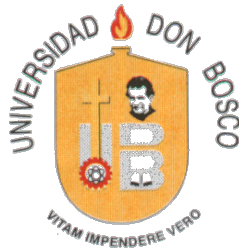


**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



***PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL INSTITUTO SALVADOREÑO DE REHABILITACIÓN DE
INVÁLIDOS.***

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR:

DANY EFRAÍN CALDERÓN ESCOBAR

LUIS FERNANDO LARA MELÉNDEZ

ASESOR:

ING. ERICK BLANCO

JUNIO, 2011

EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIA GENERAL

INGA. YESENIA XIOMARA MARTÍNEZ OVIEDO

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ERICK BLANCO GUILLEN

LECTOR

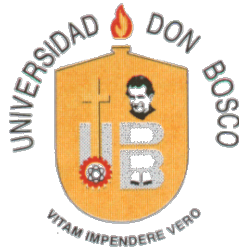
ING. HECTOR OSVALDO ROMERO

ADMINISTRADOR DEL PROCESO

ING. MOISÉS GUERRA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA



EVALUACIÓN DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

***PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA
ELÉCTRICO EN EL INSTITUTO SALVADOREÑO DE REHABILITACIÓN DE
INVÁLIDOS.***

ING. HECTOR ROMERO

LECTOR

ING. ERICK BLANCO

ASESOR

ING. MOISÉS GUERRA

ADMINISTRADOR DEL PROCESO

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I:	
PROBLEMÁTICA	1
1.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA GENERAL DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS TRES CENTROS DE ANÁLISIS DE ESTUDIO PERTENECIENTES AL ISRI.....	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA DE LOS TRES CENTROS DEL ISRI	3
1.1.2 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR	8
1.1.2.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA.....	9
1.1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO CON PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA PRINCIPAL DE 400 A.	12
1.1.2.3 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO CON INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 300 A.....	13
1.1.2.4 DESCRIPCIÓN TABLEROS OFICINAS ADMINISTRATIVAS.....	14
1.1.2.5 DESCRIPCIÓN TABLERO DE SERVICIO GENERALES.....	15
1.1.2.6 DESCRIPCIÓN TABLERO DE RECURSOS HUMANOS.....	16
1.1.3 CENTRO DE REHABILITACIÓN INTEGRAL PARA LA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA (CRINA).....	17
1.1.3.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 250 KVA.....	18
1.1.3.1.1 TABLERO DE SALONES EDIFICIO B.....	20
1.1.3.1.2 TABLERO UNO DE SALONES EDIFICIO A.....	21
1.1.3.1.3 TABLERO GENERAL DE OFICINAS Y CONSULTAS.....	22
1.1.3.1.4 TABLERO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS.....	24
1.1.3.1.5 SUBTABLERO DOS DE SALONES EDIFICIO A.....	24

1.1.3.1.6 TABLERO DE CALENTADOR DE AGUA PARA USO GENERAL.....	25
1.1.3.1.7 TABLERO DE CALENTADOR DE AGUA PARA PISCINA.....	25
1.1.3.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA.....	26
1.1.3.2.1 GABINETE DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA PARA ACOMETIDA SUBTERRÁNEA.....	30
1.1.3.2.2 SUBTABLERO TF1.....	31
1.1.3.2.3 SUBTABLERO TN1.....	32
1.1.3.2.4 SUBTABLERO TN2.....	32
1.1.3.2.5 SUBTABLERO TN3.....	33
1.1.3.2.6 SUBTABLERO TN4.....	33
1.1.3.2.7 SUBTABLERO TN5.....	33
1.1.3.2.8 TABLERO DE SALONES DE EDUCACIÓN ESPECIAL.....	34
1.1.3.2.9 TABLERO DE SALONES DE TERAPIA EDUCATIVA.....	35
1.1.4 CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR (CAL).....	36
1.1.4.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DELTA ABIERTA DE 50 KVA DE LA UNIDAD DE LESIONES Y AFECCIONES MODULARES.....	38
1.1.4.1.1 PROTECCIÓN PRINCIPAL TRIFÁSICA DE LAVANDERÍA.....	40
1.1.4.1.2 TABLERO DE CARGAS MONOFÁSICAS.....	42
1.1.4.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 50KVA.....	43
1.1.4.2.1 TABLERO PARA EQUIPO DE RAYOS X.....	45

1.1.4.3 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 112.5 KVA.....	46
1.1.4.3.1 INTERRUPTOR PRINCIPAL TRIFÁSICO PARA TABLEROS DE CALENTADORES DE AGUA Y BOMBAS.....	48
1.1.4.3.2 TABLERO DE BOMBAS.....	49
1.1.4.3.3 TABLERO DE CALENTADOR 1.....	49
1.1.4.3.4 TABLERO DE CALENTADOR 2.....	49
1.1.4.3.5 TABLERO 1 DEL ÁREA DE CONSULTAS.....	50
1.1.4.3.6 SUBTABLERO 2 DEL ÁREA DE CONSULTAS.....	50
1.1.4.3.7 SUBTABLERO DEL AÉREA DE ENFERMERÍA.....	51
1.1.4.3.8 TABLERO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA ÁREA DEL GIMNASIO.....	51
1.1.4.3.9 INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	52
1.1.4.3.10 TABLERO UNO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	52
1.1.4.3.11 TABLERO DOS DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	53
1.1.4.3.12 TABLERO TRES DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	53
1.1.4.3.13 TABLERO CUATRO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	54
1.1.4.3.14 TABLERO CINCO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA.....	54
1.1.4.3.15 GRUPO ELECTRÓGENO.....	54
1.1.4.3.16 CONTROL DE TRANSFERENCIA.....	56
1.2 DETERMINACIÓN TÉCNICA DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	59

1.2.1 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES DEL TENDIDO PRIMARIO.....	60
1.2.2 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA ADMINISTRACIÓN SUPERIOR.....	62
1.2.2.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA.....	62
1.2.2.2 TABLEROS.....	66
1.2.3 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CRINA.....	68
1.2.3.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100KVA.....	68
1.2.3.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA DE 250 KVA.....	71
1.2.3.3 TABLEROS.....	74
1.2.4 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CAL.....	75
1.2.4.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA EN DELTA ABIERTA DE 50KVA.....	75
1.2.4.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MONOFÁSICA DE 50 KVA.....	77
1.2.4.3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA DE 112.5 KVA.....	77
1.2.4.4 TABLEROS.....	79
1.2.4.5 TRANSFERENCIA.....	80
1.2.4.6 GRUPO ELECTRÓGENO.....	81
1.2.5 CONSOLIDADO DE LOS PROBLEMAS DETECTADOS EN EL ISRI.....	83

CAPÍTULO II:

EVALUACIÓN TÉCNICA	93
2.1 NIVEL DE TENSIÓN SECUNDARIO.....	94
2.1.1 SUBESTACIÓN 1.....	94
2.1.2 SUBESTACIÓN 2.....	95
2.1.3 SUBESTACIÓN 3.....	97
2.1.4 SUBESTACIÓN 4.....	98
2.1.5 SUBESTACIÓN 5.....	99
2.2 FACTOR DE POTENCIA.....	101
2.2.1 SUBESTACIÓN 1.....	101
2.2.2 SUBESTACIÓN 2.....	102
2.2.3 SUBESTACIÓN 3.....	103
2.2.4 SUBESTACIÓN 4.....	104
2.2.5 SUBESTACIÓN 5.....	105
2.3 BALANCE DE CARGA.....	106
2.3.1 SUBESTACIÓN 1.....	106
2.3.2 SUBESTACIÓN 2.....	107
2.3.3 SUBESTACIÓN 3.....	109
2.3.4 SUBESTACIÓN 4.....	111
2.3.5 SUBESTACIÓN 5.....	112
2.4 DISTORSIÓN ARMÓNICA.....	114
2.4.1 SUBESTACIÓN 1.....	114
2.4.2 SUBESTACIÓN 2.....	115
2.4.3 SUBESTACIÓN 3.....	116

2.4.4 SUBESTACIÓN 4.....	117
2.4.5 SUBESTACIÓN 5.....	118
2.5 RED DE TIERRA.....	119
2.5.1 RESISTENCIA A TIERRA.....	119
2.5.2 RESISTIVIDAD.....	120
CAPÍTULO III:	
DIAGNOSTICO TÉCNICO ECONÓMICO.....	121
3.1 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR.....	122
3.1.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100KVA.....	122
3.2 CRINA.....	127
3.2.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 250KVA.....	127
3.2.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100KVA.....	130
3.3 CAL.....	131
3.3.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DELTA ABIERTA DE 50KVA.....	131
3.3.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 50 KVA.....	135
3.3.3 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 112.5 KVA.....	136
CAPÍTULO IV:	
CONSIDERACIONES GENERALES EN EL DISEÑO ELÉCTRICO	
DEL ISRI.....	140
4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL TENDIDO PRIMARIO.....	141
4.1.1 TRAZO DEL TENDIDO PRIMARIO.....	141

4.1.2 CÁLCULO DEL CONDUCTOR PRIMARIO, PERDIDAS DE TENSIÓN Y POTENCIA EN EL CONDUCTOR. CÁLCULOS MECÁNICOS.....	143
4.1.2.1 CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR PRIMARIO.....	143
4.1.2.2 PERDIDA DE TENSIÓN Y POTENCIA EN EL CONDUCTOR.....	145
4.1.2.3 CÁLCULO MECÁNICO. TENSIÓN MÁXIMA Y FLECHA MÁXIMA.....	149
4.1.3 PROTECCIONES PRIMARIAS EN EL PUNTO DE RECIBO DE LA INSTITUCIÓN.....	153
4.1.4 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN.....	156
4.2 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR.....	159
4.2.1 SUBESTACIÓN.....	159
4.2.2 ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN	162
4.2.3 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	163
4.2.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS.....	165
4.3 CENTRO DE REHABILITACIÓN INTEGRAL PARA LA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA (CRINA).....	166
4.3.1 SUBESTACIÓN.....	166
4.3.2 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN.....	169
4.3.3 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	169
4.3.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS.....	171
4.4 CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR.....	171
4.4.1 SUBESTACIÓN.....	171

4.4.2 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN.....	173
4.4.3 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	174
4.4.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS.....	175
4.4.5 GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFERENCIA.....	176
CAPÍTULO V:	
PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA.....	177
5.1 DIMENSIÓN DE SUBESTACIÓN Y ACOMETIDA.....	178
5.1.1 SUBESTACIÓN CAL.....	178
5.1.2 SUBESTACIÓN ADM.....	193
5.1.3 SUBESTACIÓN CRINA.....	208
5.2 RED DE TIERRA.....	225
5.3 PRESUPUESTO.....	226
5.3.1 PRESUPUESTO GLOBAL.....	226
5.3.2 PRESUPUESTO POR CENTROS.....	234
CONCLUSIONES.....	235
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	237
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIACIONES.....	239
ANEXOS.....	248
ANEXO 1.....	249
1A. PLANOS ELÉCTRICOS ACTUALES.....	251
1B. TIPOS DE ESTRUCTURAS UTILIZADAS EN EL TENDIDO PRIMARIO DEL ISRI NORMADAS POR LA SIGET.....	257
1C. TABLA 310.16 DEL NEC 2008.....	280
1D. TABLA 310.21 DEL NEC 2008.....	281

1E. TABLA 310.20 DEL NEC 2008. CAPACIDAD DE CORRIENTE NO MAS DE TRES CONDUCTORES EN CABLE MENSAJERO.....	282
1F. TABLA A. RESISTENCIA C.A. Y REACTANCIA INDUCTIVA DE CABLES ACSR.....	283
1H. TABLA B. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CONDUCTORES ACSR.....	284
1I. FIGURA C. MÁXIMA INTENSIDAD DE VIENTO Y ZONAS DE CARGA EN EL SALVADOR. TOMADO DEL ACUERDO No 29-E-2000 DE LA SIGET.....	285
ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS.....	286
ANEXO 3.....	287
3A. FACTURAS ELÉCTRICAS DE ADMINISTRACIÓN SUPERIOR.....	288
3B. FACTURAS ELÉCTRICAS DEL CAL.....	289
ANEXO 4.....	292
4A. RESUMEN CÁLCULO ADMINISTRACIÓN.....	293
4B. RESUMEN CÁLCULO CRINA.....	294
4C. RESUMEN CÁLCULO CAL.....	295
ANEXO 5: PLANOS DE PROPUESTA ELÉCTRICA.....	296
5A. DIAGRAMAS UNIFILARES.....	297
5A1. DIAGRAMA UNIFILAR ADMINISTRACIÓN.....	297
5A2. DIAGRAMA UNIFILAR CRINA.....	298
5A3. DIAGRAMA UNIFILAR CAL.....	299
5B. TRAZO ACOMETIDAS.....	300

INTRODUCCIÓN

El desarrollo técnico para la mejora del país depende directamente del consumo de energía eléctrica, un consumo que debe hacerse con calidad y eficiencia, para el bienestar de todos.

El presente trabajo, está inclinado a proponer un plan estratégico, que permita, tener un consumo de energía con calidad, para darle solución a los diferentes problemas generados con el transcurso de los años y por descuidos de las normativas en las instalaciones eléctricas del ISRI, particularmente tres centros, Administración Superior, Centro de Rehabilitación para la Infancia y Adolescencia, y el Centro del Aparato Locomotor.

Uno de los puntos en particular a evaluar, son las subestaciones, para generar una propuesta técnica científica y económica de los problemas de sobrecarga o porcentajes alto de consumo, sin previo análisis de la situación.

Para tener un ahorro de energía dentro del consumo general se necesita un orden en las instalaciones eléctricas que permita obtener un control pleno sobre toda la red eléctrica, desde el punto de recibo, dado por la empresa distribuidora, (DEL SUR S.A. DE C.V. en este caso) hasta cada transformador monofásico o subestaciones trifásicas correspondientes que alimentan las cargas. Los tableros generales alimentados por dichas subestaciones, deben cumplir con las normativas estipuladas dentro del código eléctrico nacional (NEC), para generar un consumo energético con calidad y tener una mayor eficiencia energética.

Al cumplir todas estas normas, se tiene un sistema eléctrico protegido, lo cual es otro punto importante dentro de este trabajo, la seguridad eléctrica desde los equipos hasta la participación del personal dentro del área eléctrica, que trata día a día con diferentes problemas generados por el desorden y la falta de conocimiento de las diferentes normas estipuladas en el (NEC).

Dentro del presente trabajo, se citarán las diferentes normativas que se necesitan cumplir para las instalaciones eléctricas, al igual que parámetros de medición que permiten evaluar el comportamiento de las instalaciones eléctricas actuales de los tres centros de análisis, las cuales servirán para generar una propuesta de solución técnica y económica a los problemas de calidad energética que se presentan.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA

Este capítulo contiene la problemática actual que sufren las instalaciones eléctricas del ISRI, particularmente de tres centros: Administración Superior, Centro de Rehabilitación Integral para la Niñez y Adolescencia (CRINA), y El Centro del Aparato Locomotor (CAL), dicha problemática se pudo determinar a través de *visitas técnicas*¹ en diferentes puntos de dicha Institución. Para poder definir la problemática, se deben describir dichas instalaciones, lo cual se hace a continuación, para luego definir el problema de las instalaciones eléctricas comparando dichas instalaciones con la normativa eléctrica aplicada en El Salvador. Se describirá las instalaciones eléctricas por centro.

1.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA GENERAL DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS TRES CENTROS DE ANÁLISIS DE ESTUDIO PERTENECIENTES AL ISRI

Para realizar una evaluación técnica de las instalaciones eléctricas de los centros es necesario hacer un levantamiento de la infraestructura física actual de dichas instalaciones, es decir, hacer una descripción de los puntos de entrega por parte de la distribuidora, tipo de servicio contratado a la distribuidora, descripción de la subestaciones eléctricas que conforman las instalaciones, forma de conexión de la subestaciones eléctricas, tableros y subtableros que alimentan cada una de las subestaciones eléctricas,

¹. Se entenderá por visitas técnicas a las inspecciones de las instalaciones eléctricas realizadas a la institución, esto es, abrir tableros y tomar datos, observar tendido primario y secundario y la forma de conexión de las subestaciones, tableros y las distintas cargas de los tres centros de la institución. Estas visitas se realizaron en los meses de Enero, Febrero y Marzo de 2011.

tipo de acometida para cada tablero, calibre de los conductores, tipo de canalización, tipo de tablero, niveles de tensión y tipo de sistema eléctrico de alimentación de cada tablero y subtablero. Todas estas características se resumen en el diagrama unifilar actual que se encuentra en el *ANEXO 1*.

Cabe mencionar que existen datos obtenidos a partir de la información oral proporcionada por las personas encargadas del mantenimiento eléctrico y de la infraestructura de cada centro, como capacidad de fusibles en el lado primario, de donde viene la alimentación de un determinado tablero. Hay datos que no se pudieron obtener debido a que no se cuenta con ningún registro de éstos por parte de la institución, como fusibles en el lado primario de subestaciones y otros datos por el difícil acceso como datos de placa de los transformadores.

A continuación se hace una descripción con base a observaciones realizadas de la infraestructura eléctrica de los tres centros del ISRI que serán estudiados en el presente trabajo, es importante mencionar que debido al gran desorden, existen en las instalaciones eléctricas cargas que no pudieron describirse debido a la falta de registros de diagramas unifilares, y las cargas son conectadas irrespetando las normas que rigen en nuestro país las instalaciones eléctricas y medidas de seguridad. Las descripciones se incluyen hasta subtableros, los cuadros de carga actuales no son objeto de análisis de nuestro trabajo debido al desorden y al no llevar registros de las cargas conectadas a los tableros, subtableros y directamente de las acometidas aéreas que existen en las distintas subestaciones. Es por eso que se definen en este capítulo cargas representativas y cargas no representativas.

Las cargas representativas se refieren a tableros mayores o iguales de 4 espacios con alimentación monofásica trifilar 120/240 V y cargas trifásicas ya sean que tengan un solo circuitos trifásico con un interruptor trifásico o que sean tableros trifásicos de varios circuitos.

Las cargas no representativas son aquellas cargas de las cuales no existe un control en un tablero principal y que se conectan de forma desordenada a las acometidas aéreas que salen de las subestaciones, por lo observado en las instalaciones de la institución estas cargas en su mayoría son aires acondicionados. Los cuadros de carga de cada tablero y subtablero, así como el identificar las cargas no representativas e incorporarlas a un tablero o subtableros para actualizar el diagrama unifilar quedaran bajo la responsabilidad de la institución realizarlas.

1.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA DE LOS TRES CENTROS DEL ISRI

La institución cuenta con un servicio eléctrico en media tensión a 23 KV proporcionado por la distribuidora eléctrica DEL SUR S.A. de C.V., con dos acometidas de líneas primarias, una trifásica 4 hilos y la otra monofásica 2 hilos en distintos puntos se detallarán en el *ANEXO 1*. Las características técnicas de la distribución primaria se detallan en la TABLA 1.

La distribución primaria cuenta con su propio neutro que viene de la subestación de la distribuidora. La acometida primaria trifásica alimenta 5 subestaciones, las cuales alimentan los tres Centros de Atención de la institución. Cada subestación cuenta con su medidor de energía en el lado de baja tensión.

CARACTERÍSTICAS	NIVEL DE TENSIÓN DEL SISTEMA
	23 KV
TENSIÓN NOMINAL	23 KV RMS
TENSIÓN MÁXIMO	25.8 KV RMS
PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	SÓLIDAMENTE ATERRIZADO
FRECUENCIA NOMINAL	60 HZ
NUMERO DE FASES/HILOS	$\frac{3}{4}$
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICA MÁXIMA	25 KA RMS
DURACIÓN NOMINAL DE FALLA	1 SEG.
RELACIÓN ENTRE LAS REACTANCIAS DE SECUENCIA CERO Y SECUENCIA POSITIVA DEL SISTEMA	$3 X_0/X_1$

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO PRIMARIO²

En la Figura 1.1 se muestra el entronque de la distribuidora con la acometida trifásica en media tensión de la distribuidora. En la Figura 1.2 se muestra el punto de entrega de la distribuidora.



FIGURA 1.1.
Entronque de la distribuidora



FIGURA 1.2.
Punto de entrega de la distribuidora

². Tomado del Manual de Fichas Técnicas de CAESS con título Transformadores de Distribución Vigente desde Mayo de 2004.

En la figura 1.3 se muestra las protecciones y la estructura con que la institución recibe el servicio en media tensión de la distribuidora.



FIGURA 1.3. Estructura en punto de recepción de la institución.

El balanceo de fases de las 5 subestaciones de la distribución primaria trifásica se detalla en el TABLA 2.

SUBESTACIONES	FASES		
	A	B	C
SUBESTACIÓN MONOFÁSICA ADMINISTRACIÓN SUPERIOR		100 KVA	
BANCO TRIFÁSICO CRINA	100 KVA	50 KVA	100 KVA
SUBESTACIÓN DELTA ABIERTA CAL	25 KVA		25 KVA
SUBESTACIÓN MONOFÁSICA CAL		50 KVA	
BANCO TRIFÁSICO CAL	37.5 KVA	37.5 KVA	37.5 KVA
TOTAL CARGA	162.5 KVA	237.5 KVA	162.5 KVA

TABLA 2. BALANCEO DE FASES DE LAS 5 SUBESTACIONES DE LOS TRES CENTROS DE ATENCIÓN

La acometida monofásica alimenta una subestación del CRINA de 100 kVA, la cual tiene su medidor de energía en el lado de baja tensión.

En la figura 1.4, se muestra el punto de entrega por parte de la distribuidora para la acometida monofásica en media tensión.



FIGURA 1.4. Punto de entrega para el servicio monofásico en media tensión.

La subestación monofásica del CRINA de 100 kVA no se toma en cuenta en la Tabla 1 ya que se alimenta por otra acometida que entra a la institución. Es una acometida monofásica primaria que tiene sus propias protecciones. Las subestaciones que están en la tabla tienen su acometida trifásica y cuentan con sus protecciones principales que están formadas por tres cortacircuitos, con capacidad de corriente de 10 Amperios.

La distribución primaria se realiza al interior de la institución por medio de un trazo que se puede observar en el *ANEXO 1*. Se realiza por medio de diferentes tipos de estructuras y postes de concreto centrifugado de 35 pies de altura. La descripción de cada estructura se encuentra en el *ANEXO 1* y se ha tomado del *Manual de Estándares de Construcción de Líneas Aéreas de Distribución de Energía Eléctrica 23 KV, Capítulo VI, TOMO II acuerdo No. 66-E-2001 de la SIGET*.

Los cables que conforman el tendido primario trifásico interno en la institución son tres cables desnudos ACSR # 2 AWG para las tres fases y un cable desnudo ACSR 1/0 AWG para el neutro.

La acometida monofásica interna que alimenta un transformador de 100KVA perteneciente al CRINA está formado por un cable ACSR # 2 AWG para la fase y un cable ACSR # 2 AWG para el neutro.

La acometida primaria trifásica que viene de la distribuidora está formada por 3 cables desnudos AAC de 397.5 MCM para las 3 fases y un cable desnudo ACSR # 2 AWG para el neutro. El tendido primario en su acometida no tiene pararrayos pero si tiene sus cortacircuitos respectivos tanto los pertenecientes a la distribuidora como los pertenecientes a la institución.

El sistema de puesta a tierra de todo el sistema primario es multiaterrizado³, ya que el neutro del sistema está conectado a los electrodos de cada subestación de la institución.

En las figuras 1.5, 1.6 y 1.7, se muestran algunas estructuras utilizadas por la institución en el trazo del tendido primario, estas estructuras se encuentran en el *ANEXO 1*, en los planos actuales, allí se puede observar el trazo y las estructuras utilizadas.



FIGURA 1.5.
Vista de las estructuras
entrega y recibo del servicio en MT.



FIGURA 1.6.
Estructura para tendido en MT.

³ Art. 64.2. Acuerdo N° 29-E-200 de la SIGET, Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de Las Instalaciones de Distribución Eléctrica,



FIGURA 1.7. Estructura vertical

Se utiliza estructura vertical en este tramo debido a los árboles que se encuentran al fondo de la Figura 1.7.

A continuación se detallarán las descripciones de cada una de las subestaciones de la institución por centro.

Debido a que no se cuenta con ningún tipo de identificación rotulada en la mayoría de tableros y subtableros, ni se cuentan con diagramas unifilares, a cada subestación, tablero y subtablero se identificará con una nomenclatura bajo criterio propio y así se identificará dentro del diagrama unifilar.

1.1.2 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR

La administración superior del ISRI se encarga de administrar todos los bienes e infraestructura de la institución. Sus instalaciones eléctricas cuentan con una subestación monofásica de 100KVA que se describirá a continuación.

Dicha subestación alimenta a todo el centro por medio de tendido aéreo y subterráneo que distribuye distintos tableros de distintas capacidades que alimentan las distintas cargas que tienen instaladas en sus diferentes oficinas y centros de atención.

1.1.2.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICO DE 100 KVA

Se identificará dentro del diagrama unifilar con el nombre de **SUBADM**. La subestación se encuentra instalada en un poste de concreto centrifugado de 35 pies y está formado por un transformador monofásico con una potencia instalada de 100 kVA. En el lado primario del transformador existen protecciones de pararrayos en la fase viva así como un cortacircuito con fusible con capacidad de 10 A, armado de conexión con alambre sólido de cobre # 4 AWG, también se pudo observar que el neutro primario de la distribuidora está aterrizado con el neutro del transformador y todas la estructuras metálicas, el calibre del cable es ACSR # 2 AWG para el aterrizado. El transformador se alimenta en su lado de alta impedancia con una tensión nominal de 13,200 V fase a neutro a una frecuencia de 60 Hz. El sistema de baja tensión es un sistema trifilar monofásico con tensiones nominales de 240V/120V a frecuencia de 60 Hz. La forma de conexión y la estructura utilizada se puede observar en el *ANEXO 1*.

En la figura 1.8, se muestra esta subestación, la estructura utilizada para la bajada del tendido primario.



FIGURA 1.8. Subestación de 100 kVA de Administración superior.

No existe una protección principal en el lado de baja tensión. Los conductores que salen de los devanados de baja tensión son THHN de cobre 4/0 AWG. La medición de energía por parte de la distribuidora se realiza utilizando un medidor digital que toma las muestras de tensión directamente del lado de los cables de lado de baja tensión y las muestras de corriente se realizan por medio de transformadores de corriente que reducen la corriente con relación de 160 y el lado secundario de los transformadores de corriente van hacia el medidor digital. La instalación de la medición secundaria trifilar con acometida normada por la SIGET se puede observar en el *ANEXO 1*.

En el poste donde está el transformador, se encuentra un gabinete que pertenece a la distribuidora en donde se encuentran los transformadores de corriente y las muestras de tensión que son conectadas a unos contactos encapsulados por medio de cable THHN #18 AWG y de allí salen las señales de tensión y corriente hacia el medidor digital que se encuentra en su gabinete con ventana.

Existen 3 acometidas las cuales inician inmediatamente después de los transformadores de corriente, estas acometidas se conectan entre sí con conectores de compresión. De las 3 acometidas, 2 son aéreas trifilares y una es subterránea trifilar.

En la figura 1.9 se puede observar la bajada del tendido secundario y los empalmes para realizar las diferentes acometidas en baja tensión, así como el gabinete donde se encuentran los transformadores de corriente y las señales de tensión. Las señales son conectadas a contactos que están encapsulados y por medio de ellos bajan al medidor digital.



FIGURA 1.9. Bajada del lado secundario de la subestación y empalmes para formar las acometidas aéreas y subterránea.

Una de las acometidas aéreas tiene cable THHN de cobre 1/0 AWG y alimenta dos subtableros principales con Interruptores Bifásicos principal de 300 A y 400 A. La descripción de cada subtablero con cargas representativas se realizara posteriormente dentro de este capítulo.

La acometida subterránea posee conductores de cobre THHN 1/0 AWG, en tubería EMT de 4 pulgadas de diámetro y alimenta un subtablero con un Disyuntor Termomagnético Bifásico principal de 125 A, se encuentra dentro del servicio sanitario del edificio de presidencia. Las especificaciones de este subtablero se realizaran más adelante en el capítulo.

La otra acometida aérea tiene conductores de aluminio WP 1/0 AWG y alimenta dos subtableros, uno de las oficinas de servicios generales y la otra la oficina de recursos humanos así como otras cargas no representativas. Ambas no poseen protección principal. Las especificaciones de estos tableros se realizarán más adelante. El diagrama unifilar levantado a partir de las observaciones realizadas mediante visitas a la institución se detalla en el *ANEXO 1*, así como la ubicación de la subestación, en dicho anexo se podrá observar lo descrito anteriormente. El neutro de todas las acometidas se toma del transformador y unido mediante empalmes de conectores de compresión y están unidos

al neutro de la distribuidora. El cable para el Neutro es ACSR #1/0 AWG, este viene directamente de la distribuidora y unido a todos los neutros de los transformadores.

1.1.2.2 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO CON PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA PRINCIPAL DE 400 A.

No se encuentra identificado por parte de la institución por lo que se identificará en el diagrama unifilar como **TADM-1**. El tablero es tipo NQOD, tipo NEMA1. Es un tablero de 40 espacios, superficial, tiene como interruptor principal un interruptor termomagnético de 3 polos de 400 A, es un tablero monofásico de 3 hilos 120V/240V, con capacidad en barras de 400 Amperios, solo se utilizan dos polos del interruptor principal, que son de los lados, el polo de en medio no se utiliza. El neutro pasa directo al tablero sin conectarse al interruptor principal.

En la figura 1.10 se muestran el interruptor principal de 3 polos, 400 A, en su gabinete respectivo y que se utiliza como protección principal para el tablero de la figura 1.11. En la figura 1.11 el tablero de 40 espacios.



FIGURA 1.10. Interruptor Principal.



FIGURA 1.11.
Tablero de 40 espacios.

El tablero está aterrizado con cable THHN 1/0 AWG, y las barras de neutro y tierra no tienen puente. La acometida hacia el interruptor principal para las dos fases de 120 V se hace con cable de Aluminio WP 1/0 AWG y la acometida del neutro se hace con un cable de cobre THHN 1/0 AWG en canalización tipo tubería EMT de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared.

Del interruptor principal de 3 polos salen los cables de cobre THHN 1/0 AWG para las zapatas del tablero de distribución. El Tablero tiene ocupado 30 espacios, por lo que tiene 10 espacios de reserva. En su mayoría tiene carga de aires acondicionados, pero también tiene tomacorrientes y luminarias.

1.1.2.3 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO CON INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 300 A.

No tiene rotulación de identificación por parte de la institución por lo que se identificará en el diagrama unifilar como **STADM - 2**. El tablero es tipo NQOP, tipo NEMA 1, de 40 espacios, superficial, alimentación monofásica de 3 hilos, con capacidad en barras de 400 Amperios, tiene como interruptor principal un interruptor termomagnético de 3 polos de 300 A, solo se utilizan dos polos de los 3 polos del interruptor principal, los de los lados, el polo de en medio no se utiliza y se encuentra sin conexión. El neutro pasa directo al tablero sin conectarse al interruptor principal. El tablero está aterrizado con cable THHN 1/0 AWG, y las barras de neutro y tierra no tienen puente. La acometida hacia el interruptor principal se realiza con cable de cobre THHN 1/0 AWG y la acometida del neutro se hace con un cable de cobre THHN 1/0 AWG. Los cables de acometida utilizan como canalización tubería Conduit EMT de 1 ½ pulgadas de diámetro superficial a la pared.

En la figura 1.12 se muestra el interruptor principal de 300 A con su respectivo gabinete. En la figura 1.13 se muestra el tablero de 40 espacios protegido por el interruptor de la figura 1.12.



FIGURA 1.12. Interruptor principal



FIGURA 1.13. Tablero de 40 espacios.

Del interruptor principal salen los cables de cobre THHN 1/0 AWG para las zapatas del tablero de distribución. El tablero se alimenta con un servicio monofásico trifilar 120/240 V. El Tablero tiene ocupado 15 espacios, por lo que tiene 25 espacios de reserva. En su mayoría tiene carga de aires acondicionados, pero también tiene circuitos de tomacorrientes, iluminación y circuitos combinados.

1.1.2.4 DESCRIPCIÓN TABLERO OFICINAS ADMINISTRATIVAS

La institución lo ha identificado y rotulado como Tablero Oficinas Administrativas, pero para efectos del diagrama unifilar elaborado se identificará dentro del mismo como **STADM - 3**. Este tablero se encuentra ubicado en el servicio sanitario del edificio de gerencia de la administración superior, es un tablero de 24 espacios empotrado a la pared, tipo NQOD para alumbrado, tipo NEMA1, con puerta frontal. La acometida viene subterránea desde la subestación monofásica de 100 KVA de administración superior descrita anteriormente. La capacidad en barras es de 125 A.

Dicho tablero se alimenta por tres cables de cobre THHN 1/0 AWG colocados en tubería EMT de 1 pulgada de diámetro y esta aterrizado con cable de cobre THHN # 6 AWG. Tiene un disyuntor Termomagnético de 125 A dos polos como protección principal. En la Figura 1.14 se observa este tablero y su rotulación, así como su protección principal de dos polos, 125 A.



FIGURA 1.14 Tablero de Oficinas Administrativas.

Es un tablero monofásico de 120 V/240 V y alimenta tomacorrientes, luminarias y aires acondicionados. El tablero tiene ocupado 7 espacios por lo que cuenta con 17 espacios de reserva.

1.1.2.5 DESCRIPCIÓN TABLERO DE SERVICIOS GENERALES

No tiene rotulación de identificación por parte de la institución por lo que se identificará en el diagrama unifilar como **STADM - 4**. Tablero que se encuentra en las oficinas de servicios generales, tipo Centro de Carga, NEMA 1, es una caja de 8 espacios de los cuales se encuentran ocupados 5 espacios, quedan 3 espacios de reserva. Es un tablero monofásico de 120V/240V empotrado a la pared y alimenta tomacorrientes y luminarias.

La acometida se hace empotrada a la pared con poliducto de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y está compuesta por 3 cables THHN # 8 AWG. Esta aterrizado con cable THHN # 6 AWG.

En la figura 1.15 se puede observar este tablero.



FIGURA 1.15 Tablero de servicios generales.

1.1.2.6 DESCRIPCIÓN DE TABLERO DE RECURSOS HUMANOS

No tiene rotulación de identificación por parte de la institución por lo que se identificará en el diagrama unifilar como **STADM - T5**. Tablero de 16 espacios, empotrado a la pared, tipo NQOD para alumbrado, tipo NEMA 1, puerta frontal, se encuentra en las oficinas de recursos humanos, alimenta diferente tipo de carga, como cafeteras, computadoras, luminarias, aires acondicionados. Es un tablero monofásico de 120V/240V. No cuenta con protección termomagnética principal. Las barras tienen capacidad de 125 A. La acometida es empotrada a la pared en poliducto de 1 pulgada de diámetro y está formada por tres cables THHN de cobre # 2 AWG. Tiene ocupado 12 espacios, por lo que cuenta con 4 espacios de reserva.

En la figura 1.16 se observa dicho tablero.



FIGURA 1.16 Tablero de Recursos Humanos.

1.1.3 CENTRO DE REHABILITACIÓN INTEGRAL PARA LA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA (CRINA)

La población a quien atiende el CRINA es toda aquella que cuenta con discapacidad física, intelectual, sensorial o mixta; estas discapacidades son consecuencia de múltiples patologías de origen congénito, hereditario o adquirido, que causan daños a nivel del sistema nervioso central o periférico, sistema músculo esqueléticos u ortopédicas, tales como: síndromes cromosómicos, síndrome Down, autismo, parálisis cerebral, traumas cráneo encefálicos, artritis, miel meningoceles, artrogriposis, entre otras.

El objetivo del centro es brindar atención a las personas con discapacidad física, intelectual, sensorial o mixta en las diferentes áreas técnicas y de apoyo, que les permitan desarrollar sus potencialidades para su adaptación al medio familiar, social, escolar y/o laboral.

Las diferentes Áreas técnicas con las cuales presta su servicio el CRINA son las siguientes:

- Terapia Educativa
- Terapia Física

- Terapia ocupacional
- Terapia de Lenguaje
- Terapia Musical
- Deporte Adaptado

En cuanto a su infraestructura eléctrica, este centro cuenta con dos subestaciones, una trifásica con una potencia instalada de 250 kVA y una monofásica con una potencia instalada de 100 kVA. Cada subestación cuenta con su propio medidor de energía en su lado de bajo tensión. Ambas subestaciones alimentan al centro por medio de acometidas subterráneas y en su mayoría cometidas aéreas, estas acometidas distribuyen la alimentación a diferentes tableros que se encuentran en diferentes partes del centro. Estas subestaciones se encuentran ubicadas en diferentes puntos del centro, su ubicación se detallará en el *ANEXO 1*.

1.1.3.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 250KVA

Esta subestación se identificará como **SUBCRINA1** en el diagrama unifilar. Es una subestación trifásica con potencia instalada nominal de 250 KVA, se ha formado por medio de un banco de tres transformadores monofásicos, dos con capacidades nominales de 100 KVA y uno con una capacidad de 50 KVA. La subestación armada se encuentra en dos postes de concreto centrifugado de 35 pies, un transformador de 50 kVA se encuentra montado en un poste y los otros dos transformadores de 100 kVA se encuentran montados en el otro poste. No cuentan con la estructura adecuada para este tipo de subestación de 250 KVA según la Normativa de la SIGET⁴.

En las figuras 1.17 y 1.18 podemos observar como se encuentra montado este banco de transformadores, la estructura y las conexiones.

⁴. Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica. Acuerdo N 29-E-2000. Art. 48.2



FIGURA 1.17

Subestación trifásica de 250 kVA.



FIGURA 1.18

Vista del banco de los tres transformadores.

En su lado de alta tensión tiene configuración ESTRELLA ATERRIZADA, cuenta con cortacircuitos con fusible cuyas capacidades son de 6 A, y con pararrayos aterrizados. El armado de la conexión se realizó con alambre desnudo # 4 AWG de cobre. En el lado de Baja tensión, el tipo de conexión es un delta de 4 hilos, con tensión de línea de 240 V y tensión a neutro de 120 V, con una fase alta de 240 V, el neutro es tomado de uno de los transformadores de 100 kVA. Los cables con que se forma el delta en el lado de baja tensión son 2 cables THHN 4/0 AWG y 1 WP 3/0 AWG. El neutro es formado con cable THHN 4/0 AWG.

La fase alta es la fase C. La ubicación de la subestación se detallará en el *ANEXO 1* así como también el diagrama unifilar.

Esta subestación cuenta con 3 acometidas aéreas. De las 3 aéreas, una es trifásica de 4 hilos y las otras dos son monofásicas trifilares. Estas acometidas se forman con cepos y están encintadas y están después de los transformadores de corriente de la distribuidora.

Las mediciones de energía las realiza la distribuidora por medio de un medidor digital, el cual toma las muestras de tensión y corriente directamente del lado de bajo tensión del banco de transformadores. Los transformadores de corriente para medición están dentro de un gabinete de la distribuidora y tienen una relación de 160. Las muestras de tensión y de corriente se transportan por medio de cables THHN # 18 AWG hasta donde hay unos contactos encapsulados, de allí salen al medidor de energía. La acometida trifásica en Delta fase alta, alimenta 2 tableros trifásicos de 240 V que alimentan dos calentadores trifásicos de resistencias eléctricas de 36 KW y 18 KW respectivamente y un tablero monofásico trifilar. Esta acometida está formado por cables 3 cables THHN 4/0 AWG, y el Neutro que es cable ACSR # 2 AWG.

1.1.3.1.1 TABLERO DE SALONES DE EDIFICIO B

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-1**. Este tablero es alimentado de la subestación de 250 kVA por medio de tendido aéreo monofásico trifilar, con cable WP # 1/0 AWG para las fases vivas y cable ACSR #2 AWG para el neutro. La acometida al tablero se hace por medio de conectores de compresión y los cables de acometida al tablero son cables de aluminio WP # 4 AWG para las fases y el neutro. La acometida se realiza por medio de tubería CONDUIT desde un cuerpo terminal hasta la tubería de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. El tablero se encuentra empotrado y a la intemperie al final del edificio B. Es un tablero de 12 espacios, de los cuales se han instalado 11 protecciones termomagnéticas tipo THQL que alimentan en su mayoría cargas de tomacorrientes y luminarias y solo es alimentado un aire acondicionado a 240 V. Por lo que tiene un espacio de reserva, el tablero esta aterrizado con cable THHN #8 AWG.

En la figura 1.19 se puede observar dicho tablero.



FIGURA 1.19 Tablero del Edificio B

Las barras tienen una capacidad máxima de 125 A. El tablero es tipo NQOD de Alumbrado, tipo NEMA 1, con puerta frontal. Se midió tensión y corriente instantánea en dicho tablero obteniendo los siguientes datos: La tensión en la fase A fue de 118.6 V y en la fase B fue de 119 V, La tensión entre fases A y B fue de 238 V, la corriente en la fase A fue de 18A, y en la fase B fue de 13A, la corriente en el neutro fue de 4A. La distancia de este tablero a la subestación de 250 kVA es de 70 metros aproximadamente. La ubicación del tendido secundario y del tablero se detalla en el *ANEXO 1*.

1.1.3.1.2 TABLERO UNO DE SALONES DE EDIFICIO A

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-2**. Este tablero es alimentado por la acometida aérea monofásica trifilar con cable de aluminio WP # 1/0 AWG para las fases vivas, y ACSR #2 AWG para el neutro. La acometida de este tablero se realiza con tubería Conduit EMT de 2 pulgadas de diámetro y mediante conectores de compresión se hace la unión para entrar al tablero con 3 cables de aluminio WP # 1/0 AWG. El tablero se encuentra empotrado en la parte de atrás del edificio A del CRINA a la intemperie. En la figura 1.20 se puede observar este tablero.



FIGURA 1.20 Tablero del Edificio A.

Es un tablero de 12 espacios, tipo NQOD de Alumbrado, NEMA 1, con puerta frontal, tiene disyuntores termomagnéticos tipo THQL, en su mayoría tiene carga de aires acondicionados a 240 V, pero también alimenta tomacorrientes y luminarias para el edificio A.

Tiene ocupado 10 espacios, por lo que tiene dos espacios de reserva. Las barras tiene una capacidad máxima de corriente de 125 A. El tablero esta aterrizado con cable THHN # 8. La tensión medida en la fase A fue de 119 V y en la fase B fue de 120 V, y entre A y B fue de 240 V, esto fue una medida instantánea, en cuanto a carga en el momento en que se tomo no había carga conectada y existía una corriente en el neutro con un valor instantáneo de 3A. La distancia de la subestación a este tablero es de aproximadamente 30 metros. El tendido secundario se podrá ver en el **ANEXO 1**.

1.1.3.1.3 TABLERO GENERAL DE OFICINAS Y CONSULTAS

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-3**. Es un tablero de uso general, se encuentra en cuarto denominado por la institución GABINETE II en el CRINA, alimenta diversa carga de oficinas y salones de consulta y terapia así como diversas cargas de la cocina. Este tablero es alimentado por una acometida aérea proveniente de la subestación de 250 kVA, es una acometida trifásica formada por 3 cables THHN # 4/0 AWG y un cable ACSR

2 AWG. De esta acometida se toman las dos fases bajas y el neutro para formar la acometida del tablero por medio de conectores de compresión. La acometida está compuesta por dos cables THHN 2/0 AWG y un cable THHN # 6 AWG, con tubería CONDUIT de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. Es un tablero tipo NQOD de Alumbrado, tipo NEMA1. Es un tablero de 24 espacios sin protección principal, de los cuales 17 espacios son utilizados por dispositivos termomagnéticos tipo THQL, los cuales alimentan diversas cargas, por lo que tiene 7 espacios de reserva.

El tablero cuenta con su barra de neutro y tierra unidas, esta aterrizado con cable THHN #2 AWG. La capacidad máxima de las barras es de 150 A. Se realizó mediciones de tensión obteniendo los siguientes valores instantáneos: Tensión en fase A de 122 V, tensión en fase B de 122 V, tensión entre fases A y B de 244 V; la corriente instantánea medida en la fase A fue de 14.1 A y en la fase B de 15.2 A

De las zapatas de entrada del tablero se conectan dos cables TW # 2 AWG que llegan a una caja de corte de dos polos con fusibles de 100A, esta caja alimenta por medio de canalización subterránea un tablero de 8 espacios que se describirá a continuación y se denominará TABLERO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS. De igual forma de las protecciones termomagnéticas de 100 A del tablero, las salidas de estas protecciones alimentan una caja de corte de dos polos con fusibles de 60 A, que alimenta un tablero de 8 espacios que se describirá a continuación y se referirá como SUBTABLERO DOS DE SALONES EDIFICIO A.

Este tablero de 24 espacios alimenta carga de tomacorrientes de uso general e iluminación así como la bomba de circulación de agua caliente de la piscina de terapia del CRINA. Se encuentra aproximadamente a 70 metros de la subestación trifásica de 250 kVA, el detalle del tendido secundario y de la ubicación del tablero se realizará en *ANEXO 1*.

1.1.3.1.4 TABLERO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-4**. Tablero tipo Centro de Carga, NEMA1. El Tablero consta de 8 espacios y es alimentado por la misma acometida del subtablero general de oficinas y consultas. De las zapatas del subtablero general de oficinas y consultas se alimenta una caja de corte de dos polos tipo palanca, con dos fusibles de 100A de protección y con barra de neutro aterrizada. De la salida de los fusibles de 100A, se alimenta el tablero de 8 espacios por medio de canalización subterránea en poliducto de 1 pulgada de diámetro, con 3 cables TW # 2 AWG para las dos fases y el neutro. Este tablero esta aterrizado con cable THHN # 2 AWG. De los 8 espacios, 7 espacios están ocupados y tiene un espacio de reserva. Alimenta iluminación, tomacorrientes para oficinas administrativas y tomacorrientes de la cocina y lavandería. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo los siguientes valores: La tensión en la fase A fue de 122 V, el de la fase B fue de 122 V y entre la fase A y B se midió 244 V, la corriente en la fase A fue de 16.8 A y en la fase B se obtuvo 1.2 A. De estos datos se puede concluir que existe un problema por desbalance entre las fases A y B, lo que ocasiona que exista una corriente en el neutro igual al desbalance de las fases, en el CAPITULO II se abordara mas a profundidad el problema de desbalance de fases de acuerdo a datos tomados por el analizador en cada subestación y el máximo valor permitido de desbalance según normas y en el CAPITULO V como realizar un balance de cargas por medio de los cuadros de cargas del diseño propuesto. El tablero tiene barras con una capacidad máxima de 125A y tiene disyuntores termomagnéticos tipo THQL.

1.1.3.1.5 SUBTABLERO DOS DE SALONES DE EDIFICIO A

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-5**. Tablero tipo Centro de Carga, NEMA 1. El Tablero tiene 8 espacios y es alimentado por el subtablero general de oficinas y consultas, tiene doble protección principal en cascada, la primera son dos disyuntores termomagnéticos tipo THQL de un polo de 100A que están ubicados en las posiciones 1 y 3 del tablero de 24

espacios referido como subtablero general de oficinas y consultas. De los disyuntores termomagnéticos se alimenta una caja de corte tipo palanca de dos polos que contiene como protecciones dos fusibles de 60A, esta caja tiene su barra de neutro aterrizada. De esta caja de corte por medio de canalización subterránea en poliducto de 1 pulgada de diámetro se alimenta un tablero de 8 espacios. La alimentación de dicho tablero se realiza con 3 cables THHN # 6 AWG para las dos fases y el neutro. El tablero esta aterrizado con cable THHN # 4 AWG. Tiene ocupado 6 espacios, por lo que tiene dos espacios de reserva. La capacidad máxima de las barras es de 125A. Este tablero alimenta carga de tomacorrientes para computadoras e iluminación de pasillos. Se realizaron mediciones instantáneas y se midió lo siguiente: Corriente en la fase A 2.1 A, corriente en la fase B 1.2 A, tensión en la fase A 122 V, tensión en la fase B 122 V, tensión entre la fase A y B 244 V.

1.1.3.1.6 TABLERO DE CALENTADOR DE AGUA CAL PARA USO GENERAL

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-6**. Tablero alimentado por la acometida aérea trifásica del banco de transformadores de 250 kVA. Tablero tipo NEMA 1, un solo circuito trifásico, superficial. Es un tablero trifásico con una protección termomagnética de 100A, su acometida se realiza por medio de tubería Conduit EMT de una pulgada de diámetro, se forma por medio de conectores de compresión, formando una acometida compuesta por 3 cables THHN # 6 AWG y aterrizado el tablero con cable THHN # 8 AWG. Este tablero alimenta un calentador de agua de 6 resistencias eléctricas con capacidad nominal de 18 KW trifásicos con una tensión nominal de línea de 240 V. No tiene neutro. Se utiliza para calentar el agua de que es utilizada para diversos procesos.

1.1.3.1.7 TABLERO DE CALENTADOR DE AGUA PARA PISCINA

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA-7**. Tablero tipo NEMA 1, un solo circuito trifásico, superficial. Tablero alimentado por la acometida aérea trifásica del transformador de 250

kVA. Es un tablero trifásico con protección termomagnética trifásica de 100A, su acometida se forma por medio de conectores de compresión de la acometida aérea trifásica de 3 cables THHN 4/0 AWG uniendo con 3 cables THHN # 2 AWG, estos 3 cables THHN # 2 AWG son los que alimentan el tablero trifásico, con una tensión nominal de línea de 240 V. No tiene neutro. La acometida se forma con canalización de tubería CONDUIT de 2 pulgadas de diámetro empotrada. El tablero es aterrizado con cable THHN # 8 AWG. Este tablero alimenta un calentador de 6 resistencias con potencia nominal de 36 KW trifásicos, con tensión nominal de 240 V de línea a línea, se utiliza para calentar el agua de una piscina usada para terapias de rehabilitación.

1.1.3.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA

Esta subestación se identifica en el diagrama unifilar con el nombre de **SUBCRINA2**. Esta subestación tiene su acometida propia de la distribuidora. Es formada por un transformador con potencia aparente nominal de 100 kVA. Los datos de placa se exponen en la TABLA 3 y fueron tomados directamente de la placa del transformador.

MARCA	HOWARD
POTENCIA NOMINAL	100 kVA
HV	14,400/24940
LV	120/240
CLASS	OA
Frecuencia	60 Hz.
% IMP	3.0
Temperatura Máxima de Operación	85°C
Peso	438 Kg.

TABLA 3. DATOS DE PLACA PARA EL TRANSFORMADOR

En su lado primario el transformador cuenta con dos bushing y es alimentado con una tensión nominal de 13,200 V con neutro aterrizado. Las conexiones en el lado primario están formadas por alambre de cobre desnudo # 4 AWG tiene sus protecciones de

pararrayo y cortacircuito en la fase viva. Está conectado a la fase C de la distribuidora, la ubicación así como el punto de conexión con la distribuidora se detalla en el *ANEXO 1*. El transformador se encuentra montado en un poste concreto centrifugado de 35 pies. En la figura 1.21 se puede observar la estructura del lado primario de esta subestación.



FIGURA 1.21 Estructura primaria de la subestación de 100 kVA.

El lado de baja tensión alimenta diversa carga con tensiones nominales de 120/240 V, por lo que es un servicio monofásico Trifilar el que presenta en su lado de baja tensión. En la figura 1.22 se puede observar el montaje de este transformador, así como su bajada en el lado de baja tensión.



FIGURA 1.22 SUBESTACIÓN DE 100 kVA

Las mediciones por parte de la distribuidora se efectúan en el lado secundario, por medio de transformadores de corriente y conectando directamente a los cables de salida del lado de baja tensión a las señales de tensión para el medidor digital. Las salidas de los transformadores de corriente así como las señales de tensión llegan a unos contactos encapsulados de donde salen para las entradas y salidas del medidor digital de la distribuidora. Los transformadores de corriente así como los contactos encapsulados se encuentran en un gabinete montado en el mismo poste del transformador, el medidor digital se encuentra en otro gabinete más abajo para poder efectuar su lectura. En la figura 1.23 se puede observar el gabinete con ventana del medidor digital de la distribuidora.



FIGURA 1.23. Gabinete del medidor de la subestación.

En el lado de baja tensión el transformador cuenta con tres bushing, dos fases y el neutro para poder obtener tensiones nominales de 120/240 V. La conexión del lado de baja tensión está formada por 3 cables THHN # 250 MCM, y de allí se forman cuatro acometidas para diferentes áreas del CRINA, de estas acometidas 3 son aéreas y una es subterránea.

La acometida subterránea es de tipo monofásica Trifilar 120/240 V y está formada por 4 cables THHN # 3/0 AWG para las fases y dos cables THHN # 2/0 AWG para el neutro. Esta acometida se forma por medio de conectores tipo cepo cubierto por cinta aislante. La acometida entra al cuerpo terminal y baja subterráneamente por medio de tubería CONDUIT de 4 pulgadas de diámetro.

Existe una acometida aérea formada por dos cables THHN # 10 AWG que se forma de los alimentadores del transformador por medio de conectores tipo cepo y cubiertos con cinta aislante. La acometida es tipo Monofásica 120 V. El tendido aéreo mide aproximadamente 7 metros y se sujeta a la estructura de una bodega por medio de un gancho metálico. Esta carga no se toma en cuenta en el diagrama unifilar por considerarse no representativa.

En la figura 1.24 se pueden observar los empalmes para formar las distintas acometidas y distribuir de esta forma el servicio eléctrico a diferentes edificios. También se puede observar el gabinete donde se encuentran los transformadores de corriente y los contactos encapsulados.



FIGURA 1.24 Acometidas aéreas y subterránea para las distintas edificaciones.

La otra acometida aérea está formada por tubos metálicos y pasa arriba de un centro del CRINA a una altura aproximada del techo de este de 1.5 m. La acometida es tipo Monofásica Trifilar 120/240 V. El tendido aéreo se sujeta por medio de dos tubos metálicos y se forma por medio de conectores tipo cepo con los cables de lado de baja tensión del transformador. Los cables de esta acometida son dos cables todo Aluminio tipo WP 1/0 para las fases y un cable ACSR #2 AWG para el neutro. Esta acometida alimenta un tablero de 4 espacios que se describirá en el subtema TABLERO DE SALONES DE TERAPIA EDUCATIVA, también alimentaba tres extractores de aire que están fuera de uso y alimentan 3 aires acondicionados que se conectan por medio de

empalmes a esta acometida y pasando por una caja de dos polos como protección de dichos aires acondicionados, no existe un tablero principal para esta acometida y la carga se conecta lo más cerca posible de donde pase el tendido aéreo.

La última acometida para esta subestación es tipo Monofásica Trifilar 120/240 V, formada por 2 cables todo Aluminio tipo WP 1/0 AWG y un cable ACSR # 2 AWG. El tendido aéreo esta sujetado por medio de tubos metálicos y estructuras de hierro soportadas en el techo de un centro del CRINA. Esta acometida al igual que las anteriores, se forma con conectores tipo cepo cubierta con cinta aislante y tomada directamente de los cables que salen de los bushing del lado de baja tensión del transformador. De esta acometida se alimentan directamente si pasar por un tablero general dos aires acondicionados por medio de empalmes cubiertos con cinta aislante con cable 3 x 12 TSJ; Estos aires son utilizadas por una sala de reuniones del CRINA y se alimenta un tablero que se describirá a continuación en este capítulo. Esta acometida al igual que la anterior no contiene un tablero principal.

La localización de estas acometidas y del tendido aérea se puede observar en el *ANEXO 1*.

