
03/12/2012 5:15:00000	1.876.17 7.612	0	118.184. 906	118.624.3 52	11.860.74 6	92.379.1 96	91.686.70 7	98.393.0 97
03/12/2012 5:30:00000	189.473. 999	0	118.097. 328	118.520.6 91	118.518.5 62	92.294.3 65	92.627.44 1	99.260.8 18
03/12/2012 5:45:00000	1.885.64 0.747	0	118.021. 584	11.846.34 7	118.453.4 38	93.523.1 17	9.195.636	99.165.4 43
03/12/2012 6:00:00000	1.908.26 2.207	0	117.950. 363	118.449.7 15	118.432.3 73	92.404.3 66	93.588.69 2	101.932. 762
03/12/2012 6:15:00000	183.328. 186	0	118.086. 205	118.614.5 17	11.852.68 4	90.032.0 13	9.144.371	101.104. 012
03/12/2012 6:30:00000	1.805.26 7.944	0	118.144. 547	118.667.1 07	11.855.17 5	88.580.3 76	90.370.12 5	100.346. 779
03/12/2012 6:45:00000	1.772.69 2.749	0	117.998. 917	118.561.1 88	118.447.7 92	88.579.8 42	88.497.89 4	9.890.07 8
03/12/2012 7:00:00000	1.832.74 4.019	0	117.905. 197	118.413.0 55	118.330.6 66	9.040.50 6	89.295.72 3	99.119.2 93
03/12/2012 7:15:00000	1.959.73 1.079	0	117.584. 129	118.084.2 29	118.028.6 18	93.317.1 54	91.710.28 1	102.086. 807
03/12/2012 7:30:00000	2.117.00 1.953	0	117.132. 057	117.628.6 39	117.591.1 71	98.531.6 16	94.917.67 1	107.147. 476
03/12/2012 7:45:00000	2.389.07 3.975	0	116.787. 033	117.332.3 97	117.319.2 44	105.683. 578	103.647.8 65	113.984. 528
03/12/2012 8:00:00000	2.795.96 4.355	0	116.715. 019	11.726.56 1	117.261.4 67	114.916. 168	116.074.1 04	128.192. 337
03/12/2012 8:15:00000	2.960.35 6.201	0	116.050. 667	116.599.0 45	116.702.9 27	120.636. 169	124.194.3 66	133.647. 858
03/12/2012 8:30:00000	3.245.81 9.336	0	115.327. 271	115.902.4 28	116.021.2 55	133.163. 605	136.701.5 08	141.704. 971
03/12/2012 8:45:00000	3.555.16 9.189	0	114.625. 038	115.208.8 09	115.332.9 85	145.334. 091	151.163.0 25	153.331. 284
03/12/2012 9:00:00000	3.970.10 5.713	0	115.032. 997	115.256.8 13	115.643.3 79	158.584. 732	168.656.7 99	170.520. 844

03/12/2012 9:15:00000	4.227.40 4.297	0	114.880. 257	114.940.8 04	115.381.5 69	165.761. 505	181.264.4 04	182.837. 418
03/12/2012 9:30:00000	4.454.14 1.602	0	11.418.8 66	114.164.6 42	114.671.2 04	173.371. 796	193.823.8 22	193.926. 254
03/12/2012 9:45:00000	4.565.42 1.875	0	114.426. 872	114.400.3 75	114.908.3 94	176.956. 741	197.541.3 67	199.400. 558
03/12/2012 10:00:00000	4.675.98 4.375	0	115.444. 679	115.460.5 48	115.957.4 66	178.471. 619	202.399.0 33	201.680. 267
03/12/2012 10:15:00000	4.789.43 9.453	291.331. 879	115.006. 859	114.972.4 43	115.454.5 36	182.930. 466	209.730.3 62	207.445. 465
03/12/2012 10:30:00000	4.825.11 5.723	455.823. 486	114.595. 276	114.570.6 41	115.070.5 87	184.580. 566	209.506.3 02	212.959. 015
03/12/2012 10:45:00000	4.961.08 8.867	487.504. 333	114.702. 271	114.711.6 47	115.185.9 28	187.190. 994	216.143.7 68	220.361. 725
03/12/2012 11:00:00000	5.030.99 0.234	511.037. 811	11.449.1 28	114.514.0 23	114.971.1 53	191.883. 789	218.083.1 91	223.628. 555
03/12/2012 11:15:00000	5.124.73 2.422	517.249. 634	114.186. 615	11.419.23 6	114.639.5 95	194.460. 602	222.743.4 54	229.902. 847
03/12/2012 11:30:00000	5.130.95 0.195	5.140.44 8	113.901. 314	113.886.9 71	114.388.2 68	196.452. 927	22.337.29 1	229.651. 886
03/12/2012 11:45:00000	5.198.71 0.938	511.230. 591	113.714. 149	113.676.8 04	114.217.6 06	198.074. 646	229.876.1 44	231.094. 406
03/12/2012 12:00:00000	5.274.19 2.871	529.894. 165	113.491. 005	11.346.06 4	114.020.4 16	19.941.9 51	234.900.2 08	235.630. 585
03/12/2012 12:15:00000	5.333.02 9.785	539.774. 597	113.705. 284	113.681.5 57	114.224.8 38	202.177. 124	236.585.7 09	23.753.6 53
03/12/2012 12:30:00000	5.313.00 3.418	524.880. 188	113.831. 276	11.386.86 9	114.361.1 53	200.569. 641	23.503.18 6	237.238. 876
03/12/2012 12:45:00000	5.312.12 6.465	513.946. 899	113.707. 245	113.723.2 28	11.418.80 8	200.972. 534	236.496.6 74	236.079. 803
03/12/2012 13:00:00000	5.312.16 0.156	497.924. 133	113.593. 513	113.614.3 42	114.079.0 94	200.053. 131	235.697.4 79	238.331. 131
03/12/2012 13:15:00000	5.333.43 9.941	498.493. 164	113.628. 548	113.617.9 28	114.133.9 95	20.262.7 38	234.287.2 16	239.356. 354
03/12/2012 13:30:00000	5.333.43 9.941	490.787. 872	113.059. 746	113.048.5 08	113.557.1 44	206.343. 521	23.443.04 5	240.996. 597
03/12/2012 13:45:00000	5.392.93 0.664	497.312. 225	112.564. 781	112.607.9 03	113.133.9 34	209.220. 734	235.449.8 29	244.949. 341
03/12/2012 14:00:00000	5.476.29 1.992	521.727. 173	112.419. 022	112.431.8 92	112.955.6 66	211.725. 159	23.844.89 9	251.365. 753
03/12/2012 14:15:00000	5.528.40 0.391	511.029. 205	112.112. 526	112.117.9 66	112.642.9 14	212.160. 248	243.735.8 09	25.430.5 42
03/12/2012 14:30:00000	5.620.82 5.195	521.332. 642	111.999. 664	112.064.0 56	11.256.92 9	214.049. 988	248.234.5 12	260.157. 562
03/12/2012 14:45:00000	5.714.07 4.219	56.130.3 04	112.110. 031	112.170.4 94	11.271.34 7	220.177. 277	250.691.4 37	262.844. 208
03/12/2012 15:00:00000	5.708.63 2.813	554.852. 356	111.975. 113	112.065.9 71	112.629.9 74	21.963.3 82	252.366.0 89	261.797. 852
03/12/2012 15:15:00000	5.771.42 4.805	566.216. 797	11.223.6 58	112.330.2 84	112.889.6 79	221.897. 018	255.827.6 21	26.230.5 42
03/12/2012 15:30:00000	5.775.05 1.758	546.135. 376	11.241.4 36	112.438.9 42	11.300.05 8	220.257. 217	25.695.45 9	262.431. 244
03/12/2012 15:45:00000	5.821.15 6.738	575.174. 561	112.576. 973	112.587.7 23	113.104.7 52	220.092. 941	261.229.3 09	263.768. 707
03/12/2012 16:00:00000	5.864.95 9.961	586.057. 556	11.266.9 06	112.665.8 48	113.162.1 78	223.107. 361	262.027.5 57	265.254. 028
03/12/2012 16:15:00000	5.839.53 3.203	584.517. 944	113.036. 156	113.000.1 53	113.491.5 39	221.118. 469	257.032.1 04	266.642. 334
03/12/2012 16:30:00000	5.793.82 4.219	575.377. 991	113.108. 421	113.036.0 87	113.556.7 93	219.957. 932	255.374.0 84	263.158. 295
03/12/2012 16:45:00000	5.732.22 3.145	576.012. 512	113.358. 994	113.247.4 59	113.752.2 74	217.057. 068	25.315.06 2	259.172. 058
03/12/2012 17:00:00000	5.654.11 1.816	547.396. 057	113.572. 983	113.474.9 83	113.982.1 01	215.355. 576	247.591.9 95	254.851. 028

03/12/2012 17:15:00000	5.518.82 6.172	531.805. 359	113.830. 368	113.777.7 71	114.272.5 52	210.870. 895	240.115.5 09	247.869. 949
03/12/2012 17:30:00000	5.336.37 0.605	479.352. 631	113.765. 388	113.685.4 86	114.189.3 23	204.144. 623	232.226.8 07	239.681. 335
03/12/2012 17:45:00000	5.137.37 9.883	456.552. 338	114.350. 914	114.266.1 21	114.758.8 35	191.839. 828	22.231.95 5	233.742. 462
03/12/2012 18:00:00000	5.015.95 8.008	435.895. 233	114.694. 672	114.592.4 07	11.513.48 8	189.571. 991	217.011.3 68	224.204. 041
03/12/2012 18:15:00000	4.704.69 8.242	280.591. 553	115.201. 225	115.172.8 44	115.642.8 76	176.249. 573	198.422.2 41	213.850. 525
03/12/2012 18:30:00000	4.512.97 2.656	179.539. 948	115.475. 761	115.488.4 03	11.588.47 5	167.490. 875	189.397.3 08	206.468. 674
03/12/2012 18:45:00000	4.541.18 8.477	120.352. 768	115.032. 326	115.075.7 45	115.643.7 99	165.926. 407	190.118.3 62	21.286.8 24
03/12/2012 19:00:00000	453.260. 791	73.789.7 57	115.434. 044	115.425.5 75	116.026.5 81	16.444.5 77	187.986.2 67	213.938. 416
03/12/2012 19:15:00000	4.358.81 7.871	43.297.6 91	116.127. 983	116.129.4 86	116.710.9 45	158.336. 273	178.520.0 35	204.769. 821
03/12/2012 19:30:00000	4.309.58 1.055	12.445.8 02	116.487. 343	116.456.8 79	117.021.7 97	153.513. 321	177.356.0 18	203.567. 673
03/12/2012 19:45:00000	4.260.69 0.918	12.723.5 79	116.710. 312	116.766.1 67	117.282.4 71	152.848. 587	171.027.2 22	203.596. 863
03/12/2012 20:00:00000	4.129.40 6.738	0.132831	117.037. 056	117.068.9 26	117.617.2 26	149.244. 995	164.719.8 94	196.318. 832
03/12/2012 20:15:00000	3.976.61 9.141	0	117.125. 992	117.129.6 16	117.706.3 52	143.367. 615	158.320.5 26	190.254. 181
03/12/2012 20:30:00000	3.875.05 8.838	0	117.023. 865	117.064.7 43	117.664.6 35	13.895.3 69	154.032.3 94	18.714.8 56
03/12/2012 20:45:00000	3.833.93 7.988	0	117.015. 579	117.100.7 92	117.643.6 77	137.728. 882	150.966.2 78	186.349. 304
03/12/2012 21:00:00000	3.791.61 4.502	0	117.333. 366	117.446.7 24	117.971.9 01	137.431. 763	147.641.7 08	183.396. 667
03/12/2012 21:15:00000	3.712.86 3.525	0	117.652. 718	117.765.8 69	118.256.5 61	134.853. 302	140.734.8 33	1.825.75 5
03/12/2012 21:30:00000	359.392. 627	0	117.542. 076	117.684.5 32	118.235.9 24	129.701. 096	134.940.9 33	179.282. 089
03/12/2012 21:45:00000	3.581.52 8.076	0	117.523. 735	117.662.5 29	118.246.5 21	129.161. 102	132.970.3 98	180.203. 217
03/12/2012 22:00:00000	3.510.93 2.617	0	117.046. 516	117.176.7 27	117.744.6 59	127.927. 689	130.952.6 67	176.800. 949
03/12/2012 22:15:00000	3.423.44 3.848	0	11.692.3 18	116.997.8 56	117.548.1 87	131.692. 963	131.868.6 52	174.517. 975
03/12/2012 22:30:00000	3.351.72 9.248	0	117.061. 859	117.160.3 62	117.730.0 26	13.280.6 29	131.474.2 13	169.288. 986
03/12/2012 22:45:00000	3.294.95 8.008	0	117.322. 418	117.409.0 96	117.926.2 92	130.677. 704	130.070.8 47	165.043. 091
03/12/2012 23:00:00000	3.266.93 3.594	0	117.054. 329	117.464.7 29	117.618.7 13	130.188. 049	129.658.9 36	162.464. 172
03/12/2012 23:15:00000	3.175.84 9.609	0	116.314. 377	116.842.5 14	11.689.04 5	128.636. 505	127.357.1 17	157.785. 782
03/12/2012 23:30:00000	309.328. 418	0	116.610. 718	117.123.6 95	117.165.9 16	125.643. 402	123.642.2 42	15.432.7 24
03/12/2012 23:45:00000	2.966.83 8.867	0	116.801. 208	117.301.5 14	117.325.0 89	121.462. 875	119.112.5 18	148.374. 222

Tabla A2.3 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Garzota 4
03/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
03/12/2012 0:00:00000	2.209.481.4 45	921.095. 459	116.638.7 56	117.223. 465	117.206.3 83	88.001.5 64	112.544.0 44	92.876.1 14
03/12/2012 0:15:00000	2.169.843.9 94	93.186.3 77	116.787.1 93	117.372. 566	117.329.7 65	86.572.3 04	11.059.02 4	91.912.0 41
03/12/2012 0:30:00000	2.099.393.7 99	925.930. 847	116.985.5 88	117.541. 061	117.519.2 95	84.570.1 29	106.686.9 51	89.177.2 31
03/12/2012 0:45:00000	2.044.922.3 63	917.530. 884	117.103.8 28	117.629. 837	117.607.3 15	83.133.4 84	103.400.8 71	87.204.2 39
03/12/2012 1:00:00000	2.010.449.3 41	924.202. 026	11.721.34 4	117.753. 769	117.720.6 57	8.037.16 2	102.887.1 69	86.691.1 47
03/12/2012 1:15:00000	1.958.594.6 04	909.130. 737	117.237.1 67	1.177.96 7	117.745.6 05	7.959.03 7	99.559.71 5	84.232.6 28
03/12/2012 1:30:00000	1.928.279.4 19	917.528. 259	117.331.2 07	117.917. 618	117.855.4 92	78.247.9 93	99.190.21 6	82.801.3 08
03/12/2012 1:45:00000	1.889.460.6 93	903.075. 073	117.495.0 87	118.054. 016	117.992.2 03	7.709.47 8	96.958.34 4	80.926.0 71
03/12/2012 2:00:00000	1.859.266.8 46	887.209. 045	117.564.5 37	11.810.3 21	118.023.1 02	75.132.1 72	95.818.45 9	79.803.8 86
03/12/2012 2:15:00000	1.845.860.9 62	89.436.3 77	117.525.1 31	118.071. 236	117.980.4 76	74.807.1 59	95.046.18 8	79.846.6 42
03/12/2012 2:30:00000	1.814.822.1 44	892.987. 549	117.553.9 09	118.094. 887	117.978.0 04	73.974.6 17	93.866.13 5	78.359.3 67
03/12/2012 2:45:00000	1.785.636.1 08	890.424. 377	117.638.1 07	118.155. 029	118.077.6 98	72.718.0 25	92.538.94 8	77.510.8 41
03/12/2012 3:00:00000	1.755.463.0 13	888.605. 347	117.694.4 12	118.199. 242	11.809.16 6	71.133.0 26	92.078.12 5	76.150.9 63
03/12/2012 3:15:00000	1.737.624.8 78	887.572. 998	117.753.1 66	118.271. 973	118.175.4 84	70.866.1 65	91.054.63 4	75.364.4 71
03/12/2012 3:30:00000	173.968.81 1	890.092. 957	117.868.5 84	118.372. 154	118.273.1 63	71.457.7 64	89.964.13 4	76.017.9 67
03/12/2012 3:45:00000	1.712.604.0 04	870.714. 844	117.891.5 56	118.391. 479	118.296.2 42	69.961.7 31	89.198.38 7	74.314.5 52
03/12/2012 4:00:00000	172.576.12 3	886.860. 535	117.923.5 38	1.184.24 4	118.330.3 15	70.789.0 85	89.066.28 4	75.812.7 06
03/12/2012 4:15:00000	1.706.261.9 63	875.514. 282	117.962.9 59	118.433. 853	118.370.1 32	70.738.9 83	87.657.93 8	74.561.5 69
03/12/2012 4:30:00000	1.683.494.2 63	874.473. 083	117.993.7 21	118.475. 578	118.365.5 93	69.141.4 79	87.425.41 5	73.878.1 97
03/12/2012 4:45:00000	1.684.054.6 88	884.549. 194	118.106.1 17	118.548. 157	118.472.9 84	69.711.4 49	87.237.09 1	73.956.8 33
03/12/2012 5:00:00000	1.671.248.4 13	884.867. 126	118.179.9 77	118.645. 493	118.574.6 77	68.911.3 77	86.625.64 1	73.894.2 79
03/12/2012 5:15:00000	1.686.483.1 54	882.069. 031	11.812.70 9	118.613. 129	118.561.8 21	70.351.4 79	87.107.20 8	73.503.9 22
03/12/2012 5:30:00000	1.702.261.4 75	884.339. 722	118.028.4 27	118.502. 701	118.454.1 55	69.186.8 59	88.998.36 7	74.777.4 43
03/12/2012 5:45:00000	1.727.412.4 76	869.846. 375	117.940.0 79	118.435. 158	118.385.4 06	6.994.81 2	89.176.79 6	75.902.9 69
03/12/2012 6:00:00000	1.760.081.5 43	869.505. 371	117.908.3 02	118.464. 546	118.395.1 57	71.519.9 97	90.728.34 8	76.305.7 71
03/12/2012 6:15:00000	1.712.679.4 43	862.705. 627	118.055.0 38	118.630. 966	118.493.7 06	68.776.4 59	87.573.71 5	76.473.8 69
03/12/2012 6:30:00000	1.708.341.6 75	836.816. 345	118.065.5 98	118.644. 531	118.484.8 86	66.704.6 28	87.037.29 2	77.236.8 93
03/12/2012 6:45:00000	1.690.828.2 47	82.768.1 03	117.920.9 37	118.529. 602	118.376.3 89	66.404.9 15	86.174.83 5	76.262.7 11
03/12/2012 7:00:00000	1.706.834.9 61	856.914. 307	117.835.1 21	118.391. 823	118.270.0 73	66.686.6 07	87.850.34 2	77.732.6 35
03/12/2012 7:15:00000	1.717.229.0 04	852.594. 788	117.480.3 85	118.028. 107	117.935.0 43	68.166.0 77	89.643.05 9	75.961.2 35
03/12/2012 7:30:00000	1.767.316.4 06	859.047. 302	1.170.168	117.563. 103	11.747.95 3	70.946.9 45	91.600.44 9	77.834.4 96