1.1.3.2.1 GABINETE DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA PARA ACOMETIDA SUBTERRÁNEA

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA2-1**. Es un gabinete de distribución de fuerza trifásico con protección principal de 400 A, 3 polos, con puerta y con llave. El tablero de fuerza de la acometida subterránea de la subestación monofásica de 100 kVA del CRINA está formado por un gabinete superficial ubicado en el Centro de Rehabilitación Profesional que pertenece al CRINA en el salón 1C, a dicho gabinete llegan 4 cables THHN 3/0 AWG para las fases y 2 cables THHN 2/0 AWG para el neutro. Los cables de las fases llegan a un interruptor termomagnético de 3 polos tipo palanca de capacidad de corte de 400 A, sin embargo solo se utilizan dos polos de la protección debido a que la alimentación es

monofásica Trifilar 120/240 V, uno queda sin uso y de allí salen a unas barras de donde se distribuyen diferentes protecciones para diferentes tableros de este centro. El neutro llega con 2 cables THHN 2/0 AWG a la barra del neutro del gabinete. De las barras de las fases se alimentan 6 protecciones para 6 tableros que se distribuyen en todo el centro. Los circuitos se encuentran identificados con sus respectivos nombres no así los neutros que no se pueden identificar a que tablero se dirige cada cable de neutro. Los tableros que se alimentan son monofásicos trifilares 120/240 V. La barra de neutro se encuentra aterrizada THHN # 6 AWG. La capacidad máxima de las barras es de 400 A, y tiene puerta frontal con llave. Las protecciones termomagnéticas principales para los diferentes subtableros se identifican con los siguientes nombres: TF1, TN1, TN2, TN3, TN4 y TN5. Las capacidades de cada interruptor termomagnético son las siguientes: Para TF1 el interruptor termomagnético es de 2 polos y 300 A de corriente de corte, sus alimentadores son 2 cables THHN 1/0 AWG para las fases; para TN3 el interruptor termomagnético es de 2 polos con una capacidad de 300 A y sus alimentadores son 2 cables THHN 1/0 AWG para las fases; para TN1 el interruptor termomagnético es de 2 polos y de 70 A de corriente de corte, sus alimentadores son 2 cables THHN # 6 AWG para las fases; para TN2 el interruptor termomagnético es de 2 polos y de 70 A de corriente de corte, sus alimentadores son 2 cables THHN # 6 AWG para las fases; Para TN4 el interruptor termomagnético es de 2 polos y de 40 A de corriente de corte, sus alimentadores son 2 cables THHN # 6 AWG para ambas fases; y para TN5 el interruptor termomagnético es de 2 polos y de 70 A de corriente de corte, sus alimentadores son 2 cables THHN # 6 AWG para ambas fases A continuación se describirá cada subtablero alimentado por este tablero principal. La ubicación de este tablero se puede encontrar en el ANEXO 1.

1.1.3.2.2 SUBTABLERO TF1

Tablero tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 24 espacios ubicado en el salón 1C, es un tablero monofásico Trifilar 120/240V, con una máxima capacidad de las barras de 125A, los alimentadores que llegan a las zapatas de este tablero son dos cables THHN 1/0 AWG para las fases y un cable THHN 1/0 AWG para el neutro, en canalización tipo poliducto de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. Su protección principal es un interruptor termomagnético de dos polos de 300A y se encuentra en el tablero principal

descrito anteriormente. No se encontró cable de aterrizado de la barra de neutro. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo una corriente en la fase A de 9A y en la fase B una corriente de 8A, las tensiones fueron de 121 V en la fase A y de 122 V en la fase B. Alimenta aires acondicionados, iluminación, computadoras. El tablero se encuentra identificado con rotulación como TF1, no así los neutros que se desconoce cuál es el que viene de alimentación del tablero principal.

1.1.3.2.3 SUBTABLERO TN1

Tablero tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 12 espacios, con zapatas principales, barras de 125A, tipo de alimentación monofásica Trifilar 120/240V. Los alimentadores de este tablero son 3 cables THHN # 4 AWG para las fases y el neutro, están protegidos por canalización empotrada a la pared tipo poliducto de 1 pulgada de diámetro. No se encontró cable de aterrizado por lo que la barra de neutro esta sin aterrizar en el punto del tablero. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo una corriente para la fase A de 7A y para la fase B de 0A. Las tensiones tomadas fueron de 122 V para ambas fases. El tablero se encuentra identificado con rotulación como TN1, no así los neutros que se desconoce cuál es que viene de alimentación del tablero principal.

1.1.3.2.4 SUBTABLERO TN2

Tablero tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 12 espacios ubicado en el salón 3C denominado Terapia Educativa II, tiene ocupado 4 espacios, un espacio tiene dos protecciones termomagnéticas tipo THQP el resto son del tipo THQL. Cuenta con barras de neutro y tierras separadas físicamente, la alimentación del neutro y tierra se realiza por la misma barra que está ubicada a la derecha viendo de frente el tablero. La barra del lado izquierdo todas son alimentaciones que se supondría son de neutro para diversas cargas. La alimentación hacia las zapatas se realiza con 3 cables THHN # 6 AWG empotrados en poliducto de 1 pulgada de diámetro y es aterrizado con cable THHN # 4 AWG. El tablero es alimentado con servicio tipo monofásico Trifilar 120/240 V. Las barras tienen una capacidad máxima de 125A. No tiene rotulación de identificación este tablero y tiene una protección principal de 70 A que se encuentra en el tablero principal. Este tablero solo alimenta circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general.

1.1.3.2.5 SUBTABLERO TN3

Tablero tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 24 espacios, con alimentación monofásica Trifilar 120/240 V, con una máxima capacidad de las barras de 125A, los alimentadores que llegan a las zapatas de este tablero son dos cables THHN 1/0 AWG para las fases y un cable THHN 1/0 AWG para el neutro, en canalización tipo poliducto de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. Su protección principal es un interruptor termomagnético de dos polos de 300A y se encuentra en el gabinete de distribución. Aterrizado con un cable THHN # 8 AWG.

1.1.3.2.6 SUBTABLERO TN4

Tablero de Alumbrado tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 8 espacios, con alimentación monofásica Trifilar 120/240V, con una máxima capacidad de las barras de 125A, los alimentadores que llegan a las zapatas de este tablero son dos cables THHN # 6 AWG para las fases y un cable THHN # 8 AWG para el neutro, en canalización tipo poliducto de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. Su protección principal es un interruptor termomagnético de dos polos de 40 A y se encuentra en el gabinete de distribución. Aterrizado con un cable THHN # 10 AWG.

1.1.3.2.7 SUBTABLERO TN5

Tablero de Alumbrado tipo NQOD, NEMA1, empotrado. Tablero de 8 espacios, con alimentación monofásica Trifilar 120/240V, con una máxima capacidad de las barras de 125A, los alimentadores que llegan a las zapatas de este tablero son tres cables THHN # 6 AWG para las fases y el neutro, en canalización tipo poliducto de 2 pulgadas de diámetro empotrada a la pared. Su protección principal es un interruptor termomagnético de dos polos de 40 A y se encuentra en el gabinete de distribución. Aterrizado con un cable THHN # 10 AWG.

1.1.3.2.8 TABLERO DE SALONES DE EDUCACIÓN ESPECIAL

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA2-2**. Tablero de 12 espacios alimentado por una acometida aérea que viene del transformador de 100 kVA del CRINA, esta acometida se ha descrito anteriormente en el subtema SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 kVA, la bajada hacia el tablero se hace en un tubo metálico de allí se hacen los empalmes para luego por medio de poliducto de 2 pulgadas de diámetro se empotra a la pared del edificio de salones de Educación Especial hasta llegar al tablero que se describe. Los cables con que llega a las zapatas del tablero son 3 cables TW # 4 AWG y la barra de neutro se encuentra aterrizada con cable THHN # 8 AWG. Es un tablero empotrado, alimentado con servicio monofásico Trifilar de 120/240V, con barras con capacidad máxima de corriente de 125 A, sin Protección principal.

En la figura 1.25 se puede observar el montaje de este tablero.



FIGURA 1.25 Tablero de salones de Educación Especial

Todos los espacios están ocupados con disyuntores termomagnéticos tipo THQL, y alimentan circuitos de tomacorrientes, de iluminación y circuitos combinados de los

salones de educación especial y baños de este sector. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo los siguientes datos: 110.3 V y 113 V para las fases A y B respectivamente y la tensión entre las fases A y B se registro un valor de 220 V. Para la fase A una corriente de 12 A, para la fase B una corriente de 1.5 A y la corriente en el neutro se midió de 10.5 A, se puede observar de las mediciones realizadas un desbalance en las fases con la consecuente circulación de una corriente grande en el conductor del neutro. El problema de desbalance de carga se tratara en el CAPITULO II para cada subestación en base a las mediciones realizadas con el analizador de redes.

1.1.3.2.9 TABLERO DE SALONES DE TERAPIA EDUCATIVA

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCRINA2-3**. Tablero tipo Centro de Carga, NEMA 1, de 4 espacios alimentado por una acometida aérea proveniente de la subestación monofásica de 100 kVA del CRINA que se ha descrito anteriormente en el subtema SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 kVA, la bajada al tablero se hace desde un tubo metálico de la acometida hasta un gancho metálico en donde entra el cable empotrado a la pared por medio de canalización de poliducto de una pulgada de diámetro, los alimentadores de este tablero son tres cables THHN # 6 AWG, se conectan a las barras del tablero, el tablero está conectado como servicio monofásico Trifilar 120/240 V, este tablero esta empotrado a la pared de un salón, y la barra de neutro esta aterrizada con cable THHN # 6 AWG. Las protecciones termomagnéticas son de tipo THQL y alimentan circuitos monofásicos a 120 V de iluminación y tomacorrientes. El tablero se encuentra el salón 5C rotulado con el nombre de Terapia Educacional.

1.1.4 CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR (CAL)

*El Centro del Aparato Locomotor*⁵ se originó en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Rosales, en el cual se proporcionaban tratamientos médicos y terapéuticos.

En 1958 con la ayuda de la Asociación Salvadoreña de Rehabilitación, un grupo de enfermeras y bachilleres viajaron al Instituto Mexicano de Rehabilitación para realizar estudios técnicos de Fisioterapia, aparatos ortopédicos y prótesis.

A partir de 1960 este grupo se incorporó al equipo de trabajo de dicho departamento como personal especializado.

En 1968 el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación con todo su personal técnico y administrativo, paso a formar parte del Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos, ISRI.

Desarrolló sus actividades en un edificio anexo y propiedad del Hospital Rosales hasta el 13 de septiembre de 1968, fecha en la que se traslado a su propio edificio el cual está situado en la Colonia Costa Rica, Avenida Irazú.

Actualmente el Centro del Aparato Locomotor forma parte de las 10 instituciones que conforman el ISRI y en el se atienden a las personas que sufren de problemas del sistema neuro músculo esquelético, que dejan como secuelas limitaciones físicas permanentes o temporales.

El objetivo del centro es brindar atención a toda la población que adolece de problemas neuro músculo esquelético, en forma coordinada con sus 8 áreas básicas de atención,

⁵ . Tomado de la página web del ISRI

para que en el menor tiempo posible pueda integrarse y desenvolverse normalmente en la sociedad.

El Centro del Aparato Locomotor trabaja en forma coordinada con los diferentes Centros que forman parte del ISRI, para brindar una atención de excelente calidad al usuario, realizando de esta forma su preparación para las actividades de la vida diaria y su rehabilitación integral; para lograrlo el CAL, cuenta con las siguientes áreas de atención.

1. Servicio médico especializado en Ortopedia, Neurología, Urología, Fisiatría y Medicina General.
2. Fisioterapia. Aplicando las diferentes modalidades de tratamiento en Reumatología. Traumatología, Neurología con programas complementarios de atención en Electroterapia, Hidroterapia, Mecanoterapia y Terapias grupales.
3. Terapia Ocupacional. Tratamiento para lesiones y traumatismos de miembros superiores y entrenamiento para actividades de la vida diaria.
4. Terapia de Lenguaje. Atención de problemas de habla (afasia, Dislalia, Dislexia), ocasionados por algún tipo de lesión y accidente cerebro vascular.
5. Psicología. Sesiones de tratamiento psicológico a usuarios y apoyo a la familia.
6. Trabajo Social, Estudio de la situación socioeconómica del usuario, planificación recreo educativas.
7. Unidad de Lesiones y Afecciones Medulares. Hospitalización de usuario lesiones y afecciones en las médulas brindando diariamente la atención terapéutica antes mencionada completándola con cuidados médicos y de enfermería.
8. Unidad de Ortopedia Técnica. Consta de taller de fabricación de prótesis y ortesis, gimnasio para entrenamiento de marcha, clínica multidisciplinaria de ortesis y prótesis y fabricación de sillas especiales adaptadas hechas de madera para manejar posturas en pacientes con retardo mental o parálisis cerebral, e insertos de sillas de ruedas convencionales.

El Centro del Locomotor proporciona 10,000 consultas médicas y 59,000 tratamientos al año.

1.1.4.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DELTA ABIERTA DE 50 kVA DE LA UNIDAD DE LESIONES Y AFECCIONES MODULARES

Se identificará como **SUBCAL1** dentro del diagrama unifilar. Es una subestación trifásica formada por dos transformadores de 25 kVA montados en un poste de concreto centrifugado de 35 pies. Esta subestación tiene una configuración estrella abierta en su lado primario y delta abierta en su lado secundario con fase alta. La potencia nominal total de la subestación de 50 kVA.

En la figura 1.26 podemos observar el montaje de la subestación y el tipo de estructura de bajada del lado primario.



FIGURA 1.26 Subestación Estrella Abierta- Delta Abierta cuatro hilos.

En su lado primario la tensión de alimentación es 13.2 kV aterrizado, las conexiones se forman con alambre de cobre desnudo # 4 AWG, un transformador de 25 kVA.

La subestación se conecta a las fases A y C del tendido primario interno de la institución. En su lado de baja tensión, las conexiones se realizan con cable de cobre THHN # 1/0 AWG para las 3 fases y el neutro, y las 3 fases se conectan a la entrada de un medidor digital de la distribuidora, de allí salen dos acometidas para la unidad de Lesiones y

Afecciones modulares, una trifásica formada por 3 cable de cobre THHN 1/0 AWG, y la otra monofásica Trifilar formada por 2 cables de cobre THHN # 1/0 AWG y un cable ACSR # 2 AWG. Las acometidas se entran al edificio por tendido aéreo por medio de ganchos metálicos y luego cada acometida tiene su cuerpo terminal por donde entran al edificio en la parte superior por medio de poliducto empotrado en la pared. La acometida trifásica alimenta una protección trifásica de 3 polos que funciona como protección principal de allí se distribuyen para tres tableros trifásicos de un solo circuito que alimentan dos lavadoras y una secadora.

La acometida monofásica Trifilar alimenta un tablero de 18 espacios sin protección principal que alimenta diversa carga dentro de esta unidad. La ubicación de esta subestación se encuentra en el *ANEXO 1*.

En la figura 1.27 podemos observar las bajadas del lado de baja tensión de la subestación, así como las dos acometidas hacia el edificio, una entorchada, que es la monofásica trifilar y la otra con sus estructuras de aisladores, que es la trifásica.



FIGURA 1.27. Vista del montaje de la subestación y las acometidas aéreas.

1.1.4.1.1 PROTECCIÓN PRINCIPAL TRIFÁSICA DE LAVANDERÍA

La protección se encuentra en una caja NEMA1 y se nombrara en el diagrama unifilar como **STCAL1-G**; La alimentación entra a la caja NEMA1 por medio de canalización tipo coraza de 2 pulgadas de diámetro, se encuentra superficial a la pared. La protección es termomagnética de 3 polos con capacidad de interrupción de corriente de 160 A. Los alimentadores son 3 cables THW # 2 AWG. Este gabinete no cuenta con barra a tierra ni neutro. El neutro que viene de la acometida se va de paso por este tablero, solo se hacen varios empalmes y se cubren con cinta aislante para tener alimentadores de neutro en los tableros de las lavadoras y la secadora que si cuentan con su barra de neutro. De las salidas del interruptor termomagnéticos salen 3 cables por fase para alimentar dos lavadoras industriales y una secadora. El tablero es tipo NEMA 1, interruptor principal. La ubicación de este interruptor se puede observar en el *ANEXO 1*.

En la figura 1.28 podemos observar la protección principal para los circuitos trifásicos.



FIGURA 1.28. Protección principal de los subtableros.

El subtableros de la secadora tiene una protección de 3 polos y es tipo NEMA 1, tipo interruptor principal, con capacidad de interrupción de corriente de 125 A, sus alimentadores son 3 cables THHN # 6 AWG, el tablero es superficial y se encuentra cerca

del interruptor principal. El tablero tiene su barra de neutro en donde se conecta el neutro proveniente de la acometida, El neutro esta aterrizado en el tablero de una de las lavadoras. Se llega del interruptor principal hasta el tablero con canalización tipo poliducto de 1 pulgada de diámetro. Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL1-1**.

En la figura 1.29 podemos observar este subtablero, que es la protección para el circuito de la secadora.



FIGURA 1.29. Subtablero para secadora.

Los subtableros de las lavadoras industriales son similares y son cajas tipo NEMA 1, tipo interruptor principal, uno se alimentan con 4 cables THHN # 8 AWG para las tres fases y el tierra, la protección es termomagnética de 3 polos con capacidad de interrupción de corriente de 60 A, se encuentra colocado superficialmente y el neutro esta aterrizado por el tablero de la otra lavadora. El otro tablero alimenta una lavadora con las mismas características que la lavadora del tablero anterior, con una protección de 3 polos, 60 A, la alimentación llega por medio de poliducto de 1 pulgada de diámetro, los alimentadores son 3 cables THHN # 6 AWG para las 3 fases y un cable THHN # 8 AWG para el aterrizado. En este tablero se aterriza la barra de neutro con cable THHN # 8 AWG. Las tensiones con que funcionan estas maquinas son 240 V trifásicos. Cuando se utilizan las lavadoras se utiliza solo una a la vez, nunca las dos al mismo tiempo, una lavadora y la secadora si pueden funcionar simultáneamente pero nunca las dos lavadoras simultáneamente, aunque no existe ningún tipo de protección para esto, el operador de las lavadoras cumple con esta restricción. Como sugerencia se puede desarrollar un

control para evitar algún error de parte del operador de manera que el encendido de una lavadora excluya la alimentación de la otra lavadora; esto se puede lograr por medio de un circuito de control con contactores y programación en lógica programable de plc. Se identificará respectivamente en el diagrama unifilar como **STCAL1-2** y **STCAL1-3**.

En la figura 1.30 podemos observar estos subtableros. Y en la figura 1.31 podemos observar las conexiones internas de los conductores activos, así como del neutro y tierra.



FIGURA 1.30

Subtableros para lavadoras.



FIGURA 1.31

Subtablero para lavadora sin la tapa protectora.

Las lavadoras según datos de placa son de 19 KVA de potencia aparente y la secadora es de 29 KVA de potencia aparente.

1.1.4.1.2 TABLERO DE CARGAS MONOFÁSICAS

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL1-4**. Tablero tipo NQOD para alumbrado, tipo NEMA 1. Tablero empotrado a la pared de 18 espacios, alimentado por medio de cable NM 3x8 AWG con 2 alimentadores THHN # 8 AWG, no tiene protección principal. El tablero está conectado para servicio monofásico Trifilar 120/240 V, tiene barras con capacidad máxima de 150 A,

la barra de neutro es alimentada con cable THHN # 8 AWG y esta aterrizada con cable TW # 4 AWG. Tiene ocupado 17 espacios con disyuntores termomagnéticos tipo THQL, por lo que tiene un espacio de reserva. Este tablero alimenta toda la carga monofásica de la Unidad de Lesiones y Afecciones modulares. Entre la carga que se puede observar en este edificio existe ventiladores, luminarias fluorescentes de tubo y tomacorrientes de uso general. La ubicación de este tablero se puede observar en el **ANEXO 1**.

En la figura 1.32 se puede observar este tablero.



FIGURA 1.32. Tablero de cargas monofásicas.

1.1.4.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 50 KVA

Se identificará en el diagrama unifilar como **SUBCAL2**. Esta subestación formada por un transformador monofásico de 50 KVA conectado en su lado primario con una Tensión de Fase a Neutro aterrizado de 13.2 kV. Las conexiones en su lado primario se forman con alambre de cobre sólido # 4 AWG, este transformador tiene su respectivo cortacircuito y pararrayo; también se encuentra sólidamente aterrizado el neutro y su carcasa; está montado en un poste de concreto centrifugado de 35 pies de altura. No posee medición por parte de la distribuidora. La conexión del transformador en su lado de baja tensión se realiza por medio de 3 cables THHN # 2 AWG, de allí entran por medio de un cuerpo terminal, tubo metálico utilizado como poste y tendido aéreo al área de consultas del CAL. En la figura 1.33 se puede observar el montaje y conexiones de este transformador.



FIGURA 1.33. Subestación monofásica de 50 kVA.

El transformador tiene 3 terminales en su lado de baja tensión, por lo que su conexión es monofásica Trifilar 120/240 V, con neutro central. Alimenta un tablero de un circuito para rayos X. Es la única carga conectada a este transformador. El transformador en su lado primario se conecta a la fase B del tendido primario interno de la institución, y se conecta entre la fase y el neutro de la distribuidora que esta sólidamente aterrizado. La ubicación de esta subestación se puede ver en el *ANEXO 1*.

En la figura 1.34 se puede observar la estructura y conexión del lado primario de la subestación.



FIGURA 1.34. Estructura primaria para subestación monofásica de 50 kVA.

1.1.4.2.1 TABLERO PARA EQUIPO DE RAYOS X

Debido a que el tablero no cuenta con identificación por parte de la institución, en el diagrama unifilar se identificará como **TCAL2**. El tablero es de un solo circuito y esta superficialmente. La alimentación es monofásica Trifilar 120/240 V. Es una caja Centro de Carga, tipo NEMA 1. El tablero contiene una protección principal de 150 A, dos polos, para protección del equipo de rayos X. La canalización de los conductores de la acometida es de PVC flexible superficial de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro sujeta por grapas. Los alimentadores son 2 cables THHN # 4 AWG para las dos fases y un cable THHN # 6 AWG para el neutro. El tablero no está aterrizado.

El neutro es utilizado como cable a tierra para el equipo de rayos X. Se puede observar en la figura 1.35 lo descrito. Y en la figura 1.36 el tipo de canalización utilizada para los alimentadores de este tablero.



FIGURA 1.35

Tablero para protección de equipo de rayos X



FIGURA 1.36

Canalización utilizada para conductores.

1.1.4.3 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 112.5 KVA

Se identificará en el diagrama unifilar como **SUBCAL3**. Esta subestación está formada por un banco trifásico de tres transformadores de 37.5 KVA, la configuración en su lado primario es estrella y en su lado de baja tensión delta fase alta. La subestación está montada en un poste de concreto centrifugado de 35 pies de altura, en este poste remata el tendido primario interno de la institución. En su lado primario la subestación es alimentada con una tensión de 13.2 KV con neutro aterrizado, cuenta con sus protecciones de cortacircuito y pararrayos en las tres fases que alimentan a cada transformador. El fusible del cortacircuito es de 6 A. Las conexiones en el lado primario se realizan con alambre desnudo de cobre # 4 AWG. En su lado de baja tensión las conexiones se realizan con cable THHN 2/0 AWG, y se obtienen tensiones de servicio de 240 V de línea trifásico, y 120 V entre las fases A y B y el neutro; y se obtiene una tensión de 240 V entre la fase C y el neutro.

En la figura 1.37 se puede observar la estructura primaria de esta subestación, y en la figura 1.38 se puede observar la conexión y montaje del banco de transformadores.



FIGURA 1.37.

Estructura primaria del banco.



FIGURA 1.38.

Montaje del banco de transformadores

Existen dos acometidas aéreas que salen de esta conexión delta con neutro común, las dos son trifásicas.

La primera acometida aérea trifásica llega a una sala de maquinas del edificio del CAL y entra por medio de un cuerpo terminal a las zapatas de un interruptor trifásico de 3 polos de 250 A con 3 cables THHN 2/0 AWG y un cable ACSR # 2 AWG para el neutro, de las zapatas salen 3 cables THHN 2/0 AWG para una caja de corte tipo palanca con fusibles de 200 A de 3 polos. De la salida del interruptor trifásico se alimentan tres tableros, uno de bombas y los otros dos para calentadores de agua. De la salida de la caja de corte con fusibles de 200 A de 3 polos, salen 3 cables THHN 4/0 y un cable ACSR # 2 AWG que por medio de tendido aéreo llega hasta 2 interruptores de tres vías uno de dos polos de 60 A y otro de tres polos de 200 A. Estos interruptores se encuentran un gabinete superficial y son la transferencia manual que se hace con el grupo electrógeno. Las entradas y salidas a los interruptores tanto del grupo electrógeno como de la acometida de la subestación se hacen con cuerpos terminales y se llega hasta el gabinete con tubería CONDUIT de 4 pulgadas de diámetro. El grupo electrógeno y la transferencia se describirán más adelante en este mismo tema.

Esta acometida continúa después de la transferencia siempre aérea hasta llegar a la unidad de ortopedia técnica donde se alimentan diferentes tableros trifásicos y monofásicos trifilares que se describirán posteriormente. Esta primera acometida prácticamente es perimetral a todo el Centro del Aparato Locomotor (CAL). También alimenta un tablero que se encuentra en una cafetería para la alimentación de tomacorrientes e iluminación de dicha cafetería, esta carga es no representativa por lo que no podrá observar en el diagrama unifilar.

La segunda acometida aérea está formada por tres cables THHN 2/0 AWG y un cable ACSR # 2 AWG para el neutro, y por medio de un trazo formado por un tubo metálico y un poste de concreto además de la estructura para sujeción de los cables montada en el techo de la edificación, llega hasta el final de la unidad de ortopedia donde llega a un tablero trifásico que alimenta una maquinaria. Además se alimenta tableros con cargas no representativas, como son dos tableros de 1 espacio para los servicios sanitarios y la iluminación exterior formada por lámparas vapor de sodio de alta presión, los cuales se conectan directamente si tener protecciones y activadas por medio de fotoceldas.

1.1.4.3.1 INTERRUPTOR PRINCIPAL TRIFÁSICO PARA TABLEROS DE CALENTADORES DE AGUA Y BOMBAS

Interruptor termomagnético trifásico con capacidad de 250 Amperios. Se identificará en el diagrama unifilar como **CAL3-PP**. Es alimentado con 3 cables THHN 2/0 AWG para las 3 fases y un cable ACSR #2 AWG para el neutro. La alimentación es trifásica 4 hilos a 240 V. Los cables vienen aéreamente del banco de la subestación **SUBCAL3**, el interruptor se encuentra en un gabinete superficial, tipo NEMA 1, interruptor principal, y de las salidas de este, es alimentado un tablero monofásico trifilar 120/240 V y dos tableros trifásicos de 240 V que se describen a continuación.

1.1.4.3.2 TABLERO DE BOMBAS

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-1**.

Tablero tipo NQOD de fuerza, tipo NEMA 1. Es un tablero de 12 espacios ubicado en el cuarto de sala de maquinas, donde se encuentran bombas, y calentadores de agua para una piscina del CAL utilizada para terapia.

Es un tablero superficial con alimentación monofásica trifilar 120/240 V, alimenta circuitos de iluminación y fuerza. Los circuitos de fuerza son tres bombas bifilares 240 V, y ocupan 6 espacios del tablero. Los otros 6 espacios son circuitos de iluminación y circuitos para tomacorrientes de uso general. Los alimentadores para este tablero son 3 cables THHN # 4 AWG, para las fases y el neutro y vienen del interruptor principal de 3 polos con capacidad de 250 A. La barra del neutro del tablero esta aterrizado con cables THHN # 8 AWG. Las barras tienen capacidad de corriente de 125 Amperios.

1.1.4.3.3 TABLERO DE CALENTADOR 1

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-2**. El Tablero es trifásico superficial de un solo circuito, con alimentación de 240 V, la acometida para este tablero es por medio de canalización tipo coraza superficial, los alimentadores son 3 cables THHN # 2 AWG. Alimenta un calentador de agua de resistencias. La capacidad del interruptor es de 100 A.

1.1.4.3.4 TABLERO DE CALENTADOR 2

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-3**.

Tablero trifásico superficial de un solo circuito, con alimentación de 240 V, la acometida es por medio de canalización tipo coraza superficial, los alimentadores son 3 cables THHN # 2 AWG. Alimenta un calentador de agua de resistencias. La capacidad del interruptor es de 100 A.

1.1.4.3.5 TABLERO 1 DEL ÁREA CONSULTAS

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-4**. Tablero de 20 espacios empotrado a la pared. Se encuentra ubicado en una habitación donde se prestan consultas médicas dentro de las instalaciones del Centro del Aparato Locomotor. El tablero tiene su protección principal de 100 A, esta protección consta de dos fusibles de 100 A. El tablero cuenta con una alimentación monofásica Trifilar 120/240 V, proveniente del gabinete del control de transferencia, este tablero es alimentado por la subestación de 112.5 KVA trifásica mediante un interruptor manual trifásico de transferencia, donde se conecta al grupo electrógeno cuando hay ausencia de energía eléctrica por parte de la distribuidora. El interruptor es de 3 posiciones, la posición de alimentación de la subestación trifásica de 112.5 KVA, posición de apagado, donde no se conecta a ninguna fuente de alimentación, y la posición de conexión al grupo electrógeno. El tablero es alimentado con 3 cables

THHN 1/0 AWG para las dos fases y el neutro y esta aterrizado con cable TW # 6 AWG. El tipo de canalización para la acometida es tubería CONDUIT de 1 pulgada de diámetro empotrada a la pared. Se realizaron mediciones instantáneas de Tensión y de Corriente y se tomaron los siguientes datos: Corriente en la fase A 63.7 A, Corriente en la fase B 44.4 A, Tensión en fase A 104.8 V, Tensión en fase B 117.9 V, Tensión entre fases A y B es de 223.4 V, Corriente en el Neutro es de 25.7 A. El problema de desbalance de carga se expondrá en el CAPITULO II con las mediciones realizadas con el analizador de redes. Este tablero tiene 16 espacios ocupados por disyuntores termomagnéticos tipo THQL, y un espacio ocupado por 2 disyuntores termomagnéticos tipo THQP. Las Barras tienen una capacidad máxima de 125 Amperios de corriente. El tablero alimenta varios circuitos como iluminación, tomacorrientes, circuitos combinados y carga de fuerza como aires acondicionados; así como dos tableros que se describen a continuación y se encuentran en el área de consulta y enfermería.

1.1.4.3.6 SUBTABLERO 2 DEL ÁREA DE CONSULTAS

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-5**. Tablero de 12 espacios ubicado en la habitación de jefatura de enfermería. El tablero es alimentando con un servicio monofásico Trifilar 120/240 V y esta empotrado a la pared, es alimentado mediante canalización por poliducto de 1 pulgada de diámetro, con 2 cables de Aluminio WP # 6 AWG para las dos fases y un cable de aluminio WP # 8 AWG para el neutro. Este tablero es un subtablero del *Tablero 1 del área de consultas* por lo que su alimentación viene de dicho tablero identificado como **STCAL3-4**. Tiene su protección principal en el tablero STCAL3-4 en los espacios 18 y 20. El interruptor es de 50 A, 2 polos, tipo THQL. La barra de neutro no está aterrizada. Las barras tienen una capacidad máxima de corriente de 125 A. El gabinete no está completo, ya que carece de frente muerto, es decir, el escudo protector que evita el contacto accidental a las partes energizadas y brinda protección física a los componentes. Tiene ocupado todos los espacios con disyuntores termomagnéticos tipo THQL, los cuales alimentan diferentes circuitos tanto de iluminación como tomacorrientes de uso general y circuitos combinados. Se realizaron mediciones instantáneas y se obtuvieron los

siguientes datos: La corriente en la fase A fue de 5.8 A, en la fase B fue de 4.3 A, y en el Neutro fue de 4.3 A, las tensiones instantáneas son: En la fase A de 103.6 V, en la fase B de 124.5 V, y entre las fases A y B fue de 228 V.

1.1.4.3.7 SUBTABLERO DE ÁREA DE ENFERMERÍA

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-6**. Tablero de 12 espacios, tipo NQOD de alumbrado, tipo NEMA1, empotrado a la pared y ubicado en el salón de enfermería. La alimentación eléctrica es monofásico Trifilar 120/240 V, el alimentador es un TSJ de 3 cables THHN # 8 AWG y llegan a las zapatas del tablero y a la barra de neutro. La acometida viene empotrada a la pared y por arriba del cielo falso de la institución desde el Tablero **STCAL3-4** hasta ser empotrado a la pared por medio de poliducto de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y llegar a la caja del tablero. Su protección principal la tiene en el Tablero **STCAL3-4**, y es un interruptor termomagnético de 2 polos, 50 A, tipo THQL, y ocupa los espacios 17 y 19. El tablero tiene ocupado los 12 espacios con disyuntores electromagnéticos tipo THQL que alimentan diversos circuitos; desde carga de tomacorrientes de uso general, iluminación y circuitos combinados. Las barras tienen una capacidad de 125 Amperios. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo los siguientes valores: Tensión en la fase A fue de 106.7 V, Tensión en la fase B fue de 119.3 V, Tensión entre fases A y B fue de 227 V, la corriente en la fase A fue de 0.3 A, la corriente en la fase B fue de 4.3 A.

1.1.4.3.8 TABLERO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA ÁREA DEL GIMNASIO

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-7**.

Tablero de 8 espacios empotrado a la pared, tipo Centro de Carga, NEMA 1. Está ubicado en el área de gimnasio de la unidad de ortopedia. Su alimentación es monofásica Trifilar 120/240 V y llega hasta el tablero por medio de tendido aéreo. Es alimentado con 3 cables THHN # 6 AWG y conectados los cables a las zapatas respectivas de las fases y la barra

de neutro. No tiene interruptor principal. Los alimentadores llegan hasta las zapatas del tablero por medio de canalización tipo poliducto de $\frac{3}{4}$ de pulgada, empotrada a la pared. La barra de neutro está aterrizada con cable THHN # 10 AWG. Tiene ocupado 7 espacios que alimentan diferentes circuitos tanto de iluminación, como de tomacorrientes y ventiladores y circuitos combinados. Solo se midieron valores de tensión instantánea ya que por la ubicación de los cables de las fases no se pudieron realizar mediciones de corriente instantáneas. Las tensiones medidas fueron: Tensión en la fase A 101 V, en la fase B 120 V, y entre las fases A y B fue de 222.7 V. La corriente instantánea medida en el neutro fue de 4.9 A. Las barras tienen una capacidad de corriente de 125 Amperios.

1.1.4.3.9 INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Se denominará como **CAL3-CC2** en el diagrama unifilar.

Es una caja de corte formado por 3 fusibles con capacidad de corriente de 200 Amperios, y una palanca que consta de dos posiciones, ON y OFF, para hacer el corte de todos los circuitos de esta unidad. Es un interruptor trifásico con fase alta 240/120 V que alimenta un tablero monofásico Trifilar y tres tableros trifásicos que alimentan todas las cargas de la Unidad de Ortopedia Técnica. El tablero es superficial, y es alimentado con 3 cables THHN 1/0 AWG para las tres fases y un cable THHN 1/0 AWG para el neutro por medio de canaleta metálica de 60 mm. de ancho. La Alimentación proviene del tendido aéreo de la transferencia alimentada por el interruptor de 3 polos, 200 A.

1.1.4.3.10 TABLERO UNO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-8**.

Tablero de 16 espacios con una alimentación monofásica Trifilar 120/240 V, con barras con capacidad de 125 Amperios. Es un tablero tipo NQOD de alumbrado, tipo NEMA1. Los alimentadores son dos cables THHN # 8 AWG para las dos fases y un cable THHN # 6 AWG para el neutro. El tablero es superficial y la canalización se realiza con canaleta metálica de 40 mm. de ancho. La barra de neutro está aterrizada con cable THHN # 6

AWG. Tiene ocupado 6 espacios, por lo que tiene 10 espacios de reserva. Se realizaron mediciones instantáneas obteniendo lo siguiente: Corriente en fase A de 7 A, corriente en fase B de 3.8 A, Tensión en fase A de 124 V, Tensión en fase B de 100 V, Tensión entre fases A y B de 222 V. Este tablero alimenta circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general.

1.1.4.3.11 TABLERO DOS DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-9**.

El tablero es tipo NEMA 1, tipo interruptor principal. Este tablero está formado por un interruptor trifásico de 3 polos con una capacidad de corte de corriente de 20 Amperios. El tablero se encuentra superficial. Es alimentado por 3 cables THHN # 8 AWG con canalización metálica de 40 mm. de ancho, y alimenta una maquinaria utilizada en la unidad de ortopedia para coser zapatos.

1.1.4.3.12 TABLERO TRES DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Debido a que no tiene rotulación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-10**.

Tablero tipo NEMA 1, tipo interruptor principal. Este tablero está formado por un interruptor trifásico de 3 polos con una capacidad de corte de corriente de 50 Amperios. El tablero se encuentra superficial. Es alimentado por 3 cables THHN # 4 AWG, con canalización metálica de 40 mm. de ancho y alimenta una maquinaria utilizada en la unidad de ortopedia para fabricar ortesis.

1.1.4.3.13 TABLERO CUATRO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Debido a que no tiene rotulación de identificación por parte de la institución se identificará en el diagrama unifilar como **STCAL3-11**.

Tablero trifásico de 6 circuitos trifásicos, tipo NQOD, tipo NEMA 1, con zapatas principales, no tiene protección principal. El tablero está superficial y se encuentra en el salón donde se encuentran todas las maquinarias industriales utilizadas para la unidad de ortopedia. Es alimentado con 2 cables THHN 1/0 AWG para las fases y 2 cables THHN 2/0 AWG para el neutro y la fase alta; la canalización del cable es por medio de canaleta metálica de 60 mm. de ancho, y cada circuito alimenta maquinaria que posee su botonera de control y una cuchilla de desconexión con su respectivo fusible para protección contra cortocircuito.

1.1.4.3.14 TABLERO CINCO DE LA UNIDAD DE ORTOPEDIA TÉCNICA

Se identificará dentro del diagrama unifilar del *ANEXO 1* como **STCAL3-T12**. Es un tablero superficial. Tablero alimentado por un tendido aéreo que viene directamente de la subestación de 112.5 kVA trifásica en delta aterrizada. Este tendido secundario aéreo está formado por tres cables THHN 2/0 AWG y un cable ACSR # 2 AWG para el neutro. De allí se hacen empalmes con conectores de compresión, con cable THHN # 6 AWG y se entra a la edificación con un cuerpo terminal hasta llegar por medio de canalización metálica de 40 mm de ancho, hasta un tablero trifásico de un solo circuito, con un interruptor termomagnético de 50 A, 3 polos, que alimenta el motor de una maquinaria utilizada para coser zapatos.

1.1.4.3.15 GRUPO ELECTRÓGENO

Se identificará dentro del diagrama unifilar como **GCAL3**. El Grupo electrógeno está formado por una planta eléctrica de 86 HP de potencia nominal, Marca DMT Corporation, una velocidad de 1800 rpm y una tensión nominal de 240 V, la ubicación del grupo electrógeno se puede observar en el *ANEXO 1*. La planta eléctrica está formada por un

motor de combustión interna a base de Diesel, un alternador, un transformador seco y el arranque es por medio de un motor eléctrico DC alimentado por una batería. Se encuentra protegido en todo su contorno por una malla metálica, y la entrada tiene candado, está ubicado a la par del edificio de consultas del CAL. Se le ha construido su casa de maquinas, los alimentadores de salida son 3 cables THHN # 1/0 AWG, salen de la casa de maquinas por medio de tubería CONDUIT de 1 pulgada de diámetro y de un cuerpo terminal hacia los interruptores de transferencia.

En la figura 1.39 se puede observar la ubicación del generador de respaldo del servicio eléctrico.



FIGURA 1.39. Ubicación del grupo electrógeno

En las figuras 1.40 y 1.41 se muestran el tablero de control del Generador y la acometida con que sale el generador hacia la transferencia.



FIGURA 1.40. Tablero de indicadores y operación del Grupo Electrónico.



FIGURA 1.41. Acometida de salida del grupo Electrónico.

Está conectada a la mayoría de carga del CAL, a excepción del tablero de bombas y los dos calentadores. Se debe realizar mediciones para determinar la cantidad de carga conectada a la planta de emergencia, ya que según los tableros que se han descrito anteriormente la carga conectada es mayor a la potencia que puede entregar el motor del grupo electrógeno

.

1.1.4.3.16 CONTROL DE TRANSFERENCIA

Se identificará en el diagrama unifilar como **TCAL3**. La transferencia está formada por dos interruptores, uno de 3 polos y otro de dos polos. Los dos interruptores se encuentran en un gabinete superficial, y todas las acometidas entran y salen por medio de cuerpos terminales y tubería CONDUIT. En el piso de donde se encuentra el gabinete se ha hecho un pozo en donde están todos los cables de alimentación del grupo electrógeno así como los alimentadores que van hacia las cargas y los alimentadores de la subestación trifásica que es alimentada por la distribuidora.

La figura 1.42 muestra el pozo donde convergen los alimentadores del grupo electrógeno, de la subestación y de la carga.



FIGURA 1.42 Pozo de registro para la transferencia.

Los alimentadores que vienen de forma aérea de la subestación son 3 cables THHN 2/0 AWG para las fases y un cable ACSR #2 AWG para el neutro. Los alimentadores del grupo electrógeno son 3 cables THHN 1/0 AWG y un cable THHN 1/0 AWG para el neutro. Un interruptor de doble tiro, de 3 polos, 600 V máximos y 200 A de corriente máxima, con fusibles como protección, los alimentadores que van hacia la carga son 3 cables THW 1/0 AWG, la posición de la carga se ubica en medio del interruptor, en la posición de arriba se conecta la alimentación de la subestación trifásica SUBCAL3, y en la posición de abajo se conecta las salidas del grupo electrógeno. Este interruptor alimenta la carga de la Unidad Técnica de Ortopedia por medio de tendido aérea trifásico que le da la vuelta a la infraestructura por medio de tubos metálicos, postes y estructuras de sujeción colocada en el techo de la edificación. La salida del interruptor se hace con 3 cables THHN 1/0 AWG por medio de tubería CONDUIT de 3 pulgada de diámetro con su respectivo cuerpo terminal. A lo largo del tendido se pudo observar que se conecta diversa carga haciendo empalmes directos de la acometida aérea, estas cargas son no representativas y no se podrán observar en el diagrama unifilar. En la figura 1.43 se puede observar la transferencia manual utilizada en la institución.



FIGURA 1.43. Transferencia Manual.

El otro interruptor es de 2 polos, 3 posiciones, en la posición intermedia se ubica la carga, en la superior la alimentación de la subestación SUBCAL3, y en la inferior la alimentación del grupo electrógeno. El interruptor es de capacidad de 60 A, 240 V máximos, y los cables de alimentación de la carga son 3 cables THW 1/0 AWG. Este interruptor alimenta varios tableros monofásicos trifilares 120/240 V que se encuentran en el interior de edificio del CAL, por lo que la carga sale por medio de tubería CONDUIT de 3 pulgadas de diámetro hasta llegar aun cuerpo terminal de ese cuerpo terminal se hacen empalmes para luego llegar a otro cuerpo terminal en donde se conecta tubería CONDUIT de 3 pulgadas de diámetro que entra a la edificación.

En la figura 1.44 se observa las acometidas de entrada y salida de la transferencia manual.



FIGURA 1.44. Acometidas de entrada y salida de transferencia.

1.2 DETERMINACIÓN TÉCNICA DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

A partir de lo descrito anteriormente, y teniendo como requisito para la construcción y diseño de las instalaciones eléctricas en El Salvador el cumplimiento de los reglamentos y de estándares de calidad, normas eléctricas internacionales y nacionales, y bajo el criterio propio se pueden determinar los problemas actuales que están sufriendo las instalaciones eléctricas de los tres centros de atención del ISRI. La entidad encargada en nuestro país en aplicar y regular las normas contenidas en los tratados internacionales, leyes y reglamentos que rigen al sector de electricidad es la SIGET. La SIGET dicta las normas y estándares técnicos de electricidad, y nos indica cuales son las Normas y Estándares Internacionales que son aplicables a nuestro país. Entre las normas internacionales aplicadas a nuestro país están las siguientes: International Electrotechnical Comisión, IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), National Electrical Code, NEC (Código Nacional Eléctrico), American National Standards, ANSI (Instituto Nacional de Normas Americanas).

Entre las normas nacionales están el **ACUERDO No. 29-E-2000** y los documentos de Estándares de Construcción de líneas aéreas de distribución de energía eléctrica. Con base en todos estos documentos se puede determinar si una instalación es adecuada, segura, confiable, de fácil mantenimiento, económica y eficiente. Si una instalación no cumple con lo anterior se presentan problemas como incendios, destrucción y mal funcionamiento de equipos eléctricos, falta del suministro eléctrico en ciertas áreas o en todo un sector, riesgos en las personas y costos elevados en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

A continuación se mencionarán los principales problemas encontradas en las instalaciones eléctricas de los tres centros de atención del ISRI.

En el CAPITULO IV, se proponen aspectos generales de diseño para solucionar los problemas mencionados en este capítulo.

1.2.1 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES DE TENDIDO PRIMARIO

El alimentador principal utilizado como neutro de la distribuidora es de menor tamaño y de menor capacidad de conducción de corriente que el neutro interno de la institución utilizado para retorno de corriente y unir todo los sistemas de puesta a tierra de todas las subestaciones así como aterrizar los neutros de los transformadores. Esto puede ocasionar una mala referencia en la tensión primaria que alimentan a las subestaciones si no existe una buena red de tierra en cada subestación. También puede ocasionar un calentamiento en el hilo neutro que viene de la distribuidora produciendo la desconexión del hilo neutro por ruptura. De acuerdo a la Tabla 2, donde está el balanceo de fases, se puede determinar la carga trifásica total de la acometida primaria trifásica, de la siguiente forma:

$$S = 162.5 \text{ KVA} + 237.5 \text{ KVA} + 162.5 \text{ KVA}$$

$$S = 562.5 \text{ KVA}$$

A partir de esta potencia trifásica total se puede determinar los fusibles que deben de tener los cortacircuitos en el punto de entrega de media tensión:

$$I = \frac{562.5 \text{ KVA}}{1.7321 * 23\text{KV}}$$

$$I = 14.12 \text{ A}$$

Utilizando un factor adicional del 25% de la I nominal para dimensionar el fusible:

$$I = 14.12 * 1.25 = 17.65 \text{ A}$$

Se deberían utilizar fusibles con capacidad de corriente de 20 Amperios, por lo que el dimensionamiento actual del fusible de la acometida primaria es inadecuado. Los fusibles que se están utilizando son de 10 Amperios, por lo que pueden estar disparándose debido a sobrecargas si en algún momento se le exigiera a todos los transformadores conectados a esta acometida la máxima potencia que puedan entregar.

Por lo que no existe una coordinación de protecciones en el lado primario debido a que las protecciones principales de la acometida no están dimensionadas correctamente y ante una falla en un transformador alejado a la acometida, si estos fusibles se llegaran a disparar dejando sin servicio a los tres centros, cuando solo debió actuar el fusible que está más cercano al transformador que esta en falla.

Existe poco espacio para trabajar y escalar en varias subestaciones que se detallarán mas adelante de acuerdo con el *artículo 22, 23 y 29 del Acuerdo No. 20-E-2000* emitido por la SIGET que establecen las distancias para escalar, trabajar y la accesibilidad de los equipos eléctricos conectados a la línea respectivamente, debido al exceso de cables en baja tensión utilizados para acometidas aéreas y la mala distribución del tendido aéreo de baja tensión. Este exceso de cables ocasiona contaminación en algunos postes del tendido primario

En el tendido aéreo en baja tensión existen distancias de seguridad que no se cumplen de acuerdo con el *artículo 19. 3 del Acuerdo No. 20-E-2000* emitido por la SIGET. También no se cumple con este articulo en lo referente a los conductores de acometidas menores a 750 V que no deben ser accesibles con facilidad y algunos no tienen vuelta para goteo.

También existe problema de brecha y poda de acuerdo a lo establecido con el *artículo 71 del acuerdo No. 20-E-2000 de la SIGET*, ya que en un trayecto de la línea primaria existen ramas de árboles a una distancia muy cercanas de las líneas que ya han causado fallas en el sistema de distribución primario y la interrupción del servicio. También existen en un trayecto del tendido secundario problemas de poda y brecha ya que están en contacto con las líneas y obstaculizan la visibilidad de los cables aéreos en baja tensión.

1.2.2 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA ADMINISTRACIÓN SUPERIOR

1.2.2.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA

La subestación cuenta con varias acometidas formadas por medio de conectores de presión, cubiertas con cinta aislante. Estas acometidas alimentan toda la edificación de administración superior que se muestra en el *ANEXO 1*. De Acuerdo con el Artículo 230.2 *del NEC 2008*, un edificio u otra estructura deberán tener una sola acometida a excepción de las condiciones que se establecen en ese mismo artículo; por lo observado la edificación de administración superior consta de una infraestructura de área mediana, sin embargo no son lo suficientemente grandes para justificar el uso de más de una acometida. Por lo que esta subestación debería de tener una sola acometida y no 3 acometidas como las tiene actualmente. El diseño no está acorde con la NEC en lo referente al artículo mencionado anteriormente. También no cumple con el inciso E del mismo artículo ya que no cumple con la identificación de las acometidas en los tableros a donde llegan estas acometidas. La subestación no posee tampoco rótulos de advertencia de acuerdo con el artículo 49.2 del acuerdo No. 29-E-2000 de la SIGET ni tampoco posee protección contra incendios de acuerdo con el artículo 53 del mismo acuerdo.

Se calculará la corriente nominal de la subestación a la potencia nominal, y este dato se comparará con la capacidad de corriente del conductor principal para el tendido secundario de la subestación de 100 KVA. Luego en base a la Normativa de El Salvador, que estandariza la baja del conductor secundario dependiendo de la subestación, se determina si el conductor es el adecuado.

Datos del Transformador monofásico:

Potencia Aparente Nominal = 100 kVA

Tensión Secundaria Nominal = 240 V

$$I = \frac{100000 \text{ VA}}{240 \text{ V}}$$

$$I = 416.7 \text{ A}$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.25 \times 416.7 \text{ A}$$

$$I_{\text{conductor}} = 520.9 \text{ A}$$

El cable utilizado para esta subestación de 100 kVA como conductor de bajada del lado secundario es THHN 4/0 AWG, y de acuerdo a la *TABLA 310.21 del NEC 2008 para conductores al aire libre y con cubierta aislante*, la capacidad de transporte de corriente para un conductor THHN 4/0 AWG a una temperatura ambiente de 40°C es de 466 A, por lo que de acuerdo al cálculo realizado este conductor es insuficiente para el 125% de la corriente nominal que podría dar la subestación.

De acuerdo a los *Estándares para la Construcción de Líneas Áreas de Distribución de Energía de la SIGET* el conductor para una subestación de 100 kVA para bajada secundaria debe de ser THHN # 250 MCM, este dato se encuentra en el ANEXO 1, en la descripción de materiales para la Instalación de un transformador exclusivo Neutro Común con código *23T1EC*. El conductor THHN # 250 MCM, de acuerdo a la *Tabla 310.21 del NEC 2008*, tiene la capacidad de transportar 519 A, esto representa aproximadamente un 125% de la capacidad nominal de la subestación monofásica de 100 kVA. Este conductor debería ser utilizado como bajada del secundario del transformador de acuerdo a la Norma de Estándares de construcción que la SIGET exige.

Una sola acometida aérea alimenta a más de un tablero, por ejemplo, hay acometidas aéreas que alimentan a dos tableros de distribución industriales y además alimentan a unas bombas directamente solo pasando por una caja con sus interruptores termomagnéticos, de acuerdo con el artículo 230.40 del NEC 2008, cada acometida aérea servirá únicamente a un conjunto de conductores de entrada de acometida ; y en administración superior las acometidas aéreas alimentan varias cargas a lo largo de su trayecto, como aires acondicionados y pequeños tableros hasta llegar al tablero para el

cual se diseñó en un principio dicha acometida. Esto hace que exista un gran desorden en cuanto a instalaciones eléctricas, y sumado el hecho de que no existe planos eléctricos, ni diagramas unifilares, no se lleva un registro de cuanto es realmente la carga instalada para esa subestación, solo se conectan al tendido aéreo secundario más cercano para alimentar las cargas y entran al edificio por medio de cuerpos terminales, esto se repite muchas veces en administración superior en todos los tendidos aéreos que se han trazado.

De acuerdo con el artículo 240.4 (F) del NEC del año 2008, se establece cuando los conductores del lado secundario de un transformador están protegidos, y de acuerdo a lo observado en esta subestación de 100 kVA no existe una protección principal para el lado secundario del transformador, cuando debería de existir una protección principal para la protección de lado secundario del transformador. Aplicando lo dicho en ese artículo, en donde se puede considerar que los conductores de lado secundario están protegidos cuando cumplen con el siguiente cálculo:

$$I_{\text{nominal del fusible}} \leq I_{\text{conductor}} \cdot RT_{\text{sp}}$$

De acuerdo con la Tabla 310.20 del NEC de año 2008, se tiene que para los conductores THHN 4/0 a una temperatura ambiente de 40°C, la capacidad de corriente es de 335 A. Esta será la $I_{\text{conductor}} = 335 \text{ A}$.

La relación de transformación del secundario al primario es:

$$RT_{\text{sp}} = \frac{240 \text{ V}}{13200 \text{ V}} = 0.0181818$$

Entonces haciendo el producto definido por dicho artículo tenemos y comparando con el fusible que tiene el transformador en su lado primario tenemos:

$$I_{\text{nominal del fusible}} = 10 \text{ A}$$

$$10 \text{ A} \leq (335 \text{ A}) \cdot (0.0181818)$$

$$10 \text{ A} \leq 6.09 \text{ A}$$

Por lo que no se cumple dicha condición, por lo tanto no se considera el lado secundario del transformador protegido, por lo que debería tener una protección principal y a partir de ese punto distribuir las acometidas para los distintos tableros de este centro. Para considerar que el conductor THHN 4/0 AWG del lado secundario esta protegido, el fusible de lado primario debería de ser de 6 A.

En lo establecido por el artículo 230.90 del NEC 2008, cada conductor activo de acometida tendrá protección de sobrecarga, esto no se respeta en las acometidas de administración superior, ya que una acometida alimenta varios tableros a lo largo del trayecto. El problema es que las acometidas aéreas se han establecido como tendido secundario de distribución, y en una edificación no es correcto distribuir la carga a lo largo de un tendido aéreo secundario, que debería ser utilizado solo para alimentar un solo tablero y de este distribuirse a mas tableros y a cargas.

En el artículo 240.21(C)(4) se permite la conexión de los conductores sin protección en el lado secundario de un transformador, cuando los conductores secundarios de la Edificación están ubicados en el exterior del edificio, excepto en el punto de terminación de la carga y se cumpla que los conductores estén debidamente protegidos contra daños físicos; y que los conductores de la derivación terminen en un solo interruptor automático que limite la carga en corriente de los conductores, la segunda condición no es cumplida por las acometidas aéreas de la administración superior, ya que los conductores no terminan en un solo interruptor automático de sobrecorriente, sino que, como se ha mencionado anteriormente, se alimentan por medio de una sola acometida aérea a varios tableros y cargas como aires acondicionados, lámparas de mercurio sin protección sino que conectadas directamente y accionadas con foto celdas.

1.2.2.2 TABLEROS

A continuación se describirá en términos generales los incumplimientos a las normativas y los problemas detectados en los tableros inspeccionados y que se definieron como carga representativa y están representados en el diagrama unifilar presentado en el ANEXO 1.

El tablero de oficinas administrativas identificado como STADM-3 que es alimentado por una acometida subterránea, se encuentra en una ubicación no adecuada de acuerdo con el artículo 230.7 (A)(2) del NEC año 2008, que dice que los medios de desconexión de la acometida no se ubicaran en cuartos de baño, sin embargo este tablero se encuentra en el cuarto de baño de damas de la administración superior. Los conductores de esta acometida subterránea se encuentran protegidos por el interruptor principal de 125 A de este tablero. Los alimentadores de este tablero son 3 cables THHN 1/0 AWG. De acuerdo a la tabla 310.20 del NEC 2008, para conductores THHN 1/0 AWG en ductos con 3 cables, la capacidad de transporte de corriente es de 214 A, y el interruptor termomagnético es de 125 A, está correcta la protección para proteger al cable ante una sobrecarga.