03/12/2012 7:45:00000	1.898.470.4 59	880.979. 919	116.711.5 17	117.318. 901	117.264.7 17	75.927.1 77	96.757.69 8	83.724.5 03
03/12/2012 8:00:00000	2.043.361.2 06	936.627. 991	116.610.4 58	11.720.0 18	117.170.7 46	81.741.8 52	101.568.8 63	92.175.9 57
03/12/2012 8:15:00000	2.173.503.1 74	985.883. 972	115.855.6 06	116.459. 282	116.527.3 36	90.965.8 43	106.165.9 32	96.974.1 21
03/12/2012 8:30:00000	2.377.953.6 13	1.055.00 5.371	115.222.3 05	115.843. 826	115.916.1 99	103.359. 665	11.209.03 7	10.661.8 21
03/12/2012 8:45:00000	2.579.550.5 37	1.092.29 2.969	114.434.2 27	11.507.6 66	115.158.0 66	113.968. 521	11.817.18 9	116.857. 086
03/12/2012 9:00:00000	2.723.646.7 29	615.444. 336	115.146.8 89	11.534.6 71	115.735.0 62	114.978. 111	122.132.1 11	113.964. 729
03/12/2012 9:15:00000	2.850.736.5 72	535.002. 686	114.710.9 22	114.819. 069	115.219.9 71	12.091.3 04	127.787.1 86	116.869. 255
03/12/2012 9:30:00000	2.975.131.5 92	552.920. 227	114.046.1 43	114.063. 194	114.531.7 15	126.452. 744	132.142.8 83	124.280. 579
03/12/2012 9:45:00000	302.956.66 5	597.570. 251	114.582.4 51	114.616. 249	115.082.5 58	127.593. 315	136.898.8 34	124.362. 061
03/12/2012 10:00:00000	3.161.110.3 52	684.243. 591	115.361.5 95	115.424. 316	11.586.92 7	131.708. 817	14.171.31 2	13.086.3 77
03/12/2012 10:15:00000	3.190.177.0 02	663.215. 759	114.882.4 84	114.903. 214	115.337.7 91	133.649. 994	1.426.689	132.833. 023
03/12/2012 10:30:00000	3.227.628.1 74	665.982. 849	114.526.9 93	114.552. 498	115.008.0 49	135.941. 757	144.800.0 79	134.045. 181
03/12/2012 10:45:00000	3.284.206.2 99	693.111. 328	114.624.0 16	114.686. 295	11.510.88 1	137.386. 337	149.053.2 53	135.444. 031
03/12/2012 11:00:00000	3.341.854.7 36	704.619. 446	11.442.29 2	11.449.8 81	114.909.6 45	138.650. 482	152.072.9 37	139.103. 165
03/12/2012 11:15:00000	3.391.240.4 79	711.746. 765	114.082.1 38	114.133. 301	114.538.2 69	142.445. 892	153.732.3 15	141.347. 122
03/12/2012 11:30:00000	3.464.270.2 64	717.859. 863	113.795.8 53	113.832. 855	114.290.4 89	145.966. 324	15.665.91 8	145.181. 213
03/12/2012 11:45:00000	3.561.396.9 73	735.528. 625	113.622.6 88	113.639. 061	114.133.1 71	150.166. 473	161.443.8 02	149.059. 067
03/12/2012 12:00:00000	3.627.993.8 96	742.791. 931	113.452.1 56	113.470. 604	113.993.6 37	154.083. 755	165.213.3 48	150.462. 296
03/12/2012 12:15:00000	3.640.033.4 47	745.623. 474	113.646.5 84	113.692. 993	114.170.1 28	155.065. 125	164.875.0 76	150.423. 172
03/12/2012 12:30:00000	3.680.116.2 11	765.045. 349	113.775.9 32	113.860. 725	114.304.6 11	157.123. 474	166.054.4 89	151.964. 355
03/12/2012 12:45:00000	3.718.367.1 88	752.850. 708	113.629.0 59	113.701. 942	114.109.9 93	157.338. 943	168.649.0 63	154.256. 531
03/12/2012 13:00:00000	3.750.076.4 16	74.076.4 16	113.522.0 03	113.598. 671	114.017.7 31	158.154. 663	169.785.3 85	15.625.5 28
03/12/2012 13:15:00000	3.759.604.2 48	757.944. 946	113.514.3 59	113.552. 101	11.401.91 5	158.428. 513	170.881.2 56	156.484. 177
03/12/2012 13:30:00000	3.801.116.2 11	743.204. 346	112.955.5 89	113.007. 004	113.464.1 57	159.543. 762	173.897.0 34	15.944.4 26
03/12/2012 13:45:00000	3.860.038.0 86	748.267. 456	112.414.3 22	112.524. 338	11.299.35 3	16.396.0 48	177.447.0 83	161.280. 853
03/12/2012 14:00:00000	3.882.959.2 29	737.089. 417	11.235.30 2	112.414. 047	112.878.8 83	16.536.8 21	17.854.06 8	161.659. 256
03/12/2012 14:15:00000	3.912.481.4 45	736.031. 616	11.202.40 4	112.087. 128	112.557.0 07	165.485. 901	182.637.8 63	162.442. 871
03/12/2012 14:30:00000	3.981.749.2 68	74.072.3 45	111.947.6 62	112.071. 747	112.522.7 89	170.369. 843	184.685.1 35	164.455. 856
03/12/2012 14:45:00000	4.064.748.2 91	766.266. 541	111.998.6 88	11.212.6 45	112.616.8 67	172.615. 555	190.148.4 22	167.316. 376
03/12/2012 15:00:00000	4.108.772.4 61	777.889. 526	111.952.4 23	112.106. 224	112.608.7 34	176.018. 234	191.532.8 83	168.335. 831
03/12/2012 15:15:00000	4.154.611.8 16	797.491. 333	112.208.9 61	112.349. 663	112.854.6 37	178.312. 637	191.576.4 77	170.873. 093
03/12/2012 15:30:00000	4.139.398.9 26	787.511. 108	112.347.0 76	112.430. 687	112.925.8 27	174.669. 678	19.153.38 9	172.062. 424

03/12/2012 15:45:00000	4.090.428.9 55	783.968. 323	112.523.4 15	112.592. 323	113.046.9 82	171.778. 305	188.680.5 57	170.981. 461
03/12/2012 16:00:00000	4.084.911.8 65	784.097. 168	112.641.5 02	11.268.8 95	113.128.0 36	17.120.4 91	189.605.7 28	169.549. 576
03/12/2012 16:15:00000	4.061.651.1 23	796.726. 746	112.982.8 72	113.007. 988	113.430.5 95	170.281. 845	186.686.6 61	169.327. 225
03/12/2012 16:30:00000	4.056.690.9 18	808.589. 294	113.073.7 76	113.054. 123	113.521.7 97	168.811. 844	187.242.3 25	169.813. 675
03/12/2012 16:45:00000	3.999.835.9 38	797.151. 245	113.322.3 72	11.327.1 66	113.716.1 48	164.649. 185	187.664.9 02	165.469. 391
03/12/2012 17:00:00000	3.922.348.1 45	784.046. 875	113.532.8 37	113.498. 512	113.943.9 09	162.487. 656	184.307.7 24	160.199. 051
03/12/2012 17:15:00000	3.793.677.0 02	752.932. 495	113.744.2 78	113.753. 029	11.419.25 2	157.594. 406	178.326.0 65	153.709. 885
03/12/2012 17:30:00000	3.735.672.1 19	726.694. 336	113.766.5 94	113.747. 894	114.182.9 76	152.836. 105	17.663.55 9	152.499. 786
03/12/2012 17:45:00000	3.665.458.2 52	722.642. 822	114.320.9 69	114.298. 912	114.734.3 22	149.035. 553	170.430.3 13	151.366. 348
03/12/2012 18:00:00000	3.521.370.6 05	70.651.0 01	114.666.1 61	11.462.8 83	115.114.5 94	141.324. 081	163.702.2 86	14.675.5 92
03/12/2012 18:15:00000	3.426.530.5 18	689.607. 788	115.244.3 08	115.276. 657	11.567.13 1	135.605. 576	159.619.4 15	142.356. 705
03/12/2012 18:30:00000	3.426.141.1 13	701.517. 944	115.348.8 01	115.435. 036	115.778.6 48	135.312. 164	158.770.4 62	143.113. 663
03/12/2012 18:45:00000	343.024.58 5	657.144. 775	114.962.3 49	11.506.0 57	115.582.8 25	133.353. 271	164.463.6 99	140.299. 103
03/12/2012 19:00:00000	3.445.907.9 59	659.584. 473	115.449.4 25	115.499. 344	116.035.7 82	13.013.1 76	166.031.2 65	142.066. 849
03/12/2012 19:15:00000	3.437.199.9 51	65.220.8 74	116.135.5 13	116.196. 892	116.723.1 83	12.877.5 97	165.667.5 57	140.187. 607
03/12/2012 19:30:00000	3.389.964.3 55	642.644. 043	116.441.2 92	116.477. 806	11.697.27 4	127.850. 632	165.311.0 96	134.978. 912
03/12/2012 19:45:00000	3.353.507.5 68	65.065.0 33	116.696.4 72	116.813. 683	117.272.8 12	125.342. 949	164.470.9 17	13.321.3 15
03/12/2012 20:00:00000	3.343.344.4 82	645.094. 055	116.982.3 76	117.068. 047	117.568.0 39	124.647. 705	166.650.4 82	129.847. 107
03/12/2012 20:15:00000	3.310.671.6 31	644.486. 023	117.067.8 48	117.134. 552	117.658.7 68	123.203. 476	164.172.4 24	129.506. 012
03/12/2012 20:30:00000	3.235.428.9 55	599.479. 736	116.927.5 67	117.036. 858	117.569.1 53	120.765. 175	160.232.5 13	126.496. 162
03/12/2012 20:45:00000	3.156.702.8 81	5.594.42 2	116.961.9 29	1.171.00 8	117.594.2 69	116.565. 842	155.841.7 66	124.756. 058
03/12/2012 21:00:00000	315.590.91 8	572.812. 073	117.322.6 55	117.496. 719	117.959.0 99	117.086. 884	155.599.8 08	123.424. 057
03/12/2012 21:15:00000	3.134.292.7 25	597.803. 284	117.634.8 95	11.780.4 52	118.234.5 43	113.521. 355	156.182.1 59	123.466. 057
03/12/2012 21:30:00000	3.072.808.5 94	535.473. 145	117.439.5 83	117.646. 446	118.159.5 38	111.190. 704	153.849.5 18	120.228. 188
03/12/2012 21:45:00000	3.052.773.4 38	515.275. 757	117.496.5 74	117.697. 418	11.821.94 9	109.818. 611	154.538.1 47	118.441. 826
03/12/2012 22:00:00000	2.960.347.1 68	449.573. 334	116.813.2 63	116.988. 174	117.505.2 19	107.655. 785	151.141.0 06	113.912. 132
03/12/2012 22:15:00000	2.866.497.3 14	415.228. 912	116.939.3 01	117.072. 845	117.568.3 75	105.997. 421	145.739.8 38	109.148. 933
03/12/2012 22:30:00000	2.796.676.7 58	402.398. 163	116.978.4 16	11.713.8 29	117.652.5 12	104.378. 212	14.207.48 6	105.618. 126
03/12/2012 22:45:00000	2.788.620.3 61	421.088. 959	117.308.6 93	117.450. 081	117.906.1 13	10.295.7 97	140.694.5 65	106.552. 971
03/12/2012 23:00:00000	271.169.75 1	942.387. 573	116.822.9 22	117.345. 375	117.393.3 33	105.522. 346	137.321.0 45	110.424. 919
03/12/2012 23:15:00000	2.652.536.6 21	1.004.73 3.521	116.306.0 76	11.688.5 88	116.877.1 67	104.053. 551	134.468.5 06	110.065. 964
03/12/2012 23:30:00000	2.587.864.2 58	1.005.36 9.995	116.572.0 98	117.136. 368	117.134.9 72	100.952. 225	131.618.1 18	107.828. 072

03/12/2012 23:45:00000	2.512.378.4 18	999.478. 699	116.762.6 27	117.318. 237	117.281.9 44	99.079.0 86	127.333.3 82	104.594. 368
---------------------------	-------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	-----------------

Tabla A2.4 Historial Carga (mínima demanda) – Alimentadora Agustín Freire
03/12/2012.

En las siguientes tablas se muestra el historial de carga del 19 de diciembre del 2012 de cada alimentadora, el cual corresponde al día en que se presentó mayor demanda en todo el mes.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
19/12/2012 0:00:00000	2.997.13 7.207	174.914. 963	117.017. 097	117.498. 337	1.173.96 5	155.914. 459	113.601. 921	98.376.9 38
19/12/2012 0:15:00000	2.947.46 8.262	192.296. 875	117.287. 781	117.708. 801	117.620. 193	1.509.10 4	113.137. 543	97.262.1 38
19/12/2012 0:30:00000	2.858.73 9.258	145.660. 355	117.062. 645	117.517. 281	117.329. 826	144.495. 743	11.075.7 08	95.575.4 85
19/12/2012 0:45:00000	2.739.50 7.324	130.030. 899	117.066. 948	117.533. 409	117.300. 613	139.303. 177	105.654. 213	91.320.2 59
19/12/2012 1:00:00000	2.744.71 7.285	12.452.7 74	117.074. 097	117.533. 745	11.730.9 25	139.095. 947	105.592. 186	9.215.74 1
19/12/2012 1:15:00000	269.833. 252	92.815.3 84	117.003. 822	117.450. 317	117.219. 826	136.449. 966	104.130. 547	90.704.6 97
19/12/2012 1:30:00000	2.699.50 6.348	11.839.5 66	117.118. 317	117.573. 502	117.370. 575	134.644. 196	10.576.2 07	90.799.3 09
19/12/2012 1:45:00000	2.685.27 2.461	134.845. 398	11.724.6 62	117.695. 015	117.529. 999	133.386. 856	105.421. 997	90.471.9 85
19/12/2012 2:00:00000	2.634.37 6.709	125.668. 335	117.351. 364	11.778.2 89	117.656. 143	129.794. 754	103.762. 939	89.294.2 96
19/12/2012 2:15:00000	2.583.29 6.143	14.525.3 25	117.576. 347	118.010. 124	117.870. 514	127.173. 431	101.080. 589	8.810.65 6
19/12/2012 2:30:00000	2.540.74 3.164	14.987.9 41	117.578. 957	11.800.2 96	117.870. 956	124.684. 891	100.407. 425	86.173.3 25
19/12/2012 2:45:00000	2.501.22 3.145	137.275. 375	117.554. 184	117.987. 022	117.865. 807	122.436. 508	98.768.8 52	85.310.8 83
19/12/2012 3:00:00000	2.484.58 5.205	149.121. 674	117.711. 464	11.813.1 92	117.983. 879	12.204.5 12	98.667.1 14	83.597.3 21
19/12/2012 3:15:00000	2.469.29 1.016	139.337. 585	117.681. 938	118.101. 379	117.952. 827	120.787. 682	98.027.0 69	83.670.6 77
19/12/2012 3:30:00000	2.432.31 9.092	127.039. 833	117.750. 214	118.162. 766	118.035. 202	118.849. 823	96.801.9 03	82.204.0 56
19/12/2012 3:45:00000	2.406.43 3.105	127.433. 159	117.936. 623	118.358. 986	118.196. 587	117.390. 137	95.762.2 45	81.335.8 92
19/12/2012 4:00:00000	237.635. 498	1.217.68 7	118.007. 034	118.424. 789	118.265. 732	116.098. 839	94.301.6 89	80.379.3 87
19/12/2012 4:15:00000	2.353.41 5.039	115.482. 933	118.097. 649	11.849.0 25	118.319. 771	114.536. 156	93.810.1 43	79.537.5 06
19/12/2012 4:30:00000	2.331.77 1.484	101.912. 003	118.134. 727	118.551. 086	118.383. 682	114.154. 488	92.096.7 25	78.921.3 18
19/12/2012 4:45:00000	2.327.07 5.928	110.351. 387	118.170. 876	118.591. 347	118.416. 634	114.426. 346	91.538.4 52	78.731.4 76
19/12/2012 5:00:00000	2.366.76 4.648	143.924. 698	118.198. 128	118.608. 917	118.438. 278	115.309. 113	94.204.0 63	80.058.1 97

19/12/2012 5:15:00000	2.356.06 5.674	129.842. 819	118.175. 766	118.600. 983	118.442. 848	115.227. 654	92.885.8 18	80.160.8 51
19/12/2012 5:30:00000	2.372.73 6.328	121.809. 372	118.167. 763	118.556. 427	118.392. 929	115.061. 096	94.825.4 85	80.351.9 59
19/12/2012 5:45:00000	238.542. 334	119.828. 194	118.045. 128	118.443. 001	11.828.8 04	115.873. 482	95.158.6 69	80.959.8 92
19/12/2012 6:00:00000	2.379.69 6.777	109.087. 837	117.931. 129	118.369. 598	118.188. 942	115.421. 432	95.417.9 08	80.548.8 82
19/12/2012 6:15:00000	2.317.06 3.721	118.222. 809	117.899. 643	118.389. 877	118.173. 927	111.859. 947	93.829.8 26	78.216.5 53
19/12/2012 6:30:00000	2.158.67 0.654	93.373.8 17	1.180.38 3	118.505. 203	11.832.2 54	105.052. 879	86.498.6 34	73.013.0 23
19/12/2012 6:45:00000	2.227.01 8.799	137.776. 306	118.127. 937	118.592. 194	118.414. 864	106.959. 785	91.227.8 37	7.447.08 1
19/12/2012 7:00:00000	2.272.75 1.221	131.991. 501	118.055. 687	118.520. 622	118.355. 064	108.159. 973	94.556.5 41	75.295.6 77
19/12/2012 7:15:00000	2.369.21 8.994	131.961. 105	117.862. 274	118.283. 409	118.196. 709	109.970. 184	10.102.1 69	78.713.7 91
19/12/2012 7:30:00000	2.486.79 1.504	155.567. 535	117.669. 594	118.069. 099	118.052. 109	115.630. 028	105.948. 082	82.581.0 32
19/12/2012 7:45:00000	2.652.32 0.313	172.606. 445	117.238. 747	117.676. 537	117.632. 759	123.911. 736	112.146. 477	89.009.4 38
19/12/2012 8:00:00000	2.911.65 0.635	254.994. 797	117.204. 636	117.671. 768	117.653. 725	136.616. 455	12.279.5 25	97.692.2 84
19/12/2012 8:15:00000	3.254.09 8.877	283.489. 594	116.688. 393	117.130. 096	117.109. 291	155.557. 785	137.477. 722	107.248. 863
19/12/2012 8:30:00000	3.662.92 8.711	369.632. 721	116.041. 771	116.534. 157	116.440. 865	17.611.6 44	154.231. 842	122.759. 369
19/12/2012 8:45:00000	4.048.59 4.238	446.796. 906	115.396. 622	115.856. 567	115.823. 608	196.985. 626	168.419. 754	138.401. 733
19/12/2012 9:00:00000	4.380.54 0.527	523.269. 226	115.199. 097	115.403. 267	115.713. 768	211.159. 882	184.798. 264	150.795. 242
19/12/2012 9:15:00000	4.747.01 9.043	653.617. 432	11.535.0 99	115.437. 752	115.810. 806	228.969. 757	198.926. 407	165.473. 831
19/12/2012 9:30:00000	4.994.83 0.078	699.130. 493	114.762. 154	114.797. 783	115.196. 518	243.492. 813	208.444. 672	175.796. 967
19/12/2012 9:45:00000	5.098.33 9.355	690.183. 472	114.236. 725	114.241. 646	114.633. 492	249.973. 755	212.055. 695	181.394. 653
19/12/2012 10:00:00000	5.326.12 5.488	711.075. 745	113.540. 367	113.502. 853	11.399.6 46	258.882. 507	222.376. 602	194.580. 795
19/12/2012 10:15:00000	5.470.27 3.926	772.283. 752	113.732. 857	113.618. 706	114.153. 214	265.794. 373	227.942. 184	200.053. 848
19/12/2012 10:30:00000	5.554.65 8.691	843.325. 134	114.108. 131	113.911. 919	114.555. 138	27.035.2 57	230.584. 122	202.418. 961
19/12/2012 10:45:00000	5.627.58 1.543	875.666. 504	114.322. 029	114.156. 197	114.788. 795	273.856. 384	232.546. 768	205.177. 246
19/12/2012 11:00:00000	5.623.16 4.551	879.867. 798	114.257. 179	114.084. 236	114.651. 901	273.266. 968	231.356. 583	207.014. 572
19/12/2012 11:15:00000	5.684.62 1.094	878.309. 143	113.724. 907	113.570. 992	114.140. 038	276.143. 005	235.525. 375	210.819. 534
19/12/2012 11:30:00000	5.796.13 4.766	875.627. 075	113.332. 642	113.208. 885	113.751. 137	2.835.84 9	240.294. 144	214.863. 907
19/12/2012 11:45:00000	5.892.16 9.434	917.602. 295	113.389. 282	113.285. 446	113.804. 665	290.595. 612	244.539. 673	215.935. 089
19/12/2012 12:00:00000	5.878.36 7.188	901.233. 032	113.410. 774	113.271. 317	11.383.1 36	288.555. 542	245.340. 073	215.071. 701
19/12/2012 12:15:00000	5.820.09 9.609	903.557. 556	113.764. 122	113.553. 848	114.106. 453	284.167. 877	243.335. 739	21.223.9 96
19/12/2012 12:30:00000	5.878.49 8.535	901.782. 471	113.431. 656	113.233. 536	113.792. 885	286.929. 749	247.129. 608	215.033. 936
19/12/2012 12:45:00000	5.845.09 2.285	837.892. 944	11.326.4 58	113.051. 865	11.359.3 33	285.839. 661	245.559. 204	213.542. 221
19/12/2012 13:00:00000	5.855.92 6.758	833.904. 236	113.086. 502	112.870. 865	113.427. 544	285.762. 421	247.009. 186	214.631. 897

19/12/2012	5.955.73	830.022.	112.834.	112.629.	113.186.	291.870.	251.751.	217.827.
13:15:00000	5.352	827	343	715	874	239	984	393
19/12/2012	6.022.50	91.080.5	11.364.7	113.443.	114.006.	293.245.	25.546.0	217.050.
13:30:00000	4.883	42	69	542	241	697	51	003
19/12/2012	5.975.08	902.518.	11.377.0	113.634.	114.183.	291.641.	251.080.	215.921.
13:45:00000	7.402	555	79	865	548	479	276	417
19/12/2012	5.998.85	920.049.	113.576.	113.418.	113.967.	292.733.	252.387.	218.173.
14:00:00000	4.004	805	859	091	735	795	939	859
19/12/2012	6.129.44	965.670.	113.415.	113.270.	113.786.	301.755.	255.747.	224.028.
14:15:00000	4.336	959	138	515	774	768	757	198
19/12/2012	6.210.55	998.490.	113.106.	11.289.6	113.487.	305.711.	260.522.	228.317.
14:30:00000	9.082	845	873	37	297	334	003	581
19/12/2012	6.643.79	1.275.47	112.836.	112.442.	11.317.5	314.370.	282.104.	260.686.
14:45:00000	9.805	0.093	189	184	98	209	279	401
19/12/2012	6.636.87	1.335.99	113.808.	113.455.	114.116.	312.559.	278.411.	259.428.
15:00:00000	4.512	6.582	136	879	371	296	041	284
19/12/2012	6.665.89	1.350.24	114.068.	113.690.	114.358.	315.587.	277.967.	258.957.
15:15:00000	8.438	8.047	153	834	261	189	468	642
19/12/2012	662.600.	1.342.19	113.979.	113.568.	114.255.	313.444.	27.701.2	257.776.
15:30:00000	293	9.341	988	665	692	641	39	733
19/12/2012	6.748.55	1.395.94	114.043.	113.672.	114.393.	320.898.	280.670.	262.273.
15:45:00000	4.688	9.707	083	577	333	254	654	926
19/12/2012	6.652.50	136.683.	114.153.	113.763.	114.487.	316.485.	276.947.	257.215.
16:00:00000	0.488	606	709	283	923	382	388	485
19/12/2012	658.312.	136.742.	114.320.	113.908.	1.146.12	312.612.	276.457.	252.058.
16:15:00000	793	981	076	417	9	579	001	929
19/12/2012	651.594.	1.403.04	114.552.	11.411.0	11.480.3	307.598.	275.141.	24.958.7
16:30:00000	043	7.607	048	84	97	541	876	54
19/12/2012	642.935.	1.385.18	114.717.	114.269.	114.939.	303.165.	271.599.	245.428.
16:45:00000	791	1.152	735	859	011	314	396	802
19/12/2012	6.392.42	1.388.22	114.811.	114.405.	115.019.	3.007.90	269.243.	245.057.
17:00:00000	2.363	6.685	264	792	302	1	408	587
19/12/2012	6.255.03	1.392.20	115.294.	114.905.	115.526.	296.266.	259.681.	239.159.
17:15:00000	9.063	3.857	495	823	566	357	641	546
19/12/2012	6.090.05	1.368.45	115.728.	115.341.	115.963.	286.114.	251.687.	233.757.
17:30:00000	3.223	3.247	653	309	379	349	164	462
19/12/2012	5.980.00	133.591.	115.860.	115.511.	116.077.	281.765.	242.701.	232.004.
17:45:00000	7.324	333	123	292	606	198	691	669
19/12/2012	5.806.25	1.313.04	116.180.	11.580.8	116.395.	270.675.	236.995.	225.377.
18:00:00000	5.371	5.776	756	64	355	018	743	594
19/12/2012	557.410.	1.225.53	11.677.0	116.294.	11.685.9	256.487.	22.608.3	21.733.4
18:15:00000	791	3.081	66	922	36	549	16	93
19/12/2012	5.430.44	11.911.6	117.041.	116.545.	117.104.	250.853.	219.469.	210.045.
18:30:00000	2.871	04	229	326	256	333	711	776
19/12/2012	535.123.	1.051.52	116.393.	116.033.	116.615.	256.340.	210.720.	203.326.
18:45:00000	877	5.757	013	607	295	973	154	904
19/12/2012	5.238.34	975.810.	116.688.	116.335.	116.981.	25.008.7	204.838.	198.498.
19:00:00000	7.168	486	812	381	178	28	196	352
19/12/2012	5.066.73	941.006.	117.113.	116.836.	117.439.	243.794.	19.650.3	189.379.
19:15:00000	7.305	897	106	227	247	067	54	745
19/12/2012	4.888.33	924.292.	117.257.	116.988.	117.624.	236.930.	189.153.	181.139.
19:30:00000	8.867	542	813	739	649	054	488	847
19/12/2012	476.519.	867.856.	117.273.	117.022.	11.766.9	231.766.	184.633.	174.787.
19:45:00000	043	995	819	621	54	525	514	949
19/12/2012	4.684.72	865.733.	117.442.	117.238.	117.877.	227.247.	182.081.	17.132.3
20:00:00000	8.516	765	802	152	281	833	451	99
19/12/2012	4.593.82	719.315.	116.238.	116.072.	116.753.	224.402.	177.909.	169.846.
20:15:00000	8.613	857	548	258	464	206	897	191
19/12/2012	4.459.06	666.604.	116.108.	115.984.	116.710.	219.961.	171.416.	163.939.
20:30:00000	0.059	675	124	238	045	655	718	682
19/12/2012	4.043.28	384.452.	116.005.	116.073.	11.670.8	211.496.	15.246.7	136.771.
20:45:00000	0.762	454	051	013	29	735	59	194
19/12/2012	3.944.35	329.073.	115.985.	116.131.	116.698.	208.802.	147.985.	131.218.
21:00:00000	2.295	303	176	607	845	078	016	979

19/12/2012 21:15:00000	3.871.64 6.729	350.317. 566	116.591. 064	116.691. 643	117.229. 118	204.107. 666	145.210. 205	127.893. 776
19/12/2012 21:30:00000	38.270.6 25	393.537. 231	11.685.6 59	116.975. 121	117.495. 667	199.345. 154	144.077. 576	1.278.31 1
19/12/2012 21:45:00000	3.709.07 8.613	285.214. 325	116.093. 666	116.310. 196	116.749. 107	194.278. 397	139.701. 874	124.476. 059
19/12/2012 22:00:00000	3.646.34 2.041	273.320. 282	116.283. 905	116.487. 427	116.903. 397	191.104. 492	136.667. 007	122.290. 565
19/12/2012 22:15:00000	3.492.39 5.752	20.343.9 85	116.482. 155	116.671. 318	117.082. 474	184.033. 218	129.768. 875	116.354. 858
19/12/2012 22:30:00000	3.406.68 4.814	165.639. 282	116.368. 019	116.592. 415	117.009. 178	179.712. 677	127.479. 317	112.514. 717
19/12/2012 22:45:00000	3.408.02 4.414	196.853. 668	116.451. 157	116.688. 309	117.083. 168	179.523. 026	126.139. 969	11.414.2 83
19/12/2012 23:00:00000	336.765. 918	170.866. 852	116.188. 179	116.734. 108	116.772. 568	176.325. 317	126.197. 113	112.748. 543
19/12/2012 23:15:00000	3.363.14 3.311	194.463. 242	116.329. 346	116.981. 644	116.843. 735	176.477. 402	126.859. 352	1.109.81 4
19/12/2012 23:30:00000	3.321.14 7.949	208.746. 094	116.402. 809	117.048. 134	116.892. 021	173.116. 669	126.241. 646	109.695. 114
19/12/2012 23:45:00000	3.241.87 1.094	230.773. 575	11.670.0 05	117.320. 969	117.220. 512	169.980. 453	123.481. 461	105.213. 631

Tabla A2.5 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Aeropuerto
19/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
19/12/2012 0:00:00000	1.480.048.7 06	527.527.1 61	117.083.1 15	117.552. 002	117.416.7 79	54.956. 944	51.966. 446	84.726.8 98
19/12/2012 0:15:00000	1.420.355.8 35	514.407.5 93	117.359.7 56	117.767. 563	117.645.8 97	5.354.1 84	49.415. 764	80.929.8 02
19/12/2012 0:30:00000	1.373.609.2 53	497.614.2 58	117.120.3 92	117.562. 698	117.341.0 19	51.848. 915	48.090. 816	78.272.6 14
19/12/2012 0:45:00000	1.338.985.2 29	481.506.8 66	117.137.7 49	117.592. 171	117.326.1 26	50.883. 137	48.001. 099	74.665.2 98
19/12/2012 1:00:00000	1.323.950.1 95	482.281.7 08	117.135.4 45	117.583. 275	117.326.2 33	50.146. 927	47.055. 916	74.648.9 64
19/12/2012 1:15:00000	1.271.984.0 09	45.051.23 6	117.071.5 64	117.504. 791	117.242.7 06	47.283. 482	45.492. 809	71.935.2 42
19/12/2012 1:30:00000	1.213.379.3 95	441.579.2 24	117.182.4 04	117.624. 992	117.391.7 08	45.344. 193	43.874. 584	68.244.6 82
19/12/2012 1:45:00000	1.218.265.3 81	460.721.8 63	117.316.3 68	117.750. 275	117.554.4 97	45.914. 932	44.684. 948	68.020.5 54
19/12/2012 2:00:00000	1.199.027.5 88	46.551.41 3	117.417.4 65	11.783.7 09	117.678.3 14	45.164. 085	44.871. 815	66.492.5 16
19/12/2012 2:15:00000	114.223.93 8	43.820.57 5	117.647.0 41	118.066. 208	117.894.8 59	43.635. 109	41.956. 055	63.079.9 83
19/12/2012 2:30:00000	1.119.111.2 06	436.506.8 97	11.764.18 3	11.805.2 46	117.888.4 58	43.050. 873	41.349. 556	61.578.4 53
19/12/2012 2:45:00000	1.078.047.7 29	426.232.5 13	117.625.4 88	118.044. 914	1.178.927	41.854. 591	39.696. 678	59.358.3 56
19/12/2012 3:00:00000	1.046.426.7 58	419.245.7 58	117.777.4 28	118.182. 892	118.003.6 47	4.042.1 68	38.193. 195	58.321.0 68
19/12/2012 3:15:00000	1.034.201.9 04	423.022.2 78	117.747.0 78	118.152. 946	117.972.4 12	40.839. 851	37.913. 616	57.008.9 57

19/12/2012 3:30:0000	1.030.946.6 55	418.352.4 78	117.818.9 24	118.217. 537	118.059.8 45	40.481. 697	38.190. 212	56.424.2 36
19/12/2012 3:45:0000	1.026.970.5 81	416.181.7 02	118.007.1 56	118.415. 001	118.221.7 18	40.467. 812	37.046. 902	5.686.94 8
19/12/2012 4:00:0000	1.028.474.7 31	426.513.8 24	118.073.6 69	118.477. 104	118.286.0 26	40.472. 317	37.720. 287	56.761.1 62
19/12/2012 4:15:0000	1.021.089.7 22	437.414.0 63	118.165.3 67	118.542. 168	11.834.19 8	39.960. 583	3.750.5 23	57.120.6 47
19/12/2012 4:30:0000	1.004.558.8 38	440.650.6 35	118.201.9 73	118.603. 828	118.406.0 06	40.103. 691	37.238. 125	55.509.3 92
19/12/2012 4:45:0000	977.439.63 6	413.579.9 26	118.237.2 82	118.643. 318	118.437.3 63	37.783. 222	36.581. 753	54.164.0 24
19/12/2012 5:00:0000	989.200.68 4	425.736.3 89	118.263.6 03	118.660. 385	118.460.4 57	38.173. 252	37.672. 291	54.531.2 81
19/12/2012 5:15:0000	992.768.00 5	42.270.63 6	118.240.8 22	118.650. 162	118.462.4 71	39.579. 163	37.375. 717	53.686.8 36
19/12/2012 5:30:0000	1.006.075.7 45	433.198.9 44	118.231.9 26	118.607. 033	118.411.7 89	40.258. 839	37.918. 072	54.479.3 97
19/12/2012 5:45:0000	983.121.64 3	414.447.6 01	118.111.6 79	118.494. 713	118.309.8 14	38.915. 089	37.098. 106	53.354.6 49
19/12/2012 6:00:0000	983.135.13 2	409.531.5 25	117.993.3 85	118.417. 885	118.206.5 96	38.961. 285	36.404. 083	53.912.4 83
19/12/2012 6:15:0000	978.394.28 7	421.317.7 49	117.968.1 78	118.444. 756	118.198.1 96	39.205. 643	37.148. 373	52.959.9 69
19/12/2012 6:30:0000	1.003.179.7 49	458.608.0 32	118.105.4 23	118.557. 449	118.345.0 62	42.092. 766	37.408. 531	54.147.2 28
19/12/2012 6:45:0000	98.228.833	448.277.9 85	118.195.8 92	118.645. 271	118.437.4 16	4.030.9 94	35.988. 522	54.461.1 63
19/12/2012 7:00:0000	1.036.581.0 55	475.756.8 97	118.119.6 37	118.569. 939	118.375.0 08	42.012. 871	39.121. 601	56.995.8 61
19/12/2012 7:15:0000	1.105.758.9 11	504.272.5 22	117.923.7 75	118.330. 162	118.214.5 23	44.451. 702	42.354. 805	60.527.3 44
19/12/2012 7:30:0000	1.160.001.2 21	486.176.1 47	117.733.1 39	118.119. 133	118.072.5 86	46.378. 456	43.543. 949	62.766.3 76
19/12/2012 7:45:0000	1.218.700.9 28	484.933.8 99	117.295.4 79	117.719. 948	117.646.3 78	49.382. 023	4.531.9 34	64.997.2 69
19/12/2012 8:00:0000	1.260.989.0 14	507.851.8 68	117.270.3 25	11.772.2 13	117.674.4 38	51.786. 491	46.174. 923	67.528.4 96
19/12/2012 8:15:0000	1.329.937.7 44	549.413.8 79	116.742.1 11	117.171. 219	117.119.9 65	53.805. 599	50.350. 651	71.758.0 72
19/12/2012 8:30:0000	1.475.023.0 71	542.682.7 39	116.095.4 44	116.572. 922	116.450.7 14	58.885. 006	55.993. 965	78.260.8 26
19/12/2012 8:45:0000	1.557.885.4 98	551.046.7 53	11.544.89 9	115.895. 416	115.833.7 78	6.128.7 14	61.441. 803	81.488.2 58
19/12/2012 9:00:0000	1.718.556.3 96	560.378.1 13	115.277.9 46	115.460. 922	115.751.1 29	66.463. 867	67.887. 077	89.442.2 76
19/12/2012 9:15:0000	1.869.171.2 65	607.538.2 08	115.401.8 78	115.476. 097	115.818.1 53	741.36 2	73.635. 391	9.540.74 4
19/12/2012 9:30:0000	1.954.825.3 17	606.621.0 33	11.482.04 8	114.840. 485	115.211.0 37	76.957. 573	78.264. 603	99.375.5 72
19/12/2012 9:45:0000	2.012.049.8 05	60.235.61 4	11.428.65 6	11.427.7 87	114.640.8 92	80.195. 427	7.986.9 56	10.242.5 98
19/12/2012 10:00:0000	2.083.452.8 81	611.208.2 52	113.603.4 39	113.551. 933	114.019.5 85	84.349. 358	82.948. 891	105.635. 696
19/12/2012 10:15:0000	2.203.150.8 79	660.480.7 74	113.785.4 61	113.658. 012	114.160.3 85	87.913. 177	89.533. 653	111.294. 876
19/12/2012 10:30:0000	2.226.310.3 03	671.379.9 44	114.182.7 55	113.972. 725	114.588.0 81	88.437. 508	90.287. 796	112.264. 618
19/12/2012 10:45:0000	2.237.814.6 97	677.983.7 65	114.391.8 69	114.213. 776	114.816.6 73	88.873. 421	89.199. 097	113.994. 446
19/12/2012 11:00:0000	1.523.911.2 55	46.243.04 5	114.313.3 93	114.126. 122	114.661.6 67	61.401. 245	60.754. 288	7.686.45 4
19/12/2012 11:15:0000	0	0	113.777.0 84	113.612. 633	114.152.0 77	0	0	0

19/12/2012 11:30:00000	4.594.716.7 97	1.131.861 .572	113.393.8 52	113.259. 743	113.770.9 81	189.16 4.368	199.74 7.818	209.104. 767
19/12/2012 11:45:00000	4.488.531.7 38	1.171.037 .354	113.451.9 27	113.336. 899	113.824.0 51	183.61 8.607	192.45 4.926	209.882. 538
19/12/2012 12:00:00000	2.254.017.5 78	675.022.5 83	113.476.3 95	113.325. 569	113.853.3 63	90.227. 089	90.223. 846	11.572.2 45
19/12/2012 12:15:00000	2.246.781.9 82	677.148.4 99	113.831.7 18	113.609. 978	11.412.97 3	89.486. 588	88.900. 955	116.197. 052
19/12/2012 12:30:00000	2.250.250.2 44	673.046.5 09	11.348.09 8	113.274. 483	113.801.6 13	89.949. 348	8.862.2 49	117.185. 997
19/12/2012 12:45:00000	2.260.173.8 28	660.286.1 94	113.329.0 71	113.106. 247	113.612.4 04	90.136. 856	89.398. 705	117.383. 194
19/12/2012 13:00:00000	2.267.417.7 25	651.234.3 75	113.144.8 52	112.919. 106	113.443.5 12	90.321. 335	89.830. 788	117.793. 976
19/12/2012 13:15:00000	2.285.192.8 71	671.772.7 05	112.906.8 98	112.692. 505	113.215.3 55	91.562. 599	89.225. 212	120.686. 768
19/12/2012 13:30:00000	2.275.141.8 46	684.808.7 77	113.713.6 61	113.500. 954	114.028.9 99	90.684. 799	88.229. 187	119.664. 963
19/12/2012 13:45:00000	2.299.088.1 35	703.038.3 91	113.826.4 31	113.681. 206	114.195.1 29	91.517. 746	89.276. 123	120.910. 324
19/12/2012 14:00:00000	2.324.346.9 24	702.188.1 71	113.641.0 29	113.472. 656	113.985.7 79	92.096. 542	90.643. 394	12.249.1 28
19/12/2012 14:15:00000	2.329.146.7 29	698.007.3 85	113.471.5 35	11.331.9 45	113.799.1 33	91.291. 222	9.065.2 71	124.174. 782
19/12/2012 14:30:00000	2.360.829.3 46	702.457.7 64	113.161.9 87	112.940. 987	11.349.88 4	93.245. 552	91.958. 817	125.772. 385
19/12/2012 14:45:00000	239.057.37 3	692.370.0 56	112.914.6 04	112.510. 338	113.208.1 91	93.828. 636	93.995. 102	127.293. 159
19/12/2012 15:00:00000	2.434.434.3 26	734.316.1 62	113.869.3 77	11.350.9 56	114.132.4 23	95.358. 879	95.311. 409	128.620. 239
19/12/2012 15:15:00000	2.431.724.1 21	73.862.14 6	114.130.7 53	113.745. 483	11.437.61 9	95.338. 631	94.721. 329	128.344. 742
19/12/2012 15:30:00000	2.457.531.9 82	741.416.4 43	114.041.6 26	113.621. 391	114.271.4 61	95.160. 934	96.218. 102	130.516. 052
19/12/2012 15:45:00000	2.465.550.5 37	751.835.8 76	11.410.88 1	113.730. 804	1.144.142	96.180. 305	96.153. 778	130.616. 211
19/12/2012 16:00:00000	2.457.718.5 06	764.765.0 15	114.214.4 17	113.817. 268	114.501.8 39	96.476. 212	9.551.1 36	130.230. 438
19/12/2012 16:15:00000	2.450.470.4 59	742.782.6 54	114.387.0 39	113.966. 339	114.632.4 46	96.233. 002	94.445. 892	129.432. 281
19/12/2012 16:30:00000	2.454.155.5 18	750.813.5 38	1.146.166	114.167. 656	114.822.6 01	96.396. 461	95.414. 391	128.434. 967
19/12/2012 16:45:00000	2.443.043.2 13	761.952.0 26	11.478.31 8	114.327. 408	114.955.8 56	94.372. 276	95.890. 541	128.642. 426
19/12/2012 17:00:00000	2.427.894.5 31	760.691.4 06	114.876.6 63	114.464. 386	115.038.2 84	94.229. 919	95.807. 861	126.754. 303
19/12/2012 17:15:00000	2.445.518.0 66	786.757.3 85	115.362.1 98	114.967. 148	115.549.8 81	95.952. 293	97.540. 405	125.000. 008
19/12/2012 17:30:00000	2.383.263.9 16	791.603.6 99	115.795.0 29	115.400. 032	11.598.12 7	93.011. 086	95.420. 883	121.775. 352
19/12/2012 17:45:00000	2.326.690.9 18	780.595.1 54	115.927.1 62	115.571. 999	116.098.2 82	90.362. 358	94.414. 986	118.088. 799
19/12/2012 18:00:00000	2.279.130.8 59	789.319.7 02	116.248.1 08	115.867. 798	116.414.7 95	90.032. 188	90.743. 637	116.005. 928
19/12/2012 18:15:00000	2.221.912.1 09	794.759.5 83	11.684.62 6	116.359. 833	116.885.4 68	87.740. 738	87.931. 122	113.396. 759
19/12/2012 18:30:00000	2.178.618.1 64	765.869.3 85	117.096.4 05	116.595. 428	117.114.1 13	85.943. 794	84.090. 729	112.260. 353
19/12/2012 18:45:00000	2.234.439.9 41	737.356.3 23	116.452.6 37	11.608.5 03	116.628.6 32	88.331. 635	85.302. 109	115.341. 896
19/12/2012 19:00:00000	2.242.625.4 88	726.254.5 17	116.759.3 46	116.397. 934	117.004.8 68	88.014. 549	84.325. 165	116.344. 933
19/12/2012 19:15:00000	2.240.233.6 43	740.373.1 08	11.718.14 5	116.898. 232	117.462.6 62	86.448. 387	85.351. 616	116.031. 944