Los conductores que alimentan a los tableros de 40 espacios no están protegidos adecuadamente ante una sobrecarga de corriente, ya que poseen interruptores termomagnéticos de 3 polos con valores de 300 A y 400 A, y los alimentadores para el de 300 A son tres cables THHN 1/0 AWG, y según el dato obtenido anteriormente de la Tabla 310.20 del NEC 2008, este cable tiene una capacidad de 214 A, por lo que la protección está sobredimensionada para proteger a los conductores ante una sobrecarga o un sobreintensidad de corriente. Para el interruptor de 300 A, de igual forma, los conductores de la acometida son 2 cables de aluminio WP 1/0 AWG, según la Tabla 310.20 del NEC 2008, este conductor puede conducir hasta 167 A, y la protección es de 300 A, por lo que no hay una correcta coordinación para la protección de los alimentadores de las acometidas de estos tableros.

Esto puede ocasionar incendios cuando al conductor se le exceda la capacidad de corriente y la protección no actúe debido a que está sobredimensionada; y debido a que

no se lleva ningún registro de cada tablero con su respectivo cuadro de carga, no se sabe cuánta carga tienen estos tableros y se podría exceder la cantidad de conducción de corriente tanto del conductor de cobre como el de aluminio.

También se observa con base a la corriente calculada para el transformador de 100 kVA en su lado secundario, que hay interruptores sobredimensionados así como tableros sobredimensionados, como los tableros de 40 espacios con capacidades de 400 A en las barras, y ya que la carga puede llegar a tener un valor máximo de corriente nominal de acuerdo con la capacidad del transformador de 416.7 A, los tableros están excedidos al igual que las protecciones principales de estos tableros están sobredimensionadas de acuerdo a el calibre de los conductores de su acometida.

De acuerdo con el artículo 110.22 del NEC 2008, se deben identificar los medios de desconexión para indicar su propósito, esto no se hace en los tableros de administración superior con los protecciones principales de los tableros de 40 espacios, se debe indicar a que tablero pertenece cada protección principal, así como identificar cada tablero con un nombre. Aunque parezca obvio a que tablero pertenecen los interruptores principales, debido a que están en gabinetes separados es necesaria su identificación.

En algunos tableros como el de Oficinas Administrativas, y otros tableros no existe el espacio mínimo de trabajo requerido para la entrada al espacio de trabajo.

El artículo 225.32 establece que los medios de desconexión pueden estar en el interior o exterior del edificio, en un sitio fácilmente visible y cerca del punto de entrada de los conductores, hay tableros que no cumplen con el estar en un lugar visible y también que no se encuentran cerca del punto de entrada de los conductores de acometida.

De acuerdo al artículo 408.4 del NEC 2008, se identificarán los circuitos de un tablero y las modificaciones de los circuitos serán identificados de manera legible en cuanto a su finalidad y uso, en un directorio ubicado en la parte frontal o en el interior de la puerta del panel de distribución y en cada interruptor, esto no se cumple en los tableros de administración superior, exceptuando algunos tableros que indican en la parte trasera de

la puerta del tablero, la identificación de algunos circuitos, y con tirro se han marcado algunos interruptores, sin embargo hay interruptores que no tienen identificación y no se especifica que cargas alimenta.

El artículo 408.31 del NEC menciona que las barras colectoras, sean asiladas o desnudas, estarán rígidamente montadas, en algunos tableros de administración superior las barras debido al tiempo de instalación, y al uso al instalar nuevos disyuntores termomagnéticos, las barras están débilmente montadas y no están bien sujetas al tablero, hay un tablero de 40 espacios que se le ha quebrado la protección plástica de la barra, y se le ha puesto un pedazo de madera para cubrir esta parte de la barra, esto es incorrecto ya que esta madera no esta diseñada para cumplir como aislante de partes vivas, o si existiera algún cortocircuito pudiera ocasionar algún incendio.

1.2.3 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CRINA

1.2.3.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA

Esta subestación cuenta con su propio servicio en media tensión, además de tener un contador por parte de la distribuidora en el lado de baja tensión del transformador. Este transformador tiene los empalmes de las acometidas a una distancia muy baja con respecto al suelo, aproximadamente 2 metros de altura. Según la Tabla 3 del Capítulo II, de Las Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de Las Líneas de Distribución Eléctrica de la SIGET, la distancia mínima es 2.9 m. para los cables aislados activos. Las curvas de Goteo son excesivas y es allí donde se realizan empalmes para las acometidas Existen demasiados empalmes en un solo punto y demasiadas acometidas para este transformador. El diseño del trazo de las acometidas aéreas en baja tensión no es el más óptimo y existe un gasto innecesario de cable, estructura para sujeción de los cables y tubos metálicos para el tendido aéreo. Hay tendidos aéreos que no cumplen con las distancias mínimas que deben de existir a edificios, y techos.

También se repiten los problemas que hay en administración superior en los referente a acometidas, en relación a que una acometida aérea alimenta a varias cargas conectadas a lo largo del trazo del tendido aéreo, esto causa un desorden en cuanto a las protecciones por sobrecarga, en no poder llevar un registro de la carga conectada a una determinada acometida. Existe poco espacio para poder escalar y trabajar en esta subestación aérea.

Se calculará la corriente nominal de la subestación a la potencia nominal, y este dato se comparará con la capacidad de corriente del conductor principal para el tendido secundario de la subestación de 100 kVA. Luego en base a la Normativa de El Salvador, que estandariza la baja del conductor secundario dependiendo de la subestación, se determina si el conductor es el adecuado.

Datos del Transformador monofásico:

Potencia Aparente Nominal = 100 kVA

Tensión Secundaria Nominal = 240 V

100000 VA

$I = \frac{100000 \text{ VA}}{240 \text{ V}}$

240 V

$I = 416.7 \text{ A}$

$I_{\text{conductor}} = 1.25 \times 416.7 \text{ A}$

$I_{\text{conductor}} = 520.9 \text{ A}$

El cable utilizado para esta subestación de 100 kVA como conductor de bajada del lado secundario es THHN 250 MCM, y de acuerdo a la *TABLA 310.21 del NEC 2008 para conductores al aire libre y con cubierta aislante*, la capacidad de transporte de corriente para un conductor THHN 4/0 AWG a una temperatura ambiente de 40°C es de 519 A, y de acuerdo a los *Estándares para la Construcción de Líneas Áreas de Distribución de Energía de la SIGET* el conductor para una subestación de 100 kVA para bajada secundaria debe de ser THHN # 250 MCM, este dato se encuentra en el ANEXO 1, en la descripción de materiales para la Instalación de un transformador exclusivo Neutro

Común con código *23T1EC*. Por lo que el conductor de bajada del lado secundario está bajo norma y cumple con los requerimientos de corriente de acuerdo a la capacidad de potencia nominal de la subestación

Se procederá a calcular de acuerdo al NEC, si el conductor del lado de baja tensión está protegido por la protección del lado primario:

$$I_{\text{nominal del fusible}} \leq I_{\text{conductor}} * RT_{\text{sp}}$$

De acuerdo con la Tabla 310.20 del NEC de año 2008, se tiene que para los conductores THHN 250 MCM a una temperatura ambiente de 40°C, la capacidad de corriente es de 519 A. Esta será la $I_{\text{conductor}} = 519 \text{ A}$.

La relación de transformación del secundario al primario es:

$$RT_{\text{sp}} = \frac{240 \text{ V}}{13200 \text{ V}} = 0.0181818$$

Entonces haciendo el producto definido por dicho artículo tenemos y comparando con el fusible que tiene el transformador en su lado primario tenemos:

$$I_{\text{nominal del fusible}} = 10 \text{ A}$$

$$10 \text{ A} \leq (519 \text{ A}) * (0.0181818)$$

$$10 \text{ A} \leq 9.44 \text{ A}$$

Por lo que se cumple la condición anterior y se puede considerar que el conductor de lado secundario está protegido por el cortacircuito instalado en el lado primario del transformador.

Para cada una de las acometidas de esta subestación no existen protección principal para los conductores, en caso de haber una falla en un tablero alimentado por una acometida aérea, y la protección del circuito ramal no actuará, se correría el riesgo de incendio debido a que los conductores del tendido secundario y de la acometida no están

protegidos con una protección principal y el riesgo de que el equipo se queme totalmente al igual que los alimentadores del circuito ramal, por no existir una coordinación de protecciones en cada una de las acometidas.

1.2.3.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA DE 250 kVA

El montaje del banco de tres transformadores no está en una estructura adecuada ni normalizada por la SIGET de acuerdo al artículo 48.2 del acuerdo No. 29-E-2000, en donde establece que se permite un montaje directo a poste hasta 3x50 kVA, y la estructura en donde se encuentra montada la subestación es en un poste se encuentran dos transformadores de 100 kVA, y en otro poste un transformador de 50 kVA, a una distancia aproximada entre los dos postes de 50 cm. Esta subestación debería ser montada en una plataforma en un marco de dos postes.

En cuanto a las acometidas, la acometida trifásica aérea está demasiado lejos del punto de conexión a la subestación, y a lo largo del tendido aéreo en baja tensión, se conectan diversas cargas como aires acondicionados, tableros pequeños que alimentan circuitos ramales como tomacorrientes, estas cargas no están consideradas en el diagrama unifilar. Esto está regulado por la NEC 2008 en el artículo 230.40. El mismo hecho de que este tendido sea tan extenso hace que exista un desorden en cuanto a conectar carga de dicho tendido, los conductores de acometida no se encuentran protegidos por ningún dispositivo de sobrecorriente principal como lo establece el artículo 230.90 del NEC 2008. Debido a que esta subestación alimenta a los edificios A, B y parte del C, se puede permitir el uso de más de una acometida

Debido a que la conexión de este transformador es Y aterrizada – Δ aterrizada, no se puede considerar que los conductores están protegidos por la protección de lado primario del transformador como lo indica el *artículo 240.4 (F) del NEC 2008*.

También se deben identificar las acometidas cuando una edificación cuenta con más de una acometida como lo establece el artículo 230.2 E.

Debido a que en el lado secundario es una configuración Delta de 4 hilos, el artículo 110.15 del NEC 2008, se debe de marcar la fase con tensión mayor con color naranja o con otra identificación pero que indique que es la fase alta.

También existen problemas de poda y brecha en una de las acometidas áreas en baja tensión, ya que existen ramas de árboles que se encuentran muy cerca del tendido secundario. Algunas acometidas no cumplen con la curva de goteo que deben tener los cables de acometida antes de entrar al cuerpo terminal, y el punto de sujeción de la acometida debe estar por debajo del cuerpo terminal. Hay acometidas que no tienen ni un cuerpo terminal y entran por encima del techo de la edificación.

Se calculará la corriente nominal de la subestación a la potencia nominal, y este dato se comparará con la capacidad de corriente del conductor principal para el tendido secundario de la subestación. Esta subestación tiene la característica de estar formada por 2 transformadores de igual capacidad y uno de menor capacidad Dos transformadores son de 100 kVA y uno es de 50 kVA, por lo que la máxima potencia que se puede obtener sin dañar el transformador más pequeño es 150 kVA. Entonces se tomará como potencia nominal 150 kVA. Luego con base a la Normativa de El Salvador, que estandariza la baja del conductor secundario dependiendo de la subestación, se determina si el conductor es el adecuado.

Datos del Transformador monofásico:

Potencia Aparente Trifásica Nominal = 150 kVA

Tensión Secundario Nominal = 240 V

150000 VA

$I = \frac{150000}{1.7321 \times 240}$

$I = 360.83 \text{ A}$

$I_{\text{conductor}} = 1.25 \times 360.83 \text{ A}$

$I_{\text{conductor}} = 451.04 \text{ A}$

El cable utilizado para esta subestación de 100 kVA como conductor de bajada del lado secundario es THHN 4/0 AWG para 2 fases y el neutro, y de acuerdo a la *TABLA 310.21 del NEC 2008 para conductores al aire libre y con cubierta aislante*, la capacidad de transporte de corriente para un conductor THHN 4/0 AWG a una temperatura ambiente de 40°C es de 466 A, por lo que de acuerdo al cálculo realizado este conductor es insuficiente para el 125% de la corriente nominal que podría dar la subestación.

La aplicación de esta subestación es para suministro de energía trifásica a 240 V y pequeños porcentajes de energía monofásica a 120/240 V. Pero para el caso del CRINA, esta subestación se utiliza para suministro de energía monofásica a 120/240 V y solo los dos calentadores son la carga trifásica. La carga trifásica a 240 V de los dos calentadores representa 1/3 de la capacidad de la subestación, por lo que 2/3 son para las cargas monofásicas a 120/240 V, la configuración no es la adecuada por el tipo de carga que predomina en el sistema eléctrico del CRINA, particularmente los tableros que alimenta esta banco de transformadores.

Esta subestación debido a su configuración con fase alta, el transformador con la toma intermedia conduce 2/3 de la carga monofásica a 120/240 V y 1/3 de la carga trifásica a 240 V. Los otros dos transformadores conducen 1/3 de la carga a 120/240 V y 1/3 de la carga trifásica 240 V.

Por lo que la corriente que se le podrá exigir a la fase alta será 1/3 de la capacidad del banco.

$$\text{Potencia Aparente Trifásica Nominal} = (1/3) * 150 \text{ kVA} = 50 \text{ kVA}$$

$$\text{Tensión Secundario Nominal} = 240 \text{ V}$$

$$I = \frac{50000 \text{ VA}}{1.7321 * 240 \text{ V}}$$

$$I = 120.3 \text{ A}$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.25 \times 120.3 \text{ A}$$

$$I_{\text{conductor}} = 150.4 \text{ A}$$

Para la fase alta se utiliza cable de Aluminio WP 3/0 AWG. De acuerdo a la *TABLA 310.21 del NEC 2008 para conductores al aire libre y con cubierta aislante*, la capacidad de transporte de corriente para un cable de Aluminio con cubierta aislante 3/0 a una temperatura de 40°C es de 312 A. Por lo que puede soportar la corriente que se le exigirá para las cargas trifásicas. ***Pero no es correcto tener uniones entre cables de Aluminio con Cobre debido a la corrosión galvánica que sufre el Aluminio ante el cobre.*** El artículo *110.14 del NEC 2008*, prohíbe la unión de metales diferentes a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso; en este caso se unen en el bushing del lado de baja tensión de uno de los transformadores por medio de un perno de presión.

1.2.3.3 TABLEROS

Los tableros que alimenta esta subestación no se les da ningún tipo de mantenimiento, y se pudo observar que hay tableros que su vida útil ha expirado, ya que los barras no están fijadas fuertemente. No hay una correcta coordinación de protecciones en algunos tableros, en donde el interruptor principal esta dimensionado a una corriente mucho mayor que el conductor de alimentación de dicho interruptor, al igual que la corriente máxima que permite las barras del tablero, esto puede ocasionar que en el momento que exista una sobrecarga en el tablero, tanto los conductores de alimentación como las barras del tablero se podrían fundir y ocasionar un incendio. Esto se puede observar en el diagrama unifilar en el *ANEXO 1* con los tableros identificados como TN3 y TF1 en donde la protección es de 300 A, 3 Polos, y las barras de dichos tableros son de 125 A, al igual que los conductores que son cables THHN 1/0 AWG que se encuentran en tubería y de acuerdo a la *tabla 310.20 del NEC 2008* y se puede observar en el *ANEXO 1*, este conductor puede transportar hasta una corriente de 214 A, en ductos de hasta tres conductores y con temperatura ambiente de 40°C. La mayoría de tableros no están

identificados, y los que están identificados no tienen identificado los conductores de neutro y tierra en el tablero principal donde se ubican todas las protecciones principales.

Hay tableros que no se encuentran aterrizados.

El artículo 230.7 (A)(1) del NEC 2008, dice que los medios de desconexión deben estar fácilmente accesibles y lo mas cerca posible al sitio de entrada de los conductores de acometida. También hay tableros que están ubicados en bodegas, en donde no se ha dejado el espacio de trabajo como lo establece el artículo 110.26 del NEC 2008. Hay tableros que se encuentran a la intemperie, expuestos a la lluvia, sin un resguardo adecuado para proteger las partes activas de la humedad. El tablero es tipo NEMA 1, y el adecuado es un tipo NEMA 3R.

1.2.4 PROBLEMAS DETECTADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL CAL

1.2.4.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA EN DELTA ABIERTA DE 50 kVA

Esta subestación formada por dos transformadores de 25 kVA, las conexiones y bajadas secundarias se realizan con cable THHN 1/0 AWG, que según la *Tabla 310.21 del NEC*, que se encuentra en el *ANEXO 1*, este conductor tiene una capacidad de transporte de corriente de 297 A, a una temperatura de 40°C. La capacidad de este banco es del 86.6% de la correspondiente a las dos unidades de transformadores que forman el banco trifásico. Se calculará si el conductor es adecuado para la corriente a potencia nominal:

Potencia Aparente Trifásica Nominal = $50 \text{ kVA} \times (0.866)$

Potencia Aparente Trifásica Nominal = 43.3 kVA

Tensión en el secundario = 240 V

$$\begin{aligned}
 &43,300 \text{ VA} \\
 I &= \frac{43,300 \text{ VA}}{1.7321 \times 240 \text{ V}} = 104.16 \text{ A} \\
 I_{\text{conductor}} &= 1.25 \times 104.16 \text{ A} \\
 I_{\text{conductor}} &= 130.2 \text{ A}
 \end{aligned}$$

De acuerdo con el cálculo realizado, y comparándolo con la corriente que puede conducir el cable que está instalado actualmente, el calibre es adecuado para la cantidad de corriente que se puede exigir. Aunque de acuerdo a la SIGET en el Manual *Estándares para la Construcción de Líneas Áreas de Distribución de Energía de la SIGET*, para una subestación de 2x25 kVA, el calibre para las tres fases y el neutro debe ser THHN 2/0 AWG, pero el calibre utilizado no tendría problemas en cuanto a la conducción de la corriente a plena carga.

El tipo de configuración utilizada Estrella Abierta- Delta Abierta 120/240 V, tiene sus aplicaciones para suministro de energía monofásica trifilar 120/240 V y pequeños porcentajes de cargas trifásicas. En este caso, la mayoría de carga trifásica a 240 V, y un pequeño porcentaje de carga monofásica, por lo que su aplicación no es la adecuada. La instalación de medición en el lado secundario no se hace de manera adecuada, ya que no se tiene canalización con tubería CONDUIT EMT para los conductores de baja al medidor, ni canalización con tubería CONDUIT EMT para la subida de los conductores. Debido a esto los conductores se encuentran expuestos a daños físicos y al contacto con personas, y no se respeta la distancia mínima del conductor al piso terminado. Esta subestación cuenta con dos acometidas una trifásica y la otra monofásica Trifilar, ambas por medio de tendido aéreo entran en dos puntos distintos de la edificación a alimentar por medio de su cuerpo terminal.

La configuración en el lado secundario es delta abierta fase alta, de acuerdo con el NEC 2008, se debe identificar la fase alta con color naranja en el tablero principal, y en los

subtableros con color naranja o cualquier otra forma de identificación clara. En el tablero trifásico no está identificada la fase alta.

Esta subestación debería de tener una sola acometida de acuerdo como lo establece El NEC, y no posee protección de los conductores del lado secundario del transformador, y no se puede aplicar la protección del lado primario para proteger los conductores del lado secundario por no ser configuración DELTA-DELTA como lo establece el NEC. Un interruptor principal se encuentra físicamente montado al revés, la posición de arriba OFF y la posición de abajo ON.

1.2.4.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MONOFÁSICA DE 50 kVA

Debido a que no posee medición por parte de la distribuidora, no se poseen registro de medición para este transformador. Este transformador únicamente alimenta un centro de Carga tipo interruptor principal, con una protección para el equipo de rayos X, de 150 A, 2 polos, a 240 V. La alimentación a este tablero se hace monofásica trifilar, conectándose la barra de neutro al neutro que viene del transformador, y de esta barra se saca un cable color verde THHN # 6 AWG, que quieren identificar como el aterrizado para el equipo, esto no es correcto, ya que no existe una barra conectada a tierra físicamente y que alimente este tablero para poder establecer que dicho tablero esta correctamente aterrizado. Por lo que el equipo no tiene protección de tierra, ni el tablero esta aterrizado. **El artículo 517.78(A) y (C) del NEC 2008**, establece que las partes metálicas que no transportan corriente del equipo de rayos X, y otros equipos asociados serán puestos a tierra, y se debe aislar la alta tensión del recubrimiento de puesta a tierra con aislantes como aceite, aire o gas o cualquier otro medio aislante.

1.2.4.3 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TRIFÁSICA DE 112.5 kVA

Esta subestación por tener configuración DELTA, 4 hilos, en su lado de baja tensión, se debe de marcar la fase alta en los tableros y/o subtableros trifásicos en donde se utilice

con color anaranjado según lo establece el NEC, pero esto no se realiza en ningún tablero alimentado por esta subestación.

Esta subestación cuenta con dos acometidas trifásicas aéreas, una que alimenta un solo tablero trifásico, y la otra que es perimetral a toda la infraestructura y que alimenta toda a carga. Los conductores de baja del lado secundario son 4 cables THHN 2/0 AWG, se calculará si este cable es el adecuado para la potencia aparente nominal de la subestación.

$$\text{Potencia aparente trifásica nominal} = 3 \times 37.5 \text{ kVA} = 112.5 \text{ kVA}$$

$$\text{Tensión en el lado secundario} = 240 \text{ V}$$

$$112,5000 \text{ VA}$$

$$I = \frac{\text{Potencia}}{\text{Tensión}} = 270.6 \text{ A}$$

$$1.7321 \times 240 \text{ V}$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.25 \times 270.6 \text{ A} = 338.25 \text{ A}$$

Y de acuerdo a la tabla 310.21 del NEC 2008, en el ANEXO 1, la capacidad de corriente para un cable THHN 2/0 AWG con cubierta aislante a una temperatura ambiente de 40 °C es de 344 A, según el cálculo el cable puede transportar la cantidad de corriente que se exigiría a plena carga a su potencia nominal, sin embargo de acuerdo a la SIGET en los Estándares para las líneas de distribución aéreas, Para un banco con tres transformadores de 37.5 kVA, se debe de utilizar un calibre AWG 4/0 de Cobre, y para la fase C y el neutro, que es la fase alta un calibre AWG 2/0. **Por lo que el calibre no está normalizado según normas de SIGET.**

También se puede observar que se utilizan calibres más gruesos después de la bajada del lado secundario del transformador, esto es un desperdicio de material ya que el alimentador de una acometida es mayor que el alimentador principal. En cuanto a las protecciones y la forma de alimentación, existe un desorden ya que se entra a una protección y antes de esa protección, en las borneras de conexión se conecta otros conductores para alimentar otro dispositivo de protección y de corte. Es decir se entra a la edificación por medio de cuerpo terminal, luego se vuelve a salir de la edificación por

medio de un cuerpo terminal, y se llega hasta la transferencia por medio de tendido aéreo. Debido a esa gran longitud del tendido aéreo es posible que exista pérdida de tensión hasta llegar a los tableros de alimentación.

De acuerdo con algunas Tensiones y corrientes instantáneas medidas, se puede observar que en la fase A existe una gran caída de Tensión, de 120 V nominales hasta llegar a uno de los últimos tableros de la acometida que midió 100 V en la fase A, de igual forma la corriente en la fase A es totalmente desbalanceada respecto a las fases B y C, entonces la gran cantidad de carga monofásica conectada a la fase A y sumado al hecho de que la acometida es demasiado extensa, las pérdidas a lo largo del tendido aéreo para la fase A son considerables, se están perdiendo 20 V desde la alimentación del transformador hasta los tableros que se encuentran en La Unidad de Ortopedia Técnica.

Los conductores de lado secundario del transformador no se encuentran protegidos por una protección principal. Hay acometidas de donde se conectan directamente del tendido aéreo secundario cargas sin la correcta coordinación de protección y la adecuada forma de conectar las cargas a un tablero principal y no directamente de una acometida. La acometida aérea de esta subestación alimenta demasiada carga y no existe una protección principal para todo este tramo de la acometida hasta llegar a la transferencia.

Esta subestación debido a su configuración con fase alta, el transformador con la toma intermedia conduce $\frac{2}{3}$ de la carga monofásica a 120/240 V y $\frac{1}{3}$ de la carga trifásica a 240 V. Los otros dos transformadores conducen $\frac{1}{3}$ de la carga a 120/240 V y $\frac{1}{3}$ de la carga trifásica 240 V. La aplicación de esta subestación es para suministro de energía trifásica a 240 V y pequeños porcentajes de energía monofásica a 120/240 V.

1.2.4.4 TABLEROS

Existen tableros en el CAL demasiado antiguos y que nunca se les ha dado mantenimiento y ya cumplieron su vida útil, también hay tableros que no tienen la protección contra un contacto accidental de las partes activas, es decir no tiene frente muerto debido a que se ha perdido esta parte metálica del tablero.

También en algunos tableros no existe una coordinación de protecciones, ya que el interruptor de transferencia de dos polos es de 60 A, luego llegamos a un fusible de 100 A, que protegen un mismo tablero, resulta que el interruptor de transferencia se activaría primero ante una sobrecarga mayor a 60 A, desconectando todo lo que alimenta este interruptor. Hay tableros que no están aterrizados, lo que puede ocasionar que equipos se quemen o destruyan, también puede ocasionar un choque eléctrico ante una descarga en el conductor de tierra en otro lugar y que exista una diferencia de potencial en el neutro del tablero.

1.2.4.5 TRANSFERENCIA

La forma de operación de la transferencia no es la óptima, ya que se necesita que un operario encienda la planta, espere a que ésta tenga las condiciones de frecuencia y tensión observando los medidores del grupo electrógeno, después que se cumplan estas condiciones, el mismo operador debe ir a donde se encuentran ubicados los interruptores de transferencia y pasarlos a la posición de alimentación con grupo electrógeno, y luego el otro interruptor. Esto puede ocasionar que el tiempo de restablecimiento del servicio por medio de la planta de emergencia sea de unos 10 minutos, y debido a que la transferencia es manual, no existen protección contra frecuencias bajas, bajas tensiones, que pueden dañar equipos que estén conectados a la planta de emergencia.

Identificación de los interruptores no existe, de las entradas y salidas de la transferencia, se debe identificar cada acometida que entra y sale de la transferencia. En lo relativo a la transferencia el artículo **702.6 del NEC 2008**, que se permite dispositivos de protección suplementarios de sobrecorriente con régimen de interrupción suficiente para la corriente de falla que pueda producir el generador. Estos dispositivos suplementarios formarán parte del equipo de transferencia.

1.2.4.6 GRUPO ELECTRÓGENO

Debido a que no se ha calculado la carga que se alimenta con el grupo electrógeno, se han conectado al generador la mayoría de cargas tanto monofásicas como trifásicas del CAL, solo las cargas del tablero de bombas y los calentadores no están conectados a la transferencia. Toda la carga conectada por medio de los dos interruptores de transferencia manuales debe ser capaz de alimentar el grupo electrógeno y de acuerdo al artículo 702.5 la capacidad y régimen de los sistemas de respaldo opcionales tendrán la capacidad para que puedan funcionar simultáneamente todos los circuitos conectados a él. Es quizá que por eso mismo se han diseñado con dos interruptores, ya que la carga que conecta el interruptor de 2 polos, se encuentra al interior del CAL, y alimenta áreas de consulta, iluminación interior, enfermería y el otro interruptor alimenta en su mayoría maquinaria para la Unidad de Ortopedia, salvo la iluminación interior, la maquinaria de la Unidad de Ortopedia Técnica.

A continuación se calculará la corriente máxima que puede inyectar el grupo electrógeno en base a su potencia nominal de placa.

Potencia trifásica nominal = 86 HP

Velocidad sincronía = 1800 r.p.m.

Tensión de línea = 240 V

746 W

Potencia Activa trifásica = 86 HP * -----

1 HP

Potencia activa trifásica = 64.156 kW

Con un factor de potencia de 0.8, que es el factor de potencia que se encontraba en el dato de placa, se calculará la potencia aparente:

64.156 kW

S = -----

0.8

S = 80.195 kVA

$$I = \frac{80,195 \text{ VA}}{1.7321 \cdot 240 \text{ V}}$$

$$I = 192.9 \text{ A.}$$

El grupo electrógeno está diseñado para suplir aproximadamente el 71.3% de la carga nominal de la subestación trifásica de 112.5 kVA.

El conductor que es THHN 1/0 AWG está dimensionado correctamente para la corriente nominal del generador. El grupo electrógeno debe ser trifásico en delta fase alta, ya que de igual forma se alimentan las cargas monofásicas y trifásicas con esta alimentación.

El neutro del grupo electrógeno se une al neutro de la subestación. Se debe indicar cuál es la fase alta de acuerdo a la Normativa.

De acuerdo a los artículos **702.1 y 702.2 del NEC 2008**, este sistema se considera como Sistema de Respaldo opcional, por lo que queda a criterio del usuario la carga que quiera conectar al grupo electrógeno.

Según lo establece el **artículo 702.7** (1) y (2), se debe de proveer dispositivos de señalización audibles y visuales por avería del grupo electrógeno y si esta en operación el grupo electrógeno.

1.2.5 CONSOLIDADO DE PROBLEMAS DETECTADOS EN EL ISRI.

Se hará un listado resumen de los principales problemas detectados en las instalaciones eléctricas de los tres centros analizados. Para cada problema se mostraran imágenes que respaldarán lo descrito en el problema respectivo.

- Estructura no adecuada para el montaje de un banco de transformadores mayor a 3x50 kVA según Normativa de la SIGET.



FIGURA 1.45



FIGURA 1.46

Montaje de la subestación trifásica del CRINA. Utilización inadecuada de dos postes para montaje.

- Subestaciones con demasiadas acometidas y con poco espacio para escalar y trabajar.



FIGURA 1.47



FIGURA 1.48

Subestación de Administración Superior. Subestación monofásica del CRINA.

- Postes con excesiva carga de cables y conductores ubicados a distancias menores que las mínimas exigidas por la SIGET sobre el nivel del suelo.



FIGURA 1.49

Acometidas aéreas de Administración Superior.



FIGURA 1.50

Tendido aéreo secundario de subestación trifásica del CRINA.



FIGURA 1.51

Curvas de goteo excesivas en Administración Superior.



FIGURA 1.52

Tendido aéreo secundario acometidas aéreas de subestación monofásica del CRINA.

- Conexión de diferentes tipos de carga al tendido aéreo secundario de manera inadecuada, sin respetar la coordinación de protecciones y el NEC.



FIGURA 1.53

Desorden de conexiones aéreas en Administración superior.



FIGURA 1.54

Conexión de cargas directamente de Acometidas aéreas en Administración superior.



FIGURA 1.55

Acometidas aéreas en Administración Superior.



FIGURA 1.56

Estructuras de soporte para acometidas aéreas en Administración Superior.



FIGURA 1.57

Conexiones de cargas directamente



FIGURA 1.58

Conexiones de cargas directamente

de acometida aérea trifásica del CRINA.

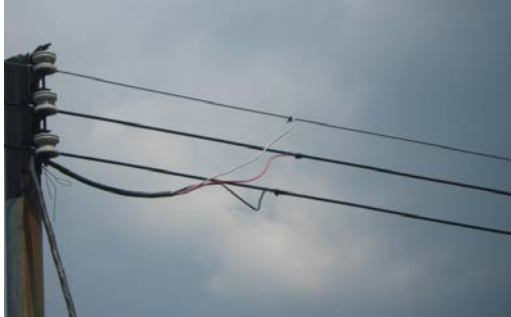


FIGURA 1.59

Conexión de aire acondicionado directamente del tendido aéreo monofásico del CRINA.

de acometida aérea monofásica del CAL.



FIGURA 1.60

Tendido aéreo trifásico del CAL.



FIGURA 1.61

Conexiones aéreas de cargas en el CAL.



FIGURA 1.62

Estructuras de soporte en el CAL.



FIGURA 1.63

Estructuras del tendido aéreo monofásico trifilar del CRINA.

- Montaje indebido de medidores de energía. Conductores expuestos a daños físicos, y con distancias sobre el nivel del suelo que incumplen las distancias mínimas requeridas por la SIGET.



FIGURA 1.64

Medidor digital para subestación trifásica Delta Abierta del CAL.

- Transformadores de corriente a la intemperie, sin protección contra lluvia y daños físicos.



FIGURA 1.65

Transformadores de corriente para subestación trifásica de 3 x 37.5 kVA del CAL.

- Problemas con poda y brecha en tendido primario. Distancias de ramas de árboles con una distancia muy corta del tendido primario.



FIGURA 1.66

Ramas de árboles cercanas al tendido primario en el CAL.



FIGURA 1.67

Trazo del tendido primario en el CAL.

- Problemas de poda y brecha en tendido secundario. Ramas de árboles y arbustos haciendo contacto con tendido en baja tensión, impidiendo la visibilidad de los conductores y pudiendo ocasionar una falla, irrespetando distancias mínimas de libramiento de acometidas aéreas en baja tensión.



FIGURA 1.68

Tendido aéreo secundario del CRINA.



FIGURA 1.69

Tendido aéreo monofásico trifilar del CRINA.



FIGURA 1.70

Tendido aéreo secundario trifásico del CRINA en contacto con arbusto.

- Acometidas aéreas que no cumplen con las distancias mínimas verticales y horizontales hacia infraestructuras de acuerdo a la SIGET y distancias mínimas con respecto al suelo.



FIGURA 1.71

Acometida trifásica de subestación de 3 x 37.5 kVA del CAL.



FIGURA 1.72

Acometida monofásica trifilar de Administración superior.



FIGURA 1.73

Tendido aéreo secundario de Administración superior cerca de edificación.

- Acometidas sin cuerpo terminal.



FIGURA 1.74

Acometida a edificio A del CRINA para aulas de terapia.

- Acometidas sin curvas de goteo.



FIGURA 1.75

Acometida para Tablero de
Servicios Generales.



FIGURA 1.76

Acometida para Tablero de recursos
humanos.

- Utilización del neutro como conductor a tierra en instalaciones de rayos X. Tablero no tiene polarización directa a tierra.



FIGURA 1.77

Tablero de Rayos X del CAL.

- Tableros inadecuados para la intemperie.



FIGURA 1.78

Tablero del Edificio B del CRINA.



FIGURA 1.79

Tablero del Edificio A del CRINA.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN TÉCNICA.

En este capítulo se analizarán todos los datos recopilados en el monitoreo que se realizó en los diferentes puntos del ISRI. En varios de estos se determinó la existencia de perturbaciones en el sistema eléctrico. Una de las cosas más importantes es la detección de variables fuera de normativa, como sabemos esto es perjudicial para los equipos y estos efectos son muchas veces imperceptibles hasta cuando se daña o se quema el mismo. Debido a ésto se evaluarán equipos y sistemas necesarios para solventar todas las problemáticas que existen en el sistema eléctrico.

Las características del equipo utilizado para las mediciones se muestran en el ANEXO 2, con este equipo se obtuvieron diferentes variables del sistema actual.

Dentro de las mediciones se tuvo que estipular tiempos según la programación, pero por diferentes situaciones que se presentaron en el tiempo que se realizó la medición correspondiente a cada subestación, se variaron algunos tiempos de medición en las subestaciones. Estos datos se tomaron entre el mes de febrero y el mes de abril.

2. EVALUACIÓN TÉCNICA.

2.1 NIVEL DE TENSION¹ SECUNDARIO:

El nivel de tensión se evaluará de dos formas con el valor máximo y el valor mínimo mostrado en las mediciones correspondientes.

El nivel de tensión debe estar dentro de un valor $\pm 7\%$ de la tensión nominal monofásica, bifásica o trifásica correspondiente a la configuración de la subestación en la que se realice la medición, tal como lo menciona el acuerdo de la siget¹.

2.1.1 SUBESTACIÓN 1

Subestación Monofásica de 100KVA tensión nominal de 120V/240V

El nivel de tensión máximo no varía más del 7%, por lo cual cumple las normativas correspondientes estipuladas por la SIGET².

El nivel de tensión mínima tiene una variación de 16.6% la cual es mayor a los límites admisibles de acuerdo a las especificaciones mostradas.

Los valores de tensión de ambas fases son muy parecidos por lo que no se necesita el análisis de las fases por separado.

¹ Capítulo II Art. 22 y Art 23. **ACUERDO No. 192-E-2004**

² SIGET: Súper Intendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

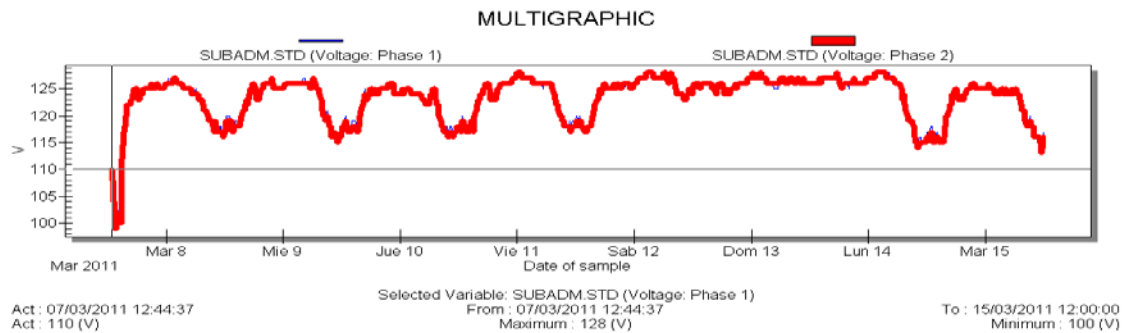


IMAGEN 2.1 SEÑAL DE VOLTAJEMONOFASICA 120V ADM

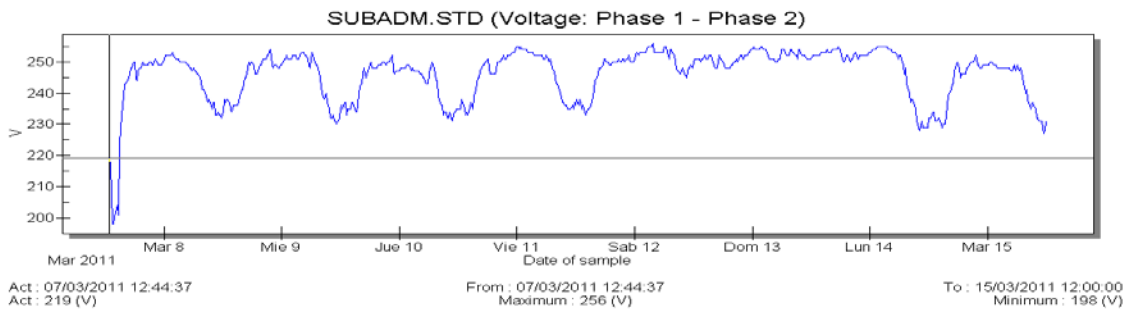


IMAGEN 2.2 SEÑAL DE VOLTAJE BIFASICO 240V ADM

En cuanto a la tensión entre fase (Tensión de línea) podemos ver la tensión máximo la cual se encuentra en un 6.6% valor que está dentro de lo permisible. Mientras que el valor mínimo de dicho tensión se encuentra en un 17.5% el cual se encuentra fuera de los valores permitidos. Cabe mencionar que aunque estos valores no son constantes, da lugar a perturbaciones momentáneas dentro de la red por lo cual puede dañar algunas cargas debido al incremento de corriente que existe al haber un bajo nivel de tensión.

2.1.2 SUBESTACIÓN 2

Subestación Trifásica de 250KVA con configuración de neutro común³, esta configuración permite que dos de las fases tengan un valor de tensión nominal de 120V entre fase y neutro, un valor de tensión nominal de 240V entre fase y una fase con una tensión nominal

³ Ver anexo 1

de 240V entre fase y neutro, esta fase muchas veces es utilizada para fuerza o cargas que necesiten dicho valor.

El nivel de tensión máximo tiene 6.7% por lo cual es un valor permisible.

El nivel de tensión mínimo se encuentra dentro de los parámetros con un 5.83%.

Las perturbaciones en las variables de tensión son pequeñas, al igual que las variaciones entre las fases. Esto debido a las cargas existentes en la red.

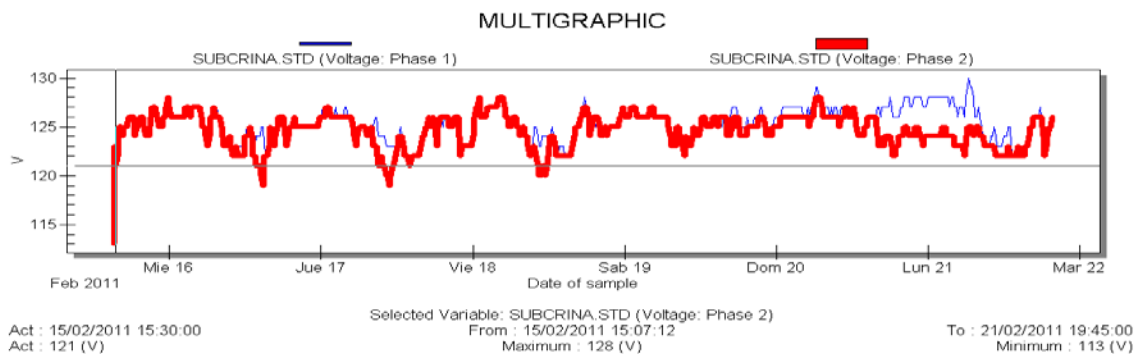


IMAGEN 2,3 SEÑAL DE VOLTAJE MONOFASICA CRINA

La tercera fase es la que corresponde al valor de la fase alta 240V nominal como se mencionaba antes. Esta tensión de fase presenta valores de tensión máximo debajo de la tensión nominal permisible por lo que esta línea muestra perturbaciones, esto es debido a las cargas que se conectan a dicha línea.

Esto permite que la tensión mínima también esté por debajo de los valores permitidos teniendo un 13.75% valor que se encuentra fuera de los estándares para este tipo de tensión.

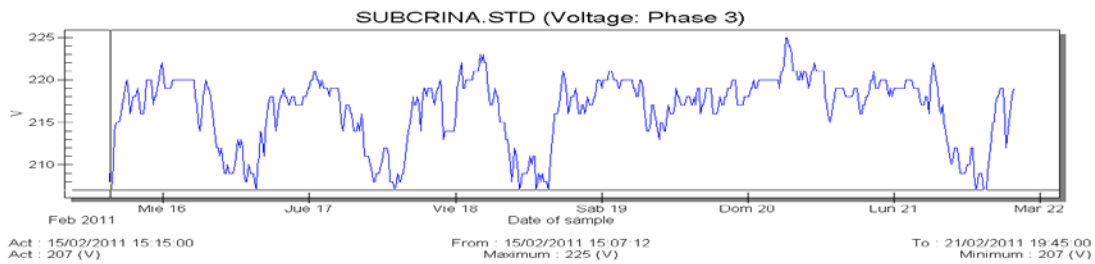


IMAGEN 2,4 SEÑAL DE VOLTAJE BIFASICA CRINA

2.1.3 SUBESTACIÓN 3

Subestación Monofásica de 100KVA con una tensión secundaria 120/240V.

El nivel de tensión máximo es aceptable ya que se mantiene estable su variación es del 0%, por lo cual cumple las normativas correspondientes estipuladas por la SIGET⁴.

El nivel de tensión mínima tiene una variación de 10% la cual es mayor a los límites admisibles de acuerdo a las especificaciones mostradas.

Los valores de tensión máxima y mínima en ambas fases son iguales por lo que no se necesita el análisis de las fases por separado.

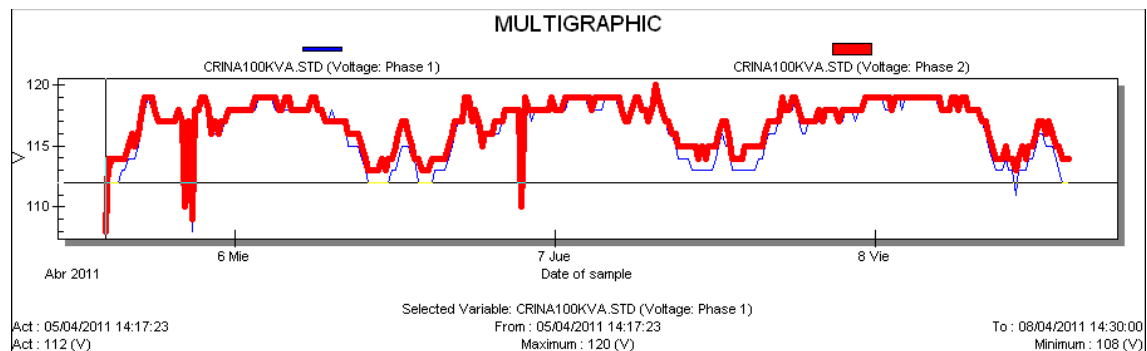


IMAGEN 2.5 SEÑAL DE VOLTAJE MONOFASICA CRINA2

⁴ SIGET: Súper Intendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

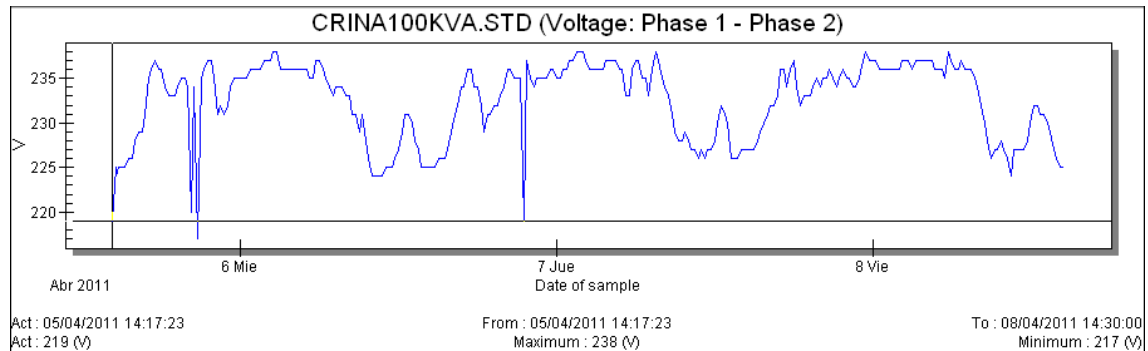


IMAGEN 2.6 SEÑAL DE VOLTAJE BIFASICO CRINA2

En cuanto a la tensión entre fase (Tensión de línea) podemos ver la tensión máxima la cual se encuentra en un 0.8% valor que está dentro de lo permisible. Mientras que el valor mínimo de dicha tensión se encuentra en un 9.6% el cual se encuentra fuera de los valores permitidos. Cabe mencionar que aunque estos valores no son constantes, da lugar a perturbaciones momentáneas dentro de la red por lo cual puede dañar algunas cargas debido al incremento de corriente que existe al haber un bajo valor de tensión.

2.1.4 SUBESTACIÓN 4

Subestación trifásica formada por dos transformadores monofásicos de 25KVA con una configuración delta abierta en el lado secundario, los valores de tensión siguientes: tensión de fase 1: 240V, tensión de fase 2: 120V, tensión de fase 3: 120V. Estos valores de tensión son nominales según los datos de placa a la salida del lado secundario. Los porcentajes de variación son para el valor máximo de 8.5% para la fase 1 y el valor mínimo de 13.5%, lo cual se sale de las normativas correspondientes.

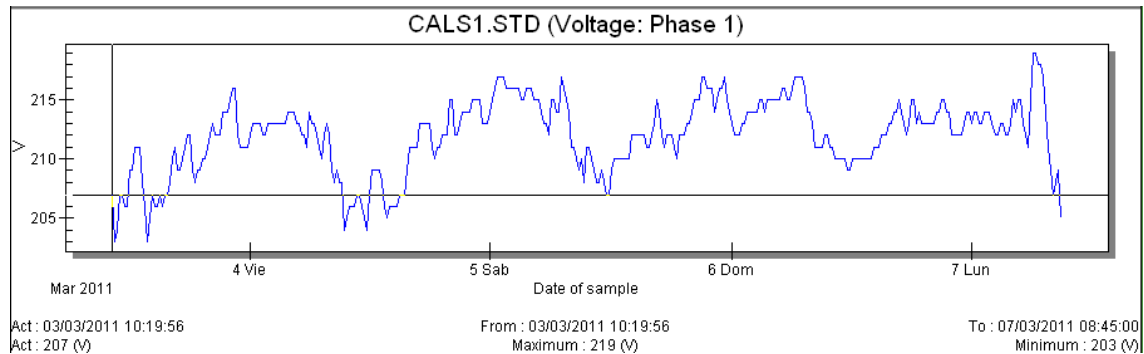


IMAGEN 2.7 SEÑAL DE VOLTAJE BIFASICA CALS1

Para los valores de tensión de las fases 2 y 3 son similares y su porcentaje de valor máximo es de -5% y para el valor mínimo de 5% lo cual es aceptable para la normativa.

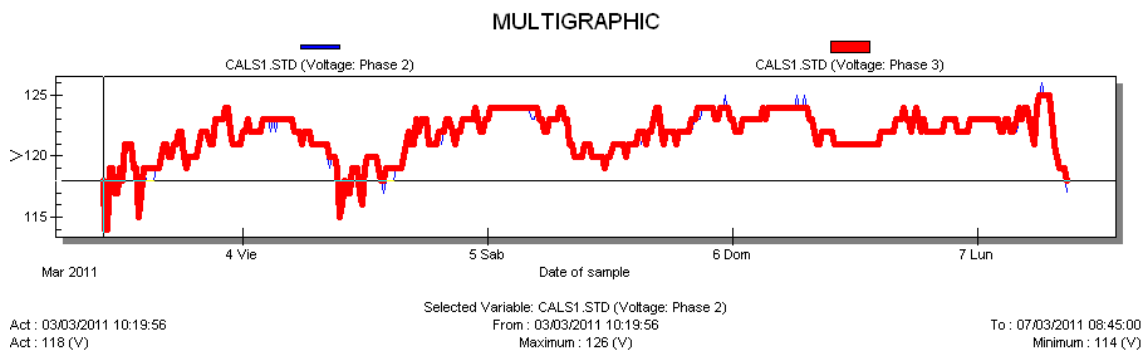


IMAGEN 2.8 SEÑAL DE VOLTAJE MONOFASICA CALS1

Las variaciones de tensión en la subestación no es tan variable ya que la mayor carga es trifásica, las tensiones de las cargas monofásicas se compensan dentro de la red por lo cual las variaciones en ellas no exceden el 7%.

2.1.5 SUBESTACIÓN 5

La subestación está formada por un banco trifásico 3x37.5 KVA con una configuración delta con neutro común, esta configuración permite obtener tensiones nominales de 120V

y 240V respecto a un neutro y 240V entre fases como tensiones nominales dentro del sistema.

Los valores de tensión en la fase 1 y 2 son valores aceptables para la red y la carga monofásica que se ha distribuido, sin embargo la tercera fase no cumple el requerimiento de tensión pues es un valor bajo para las cargas esto puede generar perturbaciones en el sistema.

Los porcentajes para la fase 1 y 2 para la tensión máximo son de 0% y 2.5% para la tensión mínima. En la tercera fase tenemos un 12% para el valor máximo y 16% para el valor mínimo, dichos porcentajes están fuera de la normativa.

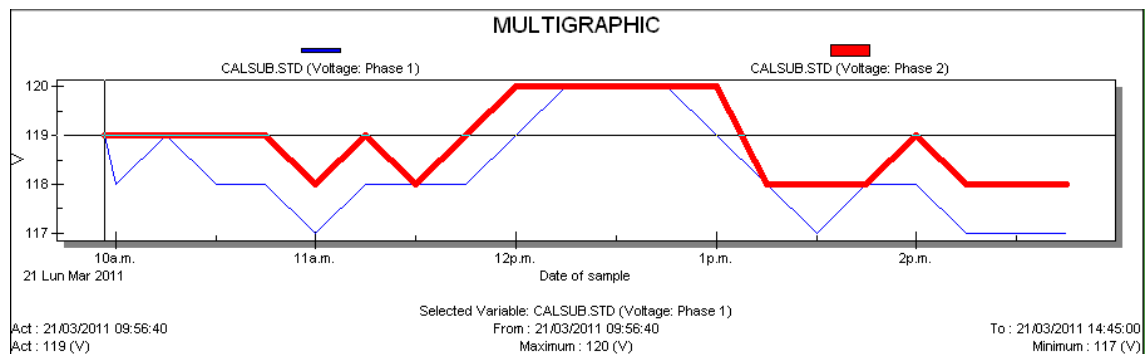


IMAGEN 2.9 SEÑAL DE VOLTAJE MONOFASICA CALS2

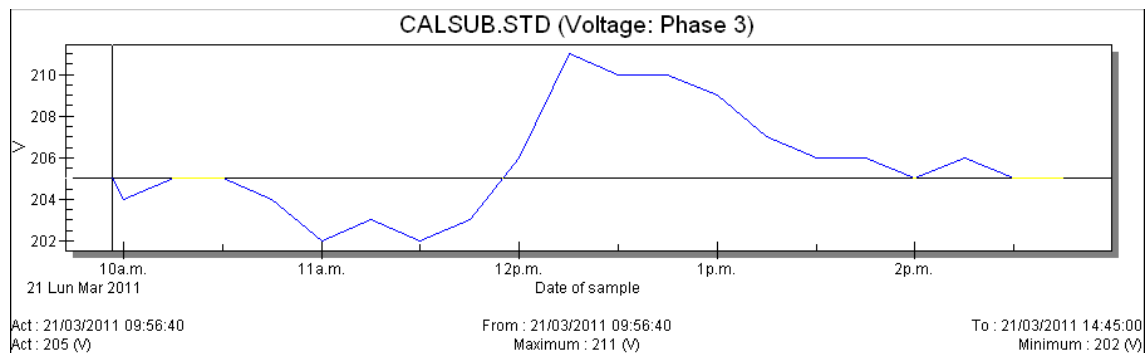


IMAGEN 2.10 SEÑAL DE VOLTAJE BIFASICA CALS2

2.2 FACTOR DE POTECA⁵

Los valores de factor de potencia se obtienen con una proyección mensual de consumo de energía (real y reactiva) y por medio de la formula dada en las normativas de la SIGET correspondientes al factor de potencia³.

El Factor de Potencia (FP) debe estar, arriba de 0.9, este valor nos indica la eficiencia del sistema en cuanto a potencia real y potencia reactiva (inductiva).

Según el consumo de Potencia real y tarifa a la que pertenece el usuario así se evalúa el Factor de Potencia. Para valores de Potencia arriba de 10Kw y plan Tarifario arriba de 1G⁶, el valor de $FP \geq 0.9$, según las normativas de la SIGET³

2.2.1 SUBESTACIÓN1

Los consumos de energía que se tienen dentro de la carga de edificios administrativos se presentan en la siguiente tabla. Se realiza su cálculo y se obtiene un valor aproximado de 0.97, por lo que se encuentra dentro de los valores permisibles, correspondiente a la tarifa y consumo de Potencia. Este alto valor es gracias a la compensación en cuanto a consumo de energía por el cual podemos mencionar una relación que entre mayor es el consumo de potencia activa y menor el de potencia reactiva inductiva el factor de potencia tiene un valor bastante aceptable para la compensación de calidad de energía del sistema.

⁵Capítulo II Art. 62 y Art 63. **ACUERDO No. 192-E-2004**

⁶1G: Demanda de uso General, Plan Tarifario Según la Siget.