19/12/2012 19:30:00000	223.163.91 6	745.600.0 98	117.319.6 41	117.042. 191	117.639.8 09	85.504. 265	85.126. 198	116.034. 767
19/12/2012 19:45:00000	2.192.785.1 56	735.429.4 43	117.344.4 98	117.083. 405	117.691.5 21	83.465. 416	82.913. 383	115.331. 947
19/12/2012 20:00:00000	2.144.588.6 23	724.441.1 62	117.484.7 64	117.272. 972	117.874.0 16	81.293. 434	80.372. 551	113.690. 506
19/12/2012 20:15:00000	2.083.433.1 05	675.857.1 78	116.302.3 83	116.127. 846	116.771.8 89	79.299. 965	78.971. 527	11.076.5 06
19/12/2012 20:30:00000	2.021.067.7 49	652.008.1 79	1.161.763	116.042. 389	116.731.2 77	77.349. 251	7.573.4 23	107.944. 725
19/12/2012 20:45:00000	197.903.12 5	643.000.3 05	116.063.7 13	116.125. 694	116.721.6 72	74.732. 193	74.041. 466	107.040. 558
19/12/2012 21:00:00000	1.926.693.8 48	633.999.3 29	116.049.1 87	116.186. 455	11.671.57 9	72.440. 308	7.191.4 65	105.017. 624
19/12/2012 21:15:00000	1.871.881.9 58	621.368.4 08	116.665.3 75	116.756. 424	117.256.8 13	69.093. 842	68.185. 272	104.095. 726
19/12/2012 21:30:00000	1.838.051.0 25	623.240.3 56	116.924.6 37	117.032. 799	117.517.0 36	68.518. 234	66.586. 121	101.859. 299
19/12/2012 21:45:00000	1.798.731.4 45	583.369.9 34	116.141.8 99	116.349. 403	116.751.7 78	68.140. 305	64.517. 563	99.673.3 86
19/12/2012 22:00:00000	1.693.785.2 78	548.018.3 72	116.355.9 27	11.654.8 37	116.928.3 07	62.687. 771	61.296. 062	94.430.9 92
19/12/2012 22:15:00000	1.692.353.6 38	553.925.5 37	116.542.8 47	116.722. 198	117.098.3 43	61.781. 395	61.509. 201	94.866.8 67
19/12/2012 22:30:00000	1.699.772.5 83	551.075.9 89	116.434.6 92	11.664.7 24	117.029.6 02	61.802. 567	61.019. 299	9.620.07 9
19/12/2012 22:45:00000	1.689.192.7 49	545.620.6 05	116.516.7 01	116.744. 034	117.103.8 28	61.298. 832	5.932.3 38	96.810.1 96
19/12/2012 23:00:00000	165.387.91 5	546.604.1 87	116.247.2 92	116.787. 231	116.784.0 35	61.150. 677	58.198. 166	94.360.3 36
19/12/2012 23:15:00000	1.619.008.6 67	527.205.9 33	116.401.2 68	117.042. 381	116.869.7 13	59.760. 429	5.697.9 29	919.133
19/12/2012 23:30:00000	1.595.644.2 87	539.081.1 16	116.469.4 29	117.102. 493	116.912.1 09	59.309. 921	56.444. 607	90.521.8 12
19/12/2012 23:45:00000	1.543.147.2 17	529.216.4 92	116.767.3 42	117.376. 122	11.724.30 5	57.016. 979	54.717. 846	87.591.6 44

Tabla A2.6 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Gran Manzana 19/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
19/12/2012 0:00:00000	3.575.058.1 05	0	117.092.3 61	117.562. 561	117.482.2 77	140.951. 691	135.795.2 42	174.576. 828
19/12/2012 0:15:00000	3.417.793.9 45	0	117.363.2 13	117.772. 568	117.705.5 74	13.538.5 88	130.842.5 14	166.615. 295
19/12/2012 0:30:00000	3.292.363.2 81	0	117.138.2 06	117.580. 658	117.414.6 96	131.881. 989	126.929.4 28	160.989. 502
19/12/2012 0:45:00000	3.198.430.6 64	0	117.142.0 59	117.596. 092	117.384.8 95	128.863. 022	121.416.9 08	158.984. 772
19/12/2012 1:00:00000	31.269.375	0	117.149.5 51	117.596. 886	117.393.8 98	126.484. 314	120.119.9 72	154.592. 712
19/12/2012 1:15:00000	3.054.770.9 96	0	117.079.0 48	117.513. 046	117.303.8 56	124.920. 753	117.595.2 15	151.191. 681
19/12/2012 1:30:00000	2.990.515.3 81	0	117.193.1 08	117.635. 452	117.454.1 32	122.336. 845	115.859.3 52	14.825.9 43
19/12/2012 1:45:00000	2.920.256.3 48	0	11.732.22 2	117.757. 446	117.613.6 63	121.750. 984	113.336.9 83	143.181. 503
19/12/2012 2:00:00000	2.843.208.9 84	0	117.426.4 68	117.844. 658	117.738.9 37	11.903.9 49	111.335.8 69	139.359. 512
19/12/2012 2:15:00000	2.776.215.0 88	0	117.652.2 45	118.072. 304	117.953.7 58	116.702. 835	110.330.9 71	135.002. 792

19/12/2012 2:30:00000	2.709.443.1 15	0	11.765.44 8	118.064. 575	117.953.6 74	116.018. 005	107.844.0 55	131.868. 866
19/12/2012 2:45:00000	2.665.051.0 25	0	117.630.0 43	118.048. 775	117.948.5 63	114.226. 181	106.794.4 79	12.948.7 61
19/12/2012 3:00:00000	2.646.416.5 04	0	117.787.9 41	118.193. 665	118.066.7 04	114.057. 129	105.635.3 07	127.890. 106
19/12/2012 3:15:00000	2.608.167.2 36	0	11.775.85 3	118.163. 185	118.035.7 21	112.633. 461	105.355.0 34	125.825. 752
19/12/2012 3:30:00000	2.558.262.9 39	0	117.827.0 34	118.224. 617	118.117.9 28	111.668. 282	103.542.7 02	123.845. 001
19/12/2012 3:45:00000	254.096.16 7	0	118.014.2 14	118.421. 333	118.279.8 16	111.777. 527	103.630.5 08	121.722. 832
19/12/2012 4:00:00000	2.519.777.3 44	0	118.084.5 87	118.487. 038	118.348.7 47	110.749. 298	10.279.27 7	120.995. 972
19/12/2012 4:15:00000	2.477.785.6 45	0	118.175.0 11	118.552. 078	118.402.5 57	108.409. 943	102.628.8 91	118.974. 152
19/12/2012 4:30:00000	243.430.12 7	0	1.182.117	118.612. 579	118.466.3 47	107.415. 405	101.567.1 54	117.517. 601
19/12/2012 4:45:00000	239.610.49 8	0	118.247.8 56	118.652. 771	118.499.2 68	106.502. 945	100.996.5 74	115.685. 089
19/12/2012 5:00:00000	2.365.310.3 03	0	11.827.49 1	118.670. 113	118.520.8 51	105.705. 246	99.275.26 1	115.121. 635
19/12/2012 5:15:00000	2.357.598.6 33	0	118.252.6 93	118.662. 422	118.525.5 13	105.599. 373	99.105.38 5	114.893. 776
19/12/2012 5:30:00000	233.353.83 3	0	118.244.4 46	118.617. 386	118.475.1 82	104.961. 945	988.172	113.791. 794
19/12/2012 5:45:00000	2.344.819.0 92	0	118.122.4 21	118.504. 486	118.370.4 38	105.727. 142	98.676.27 7	115.424. 393
19/12/2012 6:00:00000	2.335.912.1 09	0	118.008.1 79	118.430. 939	118.271.0 88	104.293. 915	98.970.76 4	118.012. 856
19/12/2012 6:15:00000	2.281.063.9 65	0	117.975.8 15	118.450. 684	118.255.3 48	10.273.9 12	98.657.99 7	11.519.4 58
19/12/2012 6:30:00000	2.194.724.3 65	0	118.114.2 43	118.565. 796	118.404.0 68	10.047.7 44	95.529.84 6	110.972. 168
19/12/2012 6:45:00000	2.200.776.3 67	0	118.204.5 75	118.653. 229	118.496.8 49	101.816. 399	9.406.546	110.692. 352
19/12/2012 7:00:00000	2.166.066.4 06	0	11.813.22 4	118.581. 795	118.437.5 84	100.181	92.023.93 3	108.957. 306
19/12/2012 7:15:00000	2.288.884.5 21	0	11.793.85 6	11.834.4 62	118.279.0 99	104.470. 963	95.984.51 2	111.223. 419
19/12/2012 7:30:00000	2.445.631.3 48	0	117.745.5 44	118.129. 913	118.133.8 96	109.014. 061	101.091.2 17	115.621. 964
19/12/2012 7:45:00000	2.867.109.3 75	0	117.314.6 36	117.736. 908	117.714.2 87	121.143. 646	113.491.5 85	130.805. 328
19/12/2012 8:00:00000	2.998.700.1 95	0	117.280.9 37	117.732. 269	117.735.7 64	124.432. 335	119.448.8 91	135.825. 577
19/12/2012 8:15:00000	3.173.274.9 02	0	11.676.38 4	117.190. 086	117.190.2 54	130.113. 022	126.219.6 81	144.130. 127
19/12/2012 8:30:00000	3.450.707.0 31	0	116.116.4 32	116.594. 109	116.522.0 57	138.694. 901	138.125.6 26	15.672.9 05
19/12/2012 8:45:00000	3.754.982.4 22	0	115.471.2 07	115.916. 512	115.904.9 38	150.360. 596	153.948.0 59	166.563. 934
19/12/2012 9:00:00000	4.081.235.3 52	0	115.273.2 62	115.462. 662	115.794.4 18	16.506.0 41	167.983.7 34	177.007. 324
19/12/2012 9:15:00000	4.430.268.5 55	220.586. 441	115.425.0 64	115.497. 284	115.891.8 15	176.461. 441	181.204.9 87	194.383. 072
19/12/2012 9:30:00000	4.640.898.4 38	371.999. 207	114.835.9 22	114.856. 377	115.276.9 85	180.961. 868	193.461.1 36	206.865. 692
19/12/2012 9:45:00000	4.788.834.9 61	396.526. 703	114.309.5 86	114.300. 377	11.471.29 9	186.688. 629	203.295.7 46	212.832. 687
19/12/2012 10:00:00000	4.895.791.5 04	38.853.4 21	113.612.5 87	113.561. 569	114.076.5 46	189.674. 515	212.025.2 08	217.886. 963
19/12/2012 10:15:00000	498.011.37 7	419.183. 167	113.805.2 29	113.677. 834	114.233.4 06	192.868. 454	215.152.7 25	221.640. 366

19/12/2012 10:30:00000	5.092.489.2 58	480.132. 263	114.181.0 15	113.971. 954	114.635.8 11	198.840. 439	218.814.9 41	224.847. 397
19/12/2012 10:45:00000	5.122.888.6 72	507.792. 847	11.439.46 3	114.216. 217	114.869.7 59	199.963. 043	219.062.9 88	226.478. 714
19/12/2012 11:00:00000	5.189.558.1 05	529.597. 717	114.329.4 53	114.144. 554	114.733.1 09	201.032. 806	222.218.3 69	231.248. 016
19/12/2012 11:15:00000	5.261.931.1 52	522.937. 134	113.797.3 63	11.363.2 05	114.222.3 51	206.861. 877	226.708.3 74	232.919. 144
19/12/2012 11:30:00000	537.602.83 2	540.842. 102	11.340.40 3	113.270. 172	113.834.0 91	208.259. 552	231.370.3 46	243.766. 113
19/12/2012 11:45:00000	5.361.661.6 21	536.054. 565	113.460.7 54	113.347. 473	113.888.4 89	20.816.5 71	22.865.36 1	244.262. 222
19/12/2012 12:00:00000	5.386.181.1 52	553.219. 788	1.134.823	113.334. 084	113.916.1 22	210.767. 593	230.535.5 53	243.020. 035
19/12/2012 12:15:00000	5.371.069.8 24	553.288. 269	113.836.4 56	113.617. 828	114.192.4 21	206.406. 418	233.311.5 39	241.247. 849
19/12/2012 12:30:00000	5.435.147.4 61	539.188. 965	113.503.3 49	113.297. 455	113.879.1 05	21.038.5 62	237.001.8 77	243.266. 937
19/12/2012 12:45:00000	5.477.087.8 91	5.296.82 8	113.335.6 25	113.115. 509	113.679.3 52	213.330. 246	236.948.4 71	246.757. 401
19/12/2012 13:00:00000	5.510.767.5 78	530.909. 851	113.157.8 75	112.935. 371	113.514.4 42	211.790. 161	24.184.31 4	248.852. 554
19/12/2012 13:15:00000	5.483.087.4 02	506.749. 329	112.905.6 09	112.693. 825	113.273.7 58	210.301. 514	238.671.5 24	251.301. 361
19/12/2012 13:30:00000	5.495.516.1 13	543.203. 979	113.718.7 27	113.508. 446	114.093.6 97	210.454. 239	235.647.9 49	251.035. 629
19/12/2012 13:45:00000	5.589.285.6 45	583.268. 188	113.842.1 71	113.700. 394	114.271.6 14	216.099. 319	235.067.8 71	257.119. 049
19/12/2012 14:00:00000	5.667.734.3 75	580.831. 543	113.647.4 99	113.484. 024	114.056.2 59	215.830. 353	242.626.3 89	260.939. 667
19/12/2012 14:15:00000	5.785.431.6 41	614.532. 898	113.485.7 86	113.337. 059	11.387.61 9	219.496. 567	248.008.6 98	268.085. 938
19/12/2012 14:30:00000	5.921.902.8 32	642.979. 187	113.177.2 69	112.962. 708	113.576.8 05	224.668. 945	256.530.7 62	273.948. 425
19/12/2012 14:45:00000	5.883.152.8 32	596.424. 011	112.906.9 37	112.508. 621	113.266.0 06	226.328. 476	253.603.3 17	271.806. 763
19/12/2012 15:00:00000	6.047.078.1 25	714.119. 141	113.878.4 26	113.522. 911	114.207.0 08	22.900.2 06	260.802.4 89	277.700. 867
19/12/2012 15:15:00000	601.680.12 7	743.751. 038	114.138.5 35	113.758. 446	114.448.9 75	225.482. 712	26.208.37 1	275.185. 303
19/12/2012 15:30:00000	6.113.447.7 54	754.660. 156	114.050.3 23	113.636. 253	114.346.6 64	229.348. 785	269.400.8 18	276.710. 144
19/12/2012 15:45:00000	6.174.047.3 63	767.772. 705	11.411.36 4	113.740. 776	114.484.6 88	230.865. 585	270.820.1 29	280.816. 895
19/12/2012 16:00:00000	6.122.003.9 06	745.919. 983	114.224.7 92	113.832. 176	114.579.9 48	227.493. 713	266.142.1 81	281.378. 479
19/12/2012 16:15:00000	6.078.676.7 58	745.047. 546	114.391.3 04	113.977. 448	114.704.9 33	223.721. 054	26.408.90 2	280.977. 356
19/12/2012 16:30:00000	6.064.473.1 45	760.387. 939	114.623.3 98	114.179. 756	11.489.63 7	224.766. 098	264.484.3 14	276.921. 051
19/12/2012 16:45:00000	6.061.358.3 98	763.681. 458	114.789.8 18	11.433.9 02	11.503.21 5	227.124. 466	261.208.0 08	276.453. 125
19/12/2012 17:00:00000	594.993.45 7	730.653. 809	114.883.2 55	114.474. 594	115.112.2 51	224.621. 231	252.499.6 64	27.264.7 98
19/12/2012 17:15:00000	580.189.20 9	69.887.0 85	115.366.0 96	114.975. 006	115.620.1 63	21.699.3 24	245.232.9 71	265.807. 373
19/12/2012 17:30:00000	5.653.175.7 81	664.546. 448	115.800.2 17	115.410. 995	116.057.1 21	21.247.8 21	236.966.2 63	256.932. 159
19/12/2012 17:45:00000	5.514.952.1 48	636.886. 292	115.931.8 31	115.581. 238	116.171.4 17	207.026. 962	231.450.8 82	249.759. 094
19/12/2012 18:00:00000	5.403.868.6 52	5.955.67 2	116.253.2 81	115.878. 723	11.648.92 2	200.462. 494	226.219.2 69	245.803. 009
19/12/2012 18:15:00000	5.162.079.1 02	492.768. 585	116.844.5 28	116.365. 288	116.953.7 96	188.775. 909	217.202.1 33	23.359.7 87

19/12/2012 18:30:00000	492.076.70 9	362.091. 644	117.115.3 87	116.615. 723	117.198.7 38	175.245. 834	204.724.4 72	228.225. 815
19/12/2012 18:45:00000	5.024.369.6 29	322.792. 999	116.467.2 24	116.103. 577	116.709.3 35	180.025. 558	205.284.3 17	238.094. 757
19/12/2012 19:00:00000	5.018.797.3 63	274.666. 046	11.676.26 8	116.405. 602	117.075.1 04	182.591. 873	201.659.0 12	23.659.6 13
19/12/2012 19:15:00000	4.945.669.9 22	257.038. 971	117.187.6 53	116.906. 364	117.533.2 26	180.383. 026	195.605.4 38	23.342.8 97
19/12/2012 19:30:00000	4.874.165.0 39	225.043. 015	117.331.8 94	117.057. 976	117.717.3 46	176.767. 487	190.757.5 84	232.045. 853
19/12/2012 19:45:00000	4.770.464.3 55	194.026. 047	117.348.2 36	11.709.1 85	117.762.1 99	172.751. 907	184.968.9 94	228.810. 974
19/12/2012 20:00:00000	463.673.29 1	156.482. 407	117.517.7 54	117.307. 724	117.969.9 25	170.863. 159	176.833.4 05	221.719. 727
19/12/2012 20:15:00000	4.530.818.3 59	43.725.3 34	116.312.6 37	116.140. 419	116.845.2 15	170.470. 123	171.994.0 03	218.645. 554
19/12/2012 20:30:00000	4.467.910.6 45	20.016.1 19	116.182.5 03	116.051. 895	116.801.2 77	166.723. 434	170.424.0 72	216.635. 742
19/12/2012 20:45:00000	4.455.407.7 15	20.807.6 52	116.078.9 57	116.140. 228	116.798.7 75	16.559.4 62	171.384.6 28	215.271. 149
19/12/2012 21:00:00000	4.377.226.0 74	2.229.43 8	116.059.8 37	116.199. 135	116.789.4 13	161.714. 462	169.712.8 45	211.364. 319
19/12/2012 21:15:00000	4.361.524.9 02	1.317.07 2	116.665.6 57	116.759. 392	117.319.6 95	162.196. 579	169.844.1 77	211.328. 735
19/12/2012 21:30:00000	4.324.088.3 79	0	116.931.1 37	11.704.2 48	117.585.5 79	162.270. 248	168.820.8 92	208.396. 805
19/12/2012 21:45:00000	4.248.654.7 85	0	116.168.4 49	116.376. 602	116.838.3 71	16.057.6 95	1.666.689	2.072.99 5
19/12/2012 22:00:00000	4.201.947.2 66	0	116.358.6 96	116.553. 452	116.992.1 34	158.354. 538	164.413.5 59	205.289. 352
19/12/2012 22:15:00000	4.116.346.1 91	0	116.556.8 31	116.737. 335	117.170.8 45	155.568. 054	16.268.16 1	198.863. 327
19/12/2012 22:30:00000	4.007.880.6 15	0	116.442.9 55	116.657. 951	117.097.2 67	153.635. 239	15.853.27 3	193.081. 131
19/12/2012 22:45:00000	4.025.158.9 36	0	116.525.9 02	116.753. 586	117.170.7 38	156.316. 544	1.586.008	19.141.4 52
19/12/2012 23:00:00000	4.012.311.0 35	0	116.262.9 62	116.798. 882	11.685.96 8	156.018. 478	157.445.2 82	191.884. 979
19/12/2012 23:15:00000	3.984.292.2 36	0	116.404.2 21	117.046. 173	116.930.3 97	154.481. 277	152.819.0 92	194.088. 074
19/12/2012 23:30:00000	3.926.528.0 76	0	116.477.6 99	117.112. 427	11.697.83 1	151.763. 474	150.617.6 15	190.964. 951
19/12/2012 23:45:00000	3.806.808.8 38	0	11.677.50 7	11.738.5 75	117.307.0 98	148.244. 675	145.402.4 81	18.486.5 25

Tabla A2.7 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Garzota 4
19/12/2012.