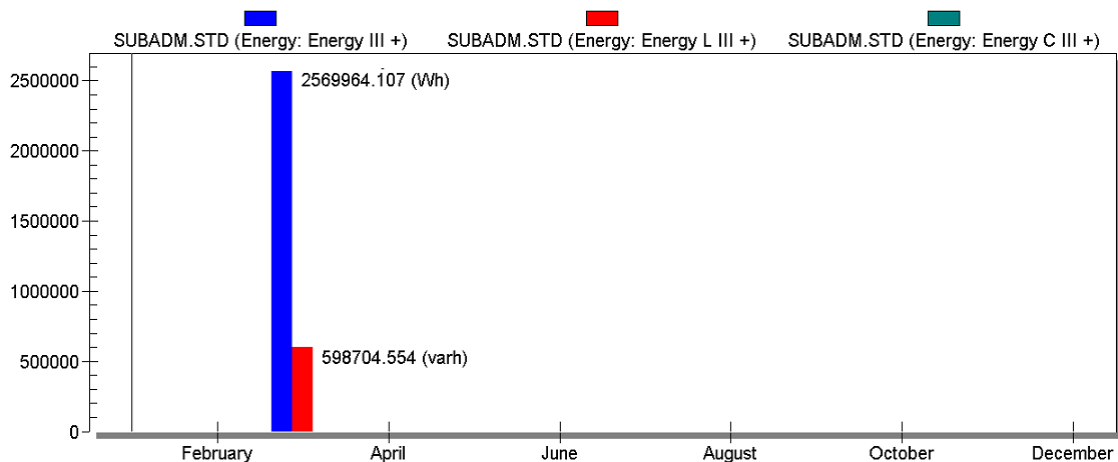


IMAGEN 2.11 CONSUMO DE ENERGÍA ADM

FECHA	ENERGÍA EN Wh	ENERGÍA REACTIVA EN VARh	FP Calculado
FEB 2011	2,569.964	598.704	0.97392117

Tabla energía y FP ADM 2.1

En la imagen observamos que solamente existe energía real, reactiva inductiva pero no energía reactiva capacitiva, esto no es considerado como problema o falla ya que ese tipo de energía sirve como compensación a la reactiva inductiva

2.2.2 SUBESTACIÓN2

El porcentaje de energía real y reactiva permiten obtener un aproximado de 0.91 lo cual al tener una pequeña variación en la energía reactiva puede dar lugar a obtener un factor de potencia más bajo lo mejor es tener un valor más holgado de factor de potencia para evitar pérdidas en la calidad de la energía y multas por bajo factor de potencia promedio. Estos consumos de energía al igual que los mostrados en la imagen anterior conllevan a la misma relación de energía y factor de potencia.

La presencia de energía reactiva capacitiva ayuda a compensar el sistema de factor de potencia.

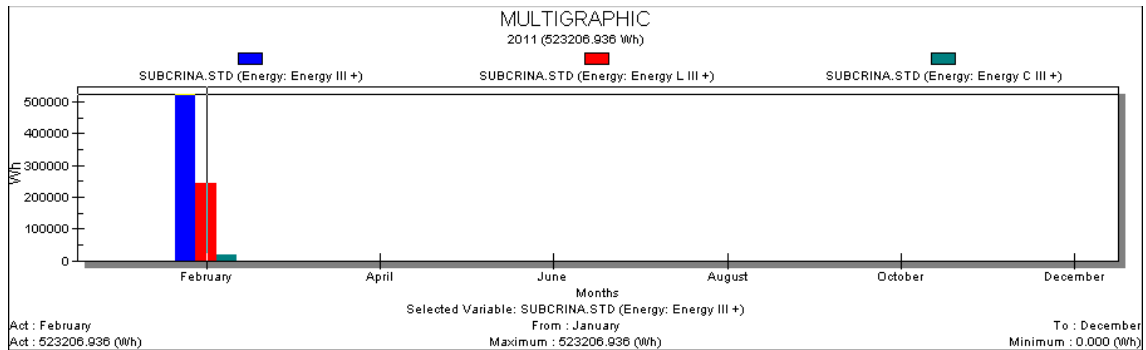


IMAGEN 2.12 CONSUMO DE ENERGÍA CRINA 1

FECHA	ENERGÍA EN Wh	ENERGÍA REACTIVA EN VARh	FP Calculado
FEB 2011	523206.94	242113.39	0.91

Tabla energía y FP CRINA1 2.2

2.2.3 SUBESTACIÓN 3

Los porcentajes de energía para el cálculo de factor de potencia son bastantes proporcionales para una buena calidad de factor de potencia, como se puede ver al realizar el cálculo del factor es muy aceptable con un valor de 0.97. Esto permite que la calidad en cuanto a consumo de energía sea lo más cercano al valor real debido a la baja presencia de energía reactiva.

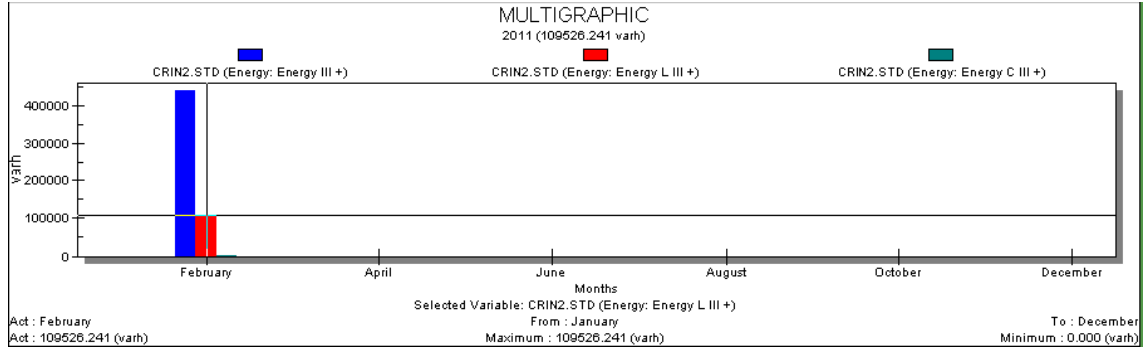


IMAGEN 2.13 CONSUMO DE ENERGÍA CRINA 2

FECHA	ENERGÍA EN Wh	ENERGÍA REACTIVA EN VARh	FP Calculado
FEB 2011	440998.4	109526.241	0.97

Tabla energia y FP CRINA2 2.3

2.2.4 SUBESTACIÓN 4

Debido al tipo de carga que presenta dicha subestación la cual son motores debe existir una etapa de compensación que permita que la cantidad de reactivos inductivos sea lo menor posible. La energía reactiva capacitiva que aparece en las gráficas da lugar a ver la compensación existente y ayuda a disminuir el factor de potencia haciéndolo así casi un factor de potencia ideal, como se puede apreciar en la tabla 4

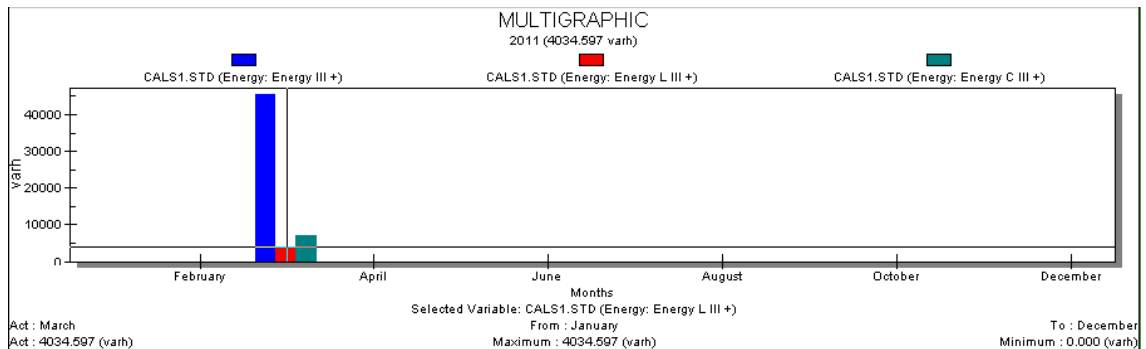


IMAGEN 2.14 CONSUMO DE ENERGÍA CAL1

FECHA	ENERGÍA EN Wh	ENERGÍA REACTIVA EN VARh	FP Calculado
FEB 2011	45466.5	4034.6	0.99

Tabla energía y FP CAL1 2.4

2.2.5 SUBESTACIÓN 5

La compensación del factor de potencia debido a la energía también se cumple para esta subestación aunque esta subestación alimenta cargas monofásicas y trifásicas la compensación se distribuye en las cargas en general del sistema eléctrico, permitiendo así un alto valor de factor de potencia.

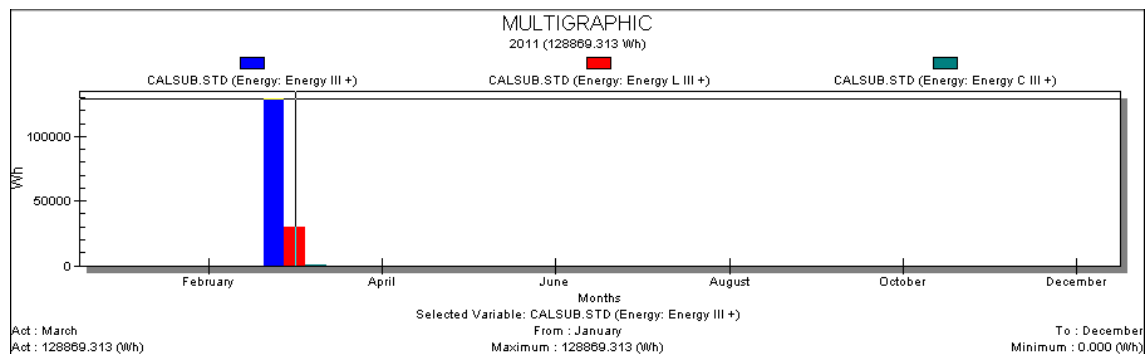


IMAGEN 2.15 CONSUMO DE ENERGÍA CAL2

FECHA	ENERGÍA EN Wh	ENERGÍA REACTIVA EN VARh	FP Calculado
FEB 2011	128869.313	29319.597	0.98

Tabla energía y FP ADM 2.5

2.3 BALANCE DE CARGA

El balance de carga depende la cantidad de corriente de línea que afecta cada fase de la subestación, esto permite repartir la potencia necesaria por fase.

El tener un balance de cargas aceptable permite el buen dimensionamiento de los conductores y la baja posibilidad de pérdidas de energía por calor.

Dentro de las normativas de la SIGET no existe porcentaje mínimo o máximo para el desbalance de carga así que se tomará una norma internacional⁷ en la cual el desbalance debe ser menor o igual al 10%.

Cabe mencionar que en el balance de carga también encerraremos los porcentajes de potencia instalada contra la potencia demandada, de cada subestación planteado con los valores máximos de la potencia aparente obtenidos en las mediciones.

2.3.1 SUBESTACIÓN1

Los valores de corriente son bastante cercanos entre sí, por lo que al realizar el cálculo de desbalance, se obtiene un valor de porcentaje bastante bajo el cual es aceptable dentro del sistema eléctrico que alimenta.

FASES	Ia	Ib	Ic	Ip	ΔI_p	%Balance
2	414.215	424.056	0	419.14	4.921	1.17

TABLA DE BALANCE DE CORRIENTE ADM 2.6

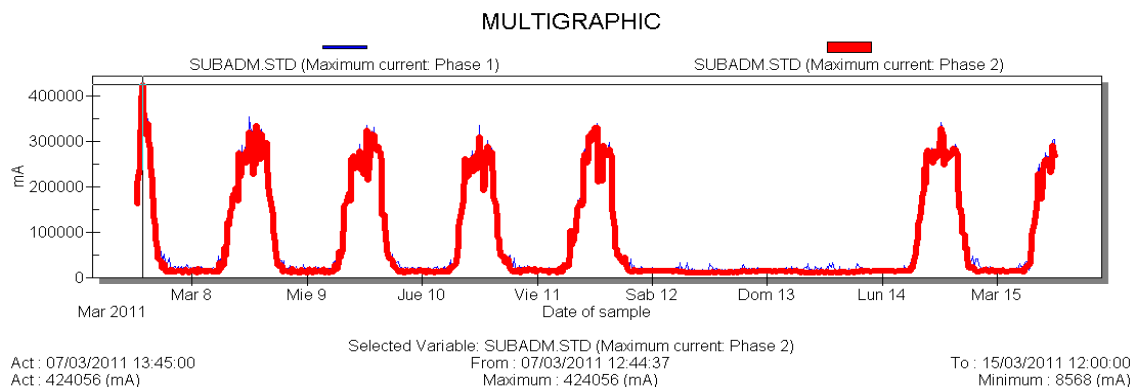


IMAGEN 2.15 CONSUMO DE CORRIENTE ADM

⁷Resolución CNEE-50-99 18 de noviembre de 1999 Título V Capítulo I

La potencia tiene el mismo comportamiento de la corriente, su balance es aceptable.

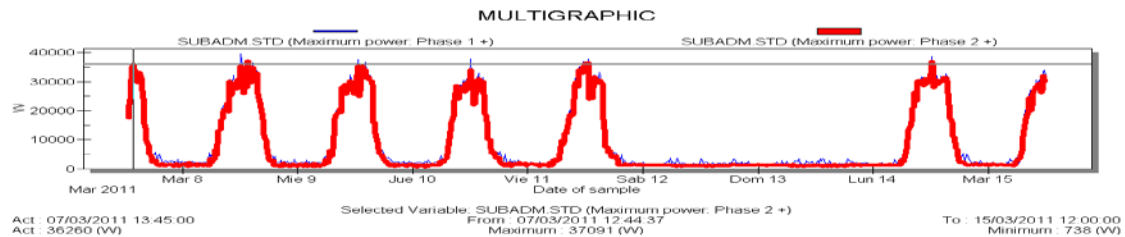


IMAGEN 2.17 CONSUMO DE POTENCIA ADM

La capacidad de potencia instalada es de 100KVA en la gráfica observamos que el valor de potencia demandada es de 78.1KVA por lo cual se tiene 78.1% demandado. Entonces se tiene que la subestación se encuentra al límite⁸ de potencia máxima instalada.

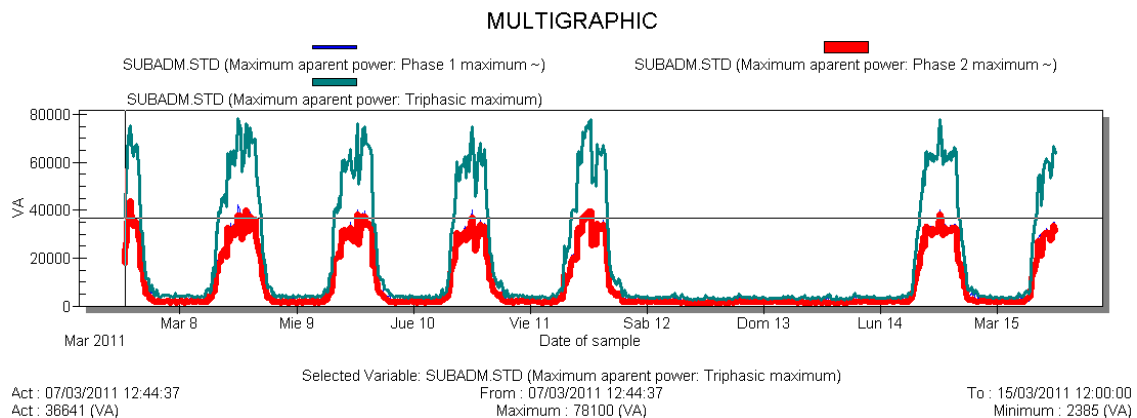


IMAGEN 2.18 POTENCIA APARENTE ADM

2.3.2 SUBESTACIÓN 2

Para la siguiente subestación trifásica el desbalance existente es de un 10% arriba del valor mostrado en la normativa. En el gráfico se muestra un desbalance alto esto se da

⁸ Según recibos actuales y Potencia aparente instalada de la subestación.

por la relación que se utilizó en las pinzas con las que se realizaron las mediciones de corriente el valor de relación es de 5 por lo que en las mediciones se obtuvo un valor de 32 amperios aproximadamente para la línea b, dicho valor al multiplicarlo por la relación se obtuvo un valor más cercano a la corriente promedio que se muestra en la tabla 7. Este desbalance se puede dar debido a la configuración del banco de transformadores que está formado con 2x100KVA y 1x50KVA este último corresponde a la fase c y la carga que alimenta es bastante pequeña y monofásica a 240V. Esto es un balance promedio de la carga existente aunque lo ideal sería balancear las subestaciones en cuanto a potencia aparente para explotar cada fase en igual capacidad.

FASES	la	lb	lc	lp	Δdlp	%Balance
3	188.910	163.2	82.77	144.96	18.24	12.58

TABLA DE BALANCE DE CORRIENTE CRINA1 2.7

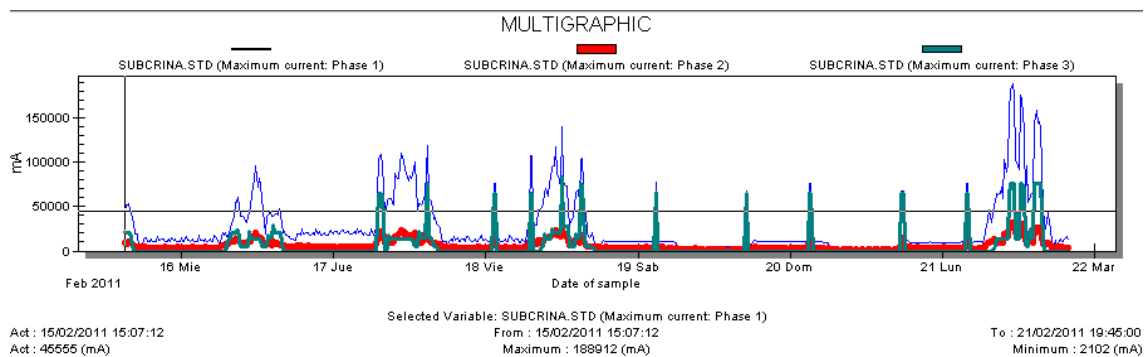


IMAGEN 2.19 CONSUMO DE CORRIENTE CRINA1

En el gráfico de potencia se observa la cantidad de potencia real máxima de consumo que tiene, al momento de tomar las mediciones no se consideró 2 calentadores trifásicos ya que estaban fuera de servicio, su carga la añadiremos con los datos de placa para ver el porcentaje de uso de la subestación.

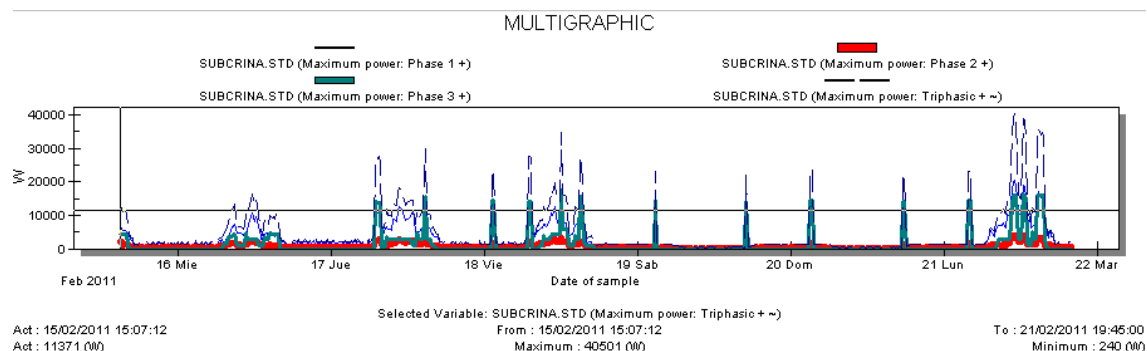


IMAGEN 2.20 CONSUMO DE POTENCIA CRINA1

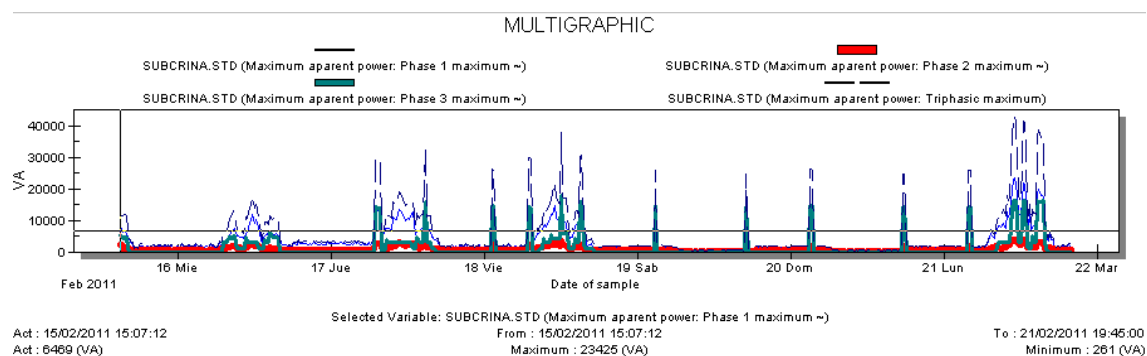


IMAGEN 2.21 POTENCIA APARENTE CRINA1

La carga trifásica instalada es de 43.21KVA, sin los calentadores trifásicos. Los calentadores según datos de placa tienen un consumo total de 60KVA por lo que tenemos un total demandado de 103.21KVA aproximadamente como potencia máxima demandada para esta subestación. Como mencionamos anteriormente la subestación tiene una potencia instalada de 250KVA trifásico, más sin embargo no se puede utilizar dicha cantidad debido al desbalance de transformadores monofásicos existente.

2.3.3 SUBESTACIÓN 3

En la subestación monofásica siguiente podemos ver que el desbalance en las líneas tiene un porcentaje alto. El balance de las líneas se debería realizar para sacar un mejor provecho del transformador.

FASES	Ia	Ib	Ic	Ip	ΔI_p	%Balance
2	233.064	144.252	0	188.658	44.4060	23.54

TABLA DE BALANCE DE CORRIENTE CRINA2 2.8

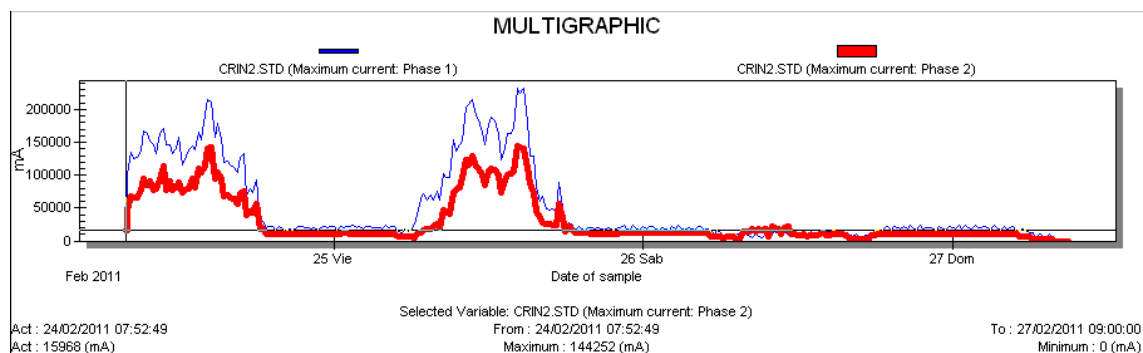


IMAGEN 2.22 CONSUMO DE CORRIENTE CRINA2

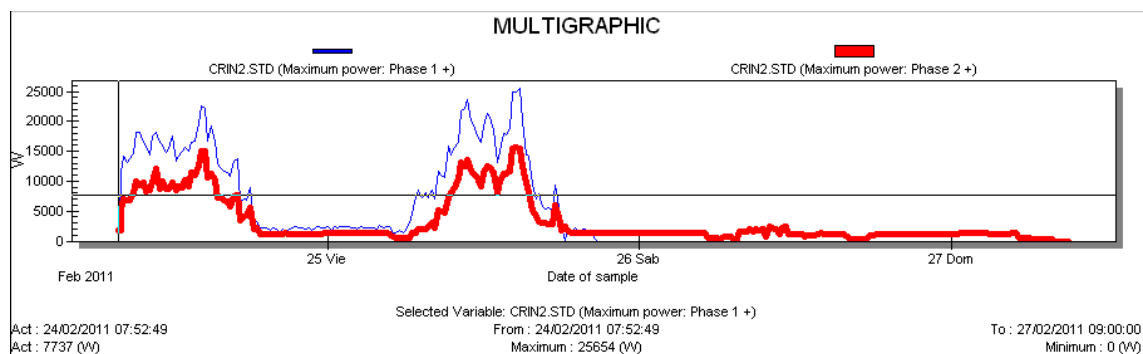


IMAGEN 2.23 CONSUMO DE POTENCIA CRINA2

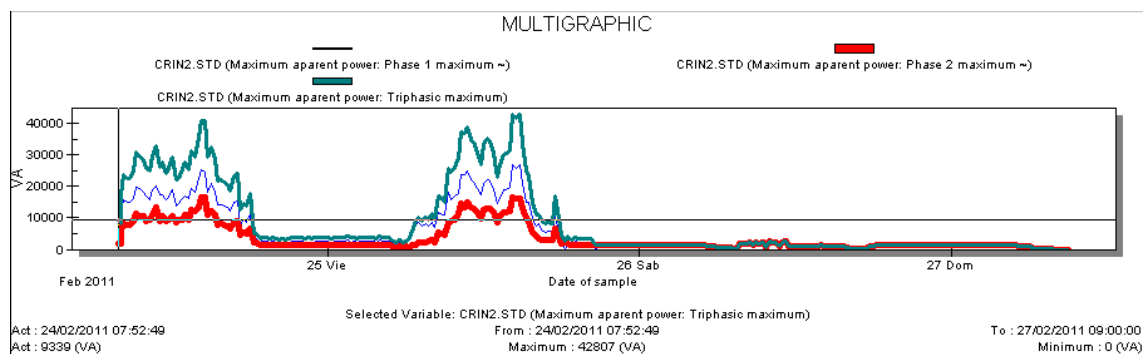


IMAGEN 2.24 POTENCIA APARENTE CRINA2

La subestación monofásica con carga instalada de 100KVA con una potencia demandada de 42KVA aproximadamente con un porcentaje de desbalance bastante notorio. El porcentaje utilizado es de 42% el cual permite tener una pequeña reserva para la instalación de carga futura sin sobrepasar el 80% de la potencia instalada.

2.3.4 SUBESTACIÓN 4

Subestación con configuración delta abierta del lado secundario del transformador, con cargas trifásicas las cuales permiten que el desbalance tenga un porcentaje bajo. Ese pequeño porcentaje bajo es el resultado de una pequeña carga monofásica conectada a dicha subestación.

FASES	Ia	Ib	Ic	Ip	ΔI_p	%Balance
3	100.840	96.591	96.078	97.836	3.0037	3.07

TABLA DE BALANCE DE CORRIENTE CAL1 2.9

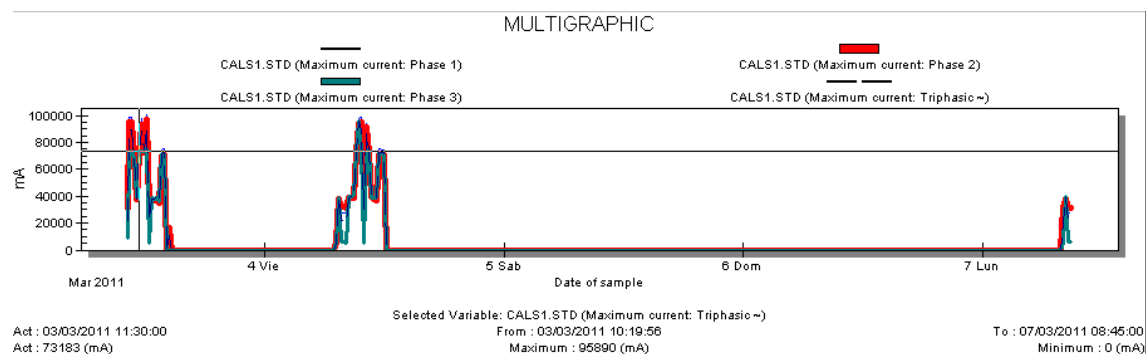


IMAGEN 2.25 CONSUMO DE CORRIENTE CAL1

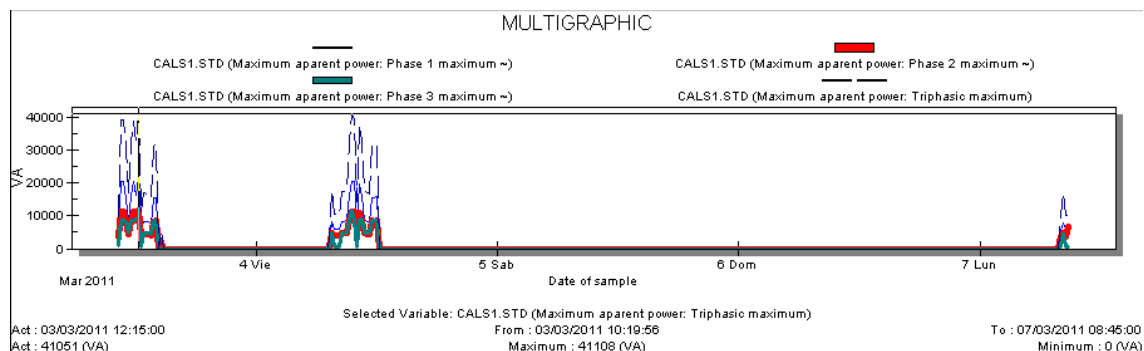


IMAGEN 2.26 POTENCIA APARENTE CAL1

La subestación tiene una carga instalada de 50KVA con una carga demandada de 41.1 KVA lo cual da a conocer que la subestación está a un 82.2% de su máxima potencia. A pesar que las fases están balanceadas dentro de lo normal, ya no se puede instalar carga grande a dicha subestación.

2.3.5 SUBESTACIÓN 5

La subestación posee cargas variables entre monofásicas y trifásicas por lo que es notorio el porcentaje de desbalance entre las fases de esta subestación que alimenta toda el área correspondiente al Centro de Aparato Locomotriz (CAL).

FASES	Ia	Ib	Ic	Ip	ΔdIp	%Balance
3	193.122	149.949	89.854	144.308	48.8137	33.83

TABLADE BALANCE DE CORRIENTE CAL2 2.10

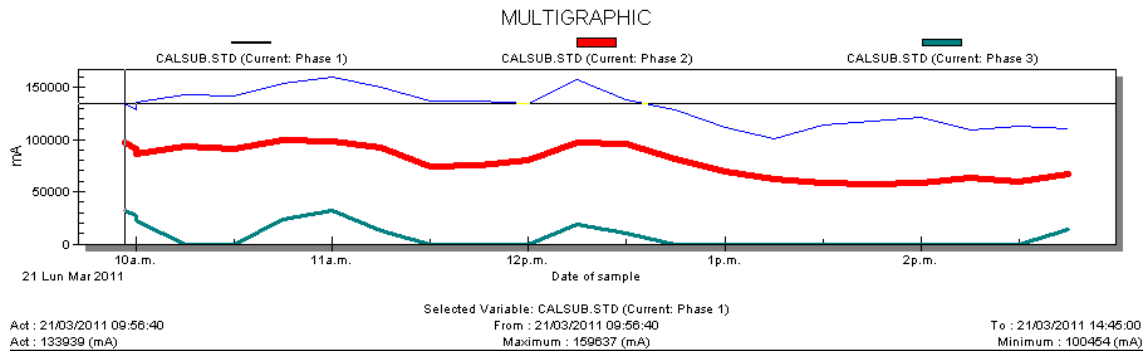


IMAGEN 2.27 CONSUMO DE CORRIENTE CAL2

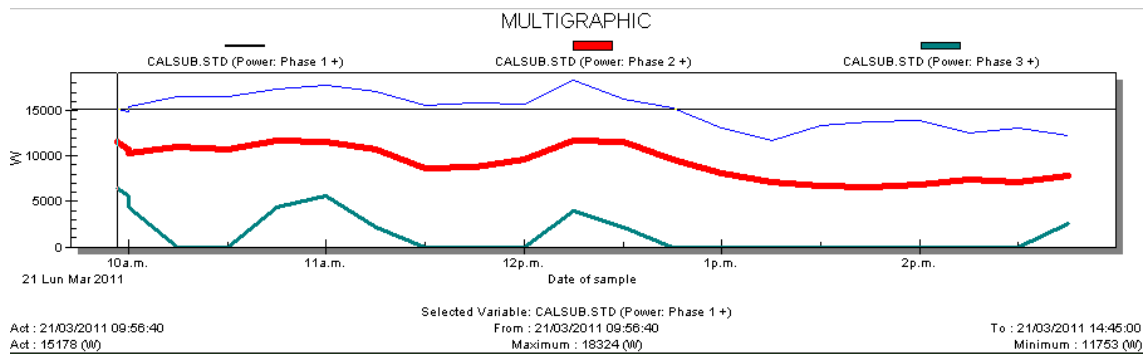


IMAGEN 2.28 CONSUMO DE POTENCIA CAL2

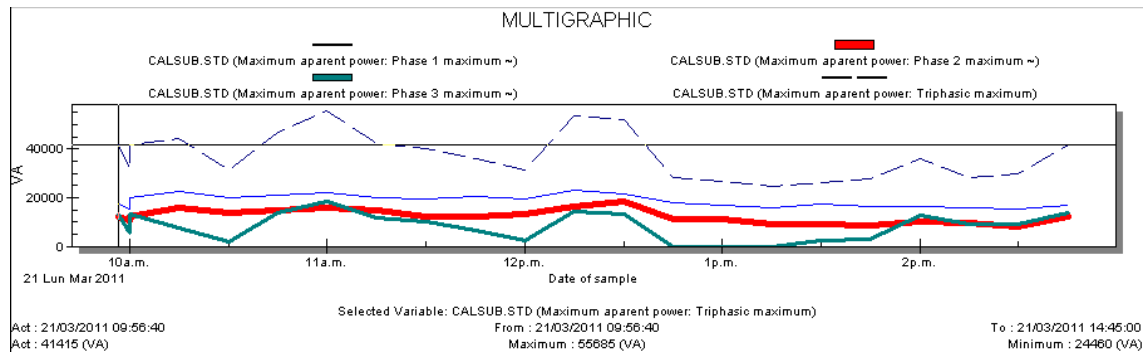


IMAGEN 2.29 POTENCIA APARENTE CAL2

Como se puede observar en la gráfica de potencia aparente el desbalance es grande entre fases: La potencia máxima instalada es de 112.5 KVA con una potencia demandada de 55.7 KVA esto es aproximadamente un 50% de la carga total.

2.4 DISTORSIÓN ARMÓNICA

La distorsión Armónica se evalúa en las formas de onda tanto de corriente como de tensión. En las formas de onda sinusoidal de tensión se obtiene distorsión cuando la distribuidora es generadora de armónicos los cuales dañan la red eléctrica del cliente desde subestaciones hasta cargas específicas. En cuanto a la sinusoidal de corriente se obtienen distorsión cuando el usuario final posee cargas generadoras de armónicos las cuales son capaces de dañar la red en general.

En este caso presentamos las formas de onda y valores RMS tanto de corriente como de tensión para verificar que los valores se encuentren dentro de los estándares de la SIGET⁹.

2.4.1 SUBESTACIÓN1

La señal de tensión no presenta distorsión y sus valores están dentro de los normados por lo que la distribuidora no genera problemas de armónicos en la red.

Caso contrario existente en la señal de corriente la cual presenta una variación y un valor de THD fuera del valor permisible en las normativas que es bastante notoria por lo que podemos decir que existen armónicas generadas por parte del usuario a partir de las cargas electrónicas existentes dentro de la subestación. Esto puede crear irregularidades dentro del sistema eléctrico como quema de equipos sensibles a dichas armónicas y fallas temporales o parciales dentro de la red general.

⁹ Capítulo IV art.45 Del **ACUERDO No. 192-E-2004**

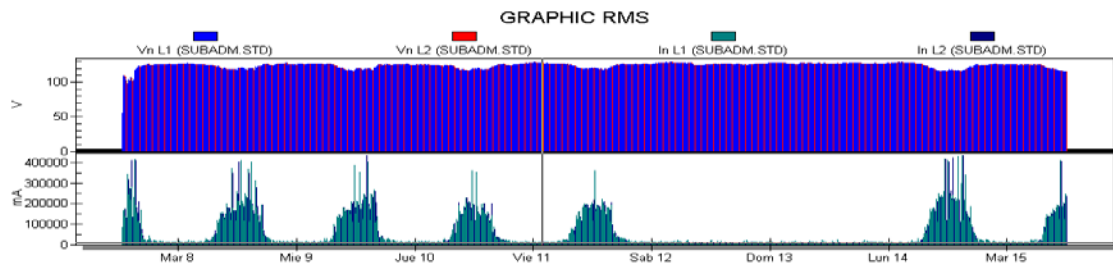


IMAGEN 2.30 DISTORSION ARMONICA RMS DE VOLTAJE Y CORRIENTE ADM

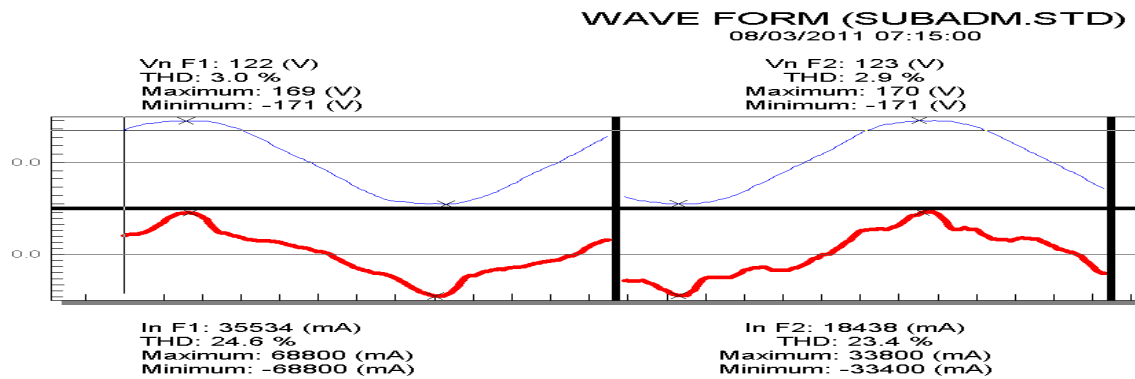


IMAGEN 2.31 FORMAS DE ONDA VOLTAJE Y CORRIENTE ADM

2.4.2 SUBESTACIÓN 2

Las señales de tensión y de corriente son dos señales bastante puras con valores de THD dentro de los normados en los cuales se puede ver que no existen problemas de armónicos dentro de la red trifásica. Las formas de onda no presentan distorsión alguna en ninguna fase.

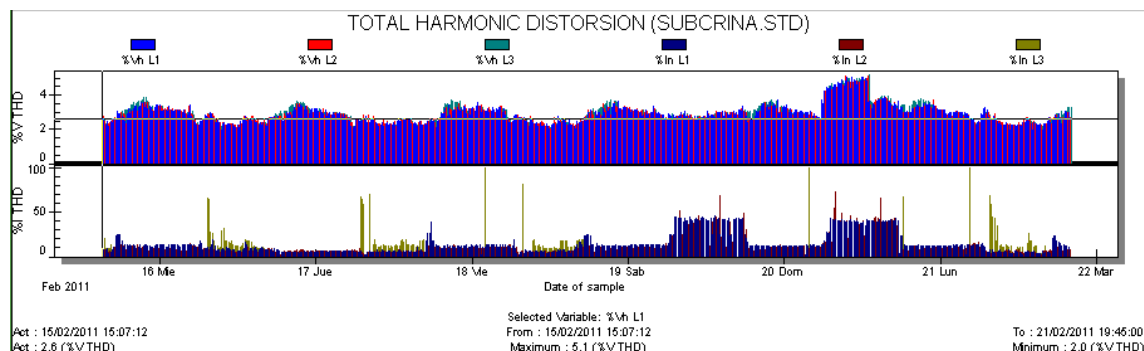


IMAGEN 2.32DISTORSION ARMONICA RMS DE VOLTAJE Y CORRIENTE CRINA1

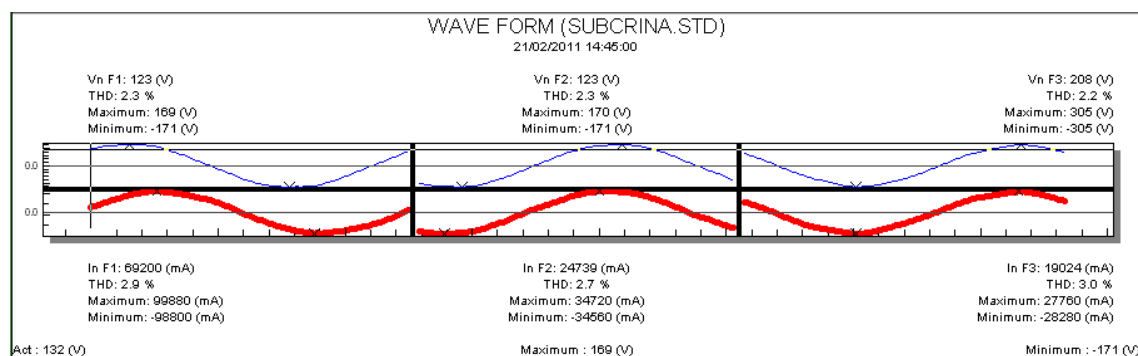


IMAGEN 2.33FORMA DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE CRINA1

2.4.3 SUBESTACIÓN 3

Las formas de ondas de la subestación presentan dos problemas de armónicos el primero, la distorsión en la sinusoidal de corriente la cual presenta la generación de armónicos en ambas fases a partir de la carga. La deformación de la sinusoidal de tensión de la fase 1 corresponde a problemas de la red por parte de la distribuidora, esta subestación está conectada a un primario diferente de la red general del ISRI como fue mencionado en el capítulo anterior. Dicho problema presenta problemas en la red actual dañando hasta la fecha diferentes cargas conectada a la red.

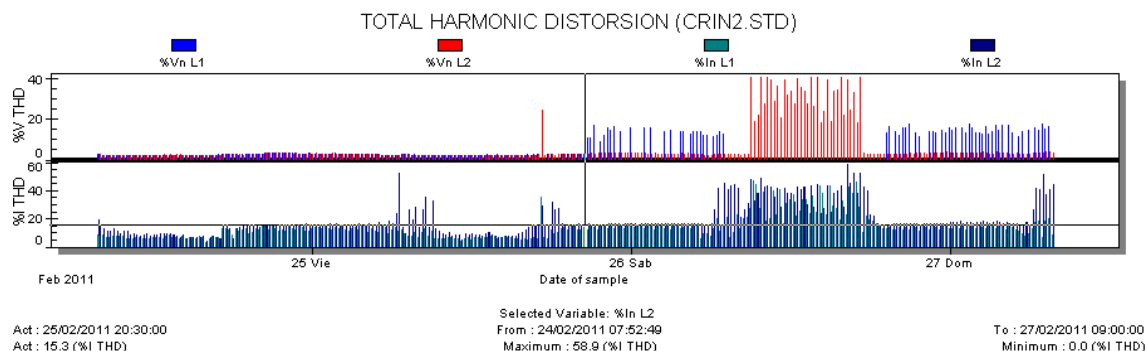


IMAGEN 2.34 DISTORSION ARMONICA RMS DE VOLTAJE Y CORRIENTE CRINA2

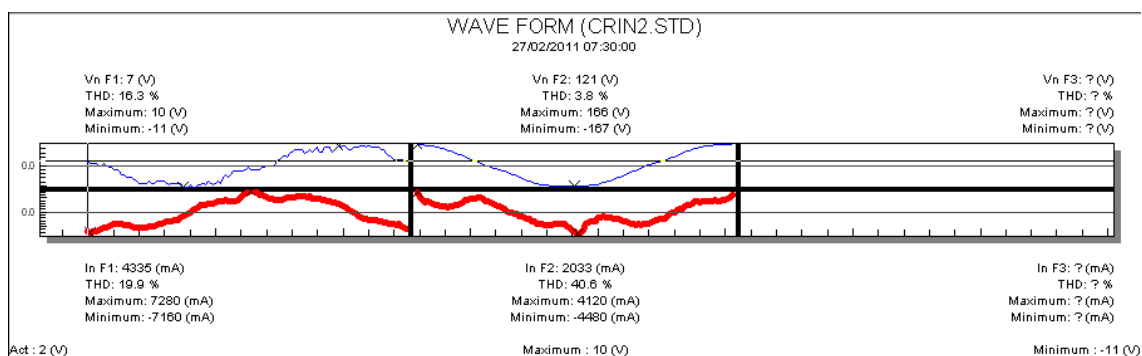


IMAGEN 2.35 FORMAS DE ONDA VOLTAJE Y CORRIENTE CRINA2

2.4.4 SUBESTACIÓN 4

Las formas de onda de corriente presentan variaciones bastante significativas y una distorsión muy grande en cada fase con un valor de THD fuera del valor normado por la SIGET.

Las cargas instaladas en esta subestación son motores trifásicos de lavadoras y secadoras industriales éstas poseen motores para trabajar, dichos motores han presentado fallas debido a la distorsión ya que el daño se genera por medio de la secuencia negativa ejerciendo una corriente parásita la cual incrementa la fuerza de torque normal de cada motor frenando así el giro natural de dichos motores y recalentando las bobinas y los carbones hasta quemarlos.

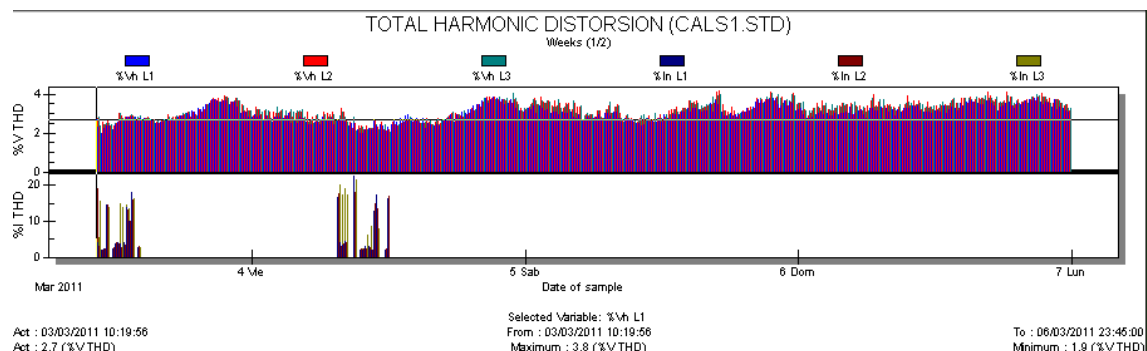


IMAGEN 2.36 DISTORSION ARMONICA RMS DE VOLTAJE Y CORRIENTE CAL1

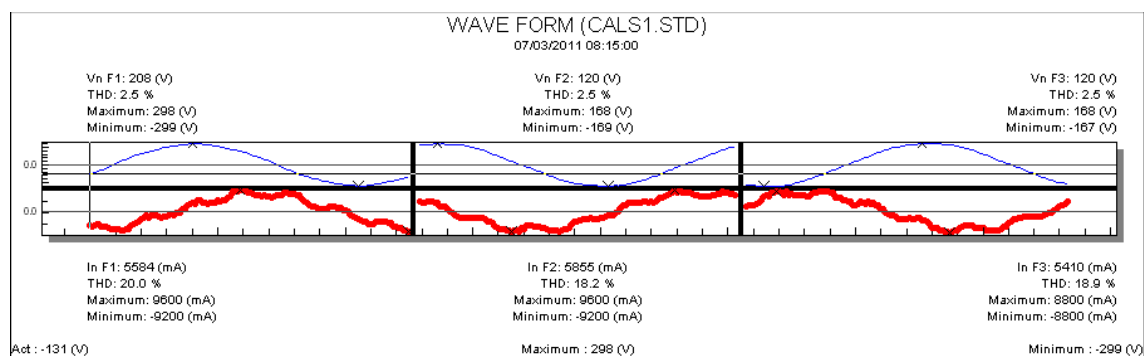


IMAGEN 2.37 FORMAS DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE CAL1

2.4.5 SUBESTACIÓN 5

Dentro de la subestación existen cargas variables entre monofásicas y trifásicas como se aprecia en la tercera fase existe un problema respecto a la forma sinusoidal presentada ya que presenta perturbaciones en la forma de onda esto da lugar a fallas dentro de las cargas conectadas a esa fase pueden ser generadas por cargas monofásicas pero dañar cargas trifásicas por los desbalances dentro de la línea con perturbación.

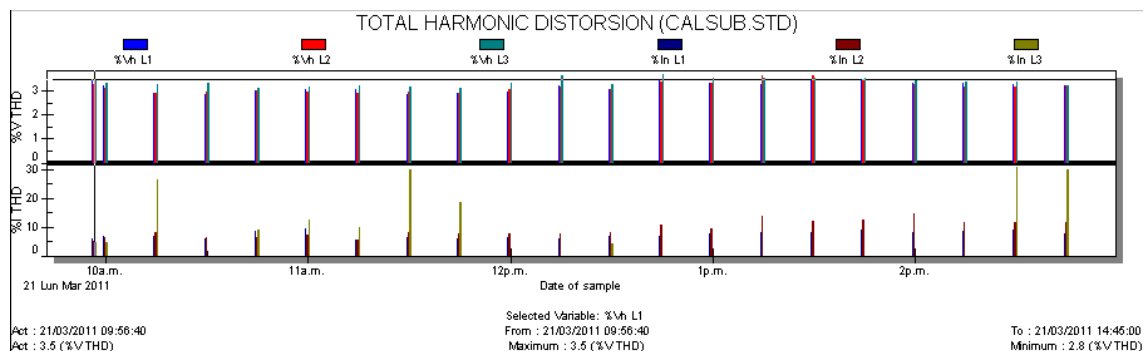


IMAGEN 2.38 DISTORSION ARMONICA RMS DE VOLTAJE Y CORRIENTE CAL2

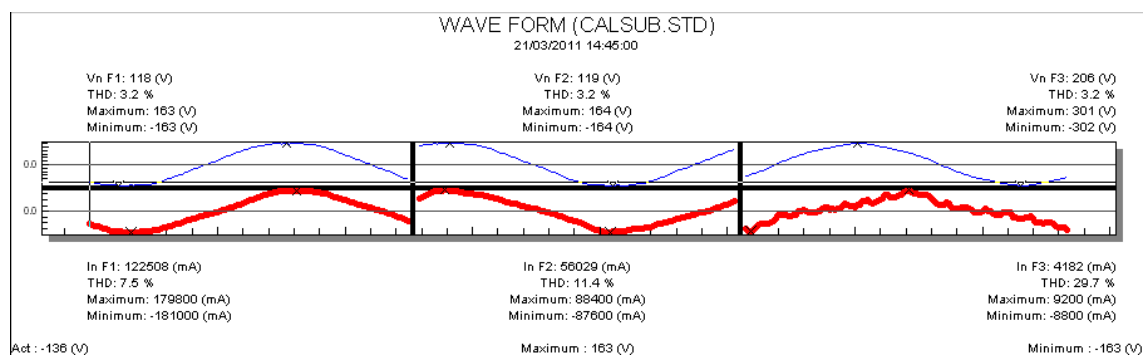


IMAGEN 2.39 FORMA DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE CAL2

2.5 RED DE TIERRA

2.5.1 RESISTENCIA A TIERRA

La polarización es un punto importante dentro de las instalaciones eléctricas ya que es la protección directa de un sistema eléctrico, para cortocircuitos y descargas de corrientes parásitas. Los valores de resistencia para las subestaciones están normados y los valores medidos se muestran en la siguiente tabla con una comparación entre los valores reales e ideales y su diferencia.

Subestación	Potencia (KVA)	Rreal (Ω)	Rideal ¹⁰ (Ω)	Diferencia(Ω)
Subestación 1	100	15	6	9
Subestación 2	250	12	2	10
Subestación 3	100	9	6	3
Subestación 4	50	15	12	3
Subestación 5	112.5	17	2	15

TABLA DE VALORES DE RESISTENCIA DE TIERRA2.11

2.5.2 RESISTIVIDAD

*Resistividad de suelo:*18 Ω -m

Para todas las subestaciones se necesita compensar el valor de resistencia de la red de tierra a partir de la resistividad se puede realizar un nuevo cálculo para cada subestación o realizar tratamientos para la mejora de la resistencia de cada subestación.

¹⁰Capítulo VII art 64 Normas Técnicas de diseño y seguridad (SIGET)

CAPÍTULO III

DIAGNOSTICO TÉCNICO ECONÓMICO

En el presente Capítulo, se evaluara técnica y económicamente los problemas existentes en las instalaciones eléctricas de los tres centros del ISRI. Se revisara el pliego tarifario que se tiene por subestación así como los daños que han sido ocasionados por los problemas en las instalaciones eléctricas y en la calidad de energía de cada subestación.

Cabe mencionar que la institución no lleva registros de daños de equipos eléctricos, así que se hará un estimado aproximado de equipos dañados debido a las condiciones de las instalaciones eléctricas y a la calidad de energía.

Debido a esto y a que no se lleva ningún control de bitácora de equipos dañados, mantenimientos correctivos realizados, sustitución de equipos, ni los costos de todas estas operaciones y compras, no se puede determinar un costos económico específico, por lo que se hablara en términos generales.

En el transcurso que se realizaron las visitas de campo y las mediciones, los encargados del mantenimiento de cada centro nos informaron verbalmente de diferentes daños que han sufrido diversos equipos eléctricos, como aires acondicionados, las resistencias de los calentadores de agua, entre otro tipo de cargas.

De igual forma no se logro conseguir los recibos de energía eléctrica de todas las subestaciones, por lo que de algunas subestaciones no se podrá revisar el pliego tarifario.

Las facturas eléctricas proporcionadas por la institución se pueden observar en el **ANEXO 3**.

3.1 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR

Este centro cuenta con una sola subestación, con cargas monofásicas que se alimentan a 120 V o 240 V. Los principales problemas detectados de acuerdo con los capítulos I y II, son la falta de protección para los conductores de las acometidas, el desorden existente debido al gran número de acometidas, el bajo nivel de tensión y problemas de armónicas de corriente de acuerdo al Capítulo II.

3.1.1 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA

El desorden existente, al conectar desde un tendido secundario varios tableros, ocasiona que no se diseñe una correcta coordinación de protecciones ni un trazado óptimo de los circuitos ramales y subtableros. Esto hace que muchas veces se gaste cantidad de cable innecesario o calibres de conductores sobredimensionados, de igual forma protecciones por sobrecorriente y cortocircuitos sobredimensionados, que tienen un costo mayor a la protección que a la que se debería de dimensionar. El hecho de que los dispositivos de protección estén sobredimensionados y no coordinados con los conductores de acometida, puede ocasionar incendios y destrucción de equipos eléctricos, incluso de la misma subestación, lo que llevaría a enormes costos por pérdidas que pudiera ocasionar el cierre de las instalaciones por varios meses.

Los armónicos de corriente pueden ocasionar el daño de computadoras y otros equipos, el calentamiento del transformador de la subestación; de igual forma el bajo nivel de tensión a corta la vida útil y daña los equipos como los compresores, motores y ventiladores para el sistema de enfriamiento de los aires acondicionados, esto puede incrementar los costos de mantenimiento y compra de equipo.

La Administración superior proporciono los recibos del pago de energía eléctrica de los meses de Julio hasta Diciembre de 2009. Estos recibos se pueden observar en el ANEXO 3. En la tabla 3.1 se ha tabulado el consumo promedio en kWh por mes, el costo total de la Energía en el mes tomando en cuenta los costos por distribución y la energía por tarifa y la potencia máxima por mes.

Mes-Año	Energía Promedio en kWh	Subtotal Ventas Gravadas	Potencia Máxima en kW
Julio-2009	10146.0	\$2,164.62	67.0
Agosto-2009	8112.0	\$1,810.26	67.0
Septiembre-2009	9427.0	\$2,027.33	65.0
Octubre-2009	9413.0	\$1,939.13	61.0
Noviembre-2009	8294.0	\$1,561.14	56.0
Diciembre-2009	9293.0	\$1,743.52	62.0

TABLA 3.1 Consumo de Energía por mes según facturación.

Se puede observar que el cargo por distribución puede hacer que aunque se consuma menos energía, en el costo de la facturación puede ser mas debido a la potencia máxima que hace que los costos de distribución se incrementen.

En la Tabla 3.2 se han tabulado algunos datos de la factura del mes de Diciembre de 2009 que es la más reciente.