Date/Time	kW sd del	kVAR sd del	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
19/12/2012 0:00:00000	2.817.296.8 75	1.088.05 5.176	117.048.5 31	117.574. 226	117.439.9 57	108.676.0 71	14.207.13 5	117.740. 334
19/12/2012 0:15:00000	2.730.794.9 22	1.087.78 7.354	117.349.6 32	117.810. 295	117.685.2 26	105.058.3 04	137.178.3 45	115.631. 828
19/12/2012 0:30:00000	2.645.845.2 15	1.054.23 9.258	117.009.8 88	117.511. 604	117.283.1 27	101.589.1 11	13.274.23 4	113.359. 573
19/12/2012 0:45:00000	258.094.75 1	1.043.17 4.316	11.712.23 6	117.631. 355	11.736.55 7	99.481.65 9	131.254.5 78	108.766. 174
19/12/2012 1:00:00000	2.518.219.2 38	1.033.83 2.397	117.048.1 34	117.551. 231	117.299.9 42	96.791.06 9	12.934.78 7	106.028. 122

19/12/2012 1:15:00000	2.464.887.2 07	1.013.42 3.401	117.031.4 48	117.517. 151	117.257.9 35	94.588.20 3	126.295.3 57	104.385. 643
19/12/2012 1:30:00000	2.384.685.5 47	1.003.41 5.833	117.124.3 82	117.627. 243	117.401.9 78	92.225.95 2	122.106.7 73	101.141. 449
19/12/2012 1:45:00000	2.337.553.2 23	1.002.75 4.944	117.295.3 11	117.776. 123	117.590.4 31	90.239.92 9	120.669.3 04	98.832.8 09
19/12/2012 2:00:00000	2.327.966.3 09	1.016.02 9.663	117.386.8 18	117.864. 334	117.711.6 24	90.660.90 4	11.975.69 5	98.627.5 71
19/12/2012 2:15:00000	2.256.707.2 75	1.006.21 2.219	11.760.09 9	118.067. 894	117.900.8 18	8.773.954	116.005.6 84	96.432.1 44
19/12/2012 2:30:00000	2.213.336.9 14	990.239. 868	117.585.2 43	118.051. 094	117.890.1 37	8.672.641	114.220.3 75	93.692.5 35
19/12/2012 2:45:00000	2.196.078.1 25	1.001.49 6.399	117.594.0 25	118.068. 901	117.916.9 85	85.817.11 6	113.438.2 17	9.397.53 8
19/12/2012 3:00:00000	2.177.418.4 57	1.010.21 2.402	117.722.6 94	118.179. 306	118.006.1 11	85.796.50 1	111.726.6 77	938.452
19/12/2012 3:15:00000	2.132.335.6 93	990.406. 677	117.698.6 62	118.156. 952	117.979.9 12	83.771.44 6	109.517.7 84	92.197.6 39
19/12/2012 3:30:00000	2.093.294.1 89	978.158. 386	117.786.1 25	118.240. 883	118.085.8 31	81.946.69 3	10.738.26 9	91.064.7 28
19/12/2012 3:45:00000	2.075.836.4 26	9.873.92 7	117.974.7 16	118.432. 755	118.245.0 87	81.208.56 5	106.754.5 17	90.631.5 69
19/12/2012 4:00:00000	2.056.673.0 96	989.599. 792	118.034.2 71	118.491. 798	11.829.90 8	81.755.62 3	105.282.6 66	8.946.24 1
19/12/2012 4:15:00000	2.025.646.4 84	980.553. 467	118.122.4 44	118.551. 247	118.358.6 88	81.403.78 6	103.809.8 45	87.329.9 41
19/12/2012 4:30:00000	2.006.172.2 41	979.039. 734	118.151.1 61	118.605. 286	118.410.8 51	80.251.60 2	103.062.5 84	86.956.2 07
19/12/2012 4:45:00000	1.991.794.6 78	982.416. 443	118.188.2 78	118.647. 141	118.441.3 38	80.826.52 3	101.458.5 49	86.544.5 56
19/12/2012 5:00:00000	1.968.807.6 17	962.191. 467	118.207.8 48	118.659. 424	118.467.6 51	78.404.77 8	101.806.1 83	85.065.5 52
19/12/2012 5:15:00000	1.972.339.3 55	96.143.3 96	118.188.0 65	118.644. 516	118.465.6 14	77.943.61 9	101.779.0 22	85.947.0 75
19/12/2012 5:30:00000	198.597.16 8	961.749. 939	118.172.2 95	1.186.03 5	118.403.4 27	79.206.97 8	101.297.9 35	86.764.1 68
19/12/2012 5:45:00000	1.964.248.2 91	932.090. 942	118.059.9 06	118.498. 497	118.316.3 45	78.578.80 4	100.459.3 66	84.612.3 35
19/12/2012 6:00:00000	1.980.658.4 47	917.861. 572	117.919.6 01	118.400. 818	118.193.1 46	7.814.489	100.919.9 37	85.953.0 64
19/12/2012 6:15:00000	1.985.143.4 33	92.147.5 22	117.927.8 64	118.458. 534	118.216.1 48	76.897.05 7	100.703.8 27	8.803.96 5
19/12/2012 6:30:00000	1.910.946.6 55	894.778. 931	118.078.3 39	118.579. 674	118.376.2 82	72.029.59 4	99.208.18 3	8.466.27 2
19/12/2012 6:45:00000	1.903.346.1 91	903.301. 453	118.140.2 36	118.641. 899	118.438.6 14	72.216.56 8	98.175.20 9	84.948.9 29
19/12/2012 7:00:00000	1.865.495.2 39	904.937. 073	118.064.9 19	118.564. 018	118.377.1 51	71.676.46 8	96.425.23 2	83.376.8 77
19/12/2012 7:15:00000	1.909.794.0 67	924.335. 754	117.842.0 03	118.298. 965	118.197.8 91	73.276.72 6	9.911.763	85.287.7 58
19/12/2012 7:30:00000	1.977.411.0 11	932.738. 342	1.176.446	11.808.4 32	118.039.9 32	77.306.19 8	101.146.1 33	8.741.00 8
19/12/2012 7:45:00000	2.060.100.0 98	958.078. 552	117.209.1 22	117.687. 668	117.624.6 41	82.829.50 6	104.081.9 02	90.232.9 41
19/12/2012 8:00:00000	2.205.130.3 71	1.023.11 8.469	117.206.1 46	117.709. 068	117.657.0 74	8.999.041	108.750.8 93	97.635.7 96
19/12/2012 8:15:00000	2.278.885.4 98	1.017.78 9.307	116.616.8 59	117.100. 311	117.056.0 84	92.603.31 7	111.996.5 82	101.147. 308
19/12/2012 8:30:00000	2.459.871.3 38	1.077.66 1.987	115.965.7 97	116.490. 334	116.368.9 04	103.868.6 14	115.472.0 08	111.333. 916
19/12/2012 8:45:00000	2.651.695.5 57	1.139.42 2.119	115.290.7 49	115.794. 456	115.737.6 33	117.232.3 68	121.419.8 99	118.679. 459
19/12/2012 9:00:00000	2.815.335.9 38	658.717. 041	115.343.4 45	115.526. 611	115.879.2 27	116.209.4 12	128.100.9 22	118.518. 776

19/12/2012 9:15:00000	2.863.533.6 91	571.633. 972	115.261.0 09	115.389. 946	115.721.8 25	115.874.8 93	130.762.8 63	119.919. 907
19/12/2012 9:30:00000	2.980.458.4 96	588.961. 487	11.472.45 1	114.789. 124	115.167.2 59	120.337.1 58	138.309.2 96	123.880. 501
19/12/2012 9:45:00000	3.103.669.9 22	601.250. 671	114.136.4 82	11.417.8 07	114.548.4 62	124.479.7 74	145.336.4 87	129.824. 066
19/12/2012 10:00:00000	3.225.830.8 11	634.715. 271	113.569.8 17	113.560. 394	114.042.5 42	132.427.3 99	149.343.0 79	135.239. 349
19/12/2012 10:15:00000	3.289.522.9 49	666.729. 675	113.706.2 23	113.628. 067	114.137.1 46	135.257.8 13	15.044.69 6	139.449. 371
19/12/2012 10:30:00000	3.350.523.6 82	703.647. 278	114.191.3 68	114.025. 879	11.464.59 2	135.848.8 16	154.314.0 26	141.687. 546
19/12/2012 10:45:00000	3.362.291.5 04	717.109. 558	114.374.6 95	114.255. 676	114.868.4 23	136.912.8 27	157.312.8 36	138.752. 441
19/12/2012 11:00:00000	439.703.12 5	1.019.82 8.979	114.213.2 42	114.071. 281	114.591.8 05	177.289.3 98	197.041.9 77	193.272. 552
19/12/2012 11:15:00000	5.739.098.1 45	1.406.41 9.556	113.664.6 65	113.566. 551	114.108.8 49	23.321.25 7	249.014.6 94	261.695. 526
19/12/2012 11:30:00000	50.626.886	94.460.6 63	113.330.5 59	113.250. 069	113.770.0 12	21.184.07 1	21.636.76 1	22.520.0 44
19/12/2012 11:45:00000	1.749.856.2 01	313.110. 168	113.381.9 96	113.323. 608	113.820.1 45	74.324.00 5	7.873.703	7.273.11 1
19/12/2012 12:00:00000	3.659.127.1 97	761.377. 808	113.467.4 76	113.365. 166	113.896.2 17	154.188.5 83	166.041.5 04	153.700. 592
19/12/2012 12:15:00000	3.663.626.7 09	766.759. 521	113.802.1 16	113.634. 834	11.415.28 4	151.941.9 25	167.459.7 78	15.409.1 08
19/12/2012 12:30:00000	3.757.216.3 09	77.950.2 93	113.346.5 58	113.204. 185	113.739.0 21	156.046.1 43	173.760.7 27	157.120. 453
19/12/2012 12:45:00000	3.760.044.6 78	756.905. 212	113.278.7 93	113.109. 337	113.609.5 81	155.951.6 14	172.572.7 08	158.408. 157
19/12/2012 13:00:00000	3.853.794.1 89	766.724. 304	113.077.0 95	112.913. 254	113.443.9 77	158.779.6 94	177.022.9 34	16.365.0 36
19/12/2012 13:15:00000	3.884.911.3 77	759.805. 298	112.919.5 71	11.276.9 18	113.288.4 52	160.857.1 93	176.887.8 94	165.989. 899
19/12/2012 13:30:00000	3.927.923.5 84	809.035. 095	113.678.2 91	11.353.4 76	114.067.8 41	160.049.1 64	180.441.0 25	166.447. 754
19/12/2012 13:45:00000	3.969.387.6 95	805.416. 931	1.137.229	113.631. 348	114.153.1 52	160.532.8 06	183.055.0 38	168.044. 785
19/12/2012 14:00:00000	4.068.362.3 05	821.196. 594	11.359.94 8	113.495. 003	114.000.9 99	164.343.6 43	18.708.31 6	173.303. 879
19/12/2012 14:15:00000	4.093.500.2 44	813.016. 846	113.360.0 85	113.276. 443	113.754.3 26	164.050.5 37	192.032.3 64	172.656. 097
19/12/2012 14:30:00000	4.137.996.5 82	803.522. 644	113.062.2 02	11.288.0 76	113.458.8 39	167.176.2 08	194.730.9 88	173.656. 342
19/12/2012 14:45:00000	4.211.452.6 37	813.653. 076	112.966.7 51	11.262.3 55	113.324.9 51	17.125.20 9	200.492.4 77	173.869. 568
19/12/2012 15:00:00000	4.290.095.2 15	880.272. 278	113.834.8 62	11.354.2 58	11.415.69 9	174.631.0 27	20.464.32 5	173.386. 307
19/12/2012 15:15:00000	4.300.993.1 64	887.186. 401	114.078.8 19	113.754. 051	11.439.40 2	175.236.6 18	203.125.0 92	174.674. 271
19/12/2012 15:30:00000	4.306.951.1 72	888.111. 511	113.959.8 77	113.605. 476	114.257.3 32	174.315.7 04	204.370.4 68	175.828. 552
19/12/2012 15:45:00000	4.275.467.2 85	888.806. 519	114.096.2 91	113.784. 096	114.471.1 69	175.369.2 32	201.982.2 69	172.477. 402
19/12/2012 16:00:00000	4.289.904.7 85	891.243. 958	114.135.3 99	113.809. 296	11.449.14 7	175.098.1 14	202.678.3 29	173.767. 471
19/12/2012 16:15:00000	4.215.344.2 38	894.447. 876	114.372.0 25	114.006. 279	11.467.83 6	17.064.03 2	19.766.95 1	173.279. 846
19/12/2012 16:30:00000	4.172.037.5 98	886.944. 946	11.456.97 1	114.187. 874	114.843.0 71	166.591.8 12	194.528.3 81	174.263. 977
19/12/2012 16:45:00000	4.127.030.7 62	892.502. 563	114.731.6 74	11.434.3 43	114.965.4 24	165.128.2 81	191.996.2 46	172.260. 834
19/12/2012 17:00:00000	4.003.758.3 01	85.009.6 68	114.866.2 49	114.526. 207	1.150.914	159.695.9 69	185.571.4 11	167.510. 666

19/12/2012 17:15:00000	3.953.212.1 58	859.004. 211	115.343.8 87	115.020. 058	115.611.8 47	157.843.5 82	183.496.8 26	163.366. 592
19/12/2012 17:30:00000	3.868.093.2 62	859.669. 983	115.761.4 21	115.432. 549	116.010.8 34	152.552.6 43	180.072.0 21	160.322. 021
19/12/2012 17:45:00000	3.802.274.4 14	846.090. 515	11.590.45 1	115.621. 109	116.150.1 24	148.092.4 68	176.330.5 21	159.734. 604
19/12/2012 18:00:00000	3.734.780.2 73	831.401. 917	116.225.7 23	115.906. 487	116.447.2 27	14.419.84 1	174.541.4 12	15.559.4 04
19/12/2012 18:15:00000	3.582.898.6 82	800.198. 975	116.864.3 65	116.426. 666	116.957.7 33	135.851.6 39	168.738.0 68	148.807. 175
19/12/2012 18:30:00000	3.572.935.7 91	794.785. 217	116.970.9 55	116.560. 272	117.080.5 66	135.707.0 01	167.479.3 85	148.518. 753
19/12/2012 18:45:00000	3.721.390.3 81	796.312. 073	116.381.3 55	116.077. 774	116.628.6 16	138.504.8 52	177.966.6 44	154.861. 252
19/12/2012 19:00:00000	3.758.709.2 29	783.927. 917	116.746.3 53	116.455. 139	117.060.1 96	138.104.2 48	18.228.09 6	153.429. 092
19/12/2012 19:15:00000	3.731.913.5 74	769.446. 899	117.154.4 88	116.952. 621	11.751.60 6	136.907.7 61	180.443.9 54	151.197. 174
19/12/2012 19:30:00000	3.716.540.2 83	771.187. 683	117.259.6 28	117.046. 249	117.653.9 31	133.606.0 03	182.176.3 61	150.824. 356
19/12/2012 19:45:00000	3.683.440.9 18	743.837. 219	117.320.1 14	117.121. 971	117.734.1 23	131.767.3 34	18.046.93 6	149.714. 081
19/12/2012 20:00:00000	3.677.620.1 17	735.427. 429	117.276.5 88	117.144. 226	117.745.3 77	131.763.6 87	180.611.8 47	148.713. 593
19/12/2012 20:15:00000	3.592.252.1 97	654.683. 105	116.233.5 05	116.125. 397	116.776.6 72	127.969.3 76	177.170.0 59	147.633. 408
19/12/2012 20:30:00000	3.544.060.3 03	647.769. 165	11.613.41 4	116.065. 865	116.758.1 48	126.470.8 18	176.447.5 71	144.051. 926
19/12/2012 20:45:00000	3.500.485.1 07	629.231. 018	115.980.0 64	116.128. 044	116.706.8 48	124.900.3 98	174.256.5 16	142.332. 153
19/12/2012 21:00:00000	345.169.75 1	615.252. 563	116.005.5 69	116.203. 926	116.732.5 97	123.183.8 84	171.281.1 13	140.560. 135
19/12/2012 21:15:00000	3.440.469.9 71	631.786. 804	116.686.7 98	116.843. 384	117.340.4 69	120.644.9 13	170.511.6 42	140.734. 451
19/12/2012 21:30:00000	3.394.333.0 08	610.441. 895	116.880.8 44	117.054. 855	117.540.4 51	118.624.3 06	166.565.5 52	140.038. 406
19/12/2012 21:45:00000	3.338.973.1 45	540.211. 487	115.993.0 27	116.266. 449	116.666.2 67	117.551.0 18	163.367.9 96	13.944.9 31
19/12/2012 22:00:00000	3.328.165.5 27	547.216. 125	116.334.9 84	11.658.5 22	116.960.6 48	117.175.4 68	163.493.6 98	137.309. 753
19/12/2012 22:15:00000	3.324.995.6 05	544.421. 387	116.482.9 33	116.729. 897	117.103.0 04	117.052.9 71	163.145.8 13	136.813. 934
19/12/2012 22:30:00000	3.226.718.0 18	509.937. 592	116.384.9 79	116.653. 061	117.044.7 46	114.280.4 87	160.288.7 12	1.304.10 4
19/12/2012 22:45:00000	3.163.395.9 96	503.263. 092	116.477.5 85	11.676.9 92	117.126.7 24	112.654.0 22	159.131.5 61	12.514.0 77
19/12/2012 23:00:00000	3.103.492.6 76	1.023.18 6.035	116.150.6 58	116.795. 692	116.737.5 87	116.097.6 56	156.362.7 62	130.501. 144
19/12/2012 23:15:00000	3.043.893.0 66	1.101.94 9.707	116.376.4 04	11.707.6 66	116.904.5 87	114.931.6 86	152.824.2 49	129.239. 365
19/12/2012 23:30:00000	3.008.035.6 45	1.105.69 7.876	116.444.6 79	117.133. 568	116.943.4 36	113.033.7 83	150.940.8 11	128.790. 756
19/12/2012 23:45:00000	2.940.136.7 19	1.098.02 4.536	116.739.2 35	117.400. 009	117.279.6 55	111.138.6 95	147.809.2 96	124.697. 403

Tabla A2.8 Historial Carga (máxima demanda) – Alimentadora Agustín Freire
19/12/2012.

ANEXO 3

Estudio de Cortocircuito.

Para el estudio de cortocircuito realizado en el capítulo 3 se simularon los cuatro tipos de falla usando la herramienta computacional Power World Simulator en las barras de 69KV y 13.8KV. Las simulaciones se muestran a continuación:

Anexo 2.a.

Falla trifásica

Falla trifásica aplicada en la barra de 69KV

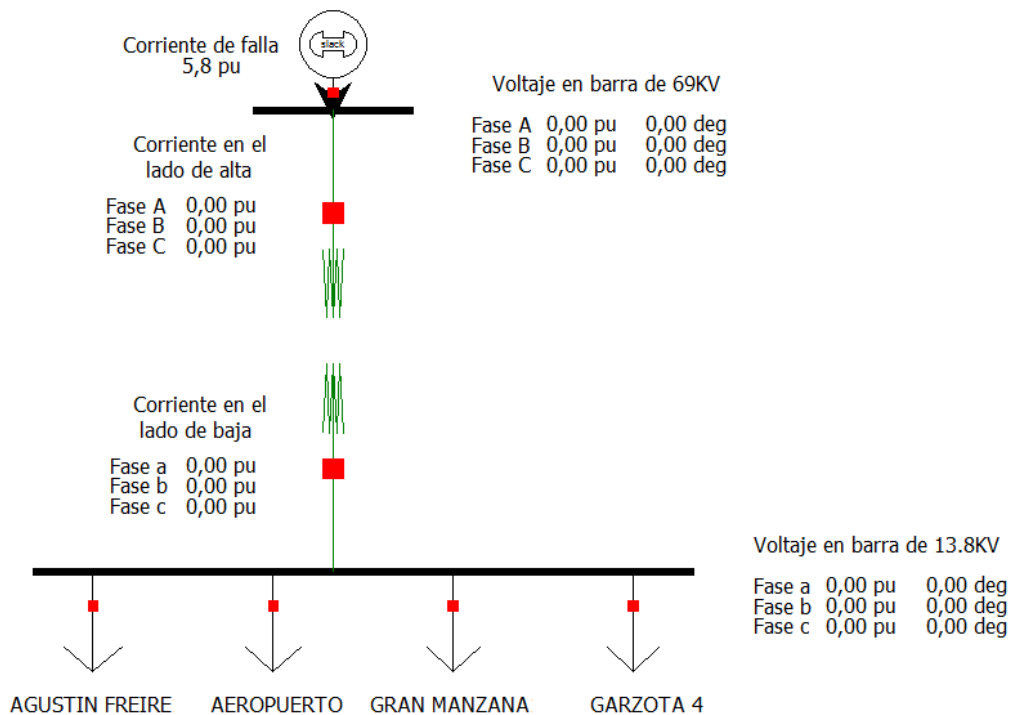


Tabla A3.1 Falla trifásica aplicada en la barra de 69KV

Falla trifásica aplicada en la barra de 13.8 KV

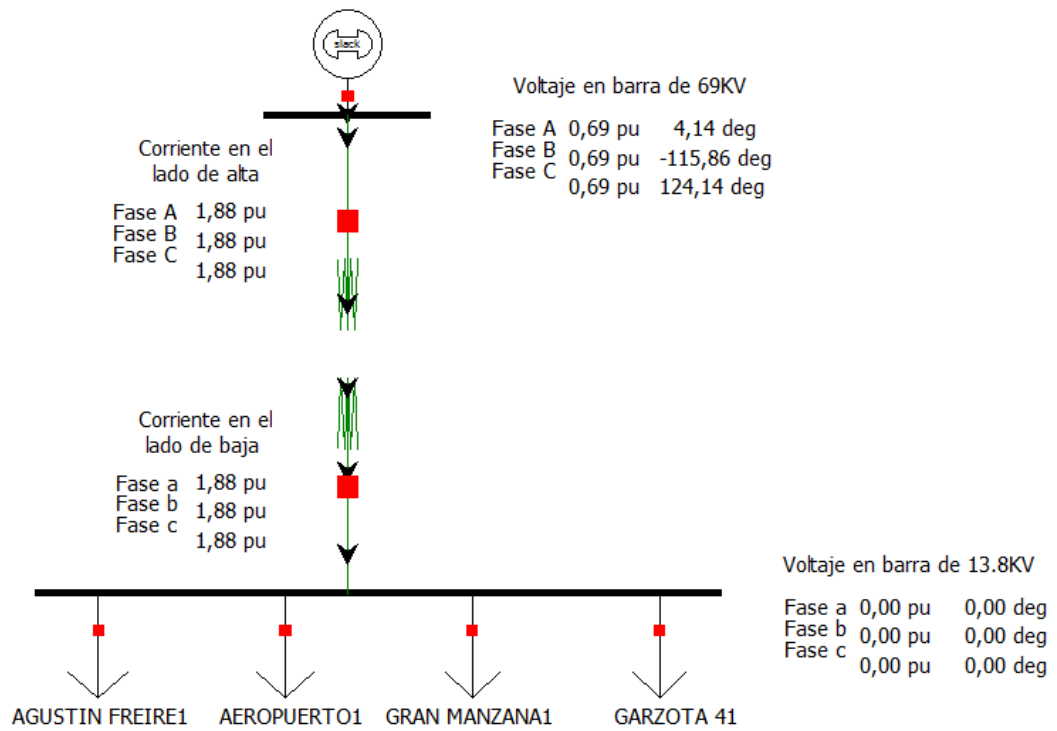


Tabla A3.2 Falla trifásica aplicada en la barra de 13.8KV

Anexo 2.b.

Falla de una línea a tierra

Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 69KV

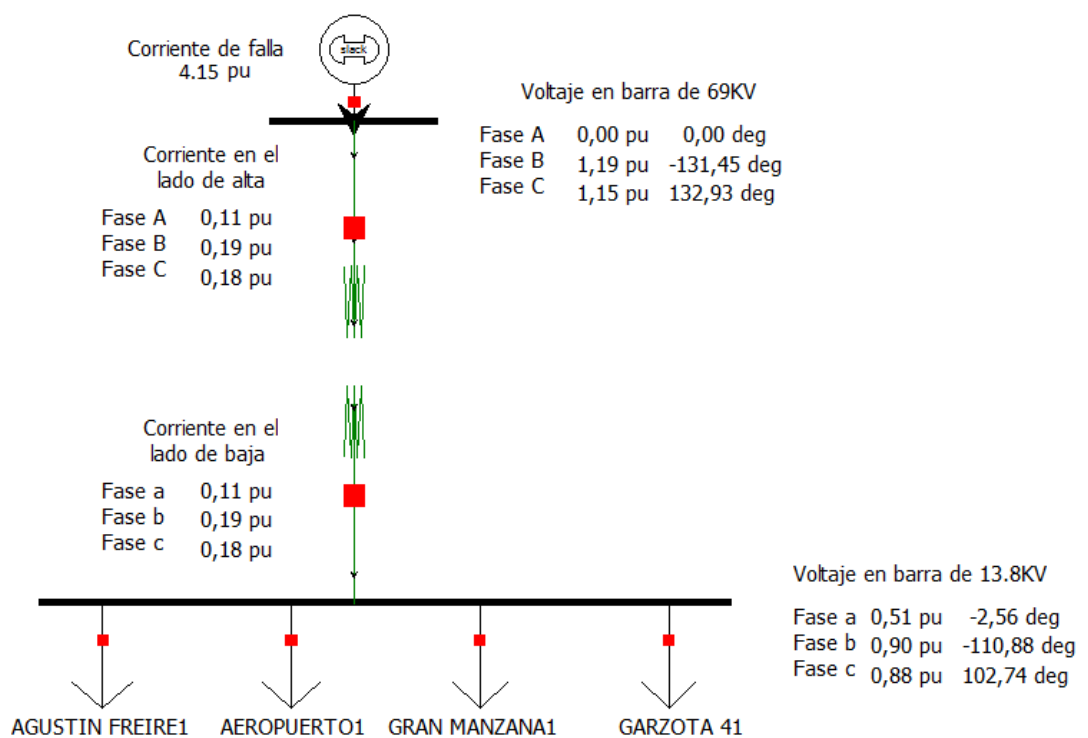


Tabla A3.3 Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 69KV

Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 13.8KV

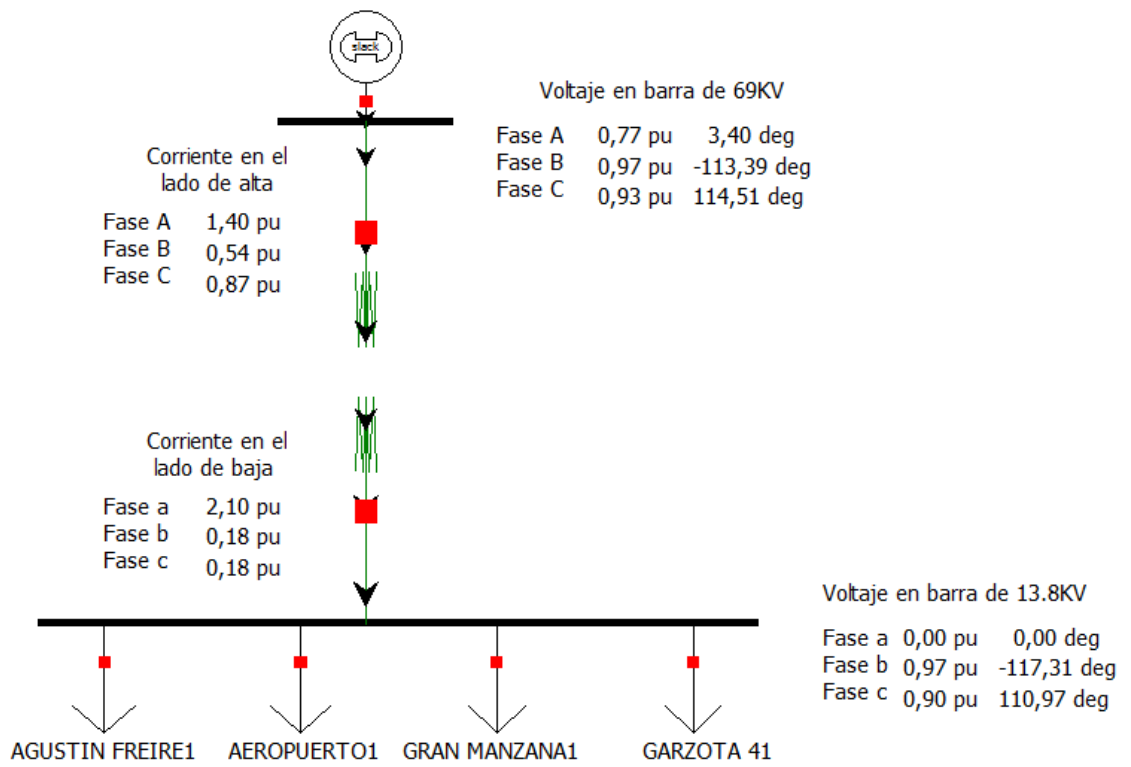


Tabla A3.4 Falla de una línea a tierra aplicada en la barra de 13.8KV

Anexo 2.c.

Falla de línea a línea.

Falla de línea a línea aplicada a la barra de 69KV

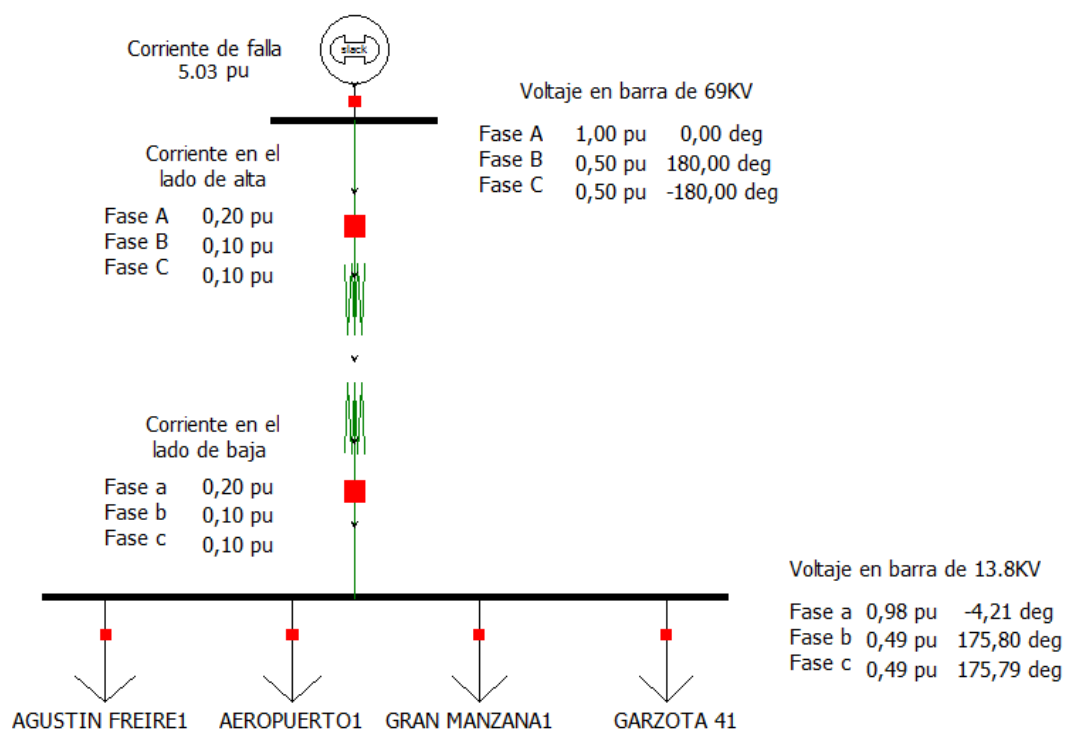


Tabla A3.5 Falla de línea a línea aplicada a la barra de 69KV

Falla de línea a línea aplicada a la barra de 13.8KV

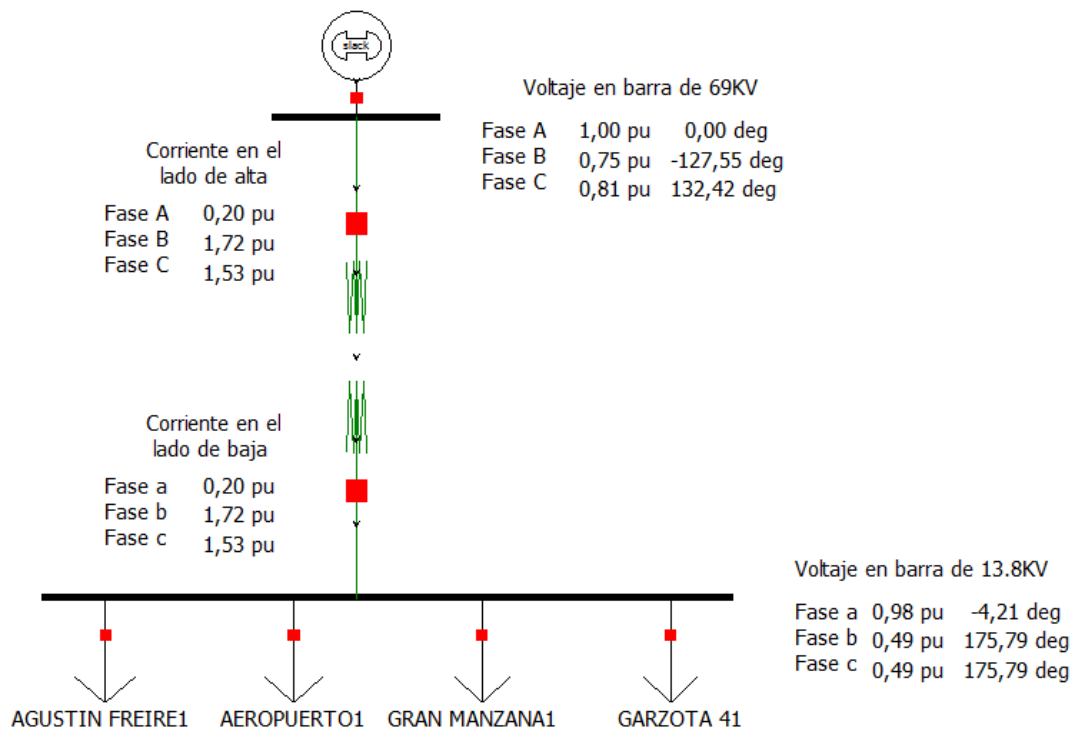


Tabla A3.6 Falla de línea a línea aplicada a la barra de 13.8KV

Anexo 2.d.

Falla de línea a línea a tierra.

Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 69KV

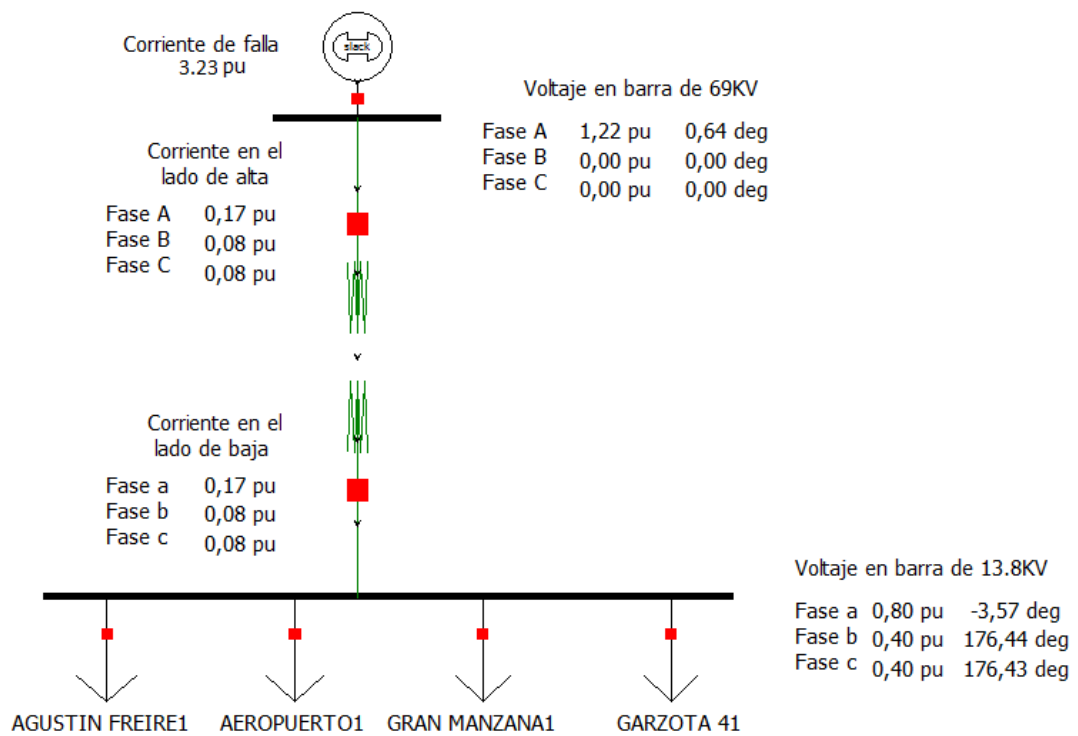


Tabla A3.7 Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 69KV

Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 13.8KV

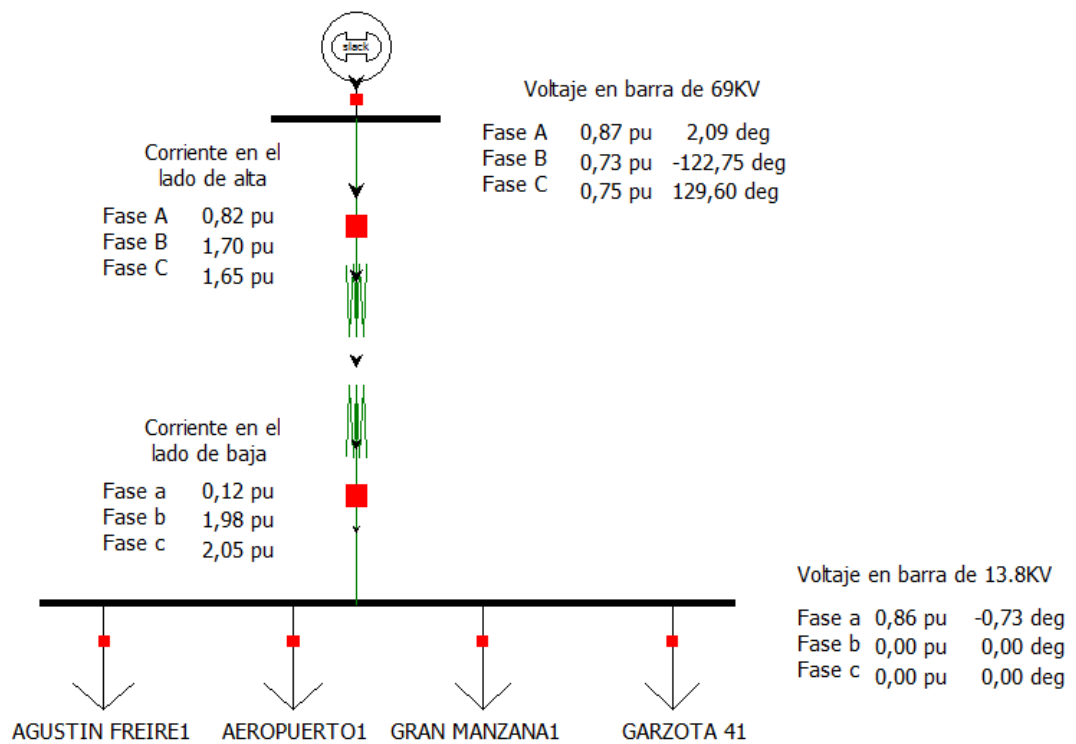


Tabla A3.8 Falla de línea a línea a tierra aplicada a la barra de 13.8KV

ANEXO 4

Curvas del reconector Cooper forma 6 para el reconector VWE.

De las curvas utilizadas por el reconector, algunas de ellas utilizan la siguiente fórmula para hallar el tiempo de coordinación. El resto de curvas que no tienen coeficiente, son guardadas en el controlador del reconector punto a punto. La reconexión de todas estas curvas es instantánea.

$$\text{Disparo} = \left(\frac{A}{M^{P-1}} + B \right) \text{TD} \quad (\text{A4.1})$$

NOMBRE	CURVA	A	B	C	P
C	133	876.047	0.029977	0.380004	180.788
K-Phase	162	119.847	-0.000324	0.688477	201.174
P	115	Punto por punto			

Tabla A4.1 Constantes de las características de las curvas del reconector.

Figure 49. Recloser Curve P (115)

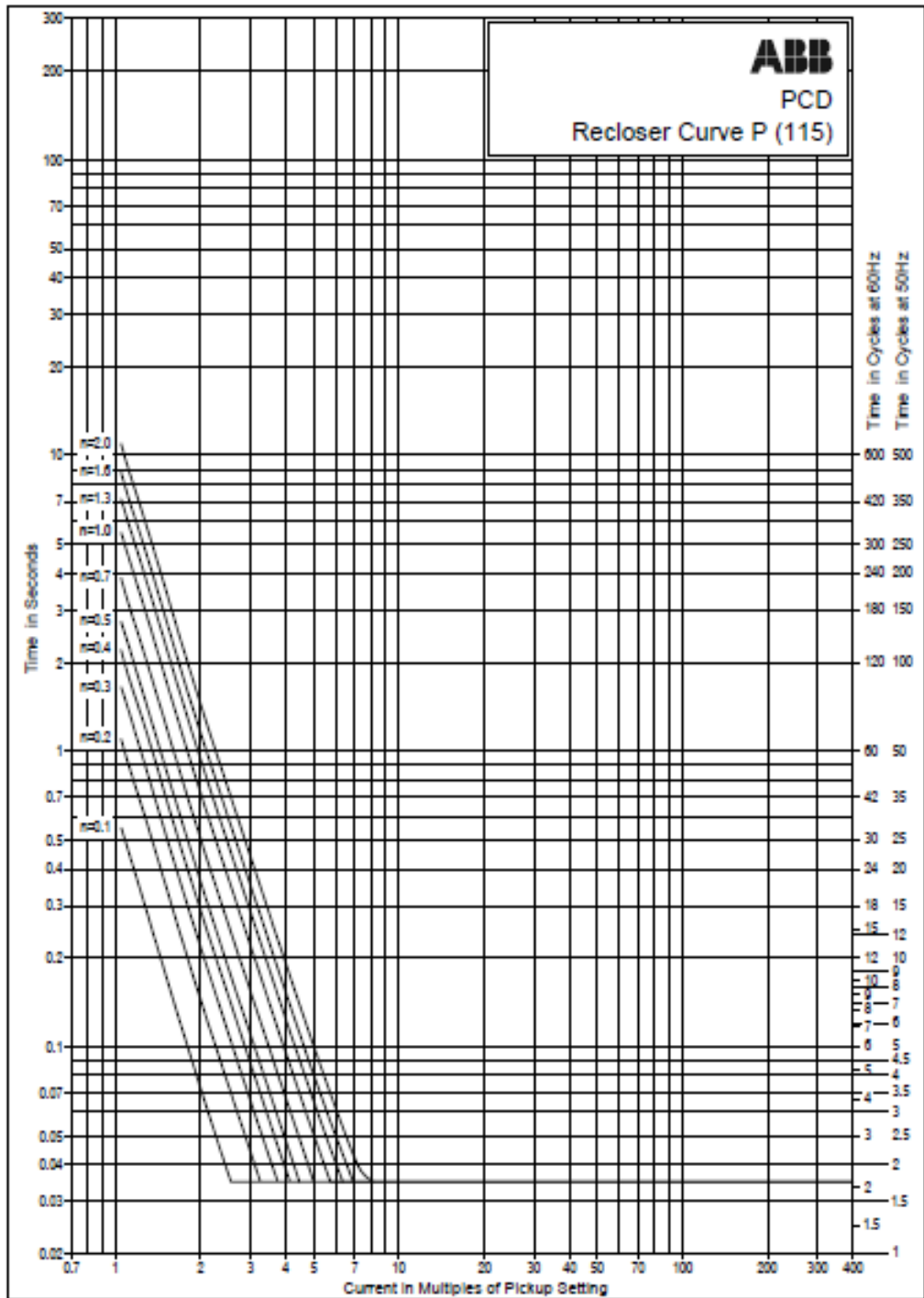


Figura A4.1 Curva P del Reconectador (115).