Tarifa Aplicada	GMH
Capacidad Contratada	74.0 kW
Demanda Facturada	62.0 kW
Cargo de Distribución	\$ 360.77
Costo por tasa municipal por poste	\$ 0.16
Cargo de Comercialización	\$ 10.83
Cargo Energía Activa Punta	\$ 84.64
Cargo Energía Activa Valle	\$ 66.69
Cargo Energía Activa Resto	\$ 1,220.43
Subtotal Ventas Gravadas	\$ 1,743.52
Precio de Tarifas Aplicadas	
Cargo Fijo	
Comercialización	\$ 9.583437
Cargos Variables	
Punta/Activa	\$ 0.139730
Resto	\$ 0.131759
Valle	\$ 0.105391
Distribución	\$ 5.149571
CONSUMOS	
Energía Activa Punta	536 kWh
Energía Activa Valle	560 kWh
Energía Activa Resto	8,197 kWh
Total Energía Activa	9,293 kWh
Potencia Máxima	62 kW
Factor de Potencia	0.97

TABLA 3.2 Datos de Factura Eléctrica correspondiente a Diciembre de 2009 de Administración Superior.

De acuerdo a la tabla 3.2, la tarifa aplicada a Administración Superior es GMH, que conforme a la SIGET es una Tarifa Horario de Gran Demanda en Media Tensión. La SIGET en su artículo 55 del pliego tarifario define los horario tarifarios de la siguiente manera:

Punta: de las 18:00 a 22:59 horas.

Resto: de las 5:00 a 17:59 horas.

Valle: de las 23:00 a 4:59 horas.

Y de acuerdo al artículo 58 del pliego tarifario de la SIGET, define como Gran demanda a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de más de 50 kW, independientemente el uso que se le dé a la energía.

Los cargos por distribución varían si el servicio es en media o baja tensión, el cargo por distribución en servicio en baja tensión es aproximadamente 4 veces el cargo por distribución en media tensión, por lo que tener tarifa a media tensión, como la que tiene Administración superior, no representa un costo alto.

Debido a que Administración superior consume más de 50 kWh, se le considera como Gran Demanda, y por ser una institución gubernamental y realizar trabajos administrativos, se consume la mayor cantidad de energía en el horario de Resto, esto se puede observar en la tabla 3.1, donde el mayor cargo se realiza en la energía activa en horario resto.

Los cargos por distribución dependen de los kW demandados por la institución, por cada kW demandado se le aplica la tarifa correspondiente en cargo por distribución más el 13 % del IVA.

En cuanto a la tarifa por horarios, se puede determinar que el mayor consumo lo tienen en horario de tarifa Resto, que es aproximadamente el 88% del consumo total de energía que consume la institución, esto se debe a que el horario de trabajo de la institución es de 7:30 a 3:30, que coincide que el horario de tarifa resto. El consumo de energía en tarifa valle es del 6%, esto representa la carga que se conecta de 11 de la noche a las 5 de la mañana. Por medio de esta medición se puede determinar si la institución es gastando demasiada energía en la noche, o existe fuga de corriente a tierra o se dejan conectados reguladores de tensión y UPS, que debido a los transformadores internos que tienen pueden consumir energía toda la noche. De igual forma, las lámparas de mercurio de alta presión, pueden estar fallando y consumir energía por medio del transformador del balastro aunque parezca que están apagadas, pero si la fotocelda está dañada, puede estar conectando el transformador y consumiendo energía todo el tiempo. Con los datos de la tabla se pudo calcular que son aproximadamente 3 kW por día de potencia los que se consumen en horario de tarifa valle.

De igual forma se consume energía en tarifa punta, que es de igual forma el 6% de la energía total consumida en el mes, esta es la energía con tarifa mas cara, por lo que aunque el consumo es similar al de energía valle, el costo de esta energía es mayor. Aproximadamente se gastan \$ 18 más por consumir la misma cantidad de energía pero en distinto horario de tarifa. El incremento por el cambio de tarifa de valle a punta es aproximadamente de 27%, por lo que si por algún motivo es necesario utilizar las instalaciones en horario extraordinario es preferible hacerlo en horario valle para que el consumo en la factura eléctrica se incremente.

Se puede evitar que la capacidad de potencia máxima sea muy elevada y con eso reducir el cargo por distribución, esto se puede lograr evitando que se enciendan los compresores de los aires acondicionados al mismo tiempo, conectar motores al mismo tiempo, para evitar que exista un pico excesivo que pueda elevar el costo por distribución y por ende la factura en costos muy grandes.

Como recomendación se puede hacer un control con timers para el encendido de los aires acondicionados, de tal manera que no enciendan todos los compresores y motores de ventiladores de los aires acondicionados al mismo tiempo.

3.2 CRINA

Este centro cuenta con dos subestaciones, un banco trifásico formador por dos transformadores de 100 kVA y uno de 50 kVA, con configuración en el lado secundario DELTA 4 hilos 120/240 V, y otra subestación monofásica con niveles de tensión en el lado de baja tensión de 120/240 V.

3.2.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 250 KVA

No se proporcionaron facturas de consumo eléctrico por parte de este centro ni existen registros de mantenimiento y equipos dañados y sustituidos debido a fallas. Los principales problemas detectados de acuerdo con el CAPÍTULO I son excesivo tendido de acometidas en baja tensión, los conductores de acometida no tienen protección contra sobrecorriente ni cortocircuito, no hay coordinación de protecciones y de acuerdo al CAPÍTULO II, baja tensión en la fase alta, factor de potencia al límite del permitido por la SIGET y desbalance de carga entre las fases.

La institución proporciono algunos datos de los registros que la distribuidora les ha dado como el factor de potencia y la energía promedio consumida por mes de Enero del 2010 a Enero del 2011. Esos datos se presentan en las tablas 3.3 y se grafican dichos datos en la figuras 3.4 y 3.5.

Mes-Año	Energía Promedio en kWh	Factor de Potencia
Ene-10	715	0.94
Febrero-10	1789	0.96
Marzo-10	1851	0.95
Abril-10	1795	0.95
Mayo-10	1963	0.96
Junio-10	2045	0.95
Julio-10	1954	0.95
Agosto-10	1278	0.93
Septiembre-10	1213	0.91
Octubre-10	1342	0.91
Noviembre-10	1240	0.93
Diciembre-10	1196	0.91
Enero-11	980	0.89

Tabla 3.3. Energía y Factor de Potencia por mes según datos de la distribuidora Del SUR.

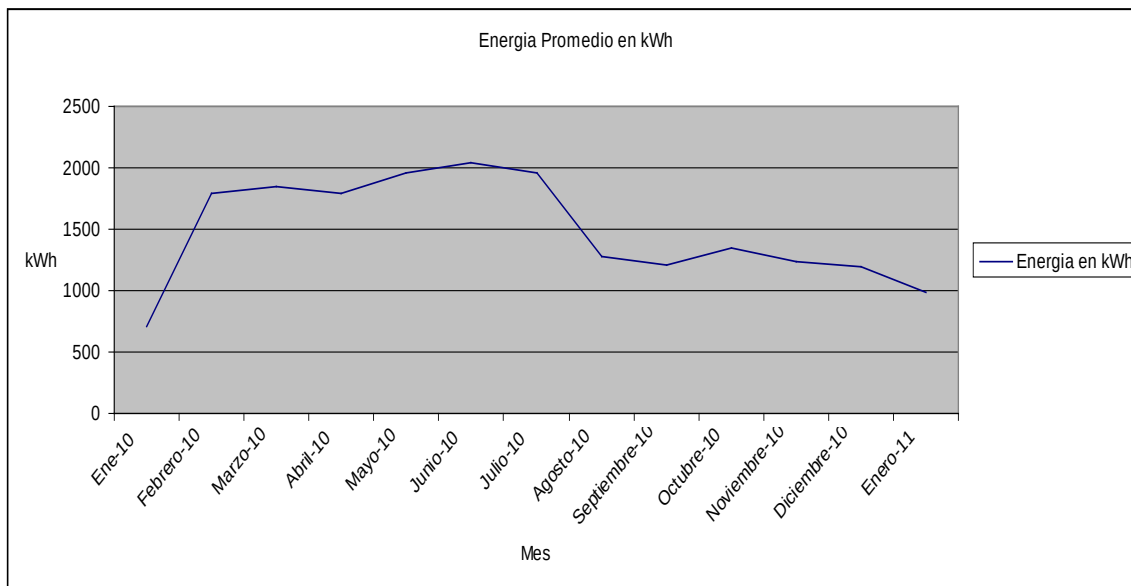


FIGURA 3.4. Energía Promedio en kWh. por mes de la subestación Trifásica del CRINA

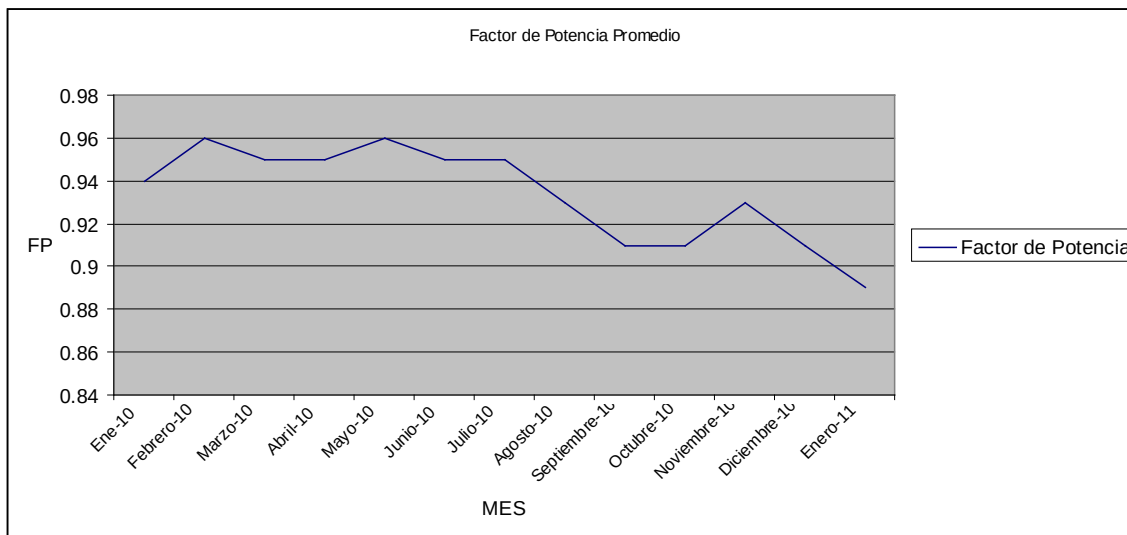


FIGURA 3.5. Factor de Potencia por mes de la subestación trifásica del CRINA.

Se puede observar de las graficas que el consumo de energía ha ido decreciendo en los últimos meses, de igual forma que el factor de potencia, incluso el factor de potencia llego a ser de 0.89, por lo que a la institución pagaría una multa en el cargo de energía establecida por la SIGET. En el artículo 54 del pliego tarifario se establecen las multas, para el caso del CRINA se aplica de lo siguiente: Si el FP es igual o mayor que 0.75 y menor que 0.90, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el FP sea inferior que 0.90. Esto si no existe un contrato con la distribuidora donde se especificara los recargos por bajo factor de potencia.

Esto se logro corregir en el mes posterior, es decir, el mes de Febrero, según las graficas proyectadas en el CAPÍTULO II para el factor de potencia para la subestación 2, en donde el factor de potencia se proyecto en 0.91. Sin embargo, se debe considerar que el factor de potencia esta al limite, y puede caer de nuevo a menos de 0.9 lo que ocasiona un incremento en la factura de energía eléctrica. Se puede observar que existe una tendencia similar entre el consumo de energía eléctrica y el factor de potencia, a medida que el consumo ha disminuido el factor de potencia también ha ido decreciendo. Esto se puede deber a que la subestación está sobredimensionada comparado con la carga que

se le exige, por lo que el factor de potencia puede verse afectado por la bobina del lado secundario de la subestación, que inyecta reactivos inductivos. Es decir en comparación con la carga activa demandada por la institución, los reactivos de la bobina reducen el factor de potencia.

En cuanto al bajo nivel de tensión, este puede ocasionar que los equipos trifásicos y bifásicos se dañen o reduzcan su vida útil. Los aires acondicionados que funcionan a niveles de tensión de 240 V se ven afectados por niveles bajos de tensión en sus motores para los ventiladores y compresores. En las visitas realizadas, se pudo observar que las resistencias de los calentadores estaban dañadas, y que constantemente tenían que cambiar las resistencias, esto debido a la falta de mantenimiento al equipo eléctrico. Los costos se ven incrementados debido al reemplazo de elementos de equipos eléctricos así como la sustitución de equipos que no puedan ser arreglados con la sustitución de un componente.

3.2.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 100 KVA

No se pudieron obtener facturas electitas por parte de la institución, ni registros de aparatos dañados, mantenimiento de equipos, costos de equipos, costos de mantenimiento.

Esta subestación monofásica trifilar en su lado secundario, con niveles de tensión 120/240 V, los principales problemas detectados en el CAPÍTULO I son, un numero excesivos de acometidas, los conductores de acometida no tienen protección contra sobrecorriente ni de cortocircuito, no existe una coordinación de protecciones, y de acuerdo al CAPÍTULO II son, caídas de niveles de tensión, desbalance de cargas y distorsión armónica de tensión y de corriente.

Los costos en los que incurre la institución y en los que podría incurrir son, el costo de los equipos dañados, la sustitución de partes dañadas de equipos, como motores de ventiladores de aires acondicionados, compresores, equipo de computadoras quemado,

incendios ocasionados por no tener protección en los conductores de acometida, esto puede ocasionar elevados costos debido a la pérdida de infraestructura parcial o total, el gasto excesivo de conductores de acometidas así como el gasto en conductores sobredimensionados, en protecciones sobredimensionadas, así como el daño de equipos que se pudieran conectar a los tomacorrientes de la red de esta subestación.

La suma de todos estos costos justifica el hecho de tener unas instalaciones seguras, adecuados y bajo norma, ya que las normas son condiciones mínimas de seguridad para evitar incendios y el correcto funcionamiento de equipos que estén conectados a la red, así como la optimización de recursos mediante cálculos para dimensionar conductores, materiales y equipos eléctricos.

3.3 CAL

La institución proporciona las facturas eléctricas de dos subestaciones, pero no se llevan registros de daños de equipos, mantenimientos realizados a los equipos, esto hace difícil el poder obtener un monto de pérdidas por daños a equipos, por lo que se mencionaran los posibles equipos y materiales de las instalaciones eléctricas que se pueden dañar o destruir, así como las consecuencias que pueden ocasionar los problemas detectados en las instalaciones.

3.3.1 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DELTA ABIERTA DE 50 KVA

La subestación tiene configuración Estrella Abierta- Delta Abierta con niveles de tensión 120/240 V en su lado secundario. Los principales problemas detectados en esta subestación son acometidas aéreas innecesarias, no existe protección de los conductores en el lado secundario de la subestación, la distancia con respecto al suelo de los conductores en baja tensión que entran y salen del medidor de energía es menor que la mínima permitida y no se encuentran protegidos en tubería contra daños físicos o contra contacto de las personas

En cuanto a los problemas detectados en el CAPÍTULO II, se detecto variaciones del nivel de tensión en la fase 1 tanto el nivel máximo como mínimo.

El hacer un doble tendido de acometidas aéreas es un costo innecesario de cable, y el hecho de que no cuenten con protección principal puede ocasionar la destrucción del conductor ante un cortocircuito que se de en ese tramo de tendido aéreo y el deterioro del conductor al calentarse por sobrecorriente.

La variación del nivel de tensión puede provocar el que la vida útil de muchos equipos se disminuya e incluso el daño de estos. El costo por la reparación de estos equipos pueden ser gastos que se den antes de lo previsto para los equipos e incluso la sustitución del equipo en el corto tiempo después de haberse comprado, puede resultar en un costo imprevisto e incluso esperar varios días para que funcione nuevamente el equipo o se restituya su servicio al comprar uno nuevo.

En cuanto al costo de energía eléctrica, la institución proporciono facturas de energía eléctrica de los meses de Octubre de 2009 a Enero de 2010 que se encuentran en el ANEXO 3. La energía promedio en kWh por mes, el subtotal de las ventas gravadas de energía y la potencia máxima registrada en el mes se muestran en la Tabla 3.6.

Mes-Año	Energía Promedio en kWh	Subtotal Ventas Gravadas	Potencia Máxima en kW
Enero-2010	1470	\$ 443.15	33
Diciembre-2009	2083	\$ 541.53	32
Noviembre-2009	2204	\$ 562.37	35
Octubre-2009	1977	\$ 481.56	33
Septiembre-2009	2207	\$ 567.45	42
Agosto-2010	1282	\$ 402.55	37

TABLA 3.6 Consumo de Energía por mes según facturación.

El costo solo de energía eléctrica según la Tabla 3.6 de los seis meses que se muestran es de \$500, y el promedio de energía de estos seis meses es de 1871 kWh, este costo se puede reducir, si se no encienden al mismo tiempo equipos como lavadoras industriales y secadoras al mismo tiempo, ya que eso hace que se registre un pico de potencia y este pico eleva los costos de distribución.

En la Tabla 3.7 se especifican los costos por distribución y los cargos que se hacen a la factura, así como el tipo de tarifa aplicada y los costos de los kWh que paga la institución. El tipo de tarifa aplicada es MMP, que significa Media Tensión con Medición de Potencia, este tipo de tarifa no distingue por tarifa de horarios, y se cobra según la factura con tarifa de horario punta, esto puede estar generando que se pague más de lo que realmente debería de ser en la factura eléctrica. El tipo de tarifa esta acorde con la capacidad de la subestación que es de 50 kVA, y esta tarifa se aplica para capacidades entre 10kW y 50 kW, aunque en la factura se imprime que la capacidad contratada es de 56 kW, dato que quizá sea incorrecto ya que la subestación no podría dar tal potencia a no ser que se le sobrecargara por un tiempo pequeño, pero no es correcto; pero la tarifa aplicada si corresponde a la potencia de la subestación.

Se sugiere el cambio de tipo de tarifa a MMH, que significa Media Tensión Medición Horaria, que divide las tarifas de acuerdo con el horario de consumo en que este la energía que se registra, y ya que la institución trabaja en su mayoría en tiempo que corresponde a Energía Resto, en donde se ocupan la mayoría de cargas de fuerza como las lavadoras y las secadoras y aires acondicionados; y en el área de pacientes de la Unidad de Lesiones y Afecciones en donde las 24 horas se consume energía debido a que se quedan pacientes en recuperación, pero es carga de iluminación en su mayoría, estas cargas entrarían a energía punta y valle. La división de la energía por horarios puede significar un ahorro, aunque se debería invertir en el costo del medidor ya que el que tienen actualmente no podría registrar datos por horario.

Tarifa Aplicada	MMP
Capacidad Contratada	56.0 kW
Demanda Facturada	35.0 kW
Cargo de Distribución	\$ 203.56
Costo por tasa municipal por poste	\$ 0.16
Cargo de Comercialización	\$ 1.10
Cargo Energía Activa Punta	\$ 357.45
Subtotal Ventas Gravadas	\$ 562.37
Precio de Tarifas Aplicadas	
Cargo Fijo	
Comercialización	\$ 0.967458
Cargos Variables	
Punta/Activa	\$ 0.150424
Distribución	\$ 5.149571
CONSUMOS	
Energía Activa Punta	2204 kWh
Total Energía Activa	2204 kWh
Potencia Máxima	62 Kw
Factor de Potencia	0.92

TABLA 3.7 Datos de Factura Eléctrica correspondiente a Noviembre de 2009 de Subestación Trifásica Delta Abierta del CAL.

También se puede disminuir la factura si se evita el encendido de varios motores de equipos eléctricos simultáneamente, ya que esto eleva los picos de potencia registrados por el medidor e incrementan los costos de distribución ya que estos se cobran por kWh de potencia máxima

Los costos por distribución, de acuerdo a la Tabla 3.7, representan el 36.2 % del total de los costos por pago de energía, si se reduce este costo podría existir un ahorro significativo en la factura eléctrica.

3.3.2 SUBESTACIÓN MONOFÁSICA DE 50 KVA

Esta subestación solo alimenta el equipo de rayos X, cuyo nivel de tensión de alimentación es de 240 V. El principal problema de esta subestación esta en la instalación del tablero para el equipo de rayos X, que no está aterrizado. En el transcurso que se fueron a tomar datos de la instalación eléctrica, el equipo no funcionaba, y se estaba esperando por su reparación. Esto representa gastos a la institución por la reparación del equipo e incluso una mala instalación puede dañar el quipo definitivamente y que la institución tenga que comprar otro equipo elevando los costos para la institución.

Esta subestación no cuenta con un medidor de energía, por las facturas eléctricas proporcionadas por la institución, que se pueden observar en el ANEXO 3, se puede deducir que se ha llegado a un acuerdo con la distribuidora para tener una cuota fija de energía eléctrica para esta subestación con pequeñas variaciones por mes. Así el promedio de acuerdo a la tabla 3.8 de la facturación es de \$ 119.6, este costo es el que aproximadamente se mantiene para esta subestación, no se llevan registros de energía consumida ni máxima potencia al no tener medidor. La tarifa aplicada según las facturas es 1G, que es para pequeñas demandas y menores de 10 kW, sin embargo el los recibos solo se coloca el subtotal de Ventas Gravadas, y un costo de energía que se puede deducir que lo obtienen de los datos de placa del equipo de rayos X y aplicando un factor de demanda.

Mes-Año	Energía Promedio en kWh	Subtotal Ventas Gravadas	Potencia Máxima en kW
Agosto-2009	-	\$ 126.36	-
Septiembre-2009	-	\$ 126.36	-
Octubre-2009	-	\$ 126.35	-
Noviembre-2009	-	\$ 114.19	-
Diciembre-2009	-	\$ 112.40	-
Enero-2010	-	\$ 112.34	-

TABLA 3.8 Consumo de Energía por mes según facturación.

3.3.3 SUBESTACIÓN TRIFÁSICA DE 112.5 KVA

Esta Subestación, como se ha mencionado en el CAPÍTULO I, tiene configuración ESTRELLA-DELTA 4 hilos con niveles de tensión en el lado secundario de 120/240 V. Los principales problemas detectados en esta subestación de acuerdo con el CAPÍTULO I, son, el trazo del tendido aéreo en baja tensión hace que exista un desorden y un exceso de utilización de conductores, instalaciones eléctricas que ya han excedido su vida útil, sin coordinación de protecciones, transferencia manual ineficiente, caída de tensión hasta los subtableros debido a la distancia recorrida por los conductores y referente a los problemas detectados en el CAPÍTULO II, los principales son, bajo nivel de tensión en la fase C y desbalance de cargas .

Estos problemas ocasionan costos a la institución, que se podrían evitar teniendo instalaciones adecuadas y bajo norma. Entre los costos que ocasionan estos problemas esta la perdida de energía que se produce debido al gran tendido del cable secundario y a que no esta dimensionado correctamente para la longitud que recorre y la corriente que transporta, esto también provoca que la vida útil del conductor disminuya y esto hace que se tenga costos debido al cambio de tendido secundario antes del tiempo esperado. El que no exista coordinación de protecciones puede causar la pérdida del servicio en áreas donde no deberían de perder el servicio si la falla eléctrica se ocasiono en otra área Esto puede causar que debido a una falla que ocurrió en un sector se afecte las consultas y los servicios prestados por la institución.

La caída de tensión causada en los conductores puede producir danos en equipos eléctricos debido a la baja tensión que llega a estos equipos causando la relación de este o sustitución. La baja tensión en una de las fases de igual forma puede causar que equipos se dañen y la sustitución de estos o su reparación.

El desbalance de las fases puede provocar calentamiento en los transformadores y el deterioro de los mimos, así como a cortar su vida útil debido al calentamiento de las bobinas de cada transformador.

El CAL proporciono los recibos del pago de energía eléctrica de los meses de Agosto de 2009 hasta Enero de 2010. Estos recibos se pueden observar en el ANEXO 3. En la tabla 3.9 se ha tabulado el consumo promedio en kWh por mes, el costo total de la Energía en el mes tomando en cuenta los costos por distribución y la energía por tarifa y la potencia máxima por mes.

Mes-Año	Energía Promedio en kWh	Subtotal Ventas Gravadas	Potencia Máxima en kW
Agosto-2009	7837	\$ 1760.07	75
Septiembre-2009	9592	\$ 2059.49	76
Octubre-2009	10670	\$ 2124.33	71
Noviembre-2009	9031	\$ 1738.24	74
Diciembre-2009	9422	\$ 1904.80	93
Enero-2010	5701	\$ 1312.40	83

TABLA 3.9 Consumo de Energía por mes según facturación.

En la Tabla 3.9 se puede observar el costo total que paga por mes la institución, en promedio de los 6 meses la institución paga \$1816.6 y una energía promedio de 8709 kWh, la máxima potencia en los 6 meses fue de 93kW y se dio en el mes de Diciembre de 2009. Con la potencia máxima se puede conseguir un ahorro en el cargo de distribución, que es un costo que depende directamente de la potencia máxima, se puede reducir esta potencia máxima evitando que se encienda bombas al mismo tiempo, y los compresores de los aires acondicionados.

En la Tabla 3.10 se pueden observar algunos datos de la factura eléctrica correspondiente al mes de Octubre de 2009.

Tarifa Aplicada	GMH
Capacidad Contratada	116.0 kW
Demanda Facturada	71.0 kW
Cargo de Distribución	\$ 413.14
Costo por tasa municipal por poste	\$ 0.16
Cargo de Comercialización	\$ 10.83
Cargo Energía Activa Punta	\$ 184.60
Cargo Energía Activa Valle	\$ 316.07
Cargo Energía Activa Resto	\$ 1,199.53
Subtotal Ventas Gravadas	\$ 2,124.33
Precio de Tarifas Aplicadas	
Cargo Fijo	
Comercialización	\$ 9.583437
Cargos Variables	
Punta/Activa	\$ 0.155925
Resto	\$ 0.155872
Valle	\$ 0.120577
Distribución	\$ 5.149571
CONSUMOS	
Energía Activa Punta	1084 kWh
Energía Activa Valle	2418 kWh
Energía Activa Resto	7168 kWh
Total Energía Activa	10670 kWh
Potencia Máxima	71kW
Factor de Potencia	0.94

TABLA 3.10 Datos de Factura Eléctrica correspondiente a Octubre de 2009 de la Subestación Trifásica de 112.5 kVA.

El tipo de tarifa aplicada es GMH, Gran Demanda en Media Tensión con Medición horaria; la tarifa aplicada está acorde con la capacidad de la subestación que es de 112.5 kVA, que al aplicarle un factor de potencia de 0.9 se obtiene una potencia activa nominal de 101.25 kW, dato que no corresponde al que aparece en la factura que es 116 kW. Los cargos por distribución en esta factura representan el 19% del total de la factura, los costos más significativos son el cargo por energía activa resto que representa el 56%, esto se debe a que el área administrativa tiene un horario de 7:30 a.m a 3:30 p.m que corresponde a el horario de tarifa resto.

Se pueden reducir los costos en la facturación si se reducen los costos en los caros por distribución, que es un parámetros que se podría controlar por medio controladores para evitar que se enciendan simultáneamente varios motores, también se puede reducir costos si la ubicación de la subestación es mas centralizada, ya que el tendido primario es muy largo y las perdidas por caída de tensión son considerables, de igual forma las pérdidas de potencia que se puedan dar en el conductor.

En conclusión, los costos por mantenimiento, por sustitución de equipos, por compra de accesorios para equipos dañados, por la potencia máxima debido a la conexión de motores simultáneamente, por la ineficiencia del diseño de las instalaciones eléctricas, se justifica el hecho de invertir en tener unas instalaciones eléctricas confiables, adecuadas, que cumplan las normas y que sean seguras para los equipos y para las personas.

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES GENERALES EN EL DISEÑO ELÉCTRICO DEL ISRI

En este Capitulo se expondrán una serie de aspectos que pretenden actualizar las instalaciones eléctricas de los tres centros de atención del ISRI, en base a los problemas detectados en el CAPITULO I, para darle soluciones, y tener una infraestructura eléctrica que cumpla los requerimientos exigidos por la SIGET y por las normas internacionales aplicadas a nuestro país como El Código Eléctrico Nacional (NEC por sus siglas en Ingles) de los Estados Unidos De América. Estos aspectos implican realizar una inversión, que se detallara en el CAPITULO V, y que queda a criterio de la institución si la realiza, y pretende ser un respaldo para el diseño propuesto en el CAPITULO V.

El objetivo de este capítulo es que, en base a la Normativa, al espacio conformado por cada centro, al tipo de carga instaladas por centro, al diagrama unifilar levantado por centro, a la proyección de carga futura, a la necesidad de ahorro y eficiencia energética, la institución cuente con instalaciones eléctricas seguras y confiables para evitar fallas eléctrica que ocasione un incendio o destrucción de equipos eléctricos y situaciones que pueden poner en riesgo a las personas así como contar con un servicio eléctrico eficiente y de calidad.

En base a lo expuesto en el CAPITULO I, la infraestructura eléctrica actual de los tres centros requiere un nuevo diseño, ya que los problemas detectados no se solucionan con recomendaciones que pueden implicar una inversión y no solucionar los problemas. La problemática detectada requiere de un nuevo diseño, pudiéndose utilizar algunos equipos eléctricos existentes, siempre que estos cumplan con las normas constructivas y con las características técnicas en base a pruebas que se les pudiese realizar y que estén en los rangos permitido por las normas nacionales e internacionales.

4.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL TENDIDO PRIMARIO

En esta sección se pretende analizar el diseño actual del sistema de media tensión que distribuye la energía eléctrica a las 6 subestaciones de los tres centros. Se analizara el trazo del tendido, estructuras, el conductor utilizado, se comprobara si el conductor es adecuado o requiere otro tipo de conductor, si las estructuras son las estandarizadas por la SIGET.

Se debe mencionar que hay muchos datos que se han tenido que asumir en base a otros equipos y materiales similares, debido a que la institución no tiene información actualizada de su servicio en media tensión.

4.1.1 TRAZO DEL TENDIDO PRIMARIO

El trazo del tendido primario se encuentra en el **ANEXO 1**. En términos generales el diseño del trayecto del tendido primario es adecuado, y se justifica en el hecho que la institución, conformada por los tres centros, es demasiado grande como para contar con una sola subestación centralizada, debido a las perdidas que podrían existir en las acometidas en baja tensión, el calibre de los cables seria demasiado grande e implicaría un costo económico excesivo.

Con la distribución de energía en diferentes subestaciones con servicio en media tensión, el calibre del conductor no es grande, las pérdidas se pueden considerar despreciables y si comprobara más adelante.

Sin embargo, existen estructuras no están normadas por la SIGET, como las estructuras utilizadas en la subestación trifásica de 250kVA, donde se utilizan dos postes, uno en donde esta toda la estructura para el tendido primario, instalación de cortacircuitos, pararrayos y de un transformador de 50 kVA, y el otro postes que solo tiene montado los dos transformadores de 100kVA y que se conectan en el lado primario desde el otros poste donde se encuentra el transformador de 50 kVA.

Esto esta explicado en el **CAPITULO I**, y en la **Figura 1.17** de ese mismo capitulo se puede observar lo descrito. En esta subestación se debe considerar el cambio de estructura a la estandarizada por la SIGET. En El ANEXO I, se muestra el tipo de estructura que debería utilizarse para montar un banco de tres transformadores con capacidades iguales o mayores de 50 kVA¹. El código con que la SIGET identifica esta estructura es 23CMS3, y se denomina Corte en Marco Sencillo.

En el punto de recibo, la estructura donde se montan los cortacircuitos, se puede observar en la **Figura 1.3** del **CAPITULO I**, es una sola estructura como una prolongación de fases, pero los cortacircuitos están montados en la misma estructura cuando debería existir una estructura aparte y en la parte inferior de la estructura de donde se tensan los cables donde se montarían los cortacircuitos, así como lo demuestra el **ANEXO I**, en el montaje de cortacircuitos con código 23CC3.

También en la Figura 1.7 del CAPITULO I, se puede observar la estructura vertical utilizada, debido a los árboles existentes en la parte de atrás del poste, sin embargo, al llegar al otro poste la estructura cambia nuevamente a horizontal debido a que existe el montaje de una subestación en ese poste, se podría ubicar esa subestación en otro lugar y que el tendido llegara allí siempre en forma vertical, ya que la distancia a las ramas de los árboles es muy pequeña, y llegar hasta la ultima subestación y en esta hacer el cambio a horizontal.

También se debe de podar cada cierto tiempo los árboles para evitar que las ramas crezcan demasiado y puedan ocasionar una falla en el tendido primario y suspender el servicio de una fase o el servicio completo de la institución.

¹. Artículo 48.2 del acuerdo No. 29-E-2000 de la SIGET.

4.1.2 CÁLCULO DE CONDUCTOR PRIMARIO. PERDIDAS DE VOLTAJE Y POTENCIA EN EL CONDUCTOR. CÁLCULOS MECÁNICOS.

En esta sección se harán los cálculos para determinar si el conductor utilizado cumple con las condiciones eléctricas y mecánicas. Se debe considerar también además del cumplimiento de estas condiciones, la vida útil del conductor, el número de fallas al que ha sido expuesto el conductor, ya que los cortocircuitos reduce la vida útil de los cables, por lo que se recomienda a la institución llevar registros de fallas.

Se puede considerar una vida útil de 20 años², aunque este dato debe ser proporcionado por el fabricante del conductor en las especificaciones técnicas, para hacer un cambio de conductor.

4.1.2.1 CALCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR PRIMARIO

Se realizará el cálculo para determinar si el calibre del conductor utilizado en el tendido primario es adecuado para transportar la cantidad de corriente de toda la carga nominal instalada por la institución. Debido a que tienen dos acometidas primarias, la acometida monofásica en Media Tensión se incorporará a la demás carga del tendido en Media Tensión, ya que para no tener dos acometidas en media tensión, esa acometida se debería eliminar e incorporarla a la acometida trifásica.

De la Tabla 2 del Capítulo 1, obtenemos la potencia total instalada en la institución para la acometida trifásica, y agregamos la potencia nominal del transformador de 100 kVA de la acometida monofásica en media tensión.

Potencia Total Instalada = 162.5 kVA + 237.5 kVA + 162.5 kVA + 100 kVA

Potencia Total Instalada = 662.5 kVA

² Distribución de la Energía Eléctrica, Seminario de Titulación [En línea]. Universidad del Bío Bío, Chile: 2005 - [fecha de consulta: 15 de Mayo de 2011].

Debido a que se recomienda tener una sola acometida trifásica, se deberá hacer un balanceo de fases en la propuesta de tal manera de que esta potencia instalada sea una potencia trifásica total instalada de la institución.

Datos Generales del tendido primario:

Sistema = Trifásico 4 hilos, 23 kV/13.2 kV.

Conductores Utilizados = 3 ACSR # 2 para las fases y 1 ACSR # 1/0 para el neutro.

Longitud total del tendido primario = 250 m.

Se calculara la cantidad de corriente de línea, en base a la potencia total instalada:

$$I = \frac{662.5 \text{ kVA}}{1.7321 * 23 \text{ kV}}$$

$$I = 16.6 \text{ A}$$

Con un factor de 1.25 para dimensionar el conductor:

$$I = 1.25 * 16.6 \text{ A}$$

$$I = 20.75 \text{ A}$$

De la Tabla B, del ANEXO 1, tenemos que la capacidad de corriente de un conductor ACSR # 2, o Sparrow por su código, con Sol y no Viento es de 115 A.

Por lo que el conductor es adecuado en cuanto a capacidad de transporte de corriente de toda la carga instalada en el ISRI.

4.1.2.2 PÉRDIDA DE VOLTAJE Y POTENCIA EN EL CONDUCTOR

A continuación se hará el cálculo de caída de tensión tomando las siguientes consideraciones:

- Se considerara el porcentaje de caída de tensión máxima, es decir como si existiera una subestación con la capacidad instalada de toda la institución en el tramo ultimo del tendido primario.
- El tramo se considerara una línea corta (≤ 50 Km.), debido a que la longitud total del tramo es 250 m.
- Se considerara una temperatura del conductor de 75°C cuando esta a su máxima carga, a una temperatura ambiente máxima de 40°C . Por lo que no se debe pasar de 75°C la temperatura del conductor cuanto esta operando a plena carga y en régimen permanente.
- Se considerara un factor de potencia de 0.9, que es el mínimo requerido para no ser multado por la distribuidora.
- La configuración de los conductores es plana como se muestra en la TABLA A. ANEXO 1.

En la Figura 4.1 esta el circuito equivalente de una línea corta.

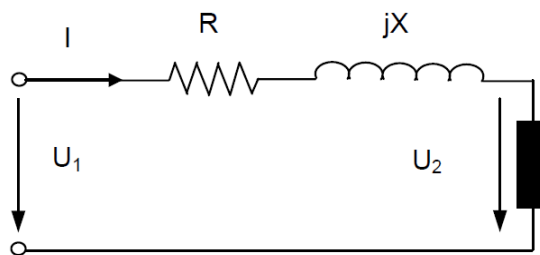


FIGURA 4.1. Circuito equivalente de una línea corta.

La fórmula para la caída de tensión de fase a neutro es la siguiente:

$$\Delta V_{\text{FASE-NEUTRO}} = Z_{\text{EF}} * L * I$$

Dónde:

$$Z_{\text{EF}} = \text{Impedancia Característica} = R \cos \theta + X_L \sin \theta$$

L = longitud de la línea en Km.

I = corriente de la línea en A.

θ = Angulo del factor de potencia

R = resistencia en C.A. en Ω/Km . Valores de Tabla A. Anexo 1

X_L = reactancia inductiva en Ω/Km . Valores de Tabla A. Anexo 1.

$\Delta V_{\text{FASE-NEUTRO}}$ = Caída de voltaje en V.

Para el cálculo del ángulo θ :

$$\theta = \cos^{-1}(\text{FP})$$

$$\theta = \cos^{-1}(0.9)$$

$$\theta = 25.84^\circ$$

Sustituyendo valores:

$$L = 0.25 \text{ Km.}$$

$$I = 16.6 \text{ A.}$$

$$\theta = 25.84^\circ$$

$$R = 1.040 \Omega / \text{Km.}$$

$$X_L = 0.447 \Omega / \text{Km.}$$

$$Z_{\text{EF}} = (1.040) * \cos (25.84) + (0.447) * \sin (25.84)$$

$$Z_{\text{EF}} = 0.9360 + 0.1948$$

$$Z_{\text{EF}} = 1.1308 \Omega / \text{Km.}$$

$$\Delta V_{\text{FASE-NEUTRO}} = (1.1308) * (0.25) * (16.6)$$

$$\Delta V_{\text{FASE-NEUTRO}} = 4.7 \text{ V}$$

Para la caída de tensión trifásica:

$$\Delta V_{\text{FASE-FASE}} = 1.7321 \cdot Z_{\text{EF}} \cdot L \cdot I$$

$$\Delta V_{\text{FASE-FASE}} = 1.7321 \cdot 4.7 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{FASE-FASE}} = 8.14 \text{ V}$$

El voltaje que llegara a la alimentación de la carga será = 23,000 V – 8.4 V = 22,991.6 V.

Encontrando el porcentaje de regulación de voltaje tenemos:

$$\% \text{ de Regulación} = \frac{\text{Versc} - \text{Verpc}}{\text{Verpc}} \cdot 100\%$$

Dónde:

Versc = Voltaje en extremo receptor sin carga = 23,000 V

Verpc = Voltaje en extremo receptor a plena carga = 22,993.2 V

El voltaje en el extremo receptor cuando no hay carga es el mismo que hay en el extremo generador debido a que no circula ninguna corriente cuando no hay carga, por lo que no hay pérdidas.

$$\% \text{ Regulación} = \frac{23,000 - 22,991.6}{22,991.6} \cdot 100\% = 0.04\%$$

Se puede observar que las pérdidas de voltaje son mínimas, por el que el calibre del tendido en media tensión es adecuado, ya que solo se pierde un 0.04% del voltaje con que llega al punto de entrega de DEL SUR.

Ahora calcularemos las pérdidas de potencia:

$$P = I^2 \cdot R_{dc}$$

$$I = 16.6 \text{ A}$$

$$R_{dc} \text{ a } 25^\circ\text{C} = 0.8530 \Omega/\text{Km.}$$

Corrección del valor de la resistencia debido a la temperatura:

Del libro de Stevenson, se obtiene la constante T para aluminio estirado en frío con 61% de conductividad. $T = 228^\circ\text{C}$. Y considerando un incremento de la resistencia debido al trenzado del 2% tenemos:

$$R_{dc} \text{ a } 40^\circ\text{C.} = 1.02 \cdot 0.8530 \cdot \left(\frac{228 + 40}{228 + 25} \right)$$

$$R_{dc} \text{ a } 40^\circ\text{C} = 0.9216 \Omega/\text{Km.}$$

Para la longitud de 0.25 Km.:

$$R_{dc} \text{ a } 40^\circ\text{C} = \frac{0.9216 \Omega}{\text{Km.}} \cdot (0.25 \text{ Km.})$$

$$R_{dc} \text{ a } 40^\circ\text{C} = 0.23 \Omega$$

Entonces las pérdidas de potencia en el lado de media tensión a lo largo del tendido primario son:

$$P = (16.6)^2 \cdot (0.23)$$

$$P = 63.4 \text{ Watts.}$$

Se concluye que no hay perdidas ni de voltaje ni de potencia, porque son despreciables comparadas con los niveles de voltaje y potencia a los cuales se esta distribuyendo.

Ahora se calculara la temperatura real estimada a la cual estará operando el conductor a plena carga:

$$T = T_o + (T_{\max} - T_o) * (I/I_{\max})^2$$

Dónde:

T = temperatura real estimada en el conductor

T_{max} = temperatura máxima admisible según fabricación de conductor.

Asumiendo un valor de 90°C para el cable utilizado ACSR.

T_o = temperatura ambiente del conductor. Asumiendo 40°C

I = corriente prevista para el conductor.

I = corriente máxima del conductor según tablas.

$$T = 40 + (90 - 40) * (16.6/115)^2$$

$$T = 41.04^\circ\text{C}$$

Esto nos indica que el conductor a plena carga tendrá una temperatura de aproximadamente 41°C, lo cual es un incremento despreciable y el conductor estará operando en condiciones adecuadas.

4.1.2.3 CALCULO MECÁNICOS. Tensión MÁXIMA Y FLECHA MÁXIMA.

En cuanto a las tensiones y esfuerzos mecánicos a los cuales van a estar expuestos los postes, se determinaran de acuerdo con el CAPITULO I, PARÁMETROS DE DISEÑO, del acuerdo No. 29-E-2000 con título Normas Técnicas del Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica de la SIGET donde se estableces zonas de carga, clases de Construcción y Factores de sobrecarga. También se debe considerar, dependiendo del cable utilizado, el peso del cable por unidad de longitud, que las debe de dar el fabricante en sus especificaciones técnicas del cable.

De la Tabla B, del ANEXO 1, podemos considerar el peso del cable con código Sparrow, que es el cable utilizado en el tendido primario, con el valor de 135.1 Kg./Km. La carga de ruptura para un cable ACSR # 2, y esta conformado por 6 alambres de aluminio y uno de acero, es de 1265 Kg.

De acuerdo con el artículo 11.1 del acuerdo No. 29-E-2000 de la SIGET, existen tres zonas de carga del viento, y en el mapa de la figura C del ANEXO 1, tomado de este mismo acuerdo, el ISRI esta ubicado en la zona 1, y de acuerdo con el artículo 12, se establece que las temperaturas en El Salvador son: Temperatura máxima = 40°C y Temperatura mínima = 10°C. Y con forme lo dicho en el artículo 14 del mismo acuerdo, la clase de construcción para el tendido primario del ISRI será clase C. Y de la tabla No 1 del artículo 15 tenemos el siguiente factor de sobrecarga:

Consideraciones:

Factor de sobrecarga del viento = 2.5

Según el artículo 33.1 se debe considerar la presión del viento con un valor de 31Kg/m para una velocidad de 80km/h, que es la velocidad del viento para la zona 1.

Se calculara la tensión máxima a la temperatura mínima y con sobrecarga del viento, que en El Salvador es de 10°C, en base a lo sugerido por la SIGET. Del ANEXO 1, en el trazo del tendido primario, se puede observar que el vano máximo es de 51 m. por lo que se harán los cálculos de tensión y flecha para ese vano.

Ecuación de cambio de Estado, formulas tomadas del Libro Transporte de Energía de Luis Checa:

$$(td)^2 * (td - (k - \alpha * E * \Delta\theta)) = (a)^2 * (w)^2 * \frac{E}{24} * md^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$$\Delta\theta = 10^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 0^\circ\text{C}$$

$$md = 2.5$$

$E = 8,119.7 \text{ Kg/mm}^2$ Valor obtenido del ANEXO I, Tabla B, y convertido a las unidades de Kg/mm^2

$$\alpha = 18.97 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

$a = 51 \text{ m}$. Vano máximo del tramo del tendido primario del ISRI.

w = peso nominal de cable por longitud por área del cable.

$$w = 0.0040149 \text{ kg/m/mm}^2$$

Calculo de la constante k de la ecuación de cambio de estado:

$$k = \frac{E}{24 \cdot t_c^2} - \frac{(a)^2 \cdot (mc)^2 \cdot w^2}{\dots} \text{ Ecuación 2}$$

t_c = máxima tracción del cable por unidad de área con coeficiente de seguridad de 3.

$T_c = 1265 \text{ kg} / 3 = 421.6 \text{ kg}$, la tensión no debe de ser mayor a este valor en bajo condiciones de máxima tensión.

$$t_c = (421.6 \text{ kg}) / (33.65 \text{ mm}^2) = 12.53 \text{ kg/mm}^2$$

$$mc = 2.5$$

Aplicando la Ecuación 2 y despejando k obtenemos que $k = 11.965$

Despejando de la Ecuación 1 la incógnita t_d , obtenemos:

$$t_d = 12.20603 \text{ kg/mm}^2$$

Obteniendo la Tensión que tendrá el cable cuando se de la temperatura mínima de 10°C y exista sobrecarga debido al viento, podemos obtener la tensión máxima que se podría dar en el vano más grande:

$$T_{\max} = 12.20603 \text{ kg/mm}^2 \cdot (33.65 \text{ mm}^2)$$

$$T_{\max} = 410.73 \text{ kg}$$

La tensión máxima con sobrecarga de viento y temperatura mínima es de 410.73 Kg .

Calculando ahora la flecha bajo estas condiciones, Temperatura de 10°C y sobrecarga debido al viento de 2.5.

La flecha se calcula por el método de la catenaria que proponer Luis Checa en el libro de Transporte de Energía.

$$f = \frac{(a)^2(w)}{8*td} * md$$

Se obtiene una flecha de 0.26 m., es decir 26 cm se tendrá de flecha inclinada cuando exista viento con velocidad de 80 km/h y temperatura mínima de 10°C.

Calculando tensión y flecha cuando se de la máxima temperatura, que en El Salvador es de 40°C, y no hay viento, aplicando la Ecuación 1 bajo esta nueva condición, tenemos:

$$(te)^2 * (te - (k - \alpha * E * \Delta\theta)) = \frac{E}{24} * (a)^2 * (w)^2 * me^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$$\Delta\theta = 40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$$

me = 1 (no existe sobrecarga debido al viento)

Las demás condiciones y parámetros se mantienen, por lo que despejando de la Ecuación 1, obtenemos la máxima flecha a la temperatura máxima que podemos tener en el vano mayor del tendido primario de la institución:

$$te = 7.5903 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{Tensión a máxima temperatura} = 7.5903 \text{ Kg/mm}^2 * (33.65 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Tensión a máxima temperatura} = 255.4 \text{ kg.}$$

La flecha se calcula por medio de la Ecuación de la catenaria, expuesta anteriormente.

La flecha que se obtuvo es de 0.17 m, esto es 17 cm. Al compara esta flecha, con la flecha con viento y mínima temperatura, se concluye que la máxima flecha se obtendrá cuando exista vientos de 80 km/h y la temperatura sea de 10°C, y este valor de flecha es de 26 cm.

El cable cumple tanto las condiciones eléctricas y mecánicas, por lo que se concluye que el cable y los vanos son adecuados bajo las condiciones de operación y ambientales críticas.

En cuanto a los aisladores utilizados, se deben utilizar los propuestos por los Estándares de la SIGET para líneas aéreas de 23kV.

También, dentro de sus características, el cable debe ser capaz de soportar una corriente trifásica de cortocircuito de 25 kA durante un segundo, según datos del sistema de distribución de CAESS, Y las temperaturas que se produzcan a esa corriente, con una duración aproximada de 1 segundo. Estos datos son tomados de la Tabla 1 del CAPITULO 1.

4.1.3 PROTECCIONES PRIMARIAS EN EL PUNTO DE RECIBO DE LA INSTITUCIÓN

Con forme al cálculo realizado en la sección 4.1.2.1, la corriente a plena carga de toda la institución en el lado primario es de 16.6 A, con este valor podemos dimensionar los fusibles a utilizar en el punto de recibido de la institución.

La tensión en una fase con respecto a tierra es de 13.2 kV.

Para seleccionar el fusible, el NEC en su artículo 240.101(A) nos dice que el régimen del fusible en operación continua no superara el triple de la capacidad de corriente del conductor.

La capacidad de corriente del conductor ACSR # 2, con sol y sin viento es de 115 A. El triple de este valor es de 345 A. El régimen de operación del fusible no debe de ser mayor que este valor.

Se utilizara un factor de 1.5 para la selección del fusible.

Calculamos la corriente de ajuste para el fusible:

$$I_f = 1.5 \cdot 16.6 \text{ A}$$

$$I_f = 24.9 \text{ A}$$

Los fusibles para cada fase deben de ser de 25 A, 15 kV, se seleccionaran los tipo T.

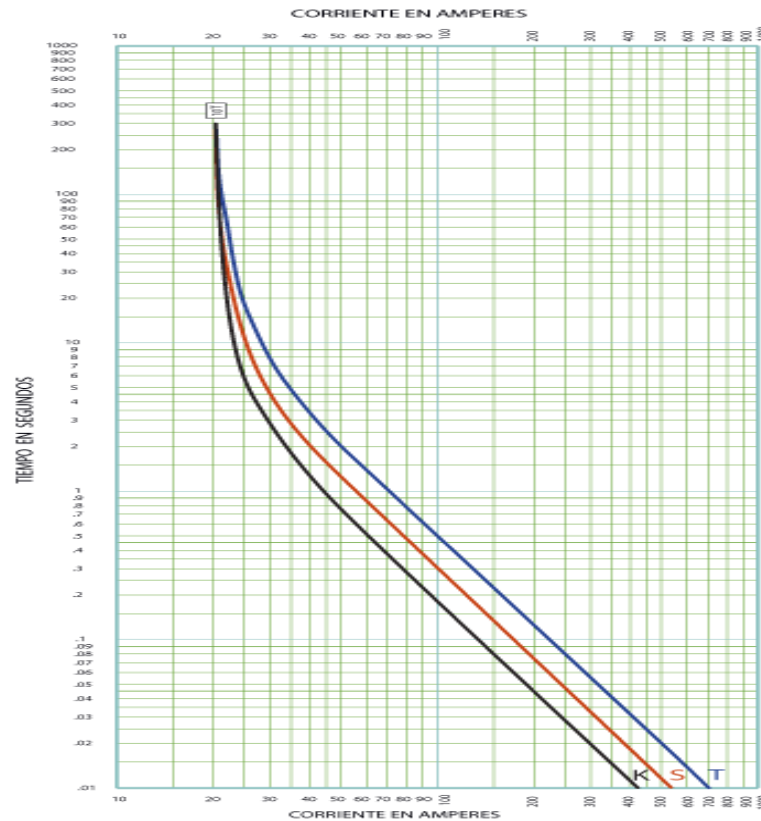


FIGURA 4.2 Curva característica para tres tipos de fusibles³.

³. Grafica tomada de Industrias Eléctricas RMS, boletín de ventas de fusibles para Media Tensión.

En la figura 4.2 se muestra la curva de operación de los fusibles tipo T, que son fusibles lentos, también se muestran las curvas de los tipo K (rápidos) y los Standard.

También se recomienda una protección contra descargas atmosféricas, se deberán colocar en el punto de entrega pararrayos dimensionados según el Voltaje de Línea del Sistema. El NEC 2008 en la sección 280, específicamente en el artículo 280.4 (B), nos dan las normativas para la selección de los protectores de sobretensión para circuitos de 1 kV y mayores, en nuestro caso se utilizaran pararrayos de óxidos metálicos, que son los utilizados por CAESS, según el Manual de Fichas Técnicas para pararrayos de Distribución tipo válvula, cuya tensión se selecciona, según el NEC, en base a la magnitud y duración de la sobretensión en el punto de ubicación del protector. Se puede seleccionar un pararrayo con una tensión de ciclo de trabajo de 24 kV RMS, con un MCOV, de la TABLA 4.1, de 19.5 kV calculado con la máxima tensión de línea a tierra del sistema según datos de la TABLA 1 del Capítulo 1 de este trabajo y dejando una tolerancia de 125%. Así tenemos:

$$V_{m_{L-T}} = \frac{25.8 \text{ kV}}{1.7321} = 14.89 \text{ kV}$$

$$\text{MCOV} = 14.89 \text{ kV} * 1.25 = 18.6 \text{ kV}$$

El valor próximo de MCOV para el valor calculado según la TABLA 4.1 es 19.5 kV RMS, con este valor y de la misma TABLA 4.1 se selecciona 24 kV RMS para dimensionar los pararrayos.

VOLTAJE DE CICLO DE TRABAJO (kV RMS)	MCOV (kV RMS)
3	2.55
6	5.10
9	7.65
10	8.40
12	10.20
15	12.70
18	15.30
21	17.00
24	19.50
27	22.00
30	24.40

TABLA 4.1 Tensiones Nominales para pararrayos de Distribución⁴

4.1.4 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA. PARA MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN

Los sistemas de puesta a tierra que se utilizaran en las instalaciones eléctricas del ISRI de los tres centros estarán de acuerdo a los propuestos por la SIGET y por el NEC.

En el artículo 64.2 del acuerdo No. 29-E-2000 de la SIGET, se define el sistema multiaterrizado para un sistema de distribución, este sistema será aplicado para el sistema de distribución interna de la institución, de la misma forma que lo tiene actualmente. En base a las mediciones de la red de tierra de cada subestación, se propondrá la corrección

⁴Dato tomado de la TABLA 2, del Manual de Fichas Técnicas de CAESS con Título Pararrayos de Distribución Tipo Válvula. En vigencia desde Febrero de 2002.

de cada una de las redes de tierra de las subestaciones, y el neutro estará conectado a un electrodo de puesta a tierra de cada transformador o subestación.

Los valores máximos permitidos de resistencia de red de tierra de cada subestación de la institución serán tomados de la TABLA 4.2 del acuerdo No. 29-E-2000 de la SIGET.

CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN (MVA)	RESISTENCIA DE LA RED DE TIERRA (OHMIOS)
≤ 0.05	12
0.05 – 0.1	6
0.1 – 0.5	2
0.5 – 1	1.5
1 – 50	1
50 – 100	0.5
> 100	0.2

TABLA 4.2. VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS DE RESISTENCIA DE RED DE TIERRA DE UNA SUBESTACIÓN EN FUNCIÓN DE SU CAPACIDAD⁵.

Se compararán los valores actuales de las resistencias de la red de tierra de cada subestación y se compararan con la TABLA No 4.2, y las subestaciones que están fuera de dicho rango serán corregidas por medio de la colocación de mas electrodos en la red de tierra existente.

En el artículo 64 del mismo acuerdo citado de la SIGET, nos define que el sistema de red de tierra debe estar formado por uno o mas electrodos conectados entre si. El artículo 64.3 establece la resistencia de la red de tierra para una instalación subterránea que debe ser de 5 ohmios. El artículo 64.4 nos menciona que el objetivo de la red de tierra en una

⁵Tomado de las Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las instalaciones de distribución. Acuerdo No 29-E-2000 de la SIGET. TABLA No 22.

subestación es que el máximo incremento de potencial a tierra sea menor de 5,000 V, y nos hace referencia a la Tabla No 4.2.

Y el artículo 64.1 nos menciona el sistema de puesta a tierra de un solo electrodo para las subestaciones, acometidas y subtableros. Será necesario utilizar más de un electrodo cuando la resistencia es mayor a 25 ohmios.