Figure 45. Recloser Curve K-Phase (162)

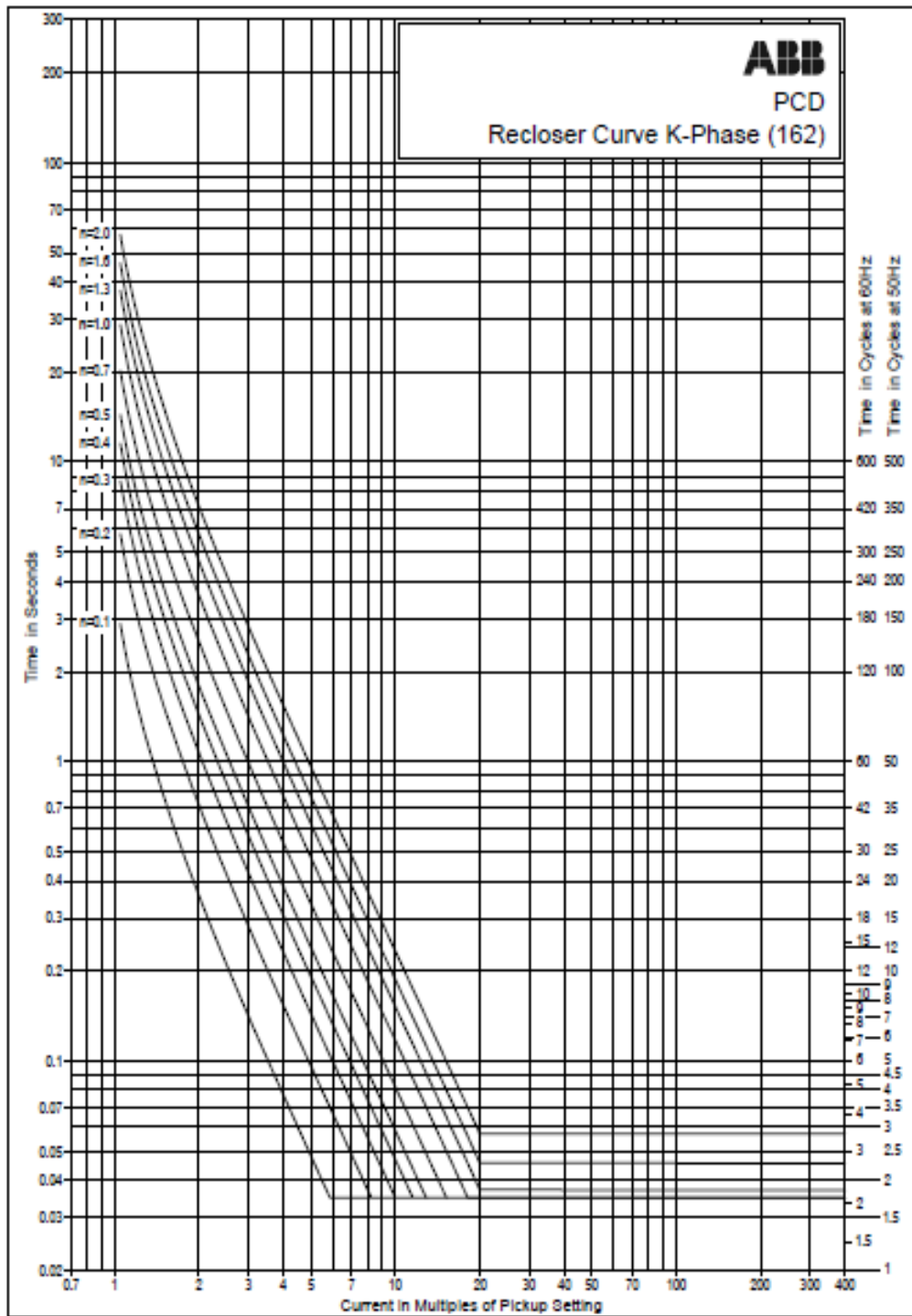


Figura A4.2 Curva K-Phase del Reconectador (162).

Figure 37. Recloser Curve C (133)

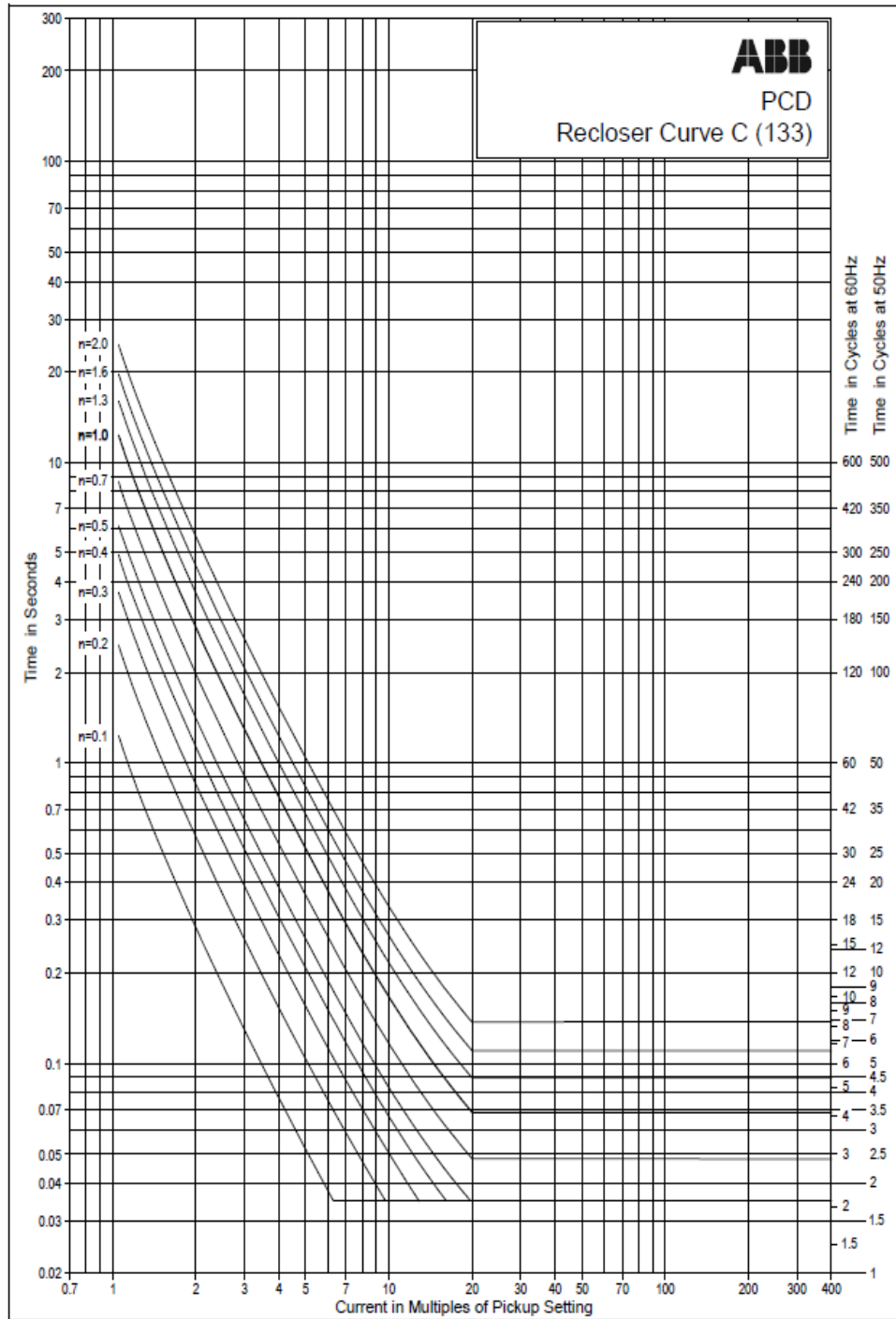


Figura A4.3 Curva C del Reconectador (133).

ANEXO 5

Factor multiplicador para capacidad de interrupción IEEE Std C37.13-1989.

Factor de potencia del sistema %	Razón X/R del sistema	multiplicador para la corriente de cortocircuito ca	
		Disyuntores sin fusibles	Disyuntores con fusibles
20	4.90	1.00	1.00
15	6.60	1.00	1.07
12	8.27	1.04	1.12
10	9.85	1.07	1.15
8.5	11.72	1.09	1.18
7	14.25	1.11	1.21
5	20.00	1.14	1.26

Tabla A5.1 Factor multiplicador para capacidad de interrupción.

ANEXO 6

Determinación de la curva de daño del transformador

En este anexo se muestra la curva de daño del transformador utilizada para el transformador de la S/E Garzota, la cuales son descritas en la norma IEEE Std C57.12.00-2000 (Requisitos de normas generales para transformadores de distribución sumergidos en líquido, Poder y Regulación).

Los dispositivos de protección, tales como relés y fusibles, tienen características de funcionamiento bien definidas que relacionan las magnitudes de corriente de falla con su tiempo de operación.

Se desea que las curvas características de estos dispositivos estén coordinadas con las curvas de los transformadores (ver IEEE Std C57.109-1993, [10]) que reflejen su capacidad de resistencia durante una falla. Tales curvas para la Categoría I, II, III, IV y transformadores (se describen en la norma IEEE C57.12.00-2000), son presentadas en este anexo como curvas de protección contra fallas. Estas curvas se aplican a los transformadores diseñados de acuerdo a las normas IEEE Std. C57.12.00-2000. Las curvas de protección de fallas, presentadas en este anexo, toman en consideración que el daño del transformador es acumulativo, y que el número de fallas a las cuales un transformador puede estar expuesto es diferente para cada una de las diferentes aplicaciones. Por ejemplo, los transformadores con conductores en el lado secundario encerrados en un conducto o aislado de alguna otra manera, que normalmente se encuentran en sistemas de potencia industrial, comercial e institucional, experimentan

una baja frecuencia de fallas. En contraste, los transformadores con líneas aéreas conectadas a los devanados secundarios, como los que encontramos en las subestaciones de distribución, tienen una alta incidencia relativa de fallas, y el uso de reconectores o interruptores de re-cierre automático pueden someter al transformador a repetidas sobrecorrientes debido a la falla.

En el uso de curvas de protección, para seleccionar las características tiempo-corriente de los dispositivos de protección, un ingeniero de protección debe tomar en cuenta no solo el nivel inherente de la incidencia de fallas pero también la ubicación de cada dispositivo de protección y su rol en la protección del transformador. El equipo de protección de la alimentadora del lado secundario es la primera línea de defensa contra fallas experimentadas por los transformadores de potencia y su característica de tiempo-corriente debe ser seleccionada por referencia a la curva de protección de fallas frecuentes. Más específicamente, las características de tiempo-corriente de los dispositivos de protección de las alimentadoras deben estar por debajo y a la izquierda de la curva de protección apropiada de falla frecuente. El principal dispositivo de protección del lado secundario (si se aplica) y el dispositivo de protección del lado primario típicamente operan para proteger las fallas pasantes en el raro evento de una falla entre el transformador y el dispositivo de protección del alimentadora, o en el raro caso de que un dispositivo de protección del alimentadora falle al operar u opere muy lentamente debido a un incorrecto ajuste (alto) o setting. Las características tiempo-corriente de estos dispositivos deben ser seleccionados para alcanzar la coordinación en referencia a la curva de protección de fallas frecuentes. Además, estas características de tiempo-corriente deben ser seleccionadas para lograr la coordinación deseada entre varios dispositivos de protección.

Para transformadores de Categoría III (1668 KVA a 10000 KVA monofásico, 5001 KVA a 30000 KVA trifásico) se aplican 2 curvas de protección para fallas pasantes. Ver Figura A6.1.

a) La curva de la izquierda refleja las consideraciones de daño térmico y mecánico y puede ser usada para seleccionar las características de tiempo–corriente de los dispositivos de protección del Alimentadora para aplicaciones de fallas frecuentes (por ejemplo, fallas que ocurren más de 5 veces durante la vida útil del transformador). Hay diferentes curvas para diferentes impedancias de transformadores. Las curvas se derivan de considerar que las corrientes de falla son del 50 al 100 % de la máxima corriente de falla posible y se refleja como $I^2t = K$; K es 2 para el peor caso de servicio mecánico.

b) La curva de la derecha refleja las consideraciones de daño térmico y puede ser usada para seleccionar las características de tiempo-corriente del dispositivo de protección de alimentadoras para aplicaciones de fallas infrecuentes. Esta curva puede también ser usada para seleccionar el principal dispositivo de protección del lado secundario (si se aplica) y las características de tiempo-corriente del principal dispositivo de protección del lado primario para todas las aplicaciones con excepción del nivel anticipado de la incidencia de falla.

La delineación de las aplicaciones de fallas frecuentes versus fallas infrecuentes para transformadores de Categoría II y III pueden estar relacionados a la zona o ubicación de la falla como se muestra en la Figura A5.2. Por conveniencia, las curvas de protección de fallas para transformadores de Categoría I, II, III, IV se resumen en la Tabla A5.1.

Un asunto de coordinación cuando los transformadores delta-estrella son protegidos también está considerado aquí. (El devanado primario está conectado en delta y el devanado secundario está conectado en estrella.) Asuma que la relación de transformación es 1:1. En el lado secundario, la corriente en cada devanado por fase es la misma que la corriente de la línea. Cuando una falla trifásica ocurre, las corrientes de línea del lado primario son 1.73 veces las corrientes de los devanados primarios.

Cuando sucede una falla de línea a tierra en el lado secundario del transformador, las corrientes de línea en el lado primario son 57.7% de la corriente de línea en el lado primario. Las características de operación del fusible del lado primario o relé deberán ser cambiados a la derecha en los gráficos de coordinación.

Cuando ocurre una falla bifásica en el lado secundario del transformador, la corriente en las fases falladas es 86.6% de la corriente trifásica en el lado secundario. Sin embargo, en el lado primario, la corriente será 100% de la corriente de falla trifásica y el 50% de la corriente de falla trifásica en las otras dos fases. Las curvas aplicables para el lado primario deben estar desplazadas hacia la izquierda en los gráficos de coordinación de falla bifásica.

Los pasos para la coordinación son los siguientes:

- a) Seleccione la categoría de los datos de placa mínimos del devanado principal (75000 KVA es Categoría IV).
- b) Seleccione la impedancia que utiliza para graficar las curvas de la Categoría IV (Z para 132/13.2 KV= 7.94% a 30000 KVA).

- c) Calcular la “constante K”.

$$K = \left[I^2 t = \left(\frac{100}{7.94} \right)^2 * 2 \right] \quad (A5.1)$$

$$K = 317,24 \quad \text{en } 2s.$$

- d) Tiempos de la corriente base normal a $2 s \gg 12.59$.
- e) El punto del 50% es

$$t = \left[\frac{317.24}{(12.59/2)^2} \right] = 8s \quad (A5.2)$$

La coordinación de los relés de sobrecorriente para este ejemplo está mostrada en la Figura A5.3.

Categoría	Monofásico (KVA)	Trifásico (KVA)	Curva de protección
I	5 – 500	15 - 500	Figura A.1
II	501 - 1667	501 - 5000	Figura A.2
III	1668 - 10000	5001 - 30000	Figura A4.1
IV	≥ 30000	≥ 30000	Figura A.4

Tabla A5.1 Resumen de curvas de protección contra fallas; mínimo KVA de los datos de placa del devanado principal.

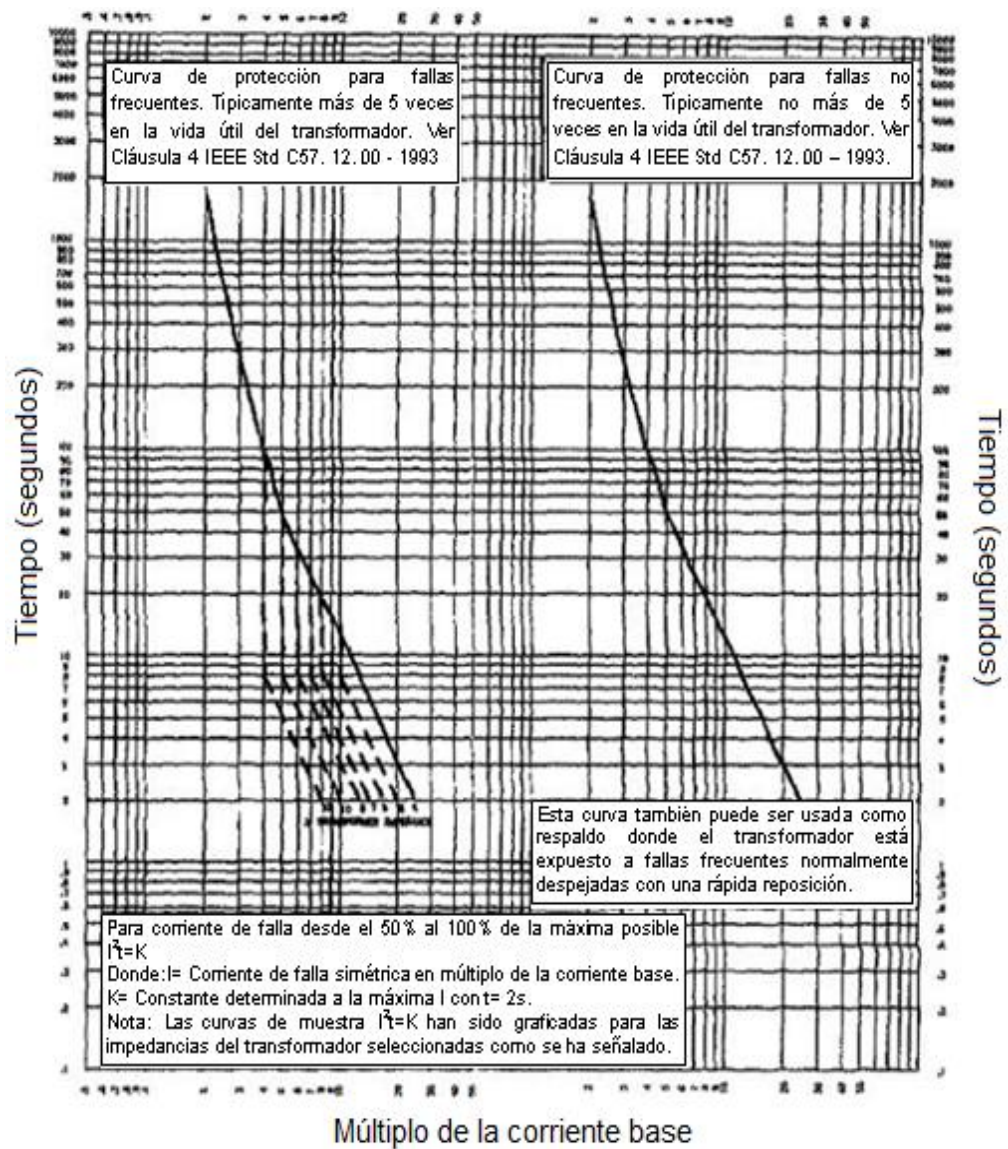


Figura A5.1 Transformadores de Categoría III: 1668 KVA a 10000 KVA monofásico;
5001 KVA a 30000 KVA trifásico.