El método utilizado para armar la puesta a tierra se escogerá de acuerdo a factores económicos y técnicos, dependiendo de la resistividad medida del terreno, se decidirá el tratado de la tierra o solo la utilización de electrodos para obtener el valor de resistencia de tierra normado por la SIGET.

De acuerdo al artículo 250.24 del NEC 2008, una instalación eléctrica alimentada por una acometida puesta a tierra, tendrá en cada acometida un conductor de puesta a tierra conectado a un electrodo de tierra. En el inciso B del mismo articulo, nos dice que un sistema de corriente alterna que opera a menos de 1000 V, y esta puesto a tierra en cualquier punto, se instalaran conductores puestos a tierra hasta cada medio de desconexión de la acometida y serán conectados equipotencialmente a cada envolvente del medio de desconexión. Por lo que de la red de tierra de cada subestación debe venir un conductor de puesta a tierra desde esa red hasta la desconexión principal, y debe estar conectado al gabinete de ese medio de desconexión, así como los demás subtableros que puedan ser alimentados de esta desconexión principal, deben traer su conductor de tierra y conectarse al gabinete de cada subtablero.

El articulo 250.30 del NEC, nos habla de sistema de puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separadamente, lo cual nos habla de a puesta a tierra de subtableros con electrodos y unidos a la red de tierra principal por medio de conductores de conexión de tierra, todos los electrodos de puesta a tierra deben estar conectados equipotencialmente por medio de conductores hasta la red de tierra principal de la subestación de alimentación.

El artículo 250.30 (4) nos dice que el electrodo de puesta a tierra estará lo mas cerca posible y preferiblemente en la misma área de conexión del conductor de tierra al sistema. La sección 250 del NEC nos habla todo lo relacionado a la puesta de tierra de una instalación eléctrica así como los medios de conexión correctos, las formas correctas de conectar efectivamente a tierra os tableros, subtableros, equipos y acometidas. En la misma sección 250 del NEC, en la parte VIII. Se dan las disposiciones para la efectiva conexión de puesta a tierra de Sistemas de corriente continua, si la institución contara con algún sistema de corriente directa para considerarlo.

También en la sección 285 del NEC 2008, se consideran las protecciones de Sobretensiones Transitorias (TVSSs por sus siglas en Ingles) para la protección de equipo eléctrico, se puede considerar el las instalaciones eléctricas del ISRI para equipo de computadoras y sistemas de comunicación.

4.2 ADMINISTRACIÓN SUPERIOR

4.2.1 SUBESTACIÓN

Los servicios que presta administración superior son todos administrativos, por lo que la mayoría de actividades se realizan en oficinas, salas de reuniones, caseta de vigilancia. En este centro se encuentra la presidencia general del ISRI, así como archiveros, recursos humanos, la Unidad de Adquisiciones y Contrataciones, servicios generales, mantenimiento.

Por lo que este centro en su mayoría tiene carga de aires acondicionados, luces y tomacorrientes de uso general, para computadoras y equipos de oficina.

La subestación que actualmente tiene esta cargada aproximadamente a un 80%, datos del CAPITULO 2, es una subestación que en su lado secundario está conectada en servicio monofásico trifilar 120/240 V, ya que todas las cargas conectadas son a 120/240 V monofásicas. Por las visitas realizas, se observo que esta en construcción una nueva

edificación, por lo que la demanda de energía aumentara y la subestación que actualmente no tiene la capacidad para que se conecta mas carga a él.

Es necesario repotenciar esta subestación, se pueden tener dos alternativas, instalar un transformador de mayor capacidad, o conectar un transformador en paralelo para tener una mayor capacidad.

La conexión en paralelo de transformadores monofásicos, puede realizarse con dos transformadores de igual o distinta potencia nominal. Los transformadores de polaridad aditiva o sustractiva pueden conectarse en paralelo satisfactoriamente si se conectan como se indica a continuación y se cumplen las condiciones siguientes:

- Voltajes nominales idénticos
- Ajustes de Tomas idénticos (Taps idénticos)
- El porcentaje de impedancia de uno de los dos transformadores debe de estar comprendido entre el 92.5% y el 107.5% del otro.
- Las características de frecuencia deben ser idénticas.

De acuerdo a las normas industriales y el Manual de Fichas técnicas de CAESS para transformadores de Distribución, la polaridad de todos los transformadores monofásicos de capacidades menores o iguales a 167 kVA, y con bobinas de alto voltaje menores o iguales a 7.62 kV, deberán ser polaridad aditiva. Todos los demás transformadores serán de polaridad sustractiva.

De acuerdo con estos estándares de construcción, todos los transformadores que tiene la institución tienen polaridad sustractiva. Por lo que el H1 y el X1 siempre estarán adyacentes. Esto hay que tenerlo en cuenta cuando se conecten dos transformadores en paralelo, ya que los H1 de ambos transformadores deben conectarse juntos, y los H2 de igual forma, así como los X1 y los X2. Como referencia el terminal H1 es el que esta a la izquierda viendo el transformador de frente, donde tiene marcada la capacidad de potencia nominal. Aunque en los datos de placa debe estar el diagrama de conexiones

que muestran la localización de las terminales, puede existir un marcado físico de estos terminales.

Por lo que dependiendo de las necesidades de carga actuales y de cargas futuras, se podrían poner dos transformadores en paralelo para repotenciar el transformador que actualmente posee administración superior.

También se debe considerar que si son dos transformadores de 100 kVA, el tipo de estructura a utilizar sería en marco con plataforma de acuerdo con la normativa de subestaciones aéreas de la SIGET.

Se debe elegir un espacio físico adecuado para el montaje de la subestación si se considera poner dos transformadores en paralelo y si la capacidad nominal es mayor o igual a 200 kVA.

El cálculo de la protección de sobrecorrientes en el lado primario se realizara en base al artículo 450.3 (B) del NEC de 2008, el fusible para la protección será tipo T, que es de acción lenta, y se realiza de la siguiente forma:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{100,000 \text{ VA}}{13,200 \text{ V}} = 7.6 \text{ A}$$

Como la corriente es menor de 9 A, de acuerdo a la TABLA 450.3 (B) del NEC 2008.

$$I_p = 1.67 * 7.6 \text{ A} = 12.7 \text{ A}$$

Se utilizara un fusible de 15 A, tipo T, 15 kV.

El pararrayo será de oxido de zinc, utilizado por CAESS, para 24 kV RMS, con un MCOV de 19.5 kV RMS.

También se debe de respetar los espacios para escalar y trabajar en los postes donde se encuentra montada la subestación. Y se debe de tener extintores por cualquier incendio que pueda ocurrir tanto en la subestación como en las instalaciones eléctricas.

4.2.2 ACOMETIDAS EN BAJA TENSION

De acuerdo con la instalación eléctrica actual, el número de acometidas que existen no es adecuado a la infraestructura física de administración superior. Como ya se menciona en el CAPITULO 1, el NEC en el artículo 230.2, establece que en un edificio u otra estructura ser alimentada por una sola acometida, al menos que no exista el espacio disponible para que los equipos de acometidas sean accesibles a todos los usuarios o un edificio suficientemente grande que justifique mas de una acometida; o por requisitos de capacidad que no cumple administración superior.

En base a esto, se puede considerar que administración superior debería de tener una sola acometida, la ubicación de los equipos de desconexión debe ser lo mas cerca posible a la alimentación de la subestación. Se deben de eliminar todas las acometidas existentes y dejar una sola con su protección por sobrecorriente tal como lo exige el artículo 230.90 del NEC, y de allí distribuir toda la carga ya sea por medio de canalización superficial o embutida a toda la edificación de administración superior. La acometida hasta la protección por sobrecorriente desde el transformador puede ser aérea o subterránea dependerá de las consideraciones de espacio y economía cual de las dos tomar.

Toda la carga instalada debe ser distribuida por medio de un tablero o subtablero, no se permite que una carga se conecte del tendido aéreo de una acometida, además se deberán dejar espacios de reserva en tableros y subtableros para la instalación de carga futura.

La protección principal del lado secundario del transformador deberá tener una capacidad de ajuste no mayor a la capacidad de corriente del conductor.

Para las acometidas subterráneas se deberá considerar las distancias requeridas por el NEC para proteger los cables contra daños físicos

La sección 230 del NEC, partes II y III nos habla de las consideraciones y distancias que se deben tener en cuenta para las acometidas aéreas y subterráneas.

También se puede sugerir el cambio de cables de acometida cada 20 años por lo menos, así como llevar un registro actualizado de las cargas que se conectan, además de dar mantenimiento a la subestación, hacer pruebas a los transformadores cada cierto tiempo. Tener identificación de la acometida, de los circuitos que se alimentan, que tipo de carga alimenta, señalar adecuadamente la subestación. Se debe de realizar por parte de mantenimiento una programación por lo menos de cada año, para dar mantenimiento programado a las instalaciones eléctricas para mejorar la vida útil de las instalaciones.

4.2.3 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

La coordinación de protecciones consiste en tener protegidas las instalaciones eléctricas de una infraestructura y minimizar los sectores afectados ante eventuales fallas en un circuito o equipo eléctrico. También se trata de evitar incendios y que toda la instalación, desde cables, equipos eléctricos y personas estén protegidos. El NEC en el artículo 240.2 define la coordinación como en la adecuada selección de dispositivos de protección de fallas, acompañada de la localización de la condición de falla a fin de evitar y restringir la salida de operación del equipo afectado.

Se debe considerar dispositivos de protección contra sobrecorrientes, sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra. También se pueden considerar protección contra sobretensiones y sobretensiones transitorias para equipo electrónico y de telecomunicación. Los descargadores de sobretensión se permitirán en acometidas aéreas (Art. 230.209 NEC 2008).

Las protecciones contra sobrecorrientes no se deben de cargar a más del 80% de su capacidad (Art. 230.208 (B)). Las protecciones contra cortocircuitos no se deben dimensionar a más de 3 veces de la capacidad de corriente del conductor cuando son

fusibles, y de 6 veces de la corriente del conductor cuanto son interruptores automáticos (Art. 230.208, NEC 2008).

Para el actual transformador monofásico que tiene Administración superior se puede dimensionar el dispositivo de sobrecorrientes principal en base al conductor normado por la SIGET en el lado secundario.

Para transformadores de 100 kVA, la SIGET exige conductores de cobre para la bajada del secundario calibre 250 MCM. De acuerdo a la TABLA 310.20 del NEC, que se puede ver en el ANEXO 1, para tres conductores THHN 250 MCM la ampacidad es de 374 A.

La protección se ajustara en base a la Tabla 310.15 (B) (2) (a) del NEC 2008.

La protección a utilizar debe de ser de $374 \times 0.8 = 300$ A.

Para proteger los conductores, la protección por sobrecorrientes principal debe de dimensionarse a 300 A, dos polos, aunque la demanda de corriente máxima es de 416 A en base a la potencia nominal del transformador de 100 kVA con un Voltaje en el lado secundario de 240 V. Por lo que no se puede exigir una corriente continua de más de 300 A. a esta subestación, se podrá exigir mas de 300 A pero no continuos, es decir por tiempos pequeños, para no disparar la protección y no esforzar el conductor y a cortar su vida útil e incluso quemarlo.

Entonces se considerara que la bajada del conductor se debe de realizar un conductores THHN 250 MCM, después de pasar por la medición de la distribuidora, y por medio de tendido aéreo se debe de llegar lo mas próximo posible al transformador hasta una protección de sobrecorrientes principal de 300 A, 2 polos, después se puede llegar a un tablero general con capacidad de barras de 300 A o mayor, puede ser un tablero de 42 espacios superficial, y de allí distribuir la carga a toda administración superior. Debido a que el cable 250 MCM es de sección muy grande, se pueden usar combinación de conductores, por ejemplo 6 cables THHN 1/0, pero siempre deben de llegar directamente al interruptor principal.

También se debe considerar la opción si la acometida se hace subterráneamente, en ese caso se deberá utilizar la TABLA 310.16, dicha tabla se puede observar en el ANEXO 1, en donde se puede encontrar que para 3 cables THHN 250 MCM enterrados en tubería, a una temperatura ambiente de 30°C, la capacidad de corriente es de 290 A.

Por lo que la protección se reduce al siguiente ajuste:

$$I_{\text{protección}} = 290 \text{ A} \cdot (0.8) = 232 \text{ A}.$$

La protección por sobrecorrientes deberá ser de 230 A, 2 polos.

También se puede hacer lo siguiente: La bajada secundaria del transformador realizarla con 250 MCM, después de pasar por la medición de la distribuidora, hacer empalmes con conectores de compresión, con 2 cables THHN 1/0 para las 2 fases y el neutro, por lo que se tendrán 6 cables THHN 1/0 los cuales llegaran subterráneamente y en tubería hasta la protección principal de sobrecorrientes.

4.2.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS

Los tableros y paneles de distribución utilizados para las instalaciones eléctricas deben cumplir con las condiciones y construcciones exigidas por la sección 408 del NEC 2008.

Los tableros de acometidas que no estén ubicados en lugares permitidos por el NEC deben ser ubicados en lugares adecuados. Los tableros que se encuentren expuestos a condiciones de humedad o lluvia deben ser adecuados para dichas condiciones, el fabricante bajo una clasificación debe colocar para qué condiciones se puede montar el tablero, y de acuerdo a esto es permitido colocar un tablero que resista las condiciones que se presenten en el lugar de montaje. Deben estar montados en su gabinete y deben ser tipo frente muerto.

Se debe de dejar un espacio para la curvatura de los cables dentro del tablero.

Los tableros de distribución se pueden clasificar de acuerdo al número de circuitos de potencia o de alumbrado que tengan en sus circuitos ramales.

La vida útil de muchos tableros ya ha terminado, debido al tiempo de uso y a las fallas que se pudieron dar a lo largo de la operación de estos tableros, por lo que se debe hacer una inversión en tableros nuevos para garantizar el funcionamiento de los mismos y la seguridad de las personas.

También se debe considerar el balanceo de las cargas en cada tablero, esto se logra mediante los cuadros de carga y distribuyendo las cargas monofásicas de tal forma que la suma total de corriente en cada fase, sea aproximadamente igual, permitiendo un valor máximo de desviación del 10%, como se menciona en el CAPITULO II.

4.3 CENTRO DE REHABILITACIÓN INTEGRAL PARA LA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA (CRINA)

4.3.1 SUBESTACIÓN

El CRINA presta servicios de rehabilitación y terapia a niños y adolescentes que así lo requieran. EL CRINA esta conformado por tres edificios, por lo que es una edificación bastante grande y en donde es necesaria mas de una acometida debido al acceso de electricidad en los diferentes edificios no se podría realizar con una sola acometida. La mayoría de carga es a 120/240 V monofásica, sin embargo, tienen calentadores de agua trifásicos de 240 V, que es la única carga trifásica existente. Tiene cargas de aires acondicionados, tomacorrientes de uso general, computadoras, bombas de agua monofásicas, iluminación con luminarias de tubo fluorescente con balastro electromagnético, lámparas de vapor de sodio y mercurio de alta presión a 240 V para iluminación exterior.

De acuerdo a los datos de placa de los calentadores, estos representan aproximadamente el 36% de la carga que se puede obtener de la subestación trifásica del CRINA.

Debido a la configuración de la subestación trifásica, solo se pueden obtener 150 kVA, no pudiéndose utilizar 100 kVA debido a que esta formado por transformadores diferentes.

De acuerdo al tipo de carga, y a la capacidad instalada por las dos subestaciones que tiene el CRINA, se puede considerar el instalar una solo subestación trifásica con una capacidad de 300 kVA, formada por un banco trifásico de tres transformadores de 100 kVA, para su montaje se debe considerar las Normativas de la SIGET para subestaciones mayores de 3x50 kVA. La configuración de esta subestación se puede hacer considerando lo siguiente.

Se puede utilizar la configuración DELTA-ESTRELLA, ya que se aíslan las corrientes de tierra de secuencia cero y se eliminan las tensiones provocadas por la tercera armónica.

La configuración ESTRELLA-ESTRELLA presenta un aislamiento mínimo. Neutros accesibles. Alta capacidad entre espiras, reduciéndose los esfuerzos durante los transitorios de tensión.

Las aplicaciones de ambas configuraciones son para niveles de voltaje de la carga de 120/208 V, ambas tensiones se pueden tomar de cualquiera de las tres fases. Esta conexión que en el lado de baja tensión sea ESTRELLA permite distribuir cargas monofásicas entre las tres fases para equilibrar la carga total.

Los cálculos para ambas subestaciones, monofásica y trifásica para los fusibles y pararrayo se muestran en la tabla 4.3.

BANCO DE TRANSFORMADORES	1x100kVA	2x100kVA + 1x50kVA
CAPACIDAD NOMINAL EN KVA	100	250
CAPACIDAD NOMINAL DEL BANCO EN KVA	100	150*
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN DE LÍNEA PRIMARIO EN kV	13.2	23
CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA EN A.	7.6	3.76
FUSIBLE PRIMARIO, TIPO T, CAPACIDAD EN A.	15**	6**
PARARRAYO, DE OXIDO DE ZINC, EN KV RMS	24	24

TABLA 4.3 CARACTERÍSTICAS SUGERIDAS PARA LAS DOS SUBESTACIONES DEL CRINA

*. Capacidad del Banco calculada en base al transformador de menor capacidad.

**.. El 167% de la corriente nominal del primario.

Los cálculos se han realizado a partir de los artículos 450.3 (B) y 280.4 (B) del NEC 2008, para protecciones de transformadores contra sobrecorrientes y dimensionamiento de descarga de sobretensiones.

Para las cargas distintas a los voltajes de 120/208 V, se pueden utilizar transformadores secos, que cambien el nivel del voltaje al necesitado por la carga.

4.3.2 ACOMETIDAS EN BAJA TENSION

Debido a que está conformado por tres edificios, y al gran espacio físico ocupado por el CRINA, se debe de ver la necesidad de contar con mas de una acometida, ya sea aérea o subterránea para llegar a cada edificio del CRINA.

Las acometidas actuales se deben de eliminar, ya que provocan desorden, los conductores de las acometidas secundarias no están protegidos, mal dimensionamiento de conductores y pérdidas generadas por no optimizar el numero de acometidas de manera adecuada.

Se debe considerar tener una protección principal para los conductores de baja tensión de la subestación o subestaciones. De esta protección, tener una protección para cada acometida que se diseñe, se pueden hacer hasta un máximo de 6 acometidas, y las protecciones principales de cada acometida deben de estar ubicadas en el mismo lugar donde esta la protección principal del secundario de la subestación. Se puede considerar un diseño de tres acometidas, una para cada edificio, y de alli distribuir en cada edificio por medio de uno o varios subtableros las cargas de dichos edificios. Las acometidas pueden ser aéreas o subterráneas pero deben de cumplir con las distancias establecidas por el NEC y la SIGET para cada tipo de acometida. Los tableros de cada edificio pueden ser trifásicos, y hacer un balanceo de carga para distribuir las cargas entre las tres fases.

4.3.3 COORDINACION DE PROTECCIONES

Cada conductor de acometida debe tener una protección contra sobrecorrientes, el ajuste para la sobrecorrientes se debe calcular para proteger al conductor y debe cumplir con que establece la NEC en lo referente a protecciones de sobrecorrientes, estos artículos ya han sido mencionados anteriormente en este capitulo en 4.2.3 y en el CAPITULO I.

Para las dos subestaciones actuales, se puede calcular la protección principal de lado secundario de la subestación, este valor de ajuste se muestra en la TABLA 4.4.

BANCO DE TRANSFORMADORES	1x100kVA	2x100kVA + 1x50kVA
CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	100	250
CAPACIDAD NOMINAL DEL BANCO (KVA)	100	150*
VOLTAJE EN EL LADO SECUNDARIO (V)	120/240	120/240
CORRIENTE NOMINAL SECUNDARIA (A)	416.7	360.8
CONDUCTOR DE BAJADA SECUNDARIA SEGÚN ESTÁNDARES DE LA SIGET	3 THHN 250 MCM	3 THHN 250 MCM
CORRIENTE DEL CONDUCTOR EN DUCTO NO MAS DE 3 CONDUCTORES (A)	290**	290**
PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA PARA LOS CONDUCTORES DEL LADO SECUNDARIO (A)	230***	230***

TABLA 4.4 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE LOS CONDUCTORES DEL LADO SECUNDARIO.

*. Capacidad del banco en base al transformador de menor capacidad.

**. Dato de la Tabla 310.16 del NEC 2008.

***. Protección de sobrecorriente calculada con el 80% de la corriente del conductor y el valor próximo de interruptores termomagnéticos a dicho calculo.

La protección se ha ajustado en base a la Tabla 310.15 (B) (2) (a) del NEC 2008.

Las protecciones contra fallas a tierra para calentadores de piscinas ortopédicas se utilizarán cuando la corriente del calentador sea menor a 50 A, para mayor de 50 A no es necesaria la protección de falla a tierra (Art. 680.62(A)).

4.3.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS

Los tableros principales deben de ser tableros trifásicos con protección principal, los subtableros, dependiendo de la carga a alimentar pueden ser bifásicos trifilar 120/208 o trifásicas.

En lo referente a las normas que deben de cumplir, estas han sido mencionadas en este capítulo en 4.2.4 y en el CAPITULO I.

4.4 CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

4.4.1 SUBESTACIÓN

Este centro está conformado por cuatro edificios, la unidad de lesiones y afecciones donde está la lavandería, y los salones donde se atienden a las personas y se recuperan de alguna lesión modular; el CAL donde están rayos x, áreas de consultas y áreas administrativas; la unidad de ortopedia técnica donde se fabrican zapatos ortopédicos y ortesis; y la terapia ocupacional, donde se realizan diferentes ejercicios de rehabilitación.

Las cargas de son diversas, desde maquinaria trifásica, calentadores trifásicos, lavadoras industriales trifásicas, iluminación, computadoras, tomacorrientes de uso general, aires acondicionados, iluminación exterior con lámparas de mercurio de alta presión, bombas y equipos médicos como rayos X.

Este centro cuenta con tres subestaciones descritas en el CAPITULO 1, las cuales tienen diferentes configuraciones y alimentan toda la carga de este centro.

Debido a lo grande que es este centro y a la diversidad de cargas y servicios que presta, se puede considerar tener dos subestaciones para todo el centro. Actualmente tiene tres subestaciones, pero una solo esta para una sola carga, la de rayos X.

Se puede considerar la configuración que actualmente tienen, ESTRELLA ATERRIZADA – DELTA 4 HILOS 120/240 V, esta configuración tiene su aplicación para suministros de energía trifásica a 240 V y pequeños porcentajes de energía monofásicas a 120/240 V. No se producen excesivas corrientes de circulación cuando se enlazan transformadores de distinta impedancia y relación de transformación, no hay problemas de sobretensión producidas por la tercera armónica o de interferencia.

En la Tabla 4.5 se muestra los datos los pararrayos adecuados y de los fusibles en el lado primario para las tres subestaciones del CAL.

BANCO DE TRANSFORMADORES	2x25Kva	1x50Kva	3x37.5Kva
CAPACIDAD NOMINAL EN KVA	50	50	112.5
CAPACIDAD NOMINAL DEL BANCO EN KVA	43.3*	50	112.5
VOLTAJE DE ALIMENTACION DE LINEA PRIMARIO EN Kv	23	13.2	23
CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA EN A	1.09	3.79	2.82
FUSIBLE PRIMARIO, TIPO T, CAPACIDAD EN A	2**	6**	6**
PARARRAYO, DE OXIDO DE ZINC, EN KV RMS	24	24	24

TABLA 4.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE Y SOBRETENSIONES DE LAS TRES SUBESTACIONES DEL CAL

*. Calculado con el 86.6 % del banco de dos transformadores cuando predominan cargas trifásicas.

** . 167% de la corriente nominal primaria.

Los cálculos se han realizado a partir de los artículos 450.3 (B) y 280.4 (B) del NEC 2008, para protecciones de transformadores contra sobrecorrientes y dimensionamiento de descarga de sobretensiones.

4.4.2 ACOMETIDAS EN BAJA TENSIÓN

Para la subestación de la Unidad de Lecciones y Afecciones Medulares se debe considerar una sola acometida, puede ser subterránea o aérea; aunque por razones económicas podría ser aérea respetando las distancias requeridas por la normativa. Debe haber una protección de sobrecorriente lo más cerca posible a la subestación y proteger a la subestación y los conductores, De este interruptor principal se pueden derivar dos tableros, uno trifásico de cuatro circuitos con su protección principal y uno monofásico para las cargas monofásicas requeridas en el edificio.

Y para la otra subestación se puede incorporar la carga de rayos X, y dimensionar la subestación con esta carga, debe contar con su protección principal para el lado secundario y de allí formar un gabinete con varios interruptores según el número de acometidas que se diseñaran, que no debe de exceder 6. Esta subestación alimentara tanto carga monofásica como trifásica, por lo que se debe de distribuir la carga de manera de no sobrecargar una fase.

También se debe considerar una sola acometida para el grupo electrógeno, y alimentar los tableros que se consideren necesarios por el centro para contar con servicio continuo de energía.

4.4.3 COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Los conductores de acometida deben tener una protección contra sobrecorrientes, el ajuste para la sobrecorrientes se debe calcular para proteger al conductor y debe cumplir con que establece la NEC en lo referente a protecciones de sobrecorrientes, estos artículos ya han sido mencionados anteriormente en este capítulo en 4.2.3 y en el CAPITULO I.

Para las tres subestaciones actuales, se puede calcular la protección principal de lado secundario de la subestación, este valor de ajuste se muestra en la TABLA 4.6.

BANCO DE TRANSFORMADORES	2x25Kva	1x50Kva	3x37.5Kva
CAPACIDAD NOMINAL (KVA)	50	50	112.5
CAPACIDAD NOMINAL DEL BANCO (KVA)	43.3*	50	112.5
VOLTAJE EN EL LADO SECUNDARIO (V)	120/240	120/240	120/240
CORRIENTE NOMINAL SECUNDARIA (A)	104.2	208.3	270.6
CONDUCTOR DE BAJADA SECUNDARIA SEGÚN ESTANDARES DE LA SIGET	3 THHN 2/0	3 THHN 2/0	3 THHN 4/0
CORRIENTE DEL CONDCTOR EN DUCTO NO MAS DE 3 CONDUCTORES (A)	195**	195**	260**
PROTECCION TERMOMAGNETICA PARA LOS CONDUCTORES DEL LADO SECUNDARIO (A)	150***	150***	200***

TABLA 4.6 PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE DE LOS CONDUCTORES DEL LADO SECUNDARIO.

*. Capacidad del banco en base al transformador de menor capacidad.

**.. Dato de la Tabla 310.16 del NEC 2008.

***. Protección de sobrecorriente calculada con el 80% de la corriente del conductor y el valor próximo de interruptores termomagnéticos a dicho calculo.

Al igual que el CRINA, el CAL cuenta con piscinas para terapia ortopédica por lo que se debe considerar las protecciones contra fallas a tierra para los calentadores, se utilizaran cuando la corriente del calentador sea menor a 50 A, para mayor de 50 A no es necesaria la protección de falla a tierra (Art. 680.62(A)).

4.4.4 TABLEROS Y SUBTABLEROS

Los tableros del CAL deberán ser monobásicos y trifásicos con protecciones principales para alimentar todas las cargas consideradas. Deberán cumplir con los aspectos constructivos exigidos por el NEC, así como los lugares donde se deben de ubicar, y seleccionar el tablero de acuerdo a las condiciones ambientales a las que estará expuesto.

En lo referente a las normas que deben de cumplir, estas han sido mencionadas en este capitulo en 4.2.4 y en el CAPITULO I.

4.4.5 GRUPO ELECTRÓGENO Y TRANSFERENCIA

En lo referente al grupo electrógeno este debe cumplir con todo lo establecido en la sección 702 del NEC 2008. El grupo electrógeno del CAL se considera un sistema de respaldo opcional de acuerdo con la definición del artículo 702.2 del NEC, donde se entiende un sistema de respaldo opcional como aquellos que protegen las propiedades públicas o privadas donde la integridad de la vida no depende del funcionamiento del sistema. Los sistemas de reserva están destinados a alimentar las cargas seleccionadas de forma manual o automáticamente generando energía eléctrica en el sitio.

En cuanto a la transferencia y al generador se recomienda actualizar dichos equipos, y redefinir a una sola acometida los servicios a alimentar con el sistema de respaldo.

CAPÍTULO V

PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA.

En el presente Capítulo se muestra un diseño a partir de los estándares del NEC y la SIGET. La propuesta eléctrica está enfocada en mejorar el sistema actual, considerando que las subestaciones existentes fueron instaladas hace muchos años y nunca se han realizado modificaciones que incluyan la variación o el crecimiento de carga en los centros de análisis.

El desarrollo de éste, involucra el análisis de las cargas existentes a partir de las mediciones, a las cuales se les aplicó un porcentaje de crecimiento de carga para obtener subestaciones nuevas. Además se busca concentrar toda la carga solo en tres subestaciones en lugar de seis existentes, ahorrando así, los pagos de comercialización y otros cargos variables a las distribuidoras de energía eléctrica. Con esta medida se busca mejorar la calidad de energía y el control de protecciones en la parte secundaria del sistema.

Los cuadros de carga propuestos para el nuevo diseño, se han desarrollado de tal forma, que incluya los valores de carga actual más un porcentaje de crecimiento futuro. Es de importancia mencionar que cada cuadro tiene una potencia máxima que puede ser instalada en cada tablero, por lo que, se debe respetar este valor para conservar el balance en la red y evitar diferentes problemas en ella.

Para el diseño, se han tomado los valores de potencia máxima, potencia aparente, corriente, voltaje, factor de potencia, energía activa y reactiva, valores de distorsión armónica presentadas en las formas de onda (voltaje y corriente) que se muestran en el CAPÍTULO II del presente documento.

Se consideran tres tipos de factores, el Factor de Potencia (F.P.) de 0.9 que se toma como valor mínimo como lo establece la SIGET para evitar multas, Factor de Demanda

(F.D.) en aquellas cargas que no tienen uso continuo; el Factor de Agrupamiento (F.A.), el cual nos permite dimensionar el diámetro de los ductos adecuados para la cantidad de conductores, evitando así el sobrecalentamiento entre ellos.

5.1 DIMENSIÓN DE SUBESTACIÓN Y ACOMETIDA

5.1.1 SUBESTACIÓN CAL:

POTENCIA INSTALADA =212.5¹KVA

POTENCIA DEMANDADA =131.7KVA

PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ANUAL (APROXIMADO)=7%

TIEMPO DE DIMENSIONAMIENTO =15AÑOS

POTENCIA REQUERIDA (DESPUÉS DE 15 AÑOS)=270

% de Potencia instalada= 9.22KVA anuales

Prequerida= ((tiempo previsto)*%Pins)+Pins

Prequerida= ((15años)*9.22KVA)+78.1= 270KVA

Subestación calculada con un 7% de crecimiento anual, en un periodo de 15 años, esto nos dice que, si el porcentaje de crecimiento anual es mayor al considerado para este cálculo, dentro de 15 años la subestación estará sobrecargada, por lo que, se recomienda tomar en cuenta este valor.

La subestación que se recomienda es de 300KVA y debe mantener un 85% máximo de carga demandada, esto para mantener la vida útil del transformador y no generar daños al equipo.

El transformador que se sugiere, considerando las instalaciones existentes es tipo PADMOUNTED trifásico con un voltaje primario de 13,200V/23000 y secundario 120/240V con un valor de impedancia entre 3% y 5 %.

¹ Conformado por 3 subestaciones 2 trifásicas y una monofásica.

El conductor de alimentación primaria según normativas debe ser como mínimo 3XLP#2 por fase acompañado de 2 THHN #1/0 en tubería subterránea Ø3", para la unión del neutro a la red y a la polarización.

En el lado primario se tiene una protección de fusible tipo T de 10Amp para la subestación, la conexión del lado primario entre la línea primaria y la subestación se realiza con conectores de potencia como se muestra en los detalles de planos ANEXO 5.

Para el cálculo de la corriente máxima:

$I = (85\% \times 300\text{KVA}) / (\sqrt{3} \times 240)\text{Voltios}$. Para un sistema trifásico

$I = 613.43\text{Amperios}$

Esta es la corriente máxima que idealmente se debe demandar de dicha subestación. Por lo cual a partir de ella se calcula la protección principal² a fin de proteger la subestación de sobre cargas futuras.

$I_p = 613.43 \times (1.25\%) = 766.8\text{Amperios}$

La protección que se recomienda es de 800Amperios.

Para que la protección sea completa en su dimensionamiento se necesita otro nivel de corriente que nos da la protección de ajuste instantáneo. Este valor es obtenido a partir de la corriente de cortocircuito y el método punto por punto³.

Con el valor de corriente y la relación del primario secundario se obtiene:

$(240/23000) \times 100 = 1.043$

De aquí la relación:

$a = 100/1.043 = 95.8$

Este valor se conoce como multiplicador.

$I_{cc} = aI_n = (95.8) \times (613.43) = 58.8\text{KAmperios}$

Con estos valores tenemos que:

² Tablas 450.3(A) régimen máximo a ajuste de sobre corriente

³ NORMA IEEE Std. 241-190

La protección principal está conformada por un disyuntor termomagnética de 800 A/3P como capacidad interruptiva de sobre corriente y 75KAmprios como valor de corriente instantánea de ajustable con el tiempo normado.

CUADROS DE CARGA CAL

TABLERO GENERAL CAL (TG-CAL)									
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
			Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	RAMAL 2	RAMAL DE TABLERO T-CEMR	3	400	240	140256	355.6	359.8	292.6
2	RAMAL 3	RAMAL DE TABLERO T-RX	1	125	240	24000			100.00
3	RAMAL 4	RAMAL DE TABLERO T-BOM	3	150	240	44100	105.41	109.79	105.41
4	RAMAL 5	RAMAL DE TABLERO T-LAV	3	150	240	49200	118.36	118.36	118.36
						257556	579.37	587.95	616.37
		F.D.=	1			257556	579.37	587.95	616.37
		F.P.=	0.9						
	TABLERO GENERAL TRIFASICA C/M		240						
	CAPACIDAD DE BARRAS		800						
	MAIN PRINCIPAL		800						
	ALIMENTADOR								
	2(8THHN#3/0+ 2THHN#4 Ø3")								

RESUMEN	
CORRIENTE	619.6
POTENCIA(VA)	257556

Carga estimada de las oficinas en el área de administración, a partir de un FD (Factor de Demanda) por ser carga principal tiene un valor correspondiente a 1 y un FP (Factor de Potencia) mínimo requerido por las distribuidoras para el cálculo de cargas, se tiene un

valor de potencia aproximada por medio del cual se calcula la corriente. A partir del valor de corriente se evalúa el calibre de conductor mostrados en las tablas del NEC⁴.

Para obtener el valor de corriente se aplica la formula siguiente:

$$I = S / (\sqrt{3} \times VLL)$$

S: Potencia Aparente

VLL: Voltaje de línea.

$$I = 245302 / (\sqrt{3} \times 240V) = 590.1 \text{ Amperios}$$

$$I_p = 590.1 \times 1.25 = 737.6 \text{ Amperios}$$

El valor de corriente sirve para evaluar la protección y dimensionar el conductor, de tal forma, que la protección funcione antes de dañar el conductor por sobrecorriente.

Valor de protección 800Amp/3P a un valor de voltaje de 240V.

Para el conductor THHN#4/0 corresponde un valor de corriente según tablas de 260Amp.

Para suplantar dicho valor de corriente se puede dividir dicha corriente en varios conductores de la siguiente forma:

$$N = I_{\text{Max}} / I_{\text{Conductor}} = 737.6A / 260A = 2.83$$

$$N = 3$$

N: Valor de conductores por fase, neutro o tierra de acometidas.

Podemos concluir que el conductor seleccionado es adecuado, al tener 3 conductores por fase, neutro y tierra soportan el valor máximo necesario por la carga.

$$I_{\text{cond}} = 3 \times (260) \text{ Amp} = 780 \text{ Amp.}$$

$$I_{\text{cond}} = 4 \times (260) \text{ Amp} = 1040 \text{ Amp.}$$

⁴ Tabla 310.16 conductores, Tabla 250.66 conductor correspondiente de tierra, Tabla C1 Cap 9

Otro factor que se debe aplicar es el Factor de Agrupamiento (FA), esto nos da, el cálculo de la tubería donde viajará el conductor evitando así un posible calentamiento y daños en el conductor.

La tubería que seleccionaremos es de 3" en la cual se puede instalar hasta 9 conductores del calibre que se utilizará. Sin embargo la tubería no se puede dejar al máximo debido a calentamientos y otros problemas que se dan por agrupamiento de conductores, al aplicar un factor de agrupamiento debemos considerar que los valores de ampacidad del conductor disminuyen.

En este caso utilizaremos el 66.6% de la cantidad de conductores máximo que pueden viajar por dicha tubería de esta forma colocaremos 2 tubos de 3" con 6 conductores calibre THHN 4/0+ 2 THHN4.

Dado que el proceso de cálculo es iterativo y repetitivo para los cuadros de carga correspondientes a esta subestación, los resultados se mostraran en el ANEXO 4.A en hojas de cálculo correspondiente por cada tablero.

SUB-TABLERO DE EMERGENCIA OFICINAS (ST-OFIE)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	30	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	30	120	2000		16.67
7	6	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	30	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	30	120	2000		16.67
9	9	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	11	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	10	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							18560	77.33	77.33
			F.D.=	0.8			14848	61.87	61.87
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		80					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4+1THHN#8 Ø 1 1/2"							

RESUMEN	
Corriente	61.87
Total (VA)	14848

TABLERO PRINCIPAL DE EMERGENCIA (T-CEMR)									
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
			Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	RAMAL 1	RAMAL DE TABLERO T-TER	3	350	240	118364	271.20	276.32	258.41
2	RAMAL 2	RAMAL DE TABLERO ST-OFIE	2	80	240	14848	61.87	61.87	
3	RAMAL 3	RAMAL DE TABLERO ST-ULM	2	80	240	14848	61.87	61.87	
4	RAMAL 4	RESERVA	2	60	240	10000		41.67	41.67
5	RAMAL 5	RESERVA	2	60	240	10000	41.67		41.67
6	RAMAL 6	RESERVA	3	40	240	10000	24.06	24.06	24.06
						175320.8	473.99	479.11	365.80
		F.D.=	0.8			140256.6	355.6	359.8	292.6
		F.P.=	0.9						
	TABLERO GENERAL TRIFASICA C/M		240						
	CAPACIDAD DE BARRAS		400						
	MAIN PRINCIPAL		400						
	ALIMENTADOR								
	2(4THHN#3/0+1THHN#6 Ø3)								

RESUMEN	
CORRIENTE	337.41
POTENCIA(VA)	140256.6

TABLERO AREAS DE TERAPIA (T-TER)									
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
			Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	RAMAL 1	RAMAL DE TABLERO ST-GIM	2	90	240	16448	68.53	68.53	
2	RAMAL 2	RAMAL DE TABLERO ST-TALLER	3	200	240	72667	137.67	137.67	198.02
3	RAMAL 3	RAMAL DE TABLERO ST-TEROC	2	70	240	12624	52.60	52.60	
4	RAMAL 4	RAMAL DE TABLERO ST-ORTO	2	100	240	16216	80.20	86.60	
5	RAMAL 5	RESERVA	1	70	240	15000			62.50
6	RAMAL 6	RESERVA	1	70	240	15000			62.50
						144531	318.9	325.3	323.02
		F.D.=	0.8			115625	255.12	260.24	258.41
		F.P.=	0.9						
	TABLERO GENERAL TRIFASICA C/M		240						
	CAPACIDAD DE BARRAS		400						
	MAIN PRINCIPAL		350						
	ALIMENTADOR								
	2(4THHN#3/0+1THHN#6 Ø2")								

RESUMEN	
CORRIENTE	278.15
POTENCIA(VA)	115624.8

SUB-TABLERO ULM (ST-ULM)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
9	9		RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	11		RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	10		RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12		RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							18560	77.33	77.33
			F.D.=	0.8			14848	61.87	61.87
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		80					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4+1THHN#8 Ø 1 1/4"							

RESUMEN	
Corriente	61.87
Total (VA)	14848

TABLERO PRINCIPAL BOMBAS Y CALENTADORES (T-BOMBAS)									
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
			Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	RAMAL 1	RAMAL DE CALENTADOR 1	3	300	240	18000	43.30	43.30	43.30
2	RAMAL 2	RAMAL DE CALENTADOR 2	3	300	240	18000	43.30	43.30	43.30
3	RAMAL 3	RAMAL DE CALENTADOR 3	3	300	240	12000	28.87	28.87	28.87
4	RAMAL 4	RAMAL DE CALENTADOR 4	3	200	240	12000	28.87	28.87	28.87
5	RAMAL 5	RAMAL BOMBAS 1	2	30	240	1500	6.25	6.25	
6	RAMAL 6	RAMAL BOMBAS 2	2	30	240	1500		6.25	6.25
						63000.00	150.59	156.84	150.59
		F.D.=	0.7			44100.00	105.41	109.79	105.41
		F.P.=	0.9						
	TABLERO GENERAL TRIFASICA C/M		240						
	CAPACIDAD DE BARRAS		150						
	MAIN PRINCIPAL		150						
	ALIMENTADOR								
	4(THHN#3/0 +1THHN#6φ3")								

RESUMEN	
CORRIENTE	106.09
POTENCIA(VA)	44100.00

TABLERO AREA DE LAVANDERIA (T-LAV)									
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
			Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	RAMAL 1	RAMAL DE LAVADORA IND	3	300	240	19000	45.71	45.71	45.71
2	RAMAL 2	RAMAL DE LAVADORA IND	3	300	240	19000	45.71	45.71	45.71
3	RAMAL 3	RAMAL DE SECADORA IND	3	300	240	29000	69.76	69.76	69.76
4	RAMAL 4	RESERVA	3	200	240	15000	36.08	36.08	36.08
						82000	197.26	197.26	197.26
		F.D.=	0.6			49200.00	118.36	118.36	118.36
		F.P.=	0.9						
	TABLERO GENERAL TRIFASICA C/M		240						
	CAPACIDAD DE BARRAS		150						
	MAIN PRINCIPAL		150						
	ALIMENTADOR								
	4THHN#1/0+1THHN#8 Ø 2"								

RESUMEN	
CORRIENTE	118.36
POTENCIA(VA)	49200

SUBTABLERO GIMNASIO DE TERAPIA (ST-GIM)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	5	Salida para tomacorriente polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
4	4	5	Salida para tomacorriente polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
5	5	5	Salida para tomacorriente polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para tomacorriente polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6,8	1	Salida para Aire Acondicionado 12000BTU	1	30	240	2000	8.33	8.33
8	9,11	1	Salida para Aire Acondicionado 12000BTU	1	30	240	2000	8.33	8.33
9	10	1	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	12	1	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							17280	72	72
			F.D.=	0.8			13824	57.6	57.6
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	100					
			MAIN PRINCIPAL	80					
			ALIMENTADOR						
			3 THHN#4 + 1THHN#8 EN Ø 1 1/4"						

RESUMEN	
Corriente	57.6
Total (VA)	13824

SUBTABLERO AREA DE TALLERES (ST-TALLER)										
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase		
				Polos	Amps			Fase A	Fase B	Fase C
1	1	10	Salida luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33		
2	3	10	Salida luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33	
3	2	10	Salida luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33		
4	4	10	Salida luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33	
5	7	5	Salida toma 15Amp polarizado	1	20	120	2000	16.67		
6	9	5	Salida toma 15Amp polarizado	1	20	120	2000		16.67	
7	8	5	Salida toma 15Amp polarizado	1	20	120	2000	16.67		
8	10	5	Salida toma 15Amp polarizado	1	20	120	2000		16.67	
9	11,13,15	1	Ramal ST-MAQUINAS	3	175	240	60000	144.34	144.34	144.34
10	5	1	Salida para Condensador 60000	1	40	240	7000			29.17
11	6	1	Salida para Evaporadora	1	15	240	750			3.125
12	12	1	Salida para Condensador 60000	1	40	240	7000			29.17
13	17	1	Salida para Evaporadora	1	15	240	750			3.125
14	18	1	Salida para Condensador 60000	1	40	240	7000			29.17
15	23	1	Salida para Evaporadora	1	15	240	750			3.125
16	24	1	Tablero carga 240V	1	50	240	10000			41.67
							103810	188.34	188.34	282.9
			F.D.=	0.7			72667	131.84	131.84	198
			F.P.	0.9						
			TABLERO TRIFASICA 24 ESPACIOS 120/240V	240						
			CAPACIDAD DE BARRAS	200						
			MAIN PRINCIPAL	200						
			ALIMENTADOR							
			4THHN#3/0+1THHN#6 Ø 3"							

RESUMEN	
Corriente	174.81
Total (VA)	72667

SUBTABLERO TERAPIA OCUPACIONAL (ST-TEROC)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	5	Salida para tomacorriente polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	2,4	1	Salida para Condensadora de 36000 BTU	1	20	240	4000	16.67	16.67
8	6,8	1	Salida para Evaporadora		15	240	750	3.13	3.13
9	9,11	1	Salida para Condensadora de 36000 BTU	1	20	240	4000	16.67	16.67
10	10,12	1	Salida para Evaporadora	1	15	240	750	3.13	3.13
							14780	61.58	61.58
			F.D.=	0.8			11824	49.27	49.27
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	100					
			MAIN PRINCIPAL	70					
			ALIMENTADOR						
			3THHN#6 +1THHN#8 Ø 1"						

RESUMEN	
Corriente	49.27
Total (VA)	11824.00

SUBTABLERO ORTOPEDIA (ST-ORTO)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	8	Salida para ventiladores de empotrar	1	20	120	1600		13.33
5	5	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	1	Salida para compresor de AA de 36000	2	40	120	4000	33.33	33.33
9	9	1	Salida para evaporador de	2	20	120	750	6.25	6.25
10	11	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	10	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							20270	100.25	108.25
			F.D.=	0.8			16216	80.20	86.60
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	100					
			MAIN PRINCIPAL	80					
			ALIMENTADOR						
			3 THHN#6 + 1THHN#8 EN Ø 1"						

RESUMEN	
Corriente	67.57
Total (VA)	16216

5.1.2 SUBESTACIÓN ADM

POTENCIA INSTALADA =100KVA

POTENCIA DEMANDADA =78.1KVA

PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ANUAL (APROXIMADO)=10%

TIEMPO DE DIMENSIONAMIENTO =15AÑOS

POTENCIA REQUERIDA (DESPUES DE 15 AÑOS)=

% de Potencia instalada= 7.81KVA anuales

Prequerida= ((tiempo previsto)*%Pins)+Pins

Prequerida= ((15años)*7.8KVA)+78.1= 195.25KVA

Subestación calculada con un 10% de crecimiento anual, en un periodo de 15 años, esto nos dice que, si el porcentaje de crecimiento anual es mayor al considerado para este cálculo, dentro de 15 años la subestación estará sobrecargada, por lo que, se recomienda tomar en cuenta este valor.

La subestación que se recomienda es de 200KVA y debe mantener un 85% máximo de carga demandada, esto para mantener la vida útil del transformador y no generar daños al equipo.

El transformador que se sugiere, considerando las instalaciones existentes es tipo PADMOUNTED monofásico con un voltaje primario de 13,200V/23000 y secundario 120/240V con un valor de impedancia entre 3% y 5 %.

El conductor de alimentación primaria según normativas debe ser como mínimo 1 XLP#2 por fase acompañado de 2 THHN #1/0 en tubería subterránea Ø3", para la unión del neutro a la red y a la polarización.

En el lado primario se tiene una protección de fusible tipo T de 20Amp para la subestación, la conexión del lado primario entre la línea primaria y la subestación se realiza con conectores de potencia como se muestra en los detalles de planos ANEXO 5.

A partir de este valor de la subestación podremos obtener las reservas necesarias para un crecimiento a futuro. Dicho crecimiento debe llevar un orden para que no se generen sobre cargas en tiempos anticipados a lo previsto en los cálculos.

Para el cálculo de la corriente máxima:

$$I = (85\% \times 200 \text{KVA}) / 240 \text{ Voltios.}$$

$$I = 708.33 \text{ Amperios}$$

Esta es la corriente máxima que idealmente se debería demandar de dicha subestación. A partir de ella calcularemos la protección principal⁵ a fin de proteger la subestación de sobre cargas futuras.

$$I_p = 708.33 \times (1.25\%) = 885.41 \text{ Amperios}$$

La protección que se recomienda es de 900 Amperios.

Para que la protección sea completa en su dimensionamiento se necesita otro nivel de corriente que nos proporciona la protección de ajuste instantáneo. Este valor se obtiene a partir de la corriente de cortocircuito y el método punto por punto⁶.

Con el valor de corriente y la relación del primario secundario tenemos:

$$(240/13200) \times 100 = 1.818$$

De aquí obtenemos la relación:

$$a = 100 / 1.818 = 55.$$

Este valor se conoce como multiplicador.

$$I_{cc} = a I_n = (55) \times (708.33) = 38.96 \text{ KAmperios}$$

Con estos valores tenemos que:

La protección principal está conformada por un disyuntor termomagnética de 900 A/2P como capacidad interruptiva de sobre corriente y 45 KAmperios como valor de corriente instantánea de ajustable con el tiempo normado⁷.

⁵ Tablas 450.3(A) régimen máximo a ajuste de sobre corriente

⁶ NORMA IEEE Std. 241-190

⁷ Tabla1 Cap. I del presente documento.

CUADROS DE CARGA ADM

TABLERO GENERAL ADMINISTRACION (TG-ADM)								
CKTO	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
			Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	RAMAL 1	RAMAL DE TABLERO T-ADME	2	250	240	63395	264.15	264.15
2	RAMAL 2	RAMAL DE TABLERO T-ADMN	2	175	240	24067	100.32	100.32
3	RAMAL 3	RAMAL DE TABLERO T-COND	2	200	240	40800	170.00	170.00
4	RAMAL 4	RAMAL DE TABLERO T-AVAP	2	40	240	7200	30.00	30.00
5	RAMAL 5	RAMAL DE TABLERO T-MANTT	2	90	240	16224	67.60	67.60
6	RAMAL 6	RESERVA	2	60	240	10000	41.67	41.67
		F.D.=	1			161695.8	673.73	673.73
		F.P.=	0.9					
		TABLERO GENERAL MONOFASICO C/M	240					
		CAPACIDAD DE BARRAS	900					
		MAIN PRINCIPAL	900					
		ALIMENTADOR						
		2(6THHN#3/0+2THHN#6 Ø3")						

RESUMEN	
CORRIENTE	673.73
POTENCIA(VA)	161695.8

Carga estimada de las oficinas en el área de administración, a partir de un FD (Factor de Demanda) por ser carga principal tiene un valor correspondiente a 1 y un FP (Factor de Potencia) mínimo requerido por las distribuidoras para el cálculo de cargas, por ello se tiene un valor de potencia aproximada por medio del cual se calcula la corriente. A partir del valor de corriente se evalúa el calibre de conductor, valores normados mostrados en las tablas del NEC⁸.

Para obtener el valor de corriente se aplica la formula siguiente:

$$I = S/V_{LL}$$

S: Potencia Aparente

⁸ Tabla 310.16 conductores, Tabla 250.66 conductor correspondiente de tierra, Tabla C1 Cap 9

V_{LL}: Voltaje de línea.

$$I = 164666.3 / 240V = 686.1 \text{ Amperios}$$

$$I_p = 686.1 \times 1.25 = 857.63 \text{ Amperios}$$

El valor de corriente sirve para evaluar la protección y dimensionar el conductor, de tal forma, que siempre la protección funcione antes de dañar el conductor por sobrecorriente.

Valor de protección 900Amp/2P a un valor de voltaje de 240V.

Para el conductor THHN#3/0 corresponde un valor de corriente según tablas de 225Amp.

Para suplantar dicho valor de corriente se puede dividir dicha corriente en varios conductores de la siguiente forma:

$$N = I_{\text{Max}} / I_{\text{Conductor}} = 857.63A / 225A = 3.81$$

$$N = 4$$

N: Valor de conductores por fase, neutro o tierra de acometidas.

Podemos concluir que el conductor seleccionado es adecuado, al tener 4 conductores por fase, neutro y tierra soportan el valor máximo necesario por la carga.

$$I_{\text{cond}} = 4 \times (225) \text{ Amp} = 900 \text{ Amp}.$$

Otro factor que se debe aplicar es el factor de agrupamiento (FA), esto nos da, el cálculo de la tubería donde viajara el conductor evitando así un posible calentamiento y daños en el conductor.

La tubería que seleccionaremos es de 3" en la cual se puede instalar hasta 12 conductores del calibre que se utilizara. Sin embargo no se puede dejar cargada al máximo debido a calentamientos y otros problemas que se dan por agrupamiento de conductores, al aplicar un factor de agrupamiento debemos considerar que los valores de ampacidad del conductor disminuyen.

En este caso utilizaremos el 50% de la cantidad de conductores máximo que pueden viajar por dicha tubería de esta forma colocaremos 2 tubos de 3" con 6 conductores calibre THHN 3/0+ 2 THHN#6.

Dado que el proceso de cálculo es iterativo y repetitivo para los cuadros de carga correspondientes a esta subestación, los resultados se mostraran en el ANEXO 4 en hojas de cálculo correspondiente por cada tablero.