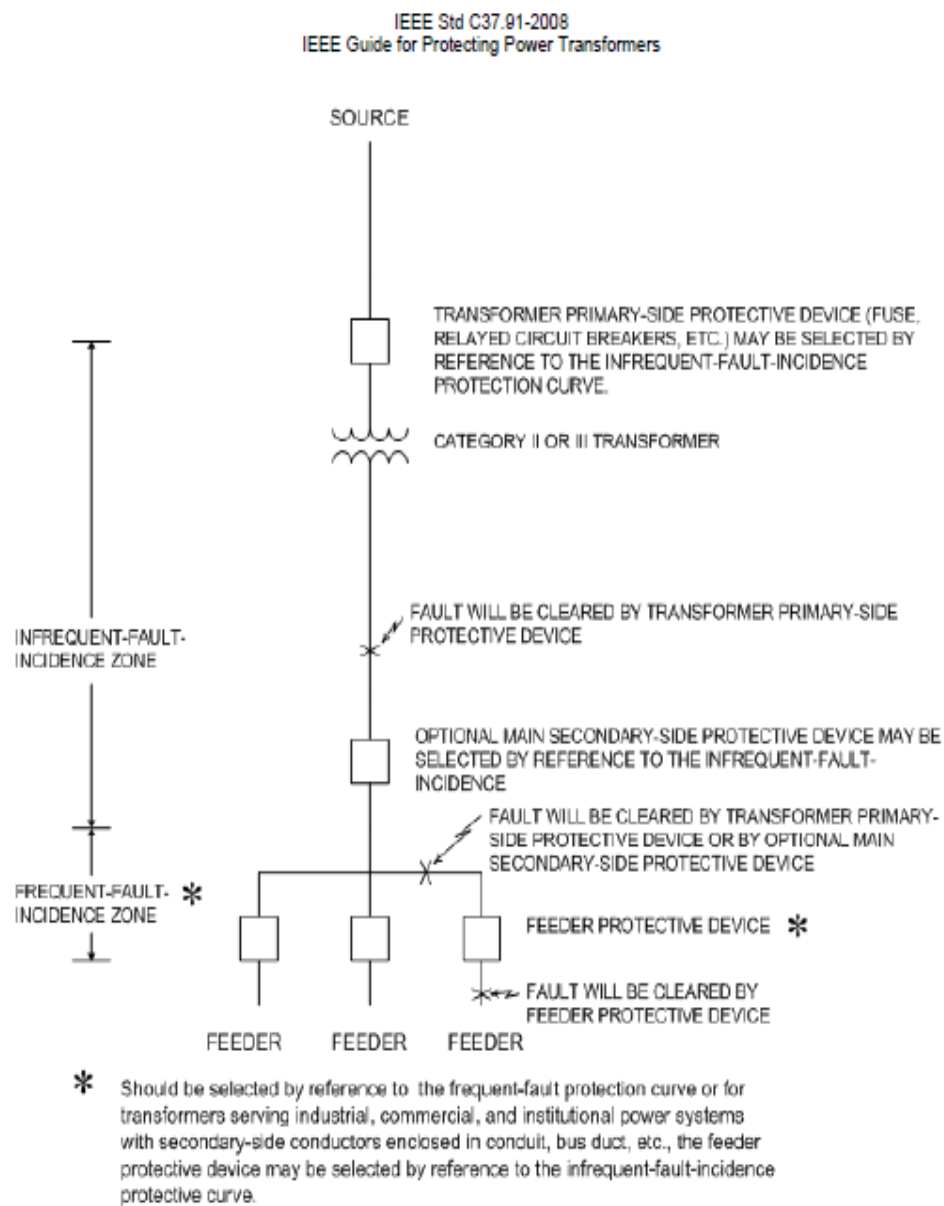


Figura A5.2 Zonas de incidencia de fallas infrecuentes y frecuentes para transformadores de Categoría II y Categoría III.

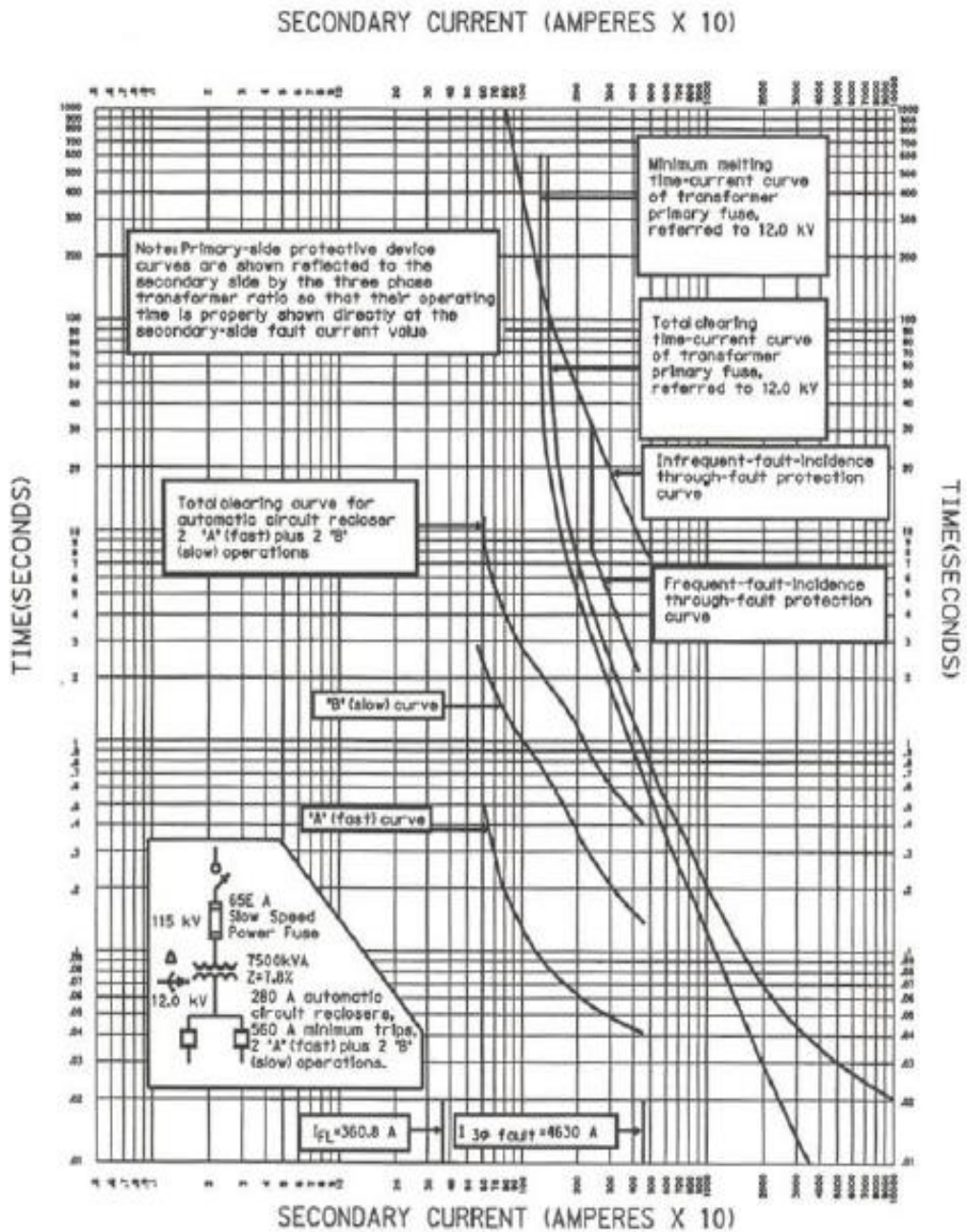


Figura A5.3 Protección de un transformador de Categoría III con líneas secundarias aéreas, para una falla trifásica en el lado secundario.

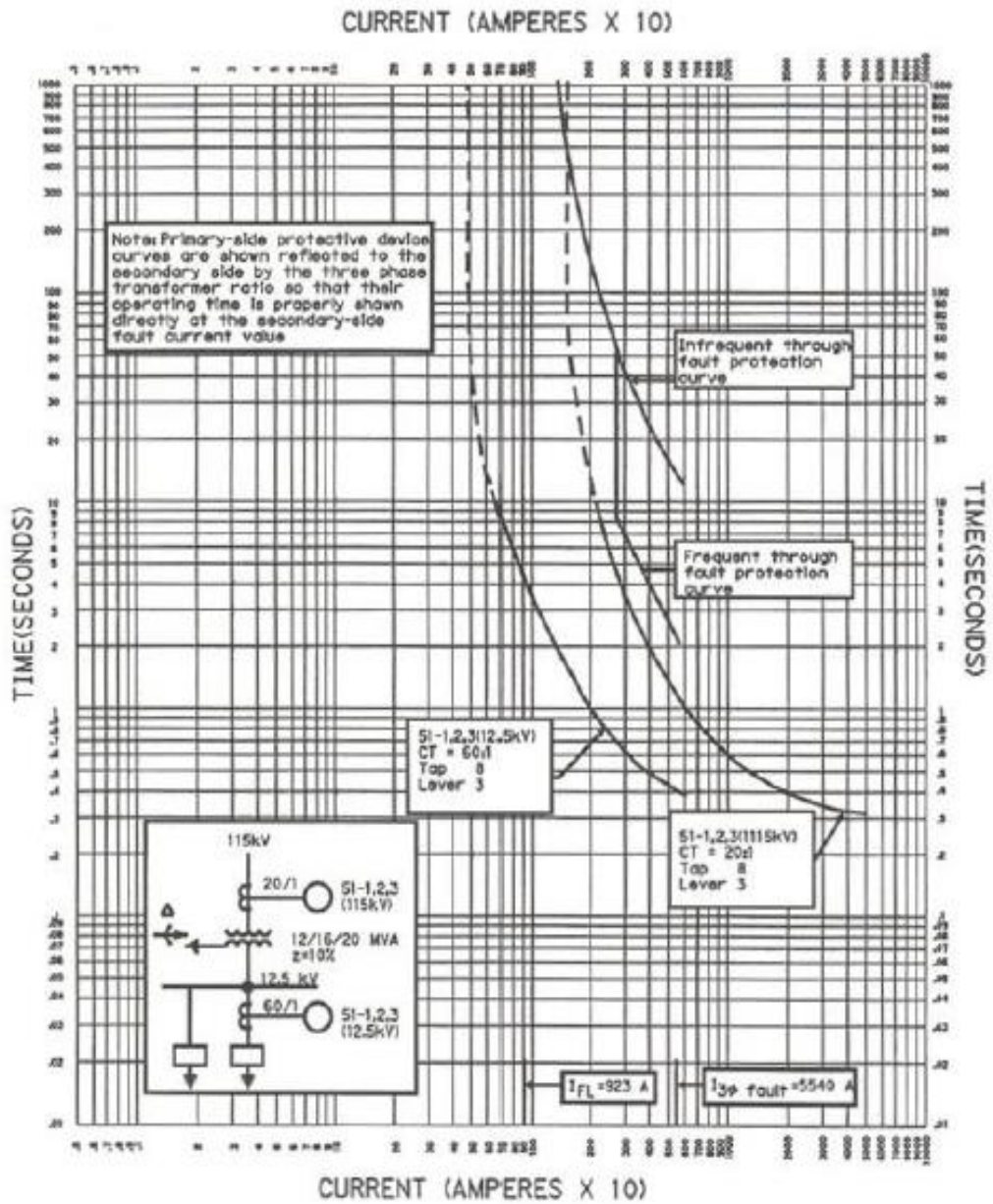


Figura A5.4 Protección de un transformador de Categoría III para una falla trifásica secundaria.

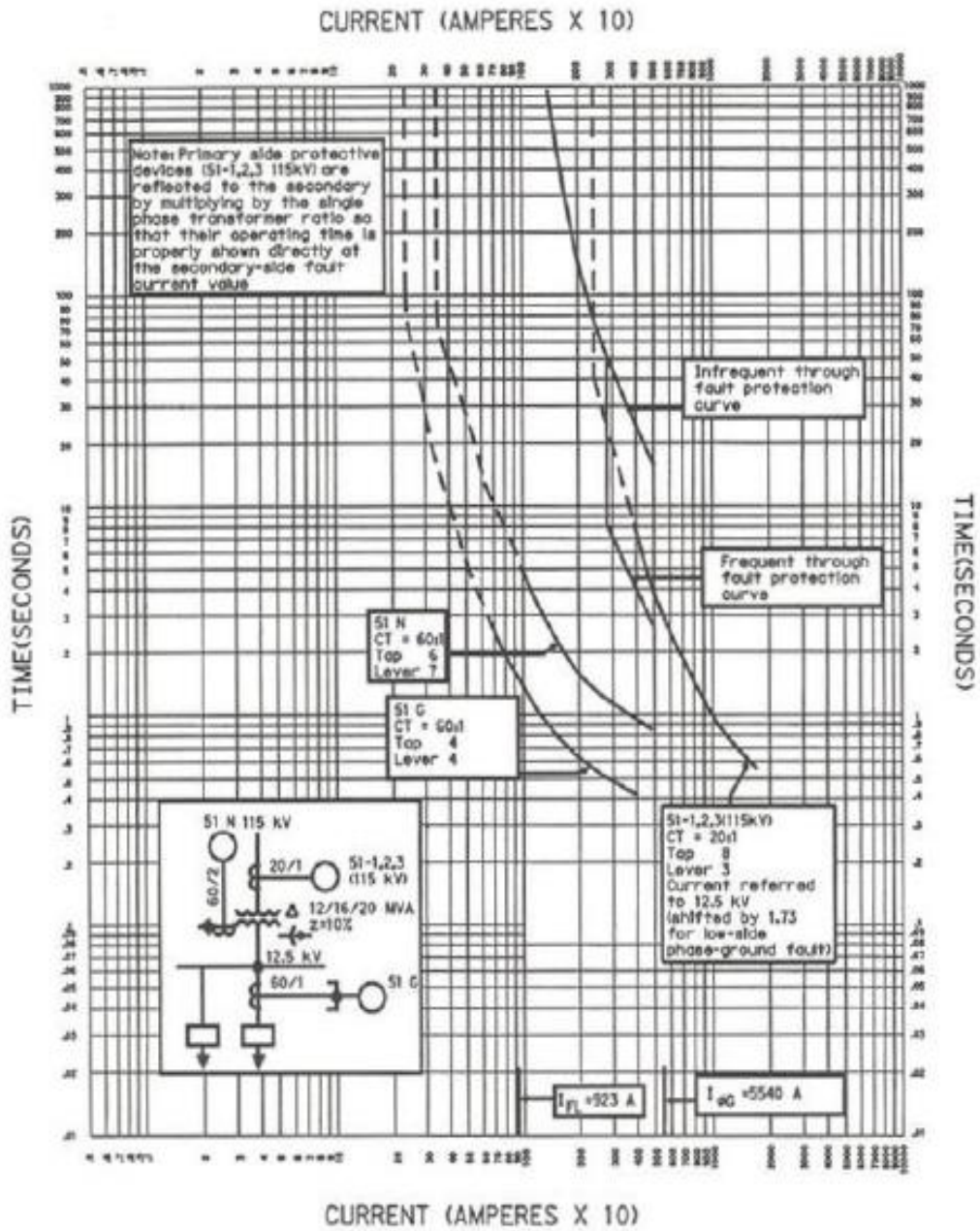


Figura A4.5 Protección de un transformador de Categoría III para una falla línea a tierra secundaria.

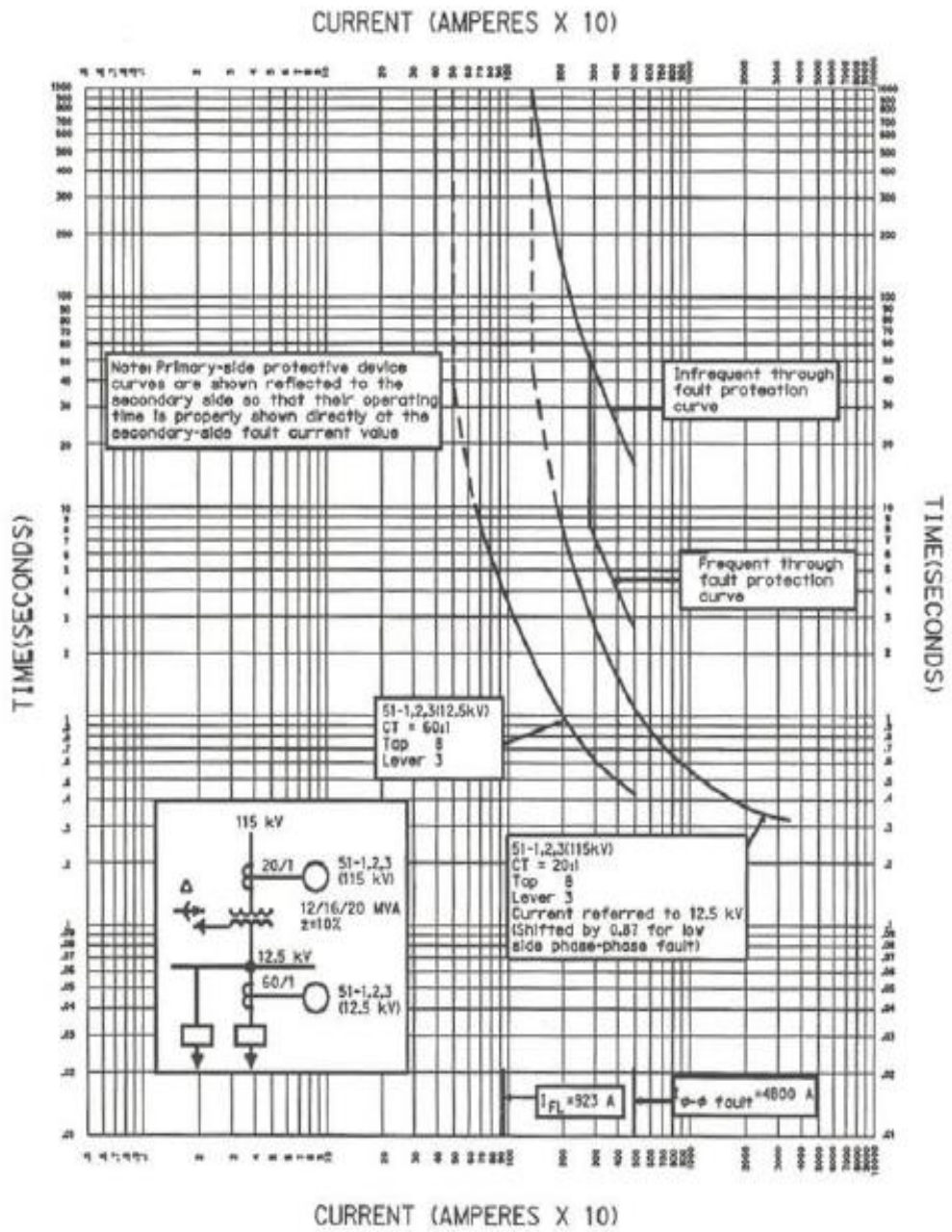


Figura A5.6 Protección de un transformador de Categoría III para una falla de línea a línea secundaria.

ANEXO 7

Ecuación de la Curva de Sobrecorriente Temporizada utilizada por el relé TPU-2000R.

En este anexo se encuentran las ecuaciones de la curva del relé TPU-2000R para la protección de sobrecorriente Temporizada (51), las cuales dependen de la coordinación que necesitemos realizar. Para determinar los tiempos de coordinación se utiliza las siguientes ecuaciones, cuyos coeficientes se encuentran detallados en la Tabla A7.1.

Ecuación de la curva de sobre-corriente temporizada ANSI

$$\text{Tiempo de Disparo} = \left(\frac{A}{M^P - 1} + B \right) \left(\frac{14n-5}{9} \right) \quad (\text{A7.1})$$

$$\text{Tiempo de Reposición} = \left(\frac{D}{1-EM} \right) \left(\frac{14n-5}{9} \right) \quad (\text{A7.2})$$

M = Múltiplos de la corriente de arranque (I/lpu).

n = Ajuste del Dial de Tiempo (rango de 1 a 10 en pasos de 0,1).

Curva	A	B	C	P	D	E
Extremadamente Inversa	6,407	0,025	1	2	3	0,998
Muy Inversa	2,855	0,0712	1	2	1,346	0,998
Inversa	0,0086	0,0185	1	0,02	0,46	0,998
Inversa -Tiempo corto	0,00172	0,0037	1	0,02	0,092	0,998
Ext. Inversa Tiempo Corto	1,281	0,005	1	2	0,6	0,998
Ext. Inversa Tiempo Largo	64,07	0,25	1	2	30	0,998
Muy Inv. Tiempo Largo	28,55	0,712	1	2	13,46	0,998
Inversa Tiempo largo	0,086	0,185	1	0,02	4,6	0,998
Curva del Reconector #8	4,211	0,013	0,35	1,8	3,29	1,5

Tabla A7.1 Constantes de las Características de Sobrecorriente
Temporizada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABB Inc., Manual de Instrucciones TPU2000R Unidad de Protección de Transformadores, ABB, Edición D Diciembre 2001.
- [2] John J. Grainger, Sistemas de Potencia Análisis y Diseño, Tercera Edición.
- [3] IEEE, Guide for Protecting Power Transformer, IEEE, 2008.
- [4] Cooper, Electrical Distribution System Protection.
- [5] C57.12.00-2000 - IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
- [6] C37.112, - IEEE Standard Inverse-Time Characteristic Equations for Overcurrent Relays.
- [7] IEEE Std. C37.91-2000, IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers.
- [8] McGraw-Edison Company, Manual Overcurrent Protection for Distribution System, Power System Division.