TABLERO DE EMERGENCIA ADMINISTRACION (T-ADME)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	1	SUBTABLERO DE OFICINAS ST-OFI1	2	200	240	37696	157.07	157.07
2	3	1	SUBTABLERO DE OFICINAS ST-OFI2	2	125	240	22659	94.41	94.41
3	2	1	SUBTABLERO PARA LUMINARIAS EXTERIORES	2	40	240	3040	12.67	12.67
							63395	264.15	264.15
			F.D.=	1			63395	264.15	264.15
			F.P.	0.9					
		TABLERO MOFASICO GRAL C/M		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		350					
		MAIN PRINCIPAL		350					
		ALIMENTADOR							
		2(3THHN#2/0+2THHN#6 Ø 2 "							

RESUMEN	
Corriente	264.15
Total (VA)	63395

SUBTABLERO EMERGENCIA OFICINAS ADMINISTRATIVAS 1 (ST-OFI1)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
6	7	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
7	6	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
8	8	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
9	9	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
10	11	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
11	10	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
13	13	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
14	15	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
15	14	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
16	16	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
17	17	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
18	19	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
19	18,20	1	Salida para alimentador de UPS 10KVA	2	60	240	10000	41.67	41.67
20	21,23	1	Salida para alimentador de UPS de 6KVA	2	40	240	6000	25.00	25.00
21	22		RESERVA	1	30	120	3000	25.00	
22	24		RESERVA	1	30	120	3000		25.00
							47120	196.33	196.33
			F.D.=	0.8			37696	157.07	157.07
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 24 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		225					
		MAIN PRINCIPAL		200					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#3/0+1THHN#6 Ø 2 1/2"							

RESUMEN	
Corriente	157.07
Total (VA)	37696

SUBTABLERO EMERGENCIA OFICINAS ADMINISTRATIVAS 1 (ST-OFI2)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
6	7	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
7	6	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
8	8	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
9	9	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
10	11	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
11	10	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
13	13	5	Salida toma	1	20	120	2000	16.67	

			polarizado de 15Amp						
14	15	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
15	14	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
16	16	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
17	17	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
18	19	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
19	18,20	1	Salida para evaporadora de aire acondicionado en informática	2	15	240	750	3.13	3.13
20	21,23	1	Salida para condensadora de aire acondicionado en informática 24000BTU	2	15	240	3500	14.58	14.58
21	22		RESERVA	1	20	120	1500	12.50	
22	24		RESERVA	1	20	120	1500		12.50
							32370	134.88	134.88
			F.D.=	0.7			22659	94.41	94.41
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 24 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		150					
		MAIN PRINCIPAL		125					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#1/0+1THHN#8 Ø 2"							

RESUMEN	
Corriente	94.41
Total (VA)	22659

SUBTABLERO LUCES EXTERIORES (ST-LE)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	4	Salida para luminarias electrónicas para área exterior 75Wattss	2	15	240	333.3	1.39	1.39
2	2,4	4	Salida para luminarias electrónicas para área exterior 75Wattss	2	15	240	333.3	1.39	1.39
3	5,7	4	Salida para luminarias electrónicas para área exterior 75Wattss	2	15	240	333.3	1.39	1.39
4	6,8	1	Alimentador ST-BOMBA	2	20	240	1800.0	7.50	7.50
5	9,11	1	Reserva	2	15	240	500.0	2.08	2.08
6	10,12	1	Reserva	2	15	240	500.0	2.08	2.08
							3800.0	15.83	15.83
			F.D.=	0.8			3040	12.67	12.67
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		40					
		ALIMENTADOR							
		4THHN#8 Ø 1"							

RESUMEN	
Corriente	12.67
Total (VA)	3040.00

TABLERO OFICINAS ADMINISTRATIVAS (T-ADMN)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	RAMAL1	1	SUBTABLERO DE OFICINAS ST-OFI3	2	90	240	14848	61.87	61.87
2	RAMAL2	1	SUBTABLERO DE OFICINAS ST-OFI4	2	100	240	15248	63.53	63.53
							30096	125.4	125.4
			F.D.=	0.8			24076.8	100.32	100.32
			F.P.	0.9					
		TABLERO MOFASICO GRAL C/M		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		150					
		MAIN PRINCIPAL		125					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#1/0+1THHN#8Ø 2"							

RESUMEN	
Corriente	100.32
Total (VA)	24076.80

SUBTABLERO OFICINAS ADMINISTRATIVAS 3 (ST-OF3)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
9	9	1	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	11	1	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	10	1	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	1	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							18560	77.33	77.33
			F.D.=	0.8			14848	61.87	61.87
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		80					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4+1THHN#8 Ø 1"							

RESUMEN	
Corriente	61.87
Total (VA)	14848

SUBTABLERO OFICINAS ADMINISTRATIVAS 4 (ST-OF4)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida para toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2500		16.67
9	9,11	1	Salida para ST-CVIG	2	20	120	4000	16.67	16.67
10	11	1	RESERVA	1	20	120	1500		12.50
11	10	1	RESERVA	1	20	120	1500	12.50	
12	12	1	RESERVA	1	20	120	1500		12.50
							19060	73.17	85.67
			F.D.=	0.8			15248	58.53	68.53
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		90					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4+1THHN#8 Ø1"							

RESUMEN	
Corriente	63.53
Total (VA)	15248

TABLERO AIRE ACONDICIONADO OFICINAS (T-COND)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	CONDENSADORA 1 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
2	2,4	1	CONDENSADORA 2 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
3	5,7	1	CONDENSADORA 3 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
4	4,6	1	CONDENSADORA 4 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
5	9,11	1	CONDENSADORA 5 36000	2	20	240	4000	16.67	16.67
6	8,10	1	CONDENSADORA 6 36000	2	20	240	4000	16.67	16.67
7	13,15	1	CONDENSADORA 7 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
8	12,14	1	CONDENSADORA 8 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
9	17,19	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
10	16,18	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
11	21,23	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
12	22,24	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
							51000	212.50	212.50
			F.D.=	0.8			40800	170.00	170.00
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 24 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		250					
		MAIN PRINCIPAL		225					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#3/0+2THHN#6φ 21/2"							

RESUMEN	
Corriente	170.00
Total (VA)	40800.00

TABLERO EVAPORADORASS OFICINAS (T-EVAP)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	EVAPORADORA 1	2	15	240	750	3.13	3.13
2	2,4	1	EVAPORADORA 2	2	15	240	750	3.13	3.13
3	5,7	1	EVAPORADORA 3	2	15	240	750	3.13	3.13
4	6,8	1	EVAPORADORA 4	2	15	240	750	3.13	3.13
5	9,11	1	EVAPORADORA 5	2	15	240	750	3.13	3.13
6	10,12	1	EVAPORADORA 6	2	15	240	750	3.13	3.13
7	13,15	1	EVAPORADORA 7	2	15	240	750	3.13	3.13
8	14,16	1	EVAPORADORA 8	2	15	240	750	3.13	3.13
9	17,19	1	EVAPORADORA 9	2	15	240	750	3.13	3.13
10	18,20	1	RESERVA PARA EVAPORADORA	2	15	240	750	3.13	3.13
11	21,23	1	RESERVA PARA EVAPORADORA	2	15	240	750	3.13	3.13
12	22,24	1	RESERVA PARA EVAPORADORA	2	15	240	750	3.13	3.13
							9000	37.50	37.50
			F.D.=	0.8			7200	30	30
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		40					
		ALIMENTADOR							
		4THHN#8 Ø 1							

RESUMEN	
Corriente	30
Total (VA)	7200

TABLERO MANTENIMIENTO (T-MANTT)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	5	Salida para tomacorriente polarizado de 20Amp	1	30	120	2000	16.67	
4	4	5	Salida para tomacorriente polarizado de 20Amp	1	30	120	2000		16.67
5	5,7	1	Salida para tomacorriente tipo industrial 240V 50A	2	50	120	3000	12.5	12.5
6	6,8	1	Salida para tomacorriente tipo industrial 240V 50A	2	50	120	3000	12.5	12.5
7	9	1	Reserva	1	20	120	2500	20.83	
8	11	1	Reserva	1	20	120	2500		20.83
9	10,12	1	Reserva	2	20	120	4000	33.33	33.33
							20280	101.17	101.17
			F.D.=	0.8			16224	80.93	80.93
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		100					
		MAIN PRINCIPAL		80					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4+1THHN#8 Ø 1 1/4"							

RESUMEN	
Corriente	67.60
Total (VA)	16224

5.1.3 SUBESTACIÓN CRINA

POTENCIA INSTALADA =350⁹KVA

POTENCIA DEMANDADA =145KVA

PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ANUAL (APROXIMADO)=7%

TIEMPO DE DIMENSIONAMIENTO =15AÑOS

POTENCIA REQUERIDA (DESPUES DE 15 AÑOS)=

% de Potencia instalada= 10.15KVA anuales

Prequerida= ((tiempo previsto)*%Pins)+Pins

Prequerida= ((15años)*10.15KVA)+145= 297.25KVA

Subestación calculada con un 7% de crecimiento anual, en un periodo de 15 años, esto nos dice que, si el porcentaje de crecimiento anual es mayor al considerado para este cálculo, dentro de 15 años la subestación estará sobrecargada, por lo que, se recomienda tomar en cuenta este valor.

La subestación que se recomienda es de 300KVA y debe mantener un 85% máximo de carga demandada, esto para mantener la vida útil del transformador y no generar daños al equipo.

El transformador que se sugiere, considerando las instalaciones existentes es tipo PADMOUNTED monofásico con un voltaje primario de 13,200V/23000 y secundario 120/240V con un valor de impedancia entre 3% y 5 %.

Este voltaje se aplicara para no dejar desbalanceadas las fases en el lado primario.

El conductor de alimentación primaria según normativas debe ser como mínimo 2 XLP#2 para la fase acompañado de 2 THHN #1/0 en tubería subterránea Ø4", para la unión del neutro a la red y a la polarización. Según estándares de la SIGET se debe colocar una ducteria de respaldo para el sistema primario.

⁹ Subestaciones en dos puntos un banco trifásico de 250KVA y una subestación de 100KVA.

En el lado primario se tiene una protección de fusible tipo T de 20Amp para la subestación, la conexión del lado primario entre la línea primaria y la subestación se realiza con conectores de potencia como se muestra en los detalles de planos ANEXO 5.

Para el cálculo de la corriente máxima:

$$I = (85\% \times 300 \text{KVA}) / 240 \text{Voltios.}$$

$$I = 1062.5 \text{Amperios}$$

Esta es la corriente máxima que idealmente se debe demandar de dicha subestación. Por lo cual a partir de ella calcularemos la protección principal¹⁰ a fin de proteger la subestación de sobre cargas futuras.

$$I_p = 1062.5 \times (1.25\%) = 1328 \text{Amperios}$$

La protección más cercana es de 1300Amperios.

Para que la protección sea completa en su dimensionamiento se necesita otro nivel de corriente que nos da la protección de ajuste instantáneo. Este valor se obtiene a partir de la corriente de cortocircuito y el método punto por punto¹¹.

Con el valor de corriente y la relación del primario secundario obtenemos:
 $(240/23200) \times 100 = 1.0435$

De aquí obtenemos la relación dada por:

$$a = 100 / 1.0435 = 95.8.$$

Este valor se conoce como multiplicador.

$$I_{cc} = a I_n = (95.8) \times (1328) = 127.3 \text{KAmperios}$$

Con estos valores tenemos que:

La protección principal estará conformada por un disyuntor termomagnética de 1300 A/2P como capacidad interruptiva de sobre corriente y 125KAmperios como valor de corriente instantánea de ajustable con el tiempo normado¹², por ello, se recomienda colocar en el tablero principal un relé de bajo voltaje para evitar daños en las cargas instaladas.

¹⁰ Tablas 450.3(A) régimen máximo a ajuste de sobre corriente

¹¹ NORMA IEEE Std. 241-190

¹² Tabla1 Cap. I del presente documento.

CUADROS DE CARGA CRINA

TABLERO GENERAL CRINA (TIPO GABINETE) TG-CRINA								
CKT O	ESPACIOS	Descripción de carga	Protección		Volts	VA	Amperios por fase	
			Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	RAMAL 1	RAMAL DE TABLERO T-EDFA	2	350	240	57520	239.67	239.67
2	RAMAL 2	RAMAL DE TABLERO T-EDFB	2	350	240	57520	239.67	239.67
3	RAMAL 3	RAMAL DE TABLERO T-EDFC	2	350	240	57520	239.67	239.67
4	RAMAL 4	RAMAL DE TABLERO T-FC	2	250	240	46679	194.49	194.49
5	RAMAL 5	RESERVA	2	60	240	10000	41.67	41.67
6	RAMAL 6	RESERVA	2	60	240	10000	41.67	41.67
		F.D.=	1			239238.5	996.83	996.83
		F.P.=	0.9					
	TABLERO GENERAL MONOFASICO C/M		240					
	CAPACIDAD DE BARRAS		1300					
	MAIN PRINCIPAL		1300					
	ALIMENTADOR							
	3(3THHN#500MCM+1THHN#1/0 ϕ 4")							

RESUMEN	
CORRIENTE	996.83
POTENCIA(VA)	239238.5

Carga estimada de las oficinas en el área de administración, a partir de un FD (Factor de Demanda) por ser carga principal tiene un valor correspondiente a 1 y un FP (Factor de Potencia) mínimo requerido por las distribuidoras para el cálculo de cargas, por lo cual se tiene un valor de potencia aproximada para el cálculo de corriente. A partir del valor de corriente se evalúa el calibre de conductor normado en las tablas del NEC¹³.

Para obtener el valor de corriente se aplica la formula siguiente:

$$I = S/VLL$$

S: Potencia Aparente

VLL: Voltaje de línea.

$$I = 249702.5/240V = 1040.4 \text{ Amperios}$$

$$I_p = 1040.4 \times 1.25 = 1300 \text{ Amperios}$$

¹³ Tabla 310.16 conductores, Tabla 250.66 conductor correspondiente de tierra, Tabla C1 Capitulo 9

El valor de corriente sirve para evaluar la protección y poder dimensionar el conductor de manera tal que siempre la protección funcione antes de dañar el conductor por sobrecorriente.

Valor de protección 1300Amp/2P a un valor de voltaje de 240V.

Para el conductor THHN#500MCM corresponde un valor de corriente según tablas de 430Amp.

Para suplantar dicho valor de corriente se puede dividir dicha corriente en varios conductores de la siguiente forma:

$$N = I_{\text{Max}} / I_{\text{Conductor}} = 1300\text{A} / 430\text{A} = 3$$

$$N = 3$$

N: Valor de conductores por fase, neutro o tierra de acometidas.

Podemos concluir que el conductor seleccionado es adecuado, al tener 3 conductores por fase, neutro y tierra soportan el valor máximo necesario por la carga.

$$I_{\text{cond}} = 3 \times (430)\text{Amp} = 1290\text{Amp}.$$

Otro factor que se debe es el factor de agrupamiento (FA), esto nos da, el cálculo de la tubería donde viajará el conductor evitando así un posible calentamiento y daños en el conductor.

La tubería que se recomienda es de Ø4" en la cual se puede instalar hasta 7 conductores del calibre a utilizar. Sin embargo no se puede dejar cargada al máximo para evitar calentamientos y otros problemas que se dan por agrupamiento de conductores, al aplicar un factor de agrupamiento debemos considerar que los valores de ampacidad del conductor disminuyen.

En este caso se utiliza el 42% de la cantidad de conductores máximo que pueden viajar por dicha tubería, colocaremos 3 tubos de 4" con 3 conductores por fase, neutro y tierra calibre THHN 500MCM+ 1 THHN#1/0 Ø4".

Dado que el proceso de cálculo es iterativo y repetitivo para los cuadros de carga correspondientes a esta subestación, los resultados se mostraran en el ANEXO 4 en hojas de cálculo correspondiente por cada tablero.

TABLERO EDIFICIO A (T-EDFA)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-TOMAS	2	125	240	19200	80	80
2	2,4	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-LUCES	2	50	240	7520	31.33	31.33
3	5,7	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-AA	2	150	240	30800	128.33	128.33
			F.D.=	1			57520	237.67	237.67
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 120/240V			240				
		CAPACIDAD DE BARRAS			300				
		MAIN PRINCIPAL			300				
		ALIMENTADOR							
		2(3THHN#1/0+1THHN#8 ϕ2")							

RESUMEN	
Corriente	237.67
Total (VA)	57520

SUBTABLERO TOMAS EDIFICIO A (STA-TOMAS)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
2	3	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
3	2	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
4	4	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
5	5	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida toma polarizado de 15Amp		20	120	2000		16.67
9	11	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	10	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	12	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							24000	100	100
			F.D.=	0.8			19200	80	80
		F.P.		0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		150					
		MAIN PRINCIPAL		125					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#2+1THHN#8φ 1							

RESUMEN	
Corriente	80
Total (VA)	19200

SUBTABLERO LUCES EDIFICIO A (STA-LUCES)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
6	7	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
7	6	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
8	8	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
9	9	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640	5.33	
10	11	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640		5.33
11	10	5	RESERVA	1	20	120	1500	12.50	
12	12	5	RESERVA		20	120	1500		12.50
							9400	39.17	39.17
			F.D.=	0.8			7520	31.33	31.33
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240				
			CAPACIDAD DE BARRAS		100				
			MAIN PRINCIPAL		50				
			ALIMENTADOR						
			4THHN#8 ϕ 1"						

RESUMEN	
Corriente	31.33
Total (VA)	7520

SUBTABLERO AIRE ACONDICIONADO EDIFICIO A (STA-AA)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	CONDENSADORA 1 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
2	2,4	1	CONDENSADORA 2 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
3	5,7	1	CONDENSADORA 7 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
4	6,8	1	CONDENSADORA 8 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
5	9,11	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
6	10,12	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
7	13,15	1	Tablero de Evaporadoras para AA	2	40	240	7500	31.25	31.25
8	14,16	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
9	17,19	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
10	18,20	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
							38500	160.42	160.42
			F.D.=	0.8			30800	128.33	128.33
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 20 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	200					
			MAIN PRINCIPAL	150					
			ALIMENTADOR						
			3THHN#2/0+1THHN#6						

RESUMEN	
Corriente	128.33
Total (VA)	30800

TABLERO EDIFICIO B (T-EDFB)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-TOMAS	2	125	240	19200	80	80
2	2,4	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-LUCES	2	50	240	7520	31.33	31.33
3	5,7	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-AA	2	150	240	30800	128.33	128.33
			F.D.=	1			57520	237.67	237.67
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		300					
		MAIN PRINCIPAL		300					
		ALIMENTADOR							
		2(3THHN#1/0+1THHN#8 ϕ 2")							

RESUMEN	
Corriente	237.67
Total (VA)	57520

SUBTABLERO TOMAS EDIFICIO B (STB-TOMAS)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
2	3	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
3	2	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
4	4	5	Salida toma polarizado de 15Amp		20	120	2000		16.67
5	5	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida toma polarizado de 15Amp		20	120	2000		16.67
9	11	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	10	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	12	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							24000	100	100
			F.D.=	0.8			19200	80	80
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		150					
		MAIN PRINCIPAL		125					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#2+1THHN#8φ 1							

RESUMEN	
Corriente	80
Total (VA)	19200

SUBTABLERO LUCES EDIFICIO B (STB-LUCES)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
6	7	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
7	6	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
8	8	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
9	9	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640	5.33	
10	11	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640		5.33
11	10	5	RESERVA	1	20	120	1500	12.50	
12	12	5	RESERVA		20	120	1500		12.50
							9400	39.17	39.17
			F.D.=	0.8			7520	31.33	31.33
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V	240						
		CAPACIDAD DE BARRAS	100						
		MAIN PRINCIPAL	50						
		ALIMENTADOR							
		4THHN#8 ϕ 1"							

RESUMEN	
Corriente	31.33
Total (VA)	7520

SUBTABLERO AIRE ACONDICIONADO EDIFICIO B (STB-AA)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	CONDENSADORA 1 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
2	2,4	1	CONDENSADORA 2 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
3	5,7	1	CONDENSADORA 7 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
4	6,8	1	CONDENSADORA 8 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
5	9,11	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
6	10,12	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
7	13,15	1	Tablero de Evaporadoras para AA	2	20	240	7500	31.25	31.25
8	14,16	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
9	17,19	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
10	18,20	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
							38500	160.42	160.42
			F.D.=	0.8			30800	128.33	128.33
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 20 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	200					
			MAIN PRINCIPAL	150					
			ALIMENTADOR						
			3THHN#2/0+1THHN#6						

RESUMEN	
Corriente	128.33
Total (VA)	30800

TABLERO EDIFICIO C (T-EDFC)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-TOMAS	2	125	240	19200	80	80
2	2,4	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-LUCES	2	50	240	7520	31.33	31.33
3	5,7	1	SUBTABLERO DE OFICINAS STA-AA	2	150	240	30800	128.33	128.33
			F.D.=	1			57520	237.67	237.67
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		300					
		MAIN PRINCIPAL		300					
		ALIMENTADOR							
		2(3THHN#1/0+1THHN#8 ϕ 2")							

RESUMEN	
Corriente	237.67
Total (VA)	57520

SUBTABLERO TOMAS EDIFICIO C (STC-TOMAS)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
2	3	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
3	2	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
4	4	5	Salida toma polarizado de 15Amp		20	120	2000		16.67

5	5	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
6	7	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000		16.67
7	6	5	Salida toma polarizado de 15Amp	1	20	120	2000	16.67	
8	8	5	Salida toma polarizado de 15Amp		20	120	2000		16.67
9	11	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
10	10	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
11	12	5	RESERVA	1	20	120	2000	16.67	
12	12	5	RESERVA	1	20	120	2000		16.67
							24000	100	100
			F.D.=	0.8			19200	80	80
		F.P.		0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		150					
		MAIN PRINCIPAL		125					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#2+1THHN#8 ϕ 1							

RESUMEN	
Corriente	80
Total (VA)	19200

SUBTABLERO LUCES EDIFICIO C (STC-LUCES)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
2	3	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
3	2	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
4	4	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
5	5	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
6	7	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
7	6	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640	5.33	
8	8	10	Salida para luminaria de 2x32Watts	1	15	120	640		5.33
9	9	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640	5.33	
10	11	10	Salida para luminaria de emergencia	1	20	120	640		5.33
11	10	5	RESERVA	1	20	120	1500	12.50	
12	12	5	RESERVA		20	120	1500		12.50
							9400	39.17	39.17
			F.D.=	0.8			7520	31.33	31.33
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 12 ESPACIOS 120/240V	240						
		CAPACIDAD DE BARRAS	100						
		MAIN PRINCIPAL	50						
		ALIMENTADOR							
		4THHN#8 ϕ 1"							

RESUMEN	
Corriente	31.33
Total (VA)	7520

SUBTABLERO AIRE ACONDICIONADO EDIFICIO C (STC-AA)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	CONDENSADORA 1 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
2	2,4	1	CONDENSADORA 2 60000	2	40	240	7000	29.17	29.17
3	5,7	1	CONDENSADORA 7 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
4	6,8	1	CONDENSADORA 8 24000	2	20	240	3500	14.58	14.58
5	9,11	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
6	10,12	1	CONDENSADORA 9 12000	2	20	240	2000	8.33	8.33
7	13,15	1	Tablero de Evaporadoras para AA	2	20	240	7500	31.25	31.25
8	14,16	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
9	17,19	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
10	18,20	1	RESERVA CONDENSADORA 12000BTU	2	20	240	2000	8.33	8.33
							38500	160.42	160.42
			F.D.=	0.8			30800	128.33	128.33
			F.P.	0.9					
			TABLERO MONOFASICO 20 ESPACIOS 120/240V	240					
			CAPACIDAD DE BARRAS	200					
			MAIN PRINCIPAL	150					
			ALIMENTADOR						
			3THHN#2/0+1THHN#6						

RESUMEN	
Corriente	128.33
Total (VA)	30800

TABLERO DE FUERZA (T-FC)									
CKTO	ESPACIOS	UNIDAD	Descripción de carga	Protección		Voltios	VA	Amperios por fase	
				Polos	Amps			Fase A	Fase B
1	1,3	1	BOMBA PARA PISCINA DE 1HP	2	15	240	933	3.89	3.89
2	2,4	1	BOMBA PARA USO GRAL DE 1HP	2	15	240	933	3.89	3.89
3	5,7	1	RAMAL DE TRANSFORMADOR SECO 50KVA	2	225	240	50000	208.33	208.33
							51865	216.10	216.10
			F.D.=	0.9			46678.5	194.49	194.49
			F.P.	0.9					
		TABLERO MONOFASICO 120/240V		240					
		CAPACIDAD DE BARRAS		250					
		MAIN PRINCIPAL		250					
		ALIMENTADOR							
		3THHN#4/0+2THHN#4 ϕ 2 ½"							

RESUMEN	
Corriente	194.49
Total (VA)	46678.5

5.2 RED DE TIERRA.

Para la red de tierra de cada subestación se necesita un área aproximada de 100m² de tierra.

La red estará formada por 12 barras cooperweld de 5/8"x3' y unidas mediante soldadura exotérmica, con una separación entre barras de 3.5m aproximadamente, el calibre de conductor que se utilizará para la interconexión de dicha red y unión al transformador será THHN #1/0¹⁴.

El valor de Resistencia que se necesita es de 2ohm según las normativas correspondientes. Para esto haremos el cálculo a partir de los datos:

$$R = 0.443 \times (\text{res}) \left(\frac{1}{\sqrt{A}} + \frac{1}{L} \right)$$

Res: resistividad del suelo

A: Area del terreno.

L: Longitud del conductor.

$$R = 0.443 \times (18\Omega\text{-m}) \times \left(\frac{1}{\sqrt{73.5}} + \frac{1}{45.5} \right) = 1.1\Omega$$

Por cada subestación se contará con una red igual y un pozo de registro e interconexión entre redes para evitar diferencia de potencial en la red.

¹⁴ Art 250.24 capitulo 2 sección 250 parte 8

5.3 PRESUPUESTO.

5.3.1 PRESUPUESTO GLOBAL

	PRESUPUESTO GLOBAL	CANT	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	PRESUPUESTO CRINA				
1.1	ACOMETIDA PRIMARIA				
1.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA DE SUBESTACIÓN DE 300KVA PARA EL CRINA, FORMADA POR 2 XLP #2 + 1 THHN#1/0 Ø 4"	56	ML	\$43.00	\$2,408.00
1.1.2	Suministro e instalación de cortacircuito de 20A tipo T y pararrayo de 24KV	1	SG	\$216.00	\$216.00
1.1.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO BOTA (INCLUYE PARARRAYO TIPO BOTA) 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$455.00	\$455.00
1.1.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO MUFA 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$407.25	\$407.25
1.2	ACOMETIDAS SECUNDARIAS				
1.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (TG-CRINA) FORMADA POR 3(3THHN#500MCM + 1THHN#1/0 Ø 4")	6	ML	\$295.00	\$1,770.00
1.2.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-EDFA) FORMADA POR 2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	130	ML	\$45.00	\$5,850.00
1.2.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STA-TOMAS) FORMADA (3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	10	ML	\$20.68	\$206.80
1.2.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STA-LUCES) FORMADA POR (4THHN#8 Ø 1")	10	ML	\$15.54	\$155.40
1.2.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STA-AA) FORMADA POR (3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	10	ML	\$40.52	\$405.20
1.2.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-EDFB) FORMADA POR 2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	85	ML	\$45.00	\$3,825.00
1.2.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STB-TOMAS) FORMADA POR (3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	15	ML	\$20.68	\$310.20

1.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STB-LUCES) FORMADA POR (4THHN#8 Ø 1")	15	ML	\$15.54	\$233.10
1.2.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STB-AA) FORMADA POR (3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	15	ML	\$40.52	\$607.80
1.2.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-EDFC) FORMADA POR 2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	75	ML	\$45.00	\$3,375.00
1.2.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STC-TOMAS) FORMADA POR (3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	15	ML	\$20.68	\$310.20
1.2.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STC-LUCES) FORMADA POR (4THHN#8 Ø 1")	15	ML	\$15.54	\$233.10
1.2.13	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (STC-AA) FORMADA POR (3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	15	ML	\$40.52	\$607.80
1.2.14	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-FC) FORMADA POR (3THHN#4/0+1THHN#4 Ø 2 1/2")	27	ML	\$78.00	\$2,106.00
1.3	TABLEROS				
1.3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TIPO ESPECTRA CON 6 RAMALES Y SUS PROTECCIONES 350A,350A,350A,250A,60A,60A. MAIN Y BARRAS DE 1300AMPERIOS 120/240V MONOFASICO CON DIFERENCIAL DE PUESTA A TIERRA, CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE 22KA. FRENTE MUERTO. TG-CRINA	1	C/U	\$1,700.00	\$1,700.00
1.3.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 350A Y BARRAS DE 350A, CON SUS PROTECCIONES: 1-150A/2P, 1-125A/2P, 1-50A/2P. (T-EDFA)	1	C/U	\$800.00	\$800.00
1.3.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 125A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES:12-20A/1P. (STA-TOMAS)	1	C/U	\$107.00	\$107.00
1.3.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 50A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 8-15A/1P, 1-20A/1P Y 3-20A/1P DE RESERVA. (STA-LUCES)	1	C/U	\$77.00	\$77.00

1.3.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 175A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/2P, 8-20A/2P. (STA-AA)	1	C/U	\$155.00	\$155.00
1.3.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 350A Y BARRAS DE 350A, CON SUS PROTECCIONES: 1-175A/2P, 1-125A/2P, 1-50A/2P. (T-EDFB)	1	C/U	\$800.00	\$800.00
1.3.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 125A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES:12-20A/1P. (STB-TOMAS)	1	C/U	\$107.00	\$107.00
1.3.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 50A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 8-15A/1P, 1-20A/1P Y 3-20A/1P DE RESERVA. (STB-LUCES)	1	C/U	\$77.00	\$77.00
1.3.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 175A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/2P, 8-20A/2P. (STB-AA)	1	C/U	\$155.00	\$155.00
1.3.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 350A Y BARRAS DE 350A, CON SUS PROTECCIONES: 1-175A/2P, 1-125A/2P, 1-50A/2P. (T-EDFC)	1	C/U	\$800.00	\$800.00
1.3.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 125A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES:12-20A/1P. (STC-TOMAS)	1	C/U	\$107.00	\$107.00
1.3.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 50A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 8-15A/1P, 1-20A/1P Y 3-20A/1P DE RESERVA. (STC-LUCES)	1	C/U	\$77.00	\$77.00
1.3.13	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 175A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/2P, 8-20A/2P. (STC-AA)	1	C/U	\$155.00	\$155.00
1.3.14	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 250A Y BARRAS DE 250A, CON SUS PROTECCIONES: 1-225A/2P, 1-150A/2P, 1-40A/2P. (T-FC)	1	C/U	\$250.00	\$250.00
3.3	EQUIPO				
3.3.1	TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PADMOUNTED DE 300KVA 23000V 120/240V CON UN VALOR DE IMPEDANCIA DEL 5%	1	C/U	\$10,900.00	\$10,900.00

2	PRESUPUESTO CAL				
2.1	ACOMETIDA PRIMARIA				
2.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA DE SUBESTACIÓN DE 300KVA PARA EL CAL, FORMADA POR 3 XLP #2 + 1 THHN#1/0 Ø4"	37	ML	\$78.00	\$2,886.00
2.1.2	Suministro e instalacion de cortacircuito de 20A tipo T y pararrayo de 24KV	1	SG	\$317.00	\$317.00
2.1.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO BOTA (INCLUYE PARARRAYO TIPO BOTA) 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$455.00	\$455.00
2.1.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO MUFA 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$407.25	\$407.25
2.2	ACOMETIDAS SECUNDARIAS				
2.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (TG-CAL) FORMADA POR 2(8THHN#3/0 + 2THHN#4 Ø 3")	7	ML	\$89.00	\$623.00
2.2.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-OFIE) FORMADA POR 3THHN#4 + 1THHN#8 Ø 1 1/4"	8	ML	\$23.86	\$190.88
2.2.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-CEMR) FORMADA POR 2(4THHN#3/0 + 1THHN#6 Ø 3")	40	ML	\$68.00	\$2,720.00
2.2.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-TER) FORMADA POR 2(4THHN#3/0 + 1THHN#6 Ø 3")	75	ML	\$47.00	\$3,525.00
2.2.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-ULM) FORMADA POR 4THHN#8 Ø 1"	30	ML	\$23.86	\$715.80
2.2.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-BOMBAS) FORMADA POR 4THHN#3/0 + 1THHN#6 Ø 3"	90	ML	\$47.00	\$4,230.00
2.2.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-LAV) FORMADA POR 4THHN#1/0 + 1THHN#8 Ø 2"	50	ML	\$31.00	\$1,550.00
2.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-GIM) FORMADA POR 3THHN#2 + 1THHN#8 Ø 1 1/2"	110	ML	\$23.86	\$2,624.60
2.2.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-TALLER) FORMADA POR 4THHN#3/0 + 1THHN#6 Ø 3"	95	ML	\$68.00	\$6,460.00
2.2.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-TEROC) FORMADA POR 3THHN#6 + 1THHN#8 Ø 1 1/4"	24	ML	\$21.00	\$504.00
2.2.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-ORTO) FORMADA POR 3THHN#6 + 1THHN#8 Ø 1 1/4"	55	ML	\$23.86	\$1,312.30
2.3	TABLEROS				

2.3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TIPO ESPECTRA CON 4 RAMALES Y SUS PROTECCIONES 400/3P,150/3P,150/3,125/1P RESPECTIVAS. MAIN Y BARRAS DE 800AMPERIOS 120/240V TRIFASICA CON DIFERENCIAL DE PUESTA A TIERRA, CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE 12KA. FRENTE MUERTO. TG-CAL	1	C/U	\$1,500.00	\$1,500.00
2.3.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 100A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES: 4-15A/1P, 8-20A/1P. (ST-OFIE)	1	C/U	\$145.00	\$145.00
2.3.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TRIFASICA 120/240V, MAIN DE 400A Y BARRAS DE 400A, CON SUS PROTECCIONES: 1-350A/3P, 1-40A/3P, 2-90/2P, 2-60/2P. (T-CEMR)	1	C/U	\$800.00	\$800.00
2.3.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TRIFASICA 120/240V, MAIN DE 300A Y BARRAS DE 300A, CON SUS PROTECCIONES: 1-200A/3P, 1-100A/2P, 1-90A/2P, 1-70A/2P, 2-70A/1P. (T-TER)	1	C/U	\$600.00	\$600.00
2.3.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 90A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES: 4-15A/1P, 8-20A/1P. (ST-ULM)	1	C/U	\$128.00	\$128.00
2.3.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TRIFASICA 120/240V, MAIN DE 200A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 3-300A/3P, 1-200A/3P, 2-15A/2P. (T-BOMBAS)	1	C/U	\$400.00	\$400.00
2.3.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TRIFASICA 120/240V, MAIN DE 150A Y BARRAS DE 150A, CON SUS PROTECCIONES: 3-300A/3P, 1-200A/2P. (T-LAV)	1	C/U	\$329.00	\$329.00
2.3.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 90A Y BARRAS DE 90A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/1P, 4-20A/1P, 2-30A/1P. (ST-GIM)	1	C/U	\$78.00	\$78.00
2.3.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TRIFASICA 24CC 120/240V, MAIN DE 200A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 7-15A/1P, 4-20A/1P, 1-375A/3P, 3-40A/1P, 1-50A/1P. (ST-TALLER)	1	C/U	\$224.00	\$224.00
2.3.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 70A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/1P, 6-20A/1P. (ST-TEROC)	1	C/U	\$84.00	\$84.00

2.3.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 90A Y BARRAS DE 125A, CON SUS PROTECCIONES: 3-15A/1P, 8-20A/1P, 1-40A/1P. (ST-ORTO)	1	C/U	\$78.00	\$78.00
2.3.12	TRANSFERENCIAS AUTOMATICA 400A/3P CAL	1	C/U	\$1,300.00	\$1,300.00
2.4	EQUIPO				
	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA DE EMERGENCIA TRIFASICA DE 150 KW PARA EL CAL	1	C/U	\$24,000.00	\$24,000.00
	ESCAPE	1	SG	\$700.00	\$700.00
	TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED DE 300KVA DELTA-DELTA ATERRIZADO 13200/23000V 120/240V CON IMPEDANCIA DEL 5%	1	C/U	\$13,785.00	\$13,785.00
3	PRESUPUESTO ADMINISTRACION				
3.1	ACOMETIDA PRIMARIA				
3.1.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA DE SUBESTACIÓN DE 200KVA PARA ADMINISTRACION, FORMADA POR 1 XLP #2 + 1 THHN#1/0 Ø4"	150	ML	\$32.00	\$4,800.00
3.1.2	Suministro e instalacion de cortacircuito de 10A tipo T y pararrayo de 24KV	1	SG	\$165.00	\$165.00
3.1.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO BOTA (INCLUYE PARARRAYO TIPO BOTA) 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$295.00	\$295.00
3.1.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINALES DE POTENCIA TIPO MUFA 25KV PARA CABLE XLP #2	1	SG	\$257.00	\$257.00
3.2	ACOMETIDAS SECUNDARIAS				
3.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (TG-ADM) FORMADA POR 2(6THHN#4/0 + 2THHN#2 Ø 3")	7	ML	\$85.00	\$595.00
3.2.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-ADME) FORMADA POR 2(3THHN#2/0 + 2THHN#6 Ø 2")	25	ML	\$77.00	\$1,925.00
3.2.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-OFI1) FORMADA POR 3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø 2"	16	ML	\$40.52	\$648.32
3.2.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-OFI2) FORMADA POR 3THHN#1/0 + 1THHN#8 Ø 2"	29	ML	\$27.00	\$783.00
3.2.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-LE) FORMADA POR 4THHN#8 Ø 1"	25	ML	\$15.54	\$388.50
3.2.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-ADMN) FORMADA POR 3THHN#1/0 + 1THHN#8 Ø 1 1/2")	25	ML	\$27.00	\$675.00

3.2.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-OF3) FORMADA POR 3THHN#4 + 1THHN#8 Ø 1"	16	ML	\$23.86	\$381.76
3.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (ST-OF4) FORMADA POR 3THHN#4 + 1THHN#8 Ø 1"	29	ML	\$23.86	\$691.94
3.2.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-COND) FORMADA POR 3THHN#2/0 + 2THHN#1/0 Ø 2"	46	ML	\$40.52	\$1,863.92
3.2.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-EVAP) FORMADA POR 4THHN#8 Ø 1"	46	ML	\$15.54	\$714.84
3.2.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACOMETIDA PARA (T-MANTT) FORMADA POR 3THHN#4 + 1THHN#8 Ø 1 1/2"	23	ML	\$23.86	\$548.78
3.3	TABLEROS				
3.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO TIPO ESPECTRA CON 6RAMALES Y SUS PROTECCIONES: 1-250A/2P, 1-200A/2P, 1-175A/2P, 1-90A/2P, 1-60A/2P, 1-40A/2P . MAIN Y BARRAS DE 800AMPERIOS 120/240V MONOFASICO CON DIFERENCIAL DE PUESTA A TIERRA, CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE 15KA. FRENTE MUERTO. (TG-ADM)	1	C/U	\$1,258.00	\$1,258.00
3.2.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 350A Y BARRAS DE 350A, CON SUS PROTECCIONES: 1-250A/2P, 1-150A/2P, 1-40A/2P. (T-ADME)	1	C/U	\$700.00	\$700.00
3.2.3	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 24CC 120/240V, MAIN DE 250A Y BARRAS DE 250A, CON SUS PROTECCIONES: 8-15A/1P, 10-20A/1P, 1-40A/2P, 1-60A/2P. (ST-OFI1)	1	C/U	\$389.00	\$389.00
3.2.4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 24CC 120/240V, MAIN DE 150A Y BARRAS DE 150A, CON SUS PROTECCIONES: 8-15A/1P, 10-20A/1P, 1-15A/2P, 1-30A/2P. (ST-OFI2)	1	C/U	\$245.00	\$245.00
3.2.5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 40A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 3-15A/2P, 1-20A/2P Y 2-15A/2P DE RESERVA. (ST-LE)	1	C/U	\$96.00	\$96.00
3.2.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 120/240V, MAIN DE 175A Y BARRAS DE 175A, CON SUS PROTECCIONES: 1-90A/2P, 1-100A/2P. (T-ADMN)	1	C/U	\$154.00	\$154.00

3.2.7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 90A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 4-15A/1P, 4-20A/1P Y 4-20A/1P DE RESERVA. (ST-OFI3)	1	C/U	\$105.00	\$105.00
3.2.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 100A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 4-15A/1P, 5-20A/1P Y 3-20A/1P DE RESERVA. (ST-OFI4)	1	C/U	\$105.00	\$105.00
3.2.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 24CC 120/240V, MAIN DE 200A Y BARRAS DE 200A, CON SUS PROTECCIONES: 4-15A/2P, 8-20A/2P. (T-COND)	1	C/U	\$296.00	\$296.00
3.2.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 40A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 12-15A/2P. (T-EVAP)	1	C/U	\$94.00	\$94.00
3.2.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO MONOFASICO 12CC 120/240V, MAIN DE 90A Y BARRAS DE 100A, CON SUS PROTECCIONES: 2-15A/1P, 2-30A/1P, 2-50A/2P, 2-20A/1P, 1-20A/2P. (T-MANTT)	1	C/U	\$175.00	\$175.00
3.2.12	TRANSFERENCIAS AUTOMATICA TRIFASICA 350A/3P	1	C/U	\$1,050.00	\$1,050.00
3.3	EQUIPO				
3.3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA DE EMERGENCIA MONOFASICA DE 100 KW	1	C/U	\$16,000.00	\$16,000.00
3.3.2	ESCAPE	1	SG	\$700.00	\$700.00
3.3.3	TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNTED DE 200KVA 13200/23000V 120/240V CON UN VALOR DE IMPEDANCIA DE 5%	1	1	\$8,000.00	\$8,000.00
	Subtotal				\$156,520.74
	IVA				\$20,347.70
	TOTAL				\$176,868.44

5.3.2 POR CENTRO

CENTRO	ADMISTRACIÓN SUPERIOR	CAL	CRINA
SUBTOTAL	\$ 44,100.06	\$ 72,671.83	\$ 39,748.85
IVA	\$ 5,733.01	\$ 9,447.34	\$ 5,137.35
TOTAL	\$ 49,833.07	\$ 82,119.17	\$ 44,916.20

NOTA:

El presupuesto está sujeto a la variación de costos en el mercado, en lo referente a materiales y equipos propuestos.

CONCLUSIONES

1. La infraestructura eléctrica de los tres centros analizados en el presente documento, es ineficiente, inadecuada y carece de coordinación de protecciones además de incumplir las normativas que rigen la construcción, diseño, operación y seguridad de las instalaciones eléctricas en nuestro país.
2. Se dificultó la toma de datos, identificación de tableros y conductores de alimentación debido principalmente al desorden de las instalaciones eléctricas de los tres centros y a que la institución no cuenta documentos ni planos de sus instalaciones eléctricas, además de que las edificaciones del CAL y del CRINA son grandes.
3. La falta de mantenimiento por parte de la institución de los equipos eléctricos, especialmente en las subestaciones, tableros y conductores ha ocasionado una mala calidad de energía, interrupciones del servicio eléctrico frecuentes y la disminución de la vida útil de dichos equipos.
4. Debido al gran tamaño que conforma la infraestructura de cada centro el costo por las pérdidas de equipos eléctricos e inmuebles debido a un incendio causado por una falla en los circuitos eléctricos de las instalaciones es grande y resultaría costoso para la institución.
5. De igual forma, dado el servicio que presta cada centro, y por ser una institución cuya razón de ser es la persona humana, es indispensable y necesario que sus instalaciones eléctricas sean seguras para las personas a quienes brindan su servicio, además de tener un servicio continuo y de calidad, es justificable una inversión para contar con unas instalaciones seguras y de calidad.

6. La calidad de energía brindada por la distribuidora según las mediciones realizadas y al análisis hecho demuestran que en algunas subestaciones esta fuera de los rangos permitidos por la SIGET y normas internacionales.
7. La carga conectada en algunas subestaciones provoca una mala calidad de energía en la red del sistema según las mediciones y el análisis realizado en el CAPITULO II, esto es perjudicial tanto para las cargas conectadas al sistema interno de la institución como para la red de la distribuidora que se puede ver afectada por medio del neutro del sistema.
8. La SIGET carece de la regulación de ciertas variables en cuanto a la calidad de energía como los niveles de desbalance de cargas permitidos por nuestro país, estas regulaciones al no ser contempladas por la SIGET se refieren a normas internacionales en donde existen diversas instituciones y países que regulan este parámetro según el criterio que cada país considere, por lo que no existe un consenso de valores permitidos de desbalance de carga para nuestro país.
9. Se debe hacer conciencia a la institución de la necesidad de contar con un servicio de energía eléctrica de calidad, así como instalaciones eficientes y seguras, para evitar accidentes y costos innecesarios en la factura eléctrica así como costos por el daño de equipos delicados y costosos con que la institución cuenta para brindar sus servicios.
10. El diseño propuesto se ha elaborado a partir de la capacidad demandada por cada centro y siguiendo las directrices que nos dictan las normativas y reglamentos de la SIGET, El NEC, y las normas internacionales. Este diseño queda a responsabilidad de la institución el ejecutarlo o no.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. STEVENSON, William D. *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*. 2ª. ed. México: MCGRAW HILL, 1985. 383 p.
2. CHECA, Luis María. *Líneas de Transporte de Energía*. 3ª. ed. Barcelona, España: MARCOMBO, 1988. 591 p.
3. Fink, Donald. *Manual de Ingeniería Eléctrica Vol I*. 13ª. ed. México: MCGRAW HILL, 1997.
4. Fink, Donald. *Manual de Ingeniería Eléctrica Vol II*. 13ª. ed. México: MCGRAW HILL, 1997.
5. NFPA 70, *National Electrical Code*. 50a. ed. EEUU: NFPA, 2005. 738 p.
6. Reglamentos y normativas SIGET.
 - Acuerdo No. 29-E-2000, SIGET. *NORMAS TECNICAS DE DISEÑO, SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCION ELÉCTRICA*. Nueva San Salvador, El Salvador, Junio de 2000.
 - Acuerdo No. 192-E-2004, SIGET. *NORMAS DE CALIDAD DEL SERVICIO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN*. San Salvador, 30 de Diciembre de 2004.

- Acuerdo No. 66-E-2001, SIGET. *ESTANDARES PARA LA CONSTRUCCION DE LIENAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, CAPITULO VI*. San Salvador, 2001.
 - *PLIEGO TARIFARIO* EMITIDO POR LA SIGET, OCTUBRE 2010.
7. Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos ISRI. Disponible en:
< <http://isri.elsalvadormultimedia.info/isri2010/default.html>>. Fecha de consulta: 10 de Abril de 2011.
8. Superintendencia de Electricidad y Telecomunicaciones SIGET. Disponible en:
<<http://www.siget.gob.sv/>>. Fecha de consulta: 5 de Mayo de 2011.
9. Seminario de Titulación, Distribución de Energía Eléctrica, Universidad de Bio Bio, Chile. Disponible en:
<http://patricioconcha.ubb.cl/eleduc/public_www/capitulo2/seleccion_de_un_conductor.html>. Fecha de Consulta: 15 de Mayo de 2011.
10. Rebollo, Julio Cesar, Instalaciones Eléctricas de Media y Baja Tensión, Capitulo XVIII. Disponible en:
<http://www.xmailxmail.com/curso/electricidad/instalacion/media/baja/tension/calculo/cortocircuito.html>, Fecha de Consulta: 10 de Mayo de 2011.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

A: Amperios. Es la unidad de intensidad de corriente eléctrica. El Amperio es la intensidad de una corriente constante que manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno del otro en el vacío, producirá una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud.

AAC: siglas en inglés de All Aluminium Conductor. Conductor todo de Aluminio.

AC: siglas en inglés de Altern Current. Corriente Alterna. Tipo de función de corriente o tensión cuya característica es ser variante a lo largo del tiempo, con una frecuencia y magnitud definidas, por lo general son funciones senos y cosenos y para el sistema de El Salvador la frecuencia es de 60 Hertz.

Acometida: Conductores y equipo para dar energía desde un sistema de suministro eléctrico hasta la carga servida.

ACSR: siglas en inglés de Aluminium Conductor Steel Reinforced. Conductor de Aluminio reforzado con acero.

Analizador de redes: equipo de medición capaz de analizar las propiedades de calidad, cantidad, el flujo y optimización de redes eléctricas en baja, media o alta tensión por medio de la obtención de parámetros eléctricos (voltaje de línea, voltaje de fase, corriente de fase, factor de potencia por fase, factor de potencia promedio, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, energía consumida, componentes armónicos) medidos en una red o redes determinadas y tomando cada lectura según el tiempo programado. Con las lecturas tomadas el instrumento puede realizar graficas y tendencias, la cantidad de armónicos y lecturas que puede almacenar se define según especificaciones técnicas del analizador de redes utilizado.

ANSI: (Instituto Nacional Americano), por sus siglas en inglés, American National Standards Institute.

Armónicos: en sistemas eléctricos de corriente alterna, son frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental de trabajo del sistema y cuya amplitud va decreciendo conforme aumenta el múltiplo. En el caso de un sistema alimentado por la red de 60Hz, pueden aparecer armónicos de 120Hz, 180Hz, 240Hz, etc. Los componentes armónicos se definen (según la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 60050)) como un componente de orden superior a 1 de la serie de Fourier de una cantidad periódica [IEV 161-02-18]. La transformada de Fourier es la representación en el dominio de la frecuencia de una función. Cuando se habla de los armónicos en las instalaciones de energía, son los armónicos de corriente los más preocupantes, puesto que son corrientes que generan efectos negativos.

Art.: Artículo.

AWG: siglas en Inglés de American Wire Gauge. Calibres de Cable Americano.

BAJA TENSIÓN: tensiones iguales o menores a 600 V.

°C: grados centígrados.

CAL: Centro del Aparato Locomotor.

Calidad de Energía: se puede definir como ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario. Además le concierne la estabilidad de tensión, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

CAESS: Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador. Distribuidora perteneciente al grupo AES encargada de distribuir y comercializar energía eléctrica en la zona norte de san salvador y en los departamentos de Chalatenango, Cuscatlán y Cabañas.

Carga: es la potencia o corriente que consume un circuito eléctrico.

Conductor: es un material que ofrece poca resistencia al paso de la electricidad. Generalmente son aleaciones o compuestos con electrones libres que permiten el movimiento de cargas.

CONDUIT: Tubería rígida metálica de aluminio.

Corriente: o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en $C \cdot s^{-1}$ (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio.

Cortocircuito: Es el contacto directo entre si o con tierra de los conductores energizados correspondiente a distintas fases. La corriente de cortocircuito puede ser cientos de veces mayores que la corriente nominal de operación. Si no se interrumpe en un rango de milésimas de segundo, el daño destructivo puede ser de muy severo para el aislamiento, fusión de los conductores, vaporización del metal, ionización de gases, arcos e incendios.

CRINA: Centro de Rehabilitación Integral para la Niñez y Adolescencia.

CKTO: Circuito eléctrico.

C.V.: Capital Variable

DEL SUR: Distribuidora y Comercializadora de Energía Eléctrica en la zona sur de san salvador y los departamentos de La Paz, San Vicente y Usulután.

Diagrama Unifilar: representación simbólica de un sistema eléctrico y sus elementos más importantes utilizando un solo hilo.

DC: siglas en inglés de Direct Current. Corriente Directa. Tipo de función de corriente o tensión cuya característica principal es mantenerse constante a lo largo del tiempo.

Energía: capacidad de realizar un trabajo.

EMT: siglas en inglés de Electrical Metallic Tubing. Tubería Eléctrica Metálica. Tipo de tubería conduit de acero galvanizada.

Factor de Potencia: es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, es una medida del desfase existente entre la tensión y la corriente en un sistema de corriente alterna.

Frecuencia: Para una onda, número de ciclos completos por segundo. Sus unidades son Hertz.

Generador: máquina utilizada para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.

HP: siglas en inglés de Horse Power. Caballos de Fuerza. Medida de potencia eléctrica o mecánica.

Hz.: Hertz. Es la unidad de frecuencia de una función.

Interruptor: Aparato o sistema de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y/o cierre de un circuito eléctrico. Puede ser unipolar, bipolar, tripolar o tetrapolar.

ISRI: Instituto Salvadoreño de Rehabilitación de Inválidos.

kg: Kilogramo

km.: Kilometro.

kVA: Kilo Voltio Amperio.

kW: Kilo Watts.

kWh: unidades de energía, kilowatts por hora.

Monofásico: suministro de energía eléctrica que se realiza con una fase y un neutro.

m.: metros.

MCM: Miles de Circular Mils.

MCOV: Voltaje máximo de operación continua.

mm.: milímetros.

MT.: Media Tensión.

MEDIA TENSIÓN: tensión superior a 600 V pero inferior a 155 kV.

NEC: siglas en inglés de National Electrical Code. Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos de América. Es un documento que regula y estandariza las instalaciones eléctricas seguras mínimas.

NEMA: siglas en inglés de National Electrical Manufacturer's Association. Asociación Nacional de Manufactura Eléctrica.

NEMA 1: según sistema de clasificación NEMA, cajas para uso de interiores en sitios donde no exista condiciones inusuales de servicio. Cajas de propósito general.

NM: siglas en inglés de Non.Metalic. Cubierta no metálica. Conductores aislados individualmente con PVC en colores y recubiertos exteriormente con PVC blanco que mantiene el conjunto en paralelo. Ambiente de baja humedad y para el uso de interiores.

NQOD: tablero para alumbrado según sistema de clasificación NEMA.

Ohmio: unidad de medida de la resistencia eléctrica. Su significado es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor, cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos, produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad de 1 amperio (cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor).

Potencia Activa: Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo.

Potencia Aparente: es la suma (vectorial) de la potencia que disipa dicho circuito y se transforma en calor o trabajo (conocida como potencia promedio, activa o real) y la potencia utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes que fluctuará entre estos componentes y la fuente de energía (conocida como potencia reactiva).

Potencia Reactiva: esta potencia no tiene el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil. Se mide en voltio-amperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q.

PVC: tipo de plástico compuesto por policloruro de vinilo.

Resistencia: es la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él, se simbolizada habitualmente como R.

Resistividad: es la propiedad del terreno que se opone al paso de la corriente eléctrica, la resistividad varía de acuerdo a las características del terreno.

Resistencia a Tierra: es la resistencia que nos ofrece el terreno hacia la corriente en un sistema de puesta a tierra, esta resistencia depende de la resistividad del terreno y área de los conductores

RMS: por sus siglas es El Valor Cuadrático medio de una corriente o voltaje variable en el tiempo, como la corriente alterna, se le denomina valor eficaz.

rpm: unidades de velocidad angular en revoluciones por minuto.

S.A.: Sociedad Anónima

SIGET: Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

Sobrecarga: exceso de carga sobre lo normal, que soporta un circuito o conductor. La mayoría de sobrecargas están entre un rango de seis veces la corriente nominal. Son causadas por aumentos temporales de corriente y ocurren cuando los motores arrancan. Estos aumentos de corriente con corta duración son normales. Las sobrecargas continuas son las que ocasionan daños en equipos y conductores y pueden ser causadas por motores defectuosos, equipos sobrecargados o demasiada carga en un cortocircuito.

Sobrecorriente: una condición anormal causada por el exceso de corriente debido a un cortocircuito a una sobrecarga.

Subestación: es un conjunto de elementos o dispositivos los cuales intervienen en el proceso de generación-consumo de energía eléctrica de una manera que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), tipo (c.a. o c.c.) o bien conservarle dentro de ciertas características.

Tablero: un panel o paneles individuales en donde se incluyen barras, dispositivos de protección contra sobrecorriente e interruptores para controlar circuitos eléctricos u otras cargas.

Telurómetro: equipo de medición que es capaz de medir la resistividad y resistencia de la tierra de un lugar determinado.

Tensión: Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en Voltios cuyo símbolo es V.

Tensión nominal: valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

TSJ: conductor formado por varios conductores aislados cada uno con aislamiento termoplástico de PVC y protegidos por una funda de Nylon, y el conjunto de conductores está protegido por un aislamiento termoplástico de PVC. Operación máxima de 60°C.

THHN: siglas en inglés de Thermoplastic High Heat resistant Nylon coated. Conductor con aislamiento termoplástico resistente al Calor con recubrimiento de Nylon. Aplicaciones para lugares secos y húmedos. Temperatura máxima de operación 90°C.

THDI: siglas en inglés de Total Harmonic Distortion of Current (tasa de distorsión armónica de la corriente). Es la relación entre el valor eficaz de las componentes armónicas de corriente y el correspondiente valor fundamental. Este valor cuantifica el efecto térmico de todos los armónicos.

THDV: siglas en inglés Total Harmonic Distortion of Voltage (tasa de distorsión armónica de voltaje). Es la relación entre el valor eficaz de las componentes armónicas de voltaje y el correspondiente valor fundamental.

THQL: interruptor termomagnético de 1 pulgada de ancho.

THQP: interruptor termomagnético de ½ pulgada de ancho.

THW: siglas en inglés de Temperature, Humidity, Weather. Conductores resistentes a altas temperaturas (expuestos al sol), humedad y clima.

Transformador: es una máquina eléctrica que permite aumentar, disminuir o mantener la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

Trifásico: suministro de energía eléctrica que se realiza con tres fases desfasadas entre sí 120 grados eléctricos.

TW: siglas en inglés de Thermoplastic Weather. Conductor termoplástico resistente a la humedad.

V: Voltios. Es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, fuerza electromotriz y la tensión. Se define como la diferencia de potencial existente entre dos puntos tales que hay que realizar un trabajo de 1 julio para trasladar del uno al otro la carga de 1 culombio.

WP: siglas en inglés de Weather Proof. Conductor resistente a la intemperie. Utilizado para tendido aérea en baja tensión.

ANEXOS

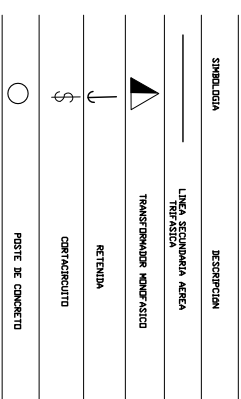
ANEXO 1.

INDICE

1A. PLANOS ELECTRICOS ACTUALES.....	251
• TRAZO DEL TENDIDO PRIMARIO.....	251
• TRAZO DEL TENDIDO SECUNDARIO.....	252
• DIAGRAMA UNIFILAR ACTUAL. POR CENTRO Y POR SUBESTACION...253	
▪ ADMINISTRACION SUPERIOR.....	254
▪ CRINA.....	255
▪ CAL.....	256
 1B. TIPOS DE ESTRUCTURAS UTILIZADAS EN EL TENDIDO PRIMARIO DEL ISRI	
NORMADAS POR LA SIGET.....	257
• DERIVACION CON CORTACIRCUITOS. CODIGO 23DC3.....	258
• INSTALACION DE CORTACIRCUITOS. CODIGO 23CC3.....	260
• CRUCE VERTICAL SENCILLO. CODIGO 23CV3.....	262
• TANGENTE ASIMETRICA. CODIGO 23TA3.....	264
• PROLONGACION DE FASES. CODIGO 23PF3.....	266

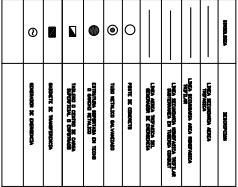
• REMATE HORIZONTAL. CODIGO 23RH3.....	268
• CORTE EN MARCO SENCILLO. CODIGO 23CMS3.....	270
• INSTALACION DE UN TRANSFORMADOR EXCLUSIVO NEUTRO COMUN NORMADA POR LA SIGET. CODIGO 23T1EC.....	272
• INSTALACION DE UN BANCO DE DOS TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS, NEUTRO COMUN. CODIGO 23T2EC.....	274
• INSTALACION DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS NEUTRO COMUN. CODIGO 23T3EC.....	276
• INSTALACION DE MEDICION SECUNDARIA TRIFILAR CON ACOMETIDA NORMADA POR LA SIGET.....	278
1C. TABLA 310.16 DEL NEC 2008.....	280
1D. TABLA 310.21 DEL NEC 2008.....	281
1E. TABLA 310.20 DEL NEC 2008. CAPACIDAD DE CORRIENTE NO MAS DE TRES CONDUCTORES EN CABLE MENSAJERO.....	282
1F. TABLA A. RESISTENCIA C.A. Y REACTANCIA INDUCTIVA DE CABLES ACSR.....	283
1H. TABLA B. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS CONDUCTORES ACSR....	284
1I. FIGURA C. MAXIMA INTENSIDAD DE VIENTO Y ZONAS DE CARGA EN EL SALVADOR. TOMADO DEL ACUERDO No 29-E-2000 DE LA SIGET.....	285

1A. PLANOS ELECTRICOS
TRAZO DEL TENDIDO PRIMARIO



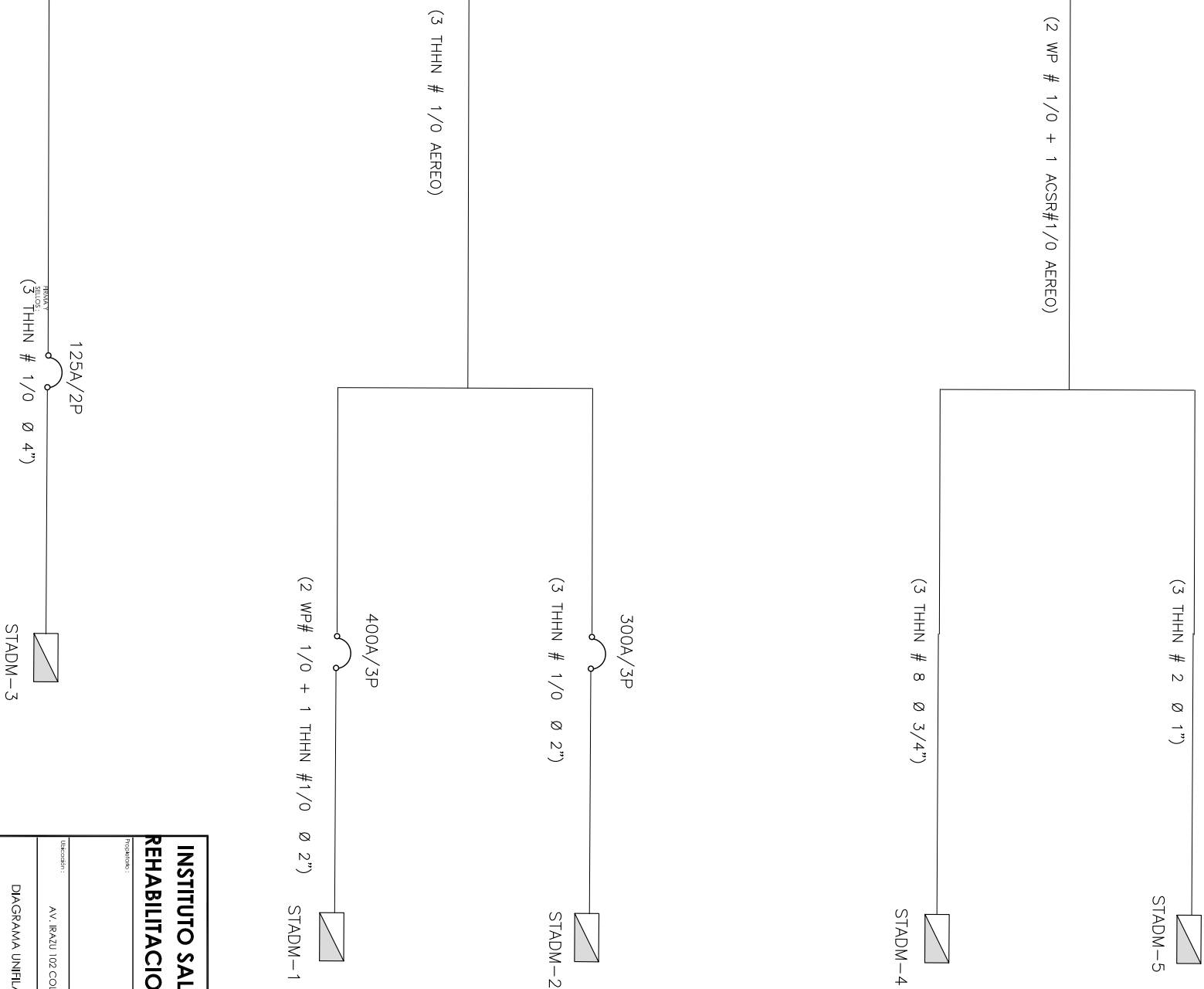
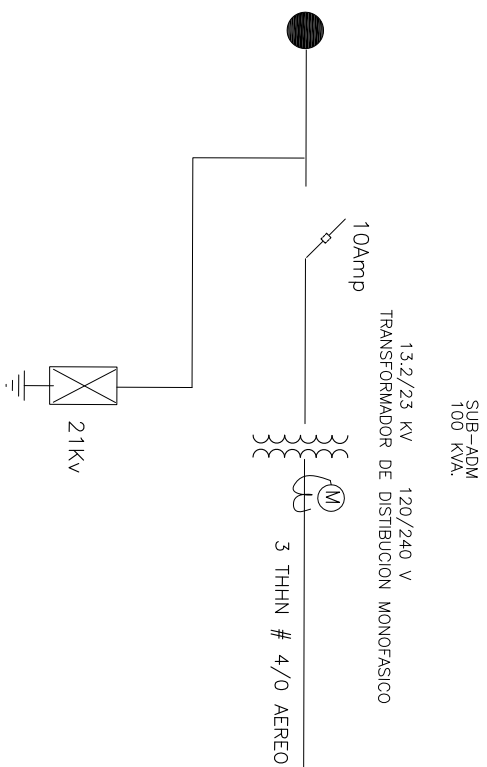
INSTITUTO SALVADOREÑO DE REHABILITACION DE INVALIDO					
Procedimiento :		Procedimiento :			
Identificación:		AV. ICAZU 102 COLONIA COSTA RICA			
ACOMETIDA PRIMARIA ACTUAL					
Exámio:	DANI CALDERON	Exámio:	DANI CALDERON	Fecha:	23 DE MAYO 2011
LUGAR PARA		Escrito:	Pregrabado	Monto base	
Credencial:	DANI CALDERON	Credencial:	PREGRABADO		
IE-08					

TRAZO DEL TENDIDO SECUNDARIO



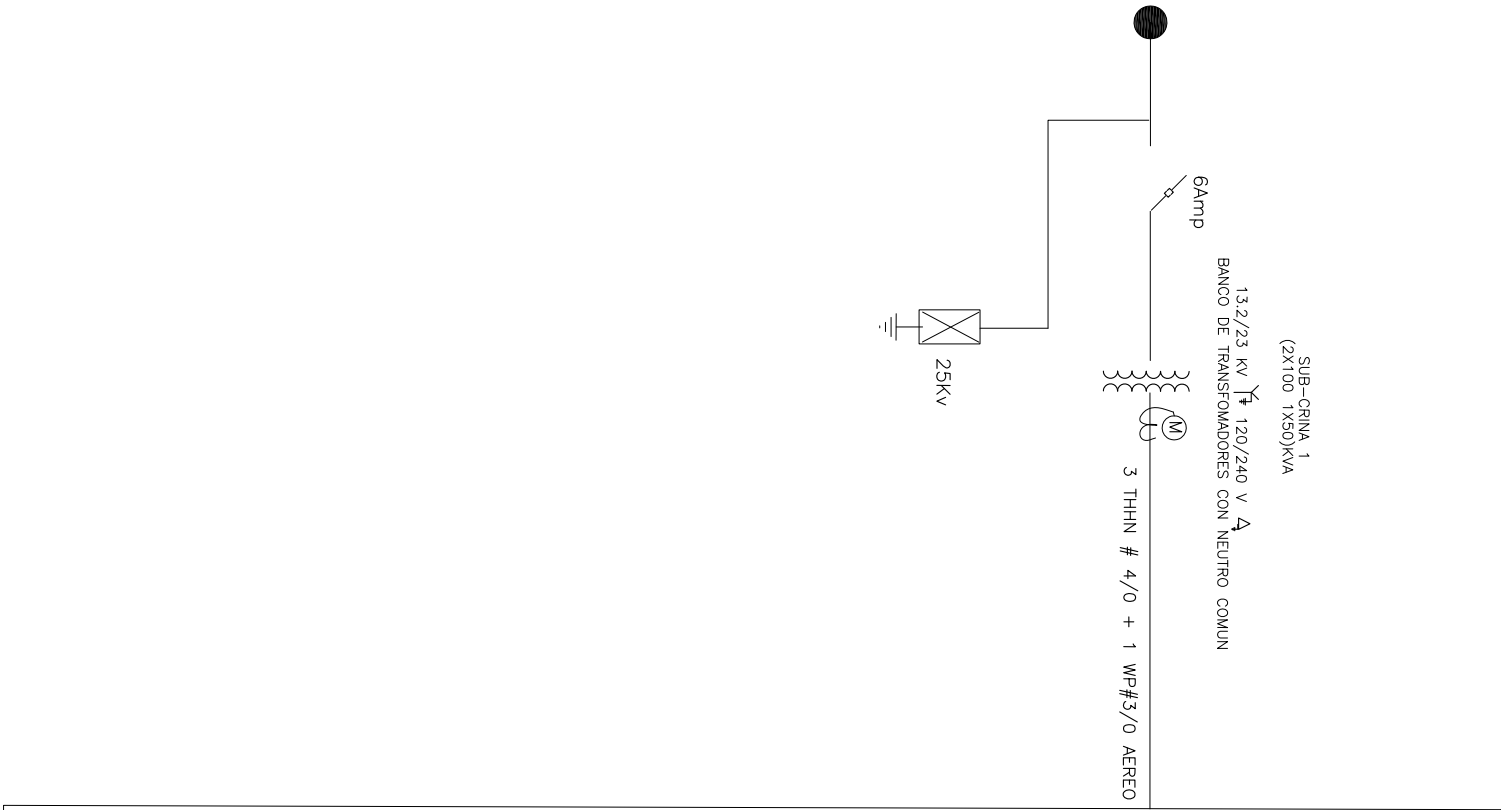
**DIAGRAMA UNIFILAR ACTUAL
POR CENTRO Y POR SUBESTACION.**

ADMINISTRACION SUPERIOR



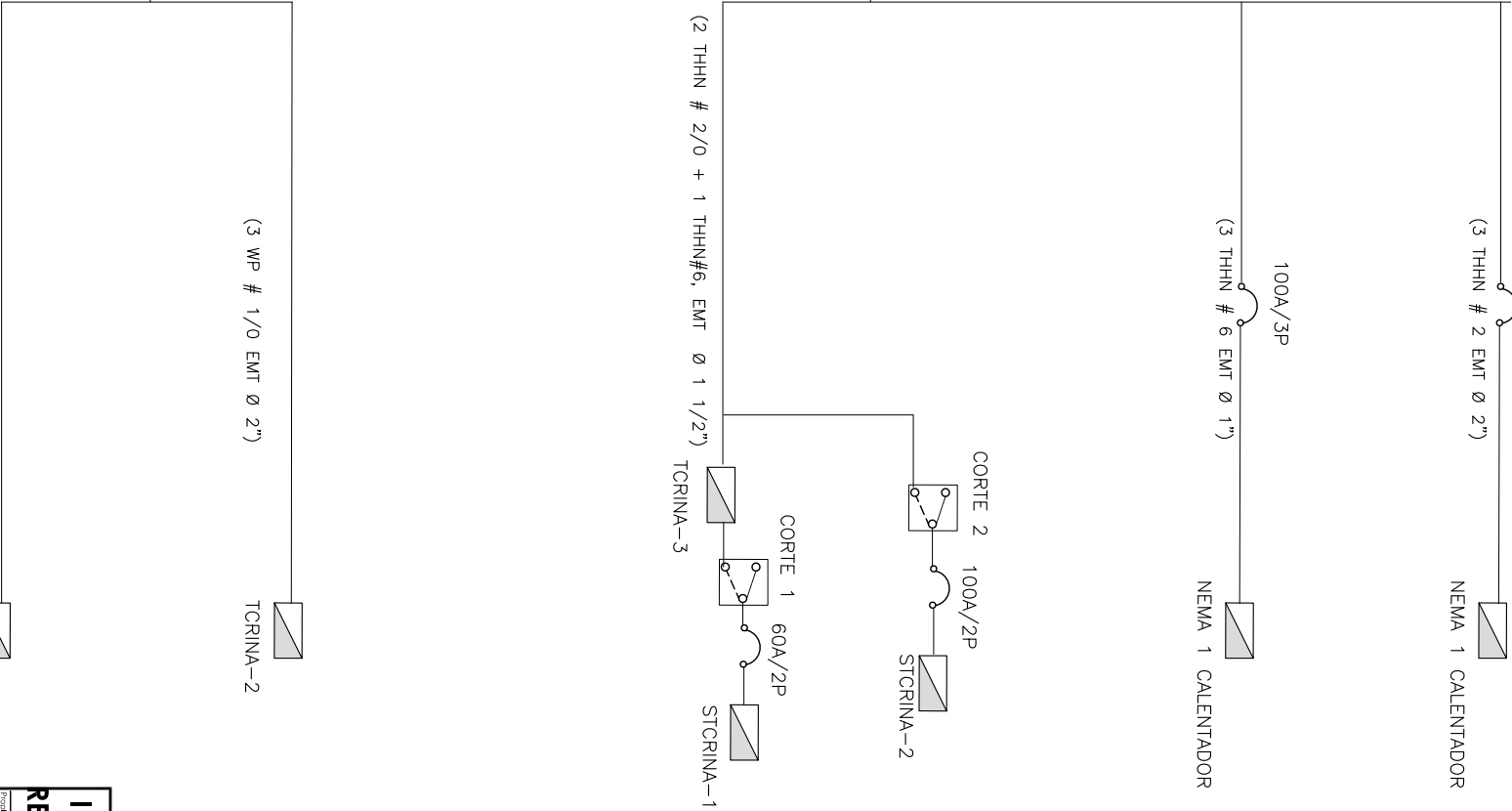
INSTITUTO SALVADOREÑO DE REHABILITACION DE INVALIDOS	
Procedimiento:	Procedimiento:
Unidad:	
AV. IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA	
DIAGRAMA UNILAR ADMINISTRACION	
Estado:	Fecha:
Estado:	23 DE MARZO 2011
Indicados	Revisado
Calculo:	Revisado
DIAGRAMA UNILAR ADMINISTRACION	
IE-01	

CRINA



(3 THHN # 4/0 + 1 ACSR#2 AEREO)

(2 WP # 1/0 + 1 ACSR#2 AEREO)



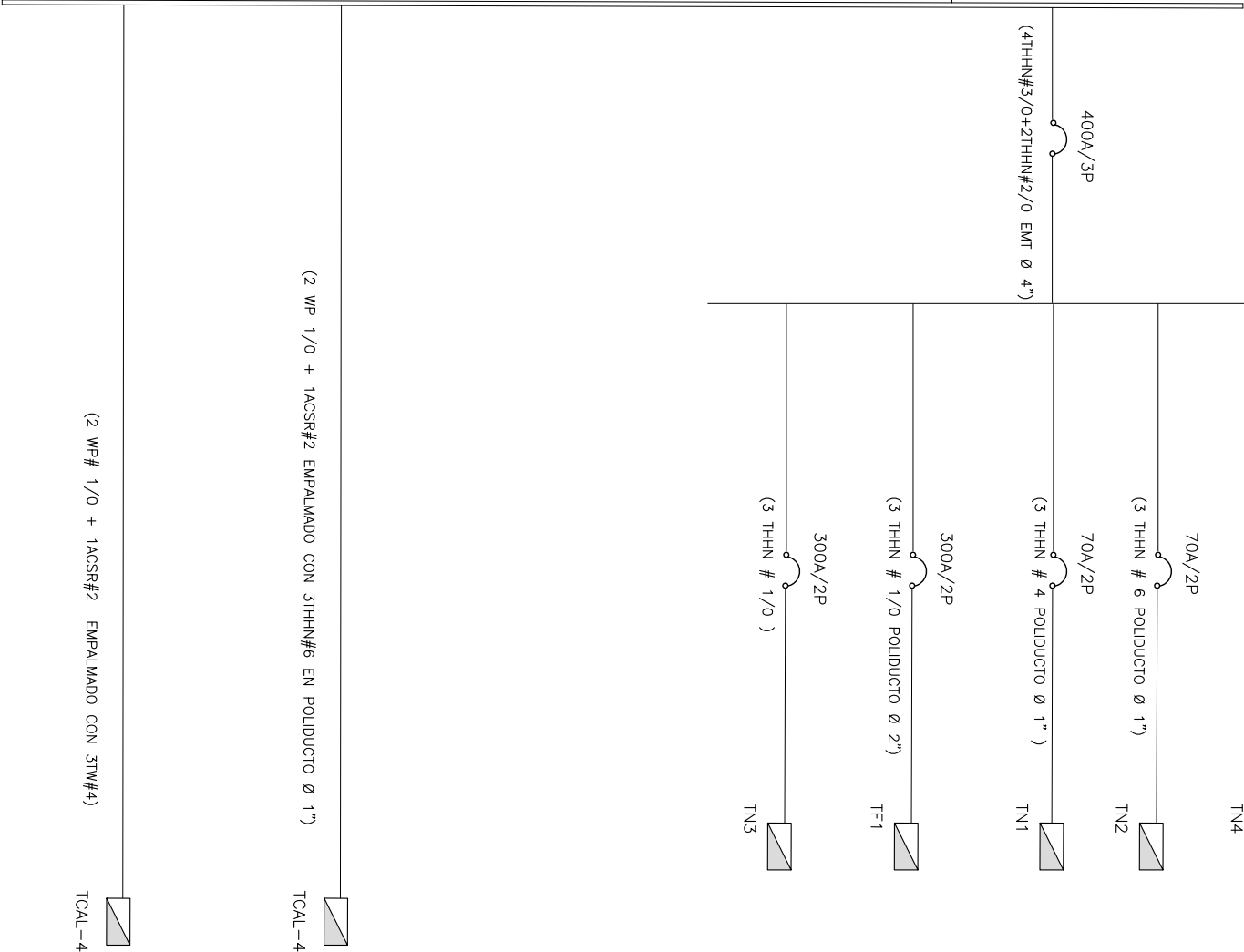
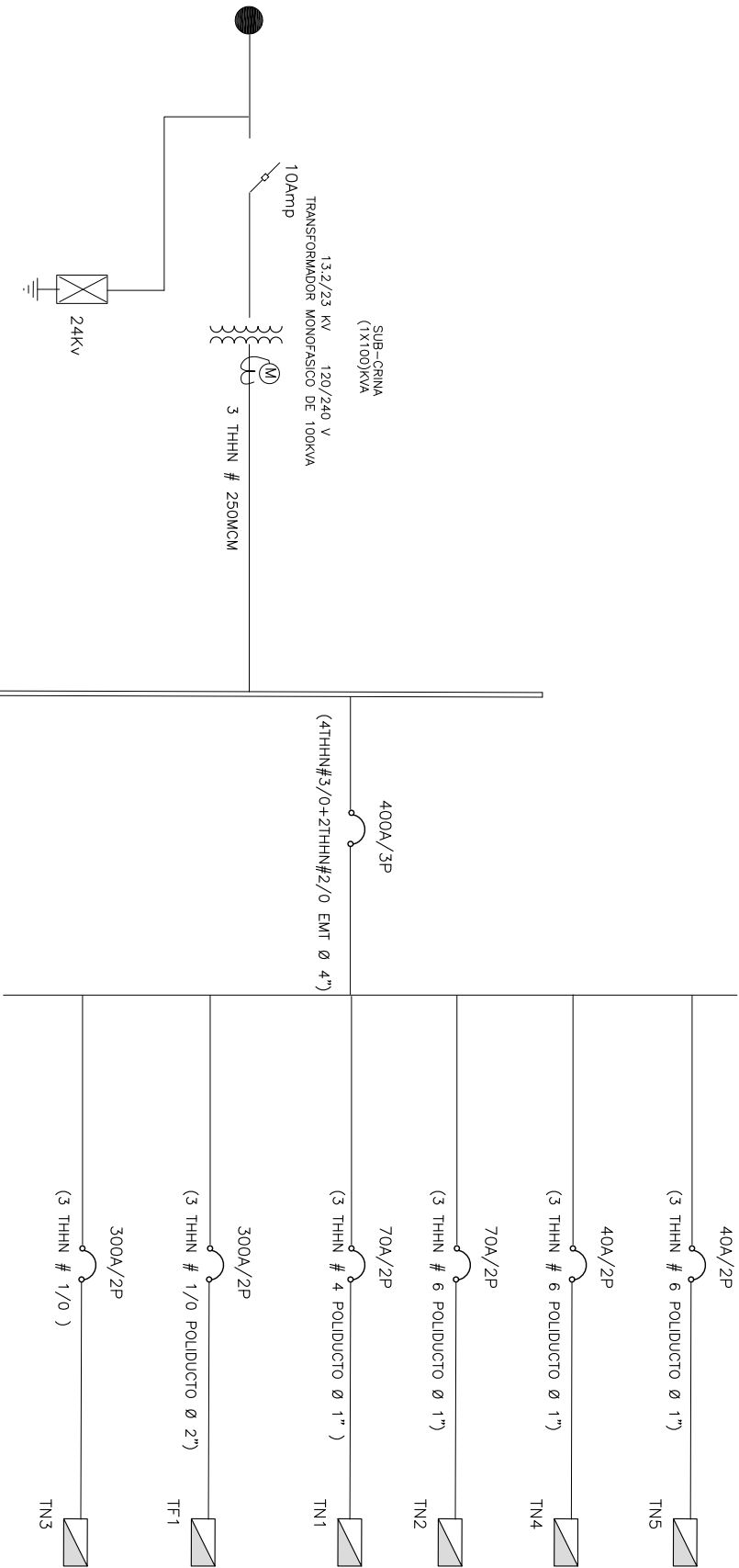
(3 WP# 4 EMT Ø 2")
TCRINA-1

(3 WP # 1/0 EMT Ø 2")
TCRINA-2

INSTITUTO SALVADOREÑO DE
REHABILITACION DE INVALIDO

Ubicación:		AV. IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA	
Proyecto:		DIAGRAMA UNIFILAR CRINA 250KVA	
Diseño:	Fecha:	23 DE MAYO 2011	
Escala:	Escala:	IE-02	
Revisado:	Revisado:		
Código:	Código:		
Archivo:	Archivo:	DIAGRAMA UNIFILAR	

CAL



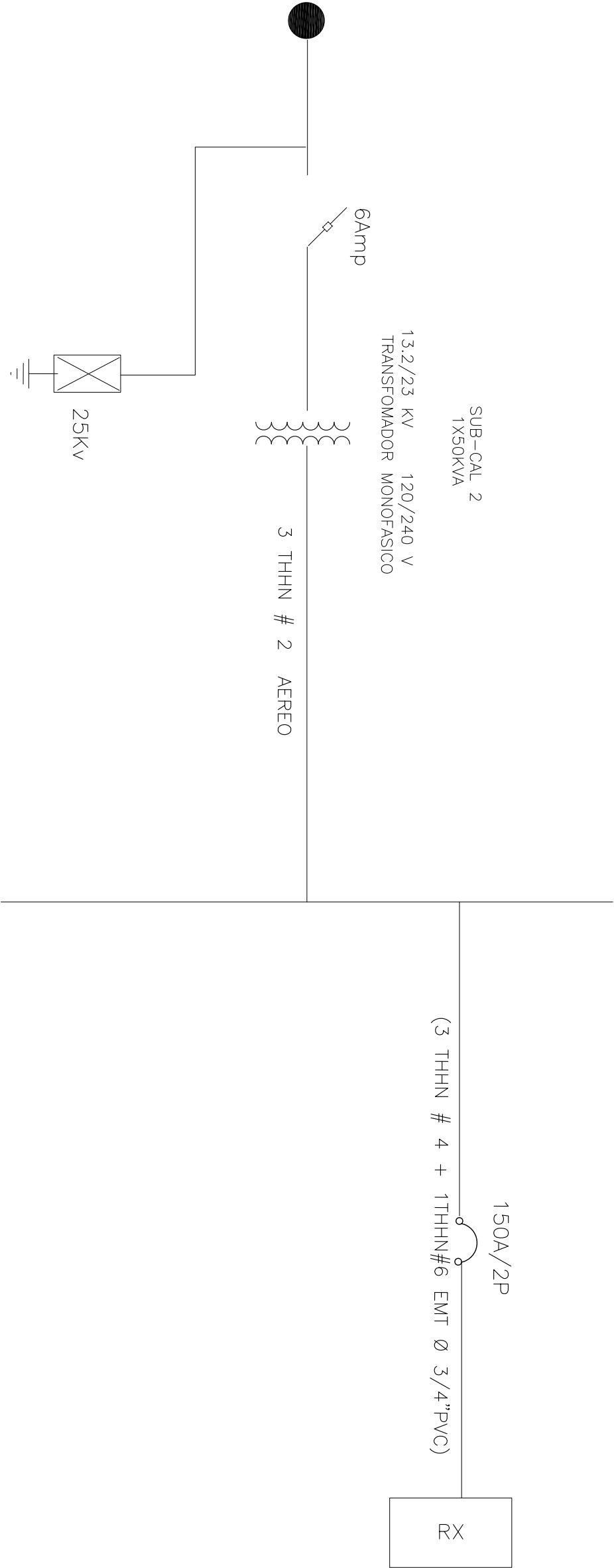
(2 WP# 1/0 + 1ACSR#2 EMPALMADO CON 3TW#4) TCAL-4

(2 WP 1/0 + 1ACSR#2 EMPALMADO CON 3THHN#6 EN POLIDUCTO Ø 1") TCAL-4

(2 WP# 1/0 + 1ACSR#2 EMPALMADO CON 3TW#4) TCAL-4

INSTITUTO SALVADOREÑO DE
REHABILITACION DE INVALIDO

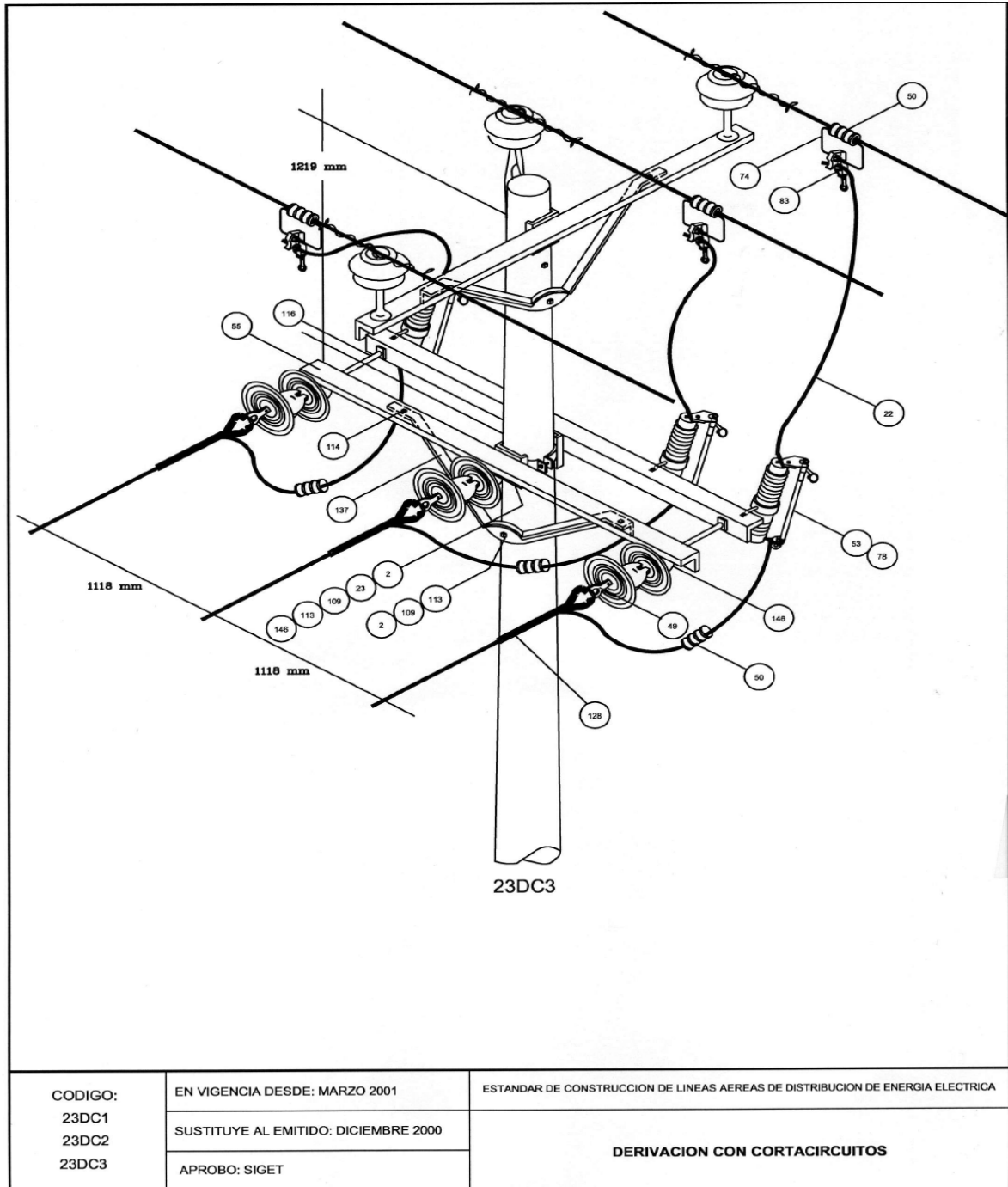
Proyecto :		Presupuesto :	
Ubicación :		Fecha :	
AV. IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA		23 DE MAYO 2011	
Diagrama Unifilar Calcrina 1X100KVA		Revisión :	
Dibujo :		Escala :	
23 DE MAYO 2011		Indicador :	
Revisión :		Archivo :	
Diagrama Unifilar		IE-03	



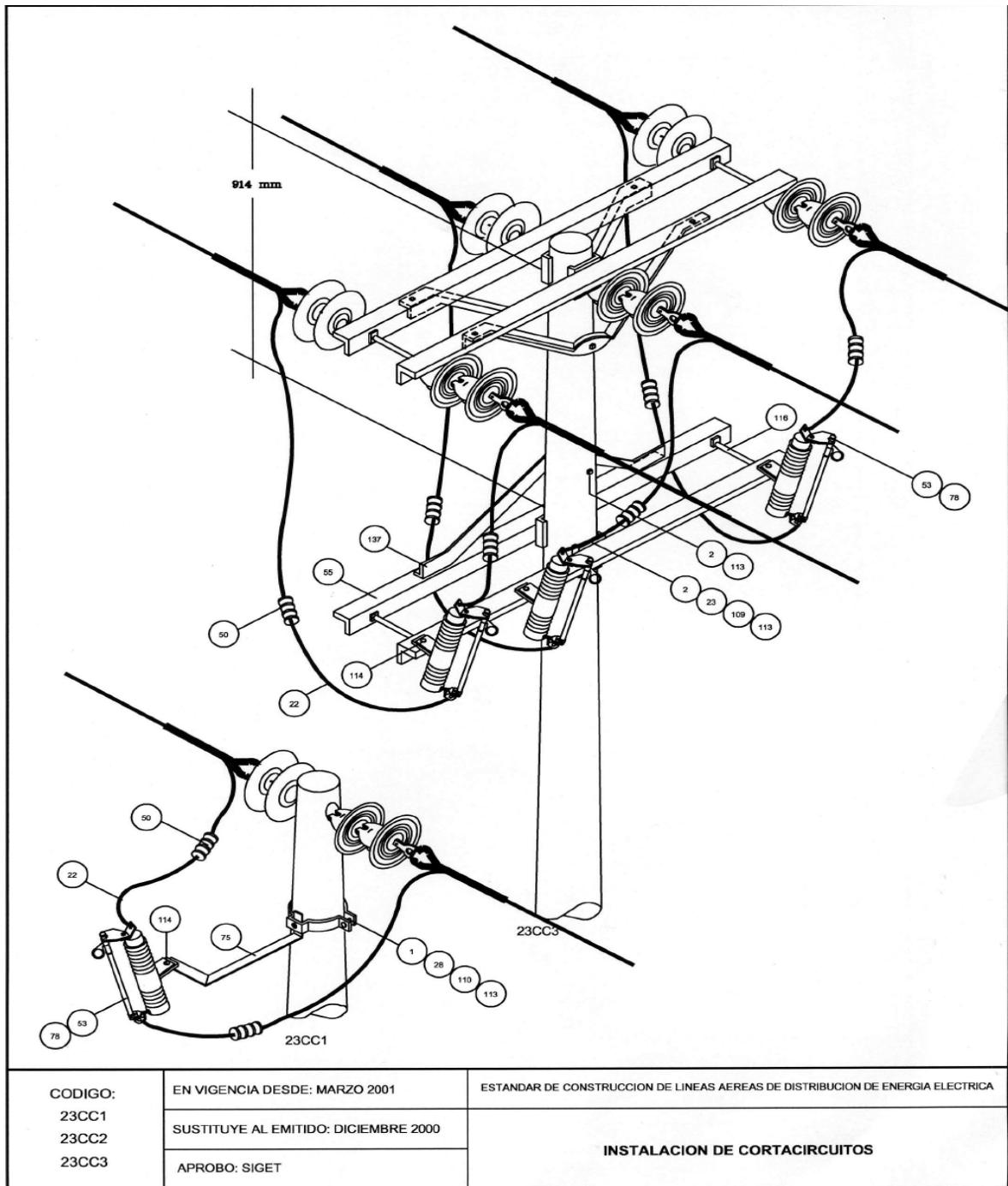
INSTITUTO SALVADOREÑO DE REHABILITACION DE INVALIDOS			
Proyecto No:		Proyecto No:	
Unidad: AV. RAZU 102 COLONIA COSTA RICA			
Diagrama Unifilar CAL 50KVA			
Revisión:	Fecha:	Revisión:	Fecha:
23 DE MAYO 2011	23 DE MAYO 2011	23 DE MAYO 2011	23 DE MAYO 2011
Escalera:	Escalera:	Escalera:	Escalera:
Diagrama Unifilar 50kV	Diagrama Unifilar 50kV	Diagrama Unifilar 50kV	Diagrama Unifilar 50kV
Revisión:			IE-05

**1B. TIPOS DE ESTRUCTURAS UTILIZADAS EN EL TENDIDO PRIMARIO DEL ISRI
NORMADAS POR LA SIGET**

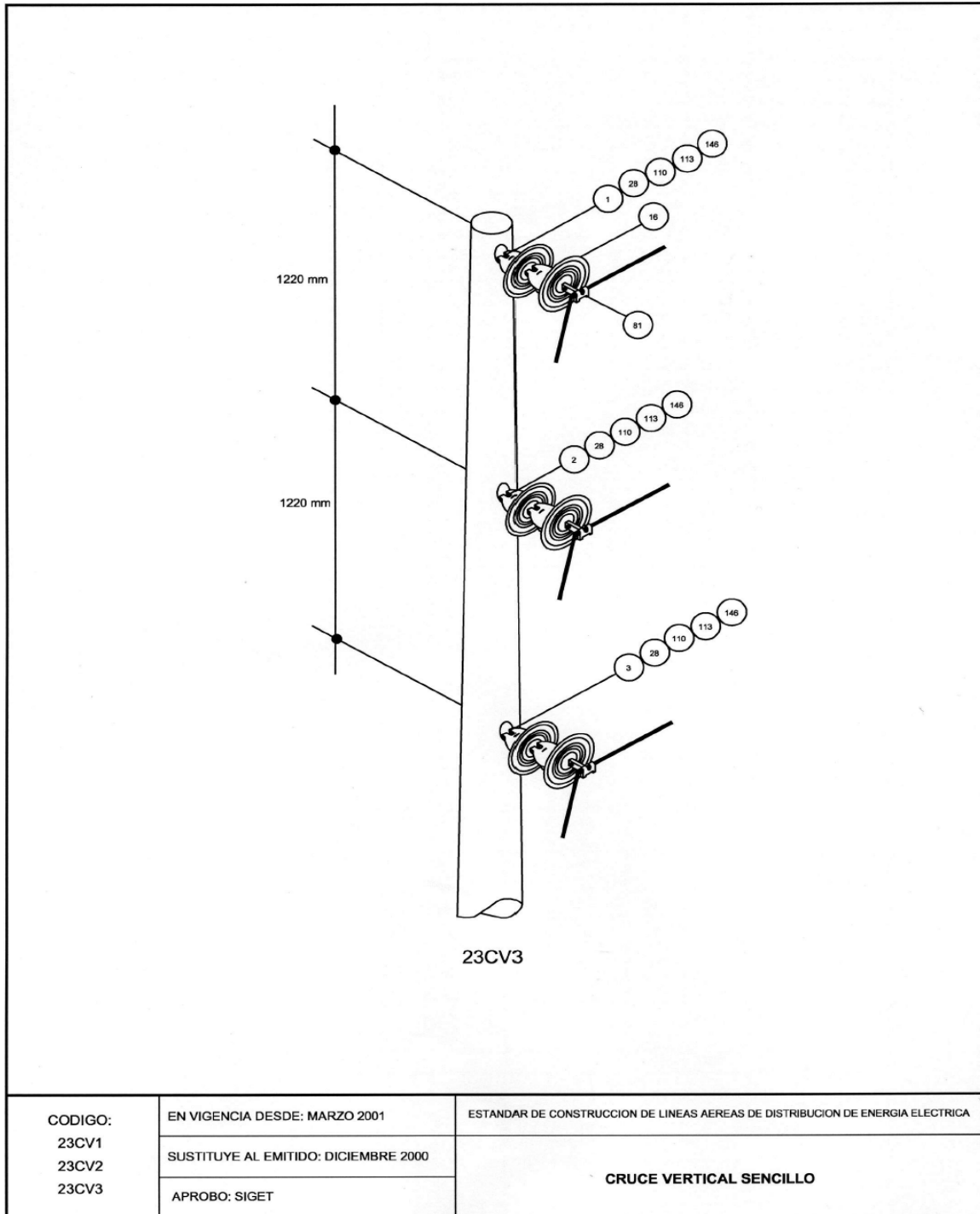
- DERIVACION CON CORTACIRCUITOS. CODIGO 23DC3



- INSTALACION DE CORTACIRCUITOS. CODIGO 23CC3



- CRUCE VERTICAL SENCILLO. CODIGO 23CV3



DESCRIPCION DE MATERIALES

[illegible]

OBSERVACIONES:									
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

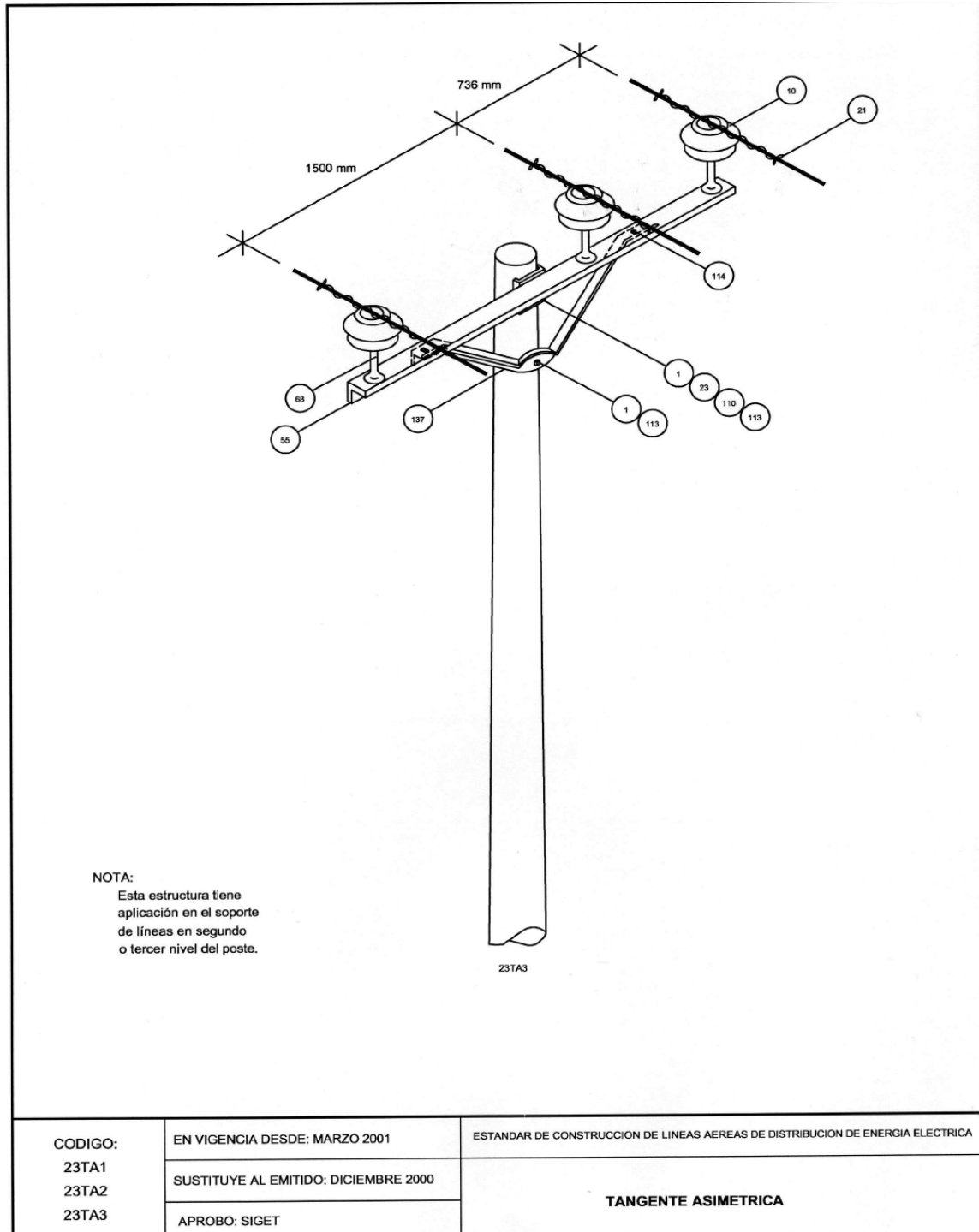
1. P: Perno
2. A: Abrazadera
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos $\frac{1}{2} \times 4 \frac{1}{2}$ " (12.7 x 114.3 mm)
4. S/R: según requisición.
5. La longitud de los vanos en zona urbana será de 40 a 60 metros.
6. El cable de retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N).
Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.
7. Para ángulos de desvío de línea de 60° a 90° o vanos entre postes mayores a 100mts., deberán utilizarse Varillas de Blindaje Preformadas en cada conductor.

VANO (metros)	CALIBRE AWG o MCM	TENSION DEL CONDUC. (N)	NUMERO DE RETENIDAS	ANGULOS MAX. (°CR)
50	750 AAC	17469.48	3	16° - 60°
60	397.5 AAC	9481.5	2	31° - 60°
60	4/0 AAC	5106.78	2	60° - 90°
60	2 ACSR	4223.8	2	60° - 90°
60 **	750 AAC	17469.48	4	16° - 60°
80 **	397.5 AAC	9481.5	3	31° - 60°
105 **	4/0 AAC	5106.78	3	51° - 90°
165 **	2 ACSR	4223.8	3	60° - 90°

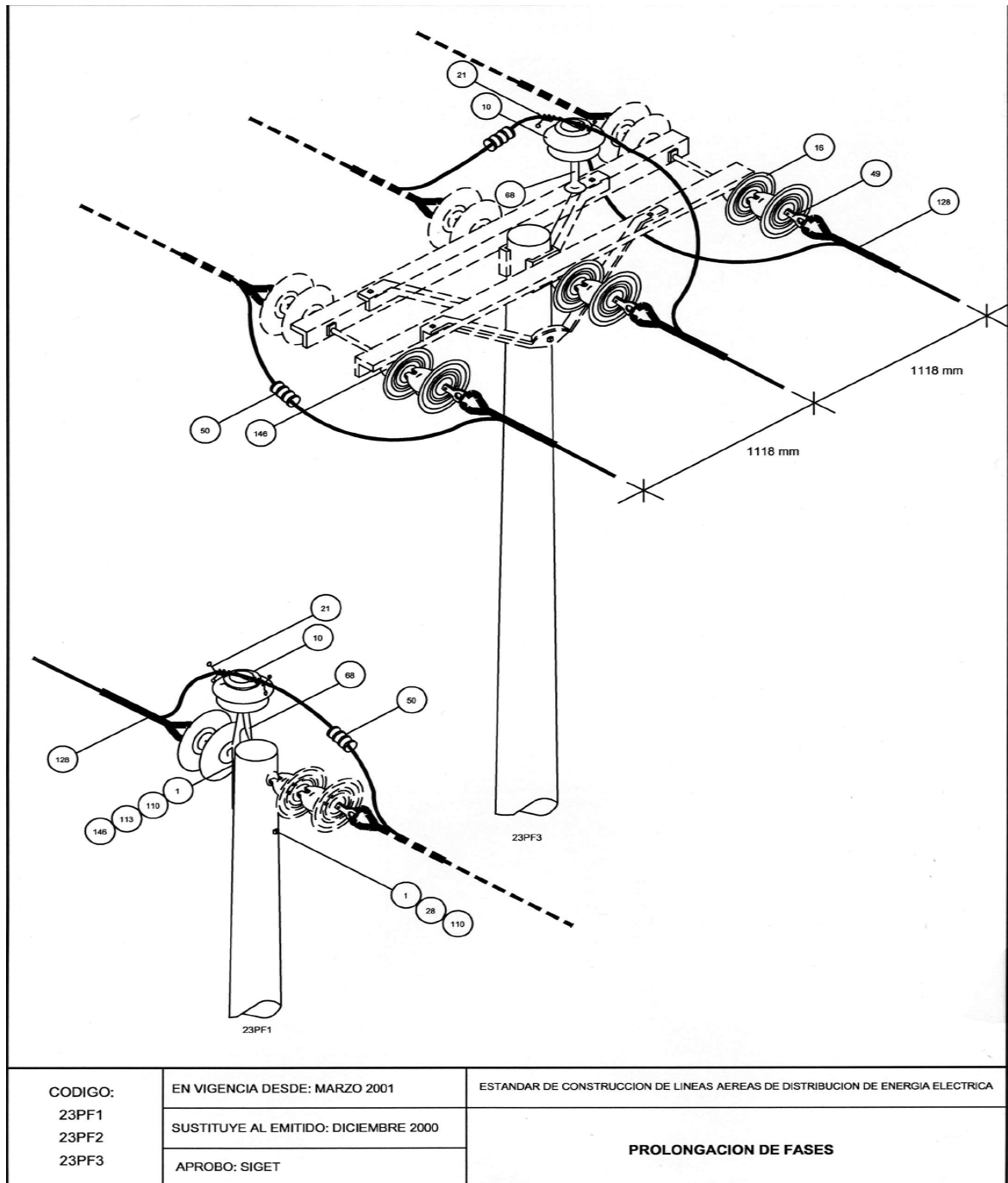
** Vano máxi * CR: con retenida

TENSION MAXIMA POR CONDUCTOR: 13750 NEWTON	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001	ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000	CRUCE VERTICAL SENCILLO (ANGULAR)
	APROBO: SIGET	

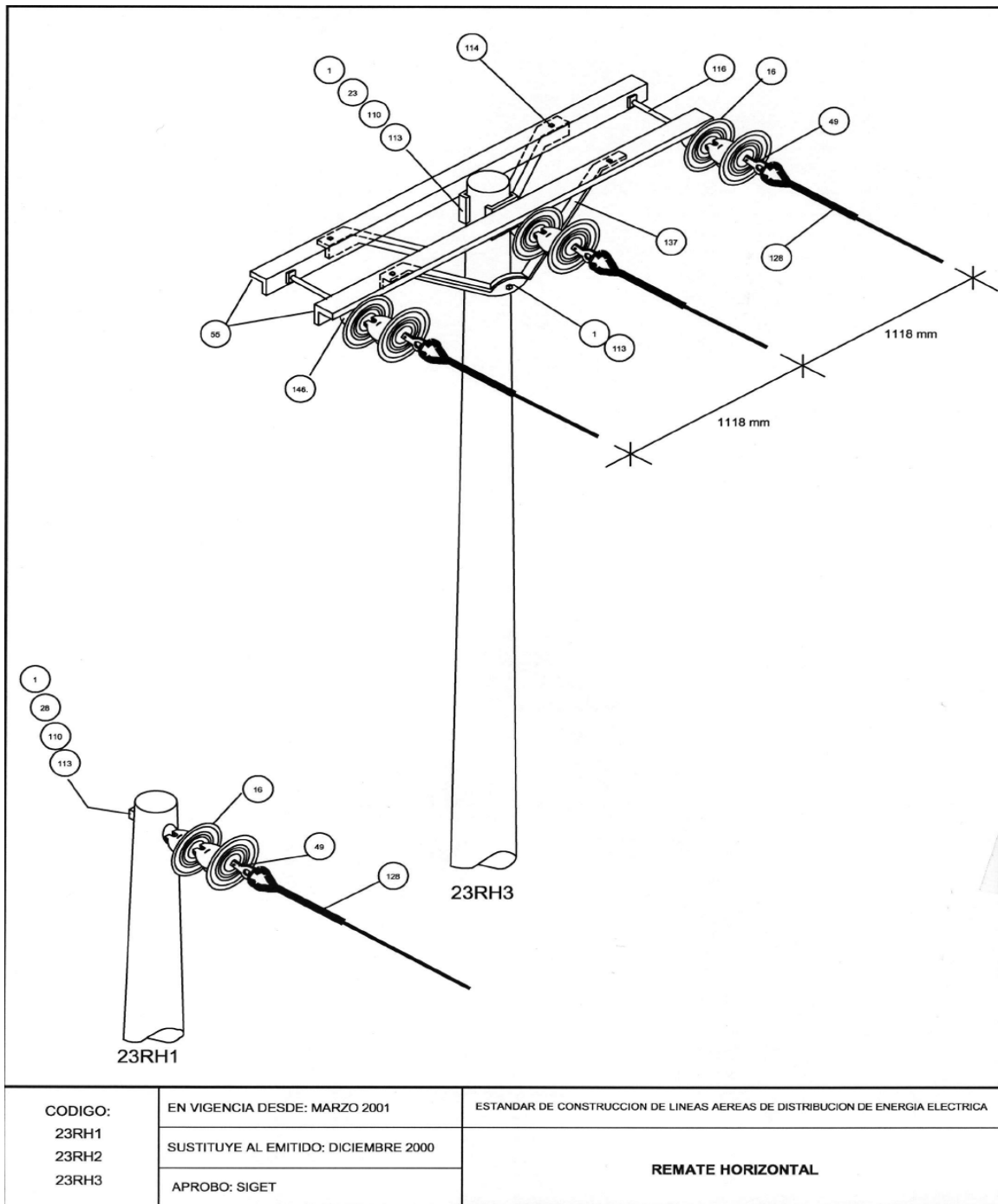
- TANGENTE ASIMETRICA. CODIGO 23TA3



- PROLONGACION DE FASES. CODIGO 23PF3.

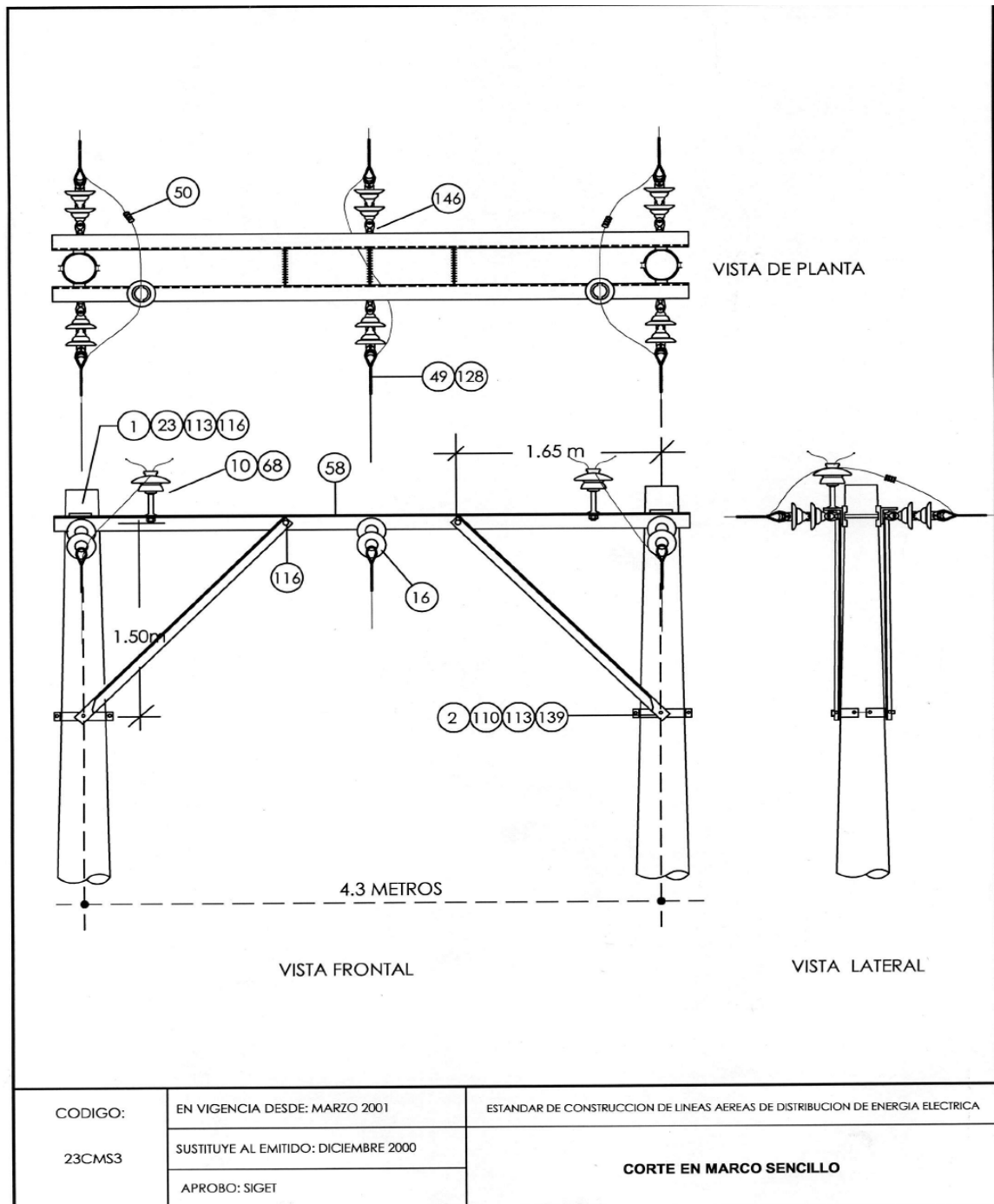


• REMATE HORIZONTAL. CODIGO 23RH3



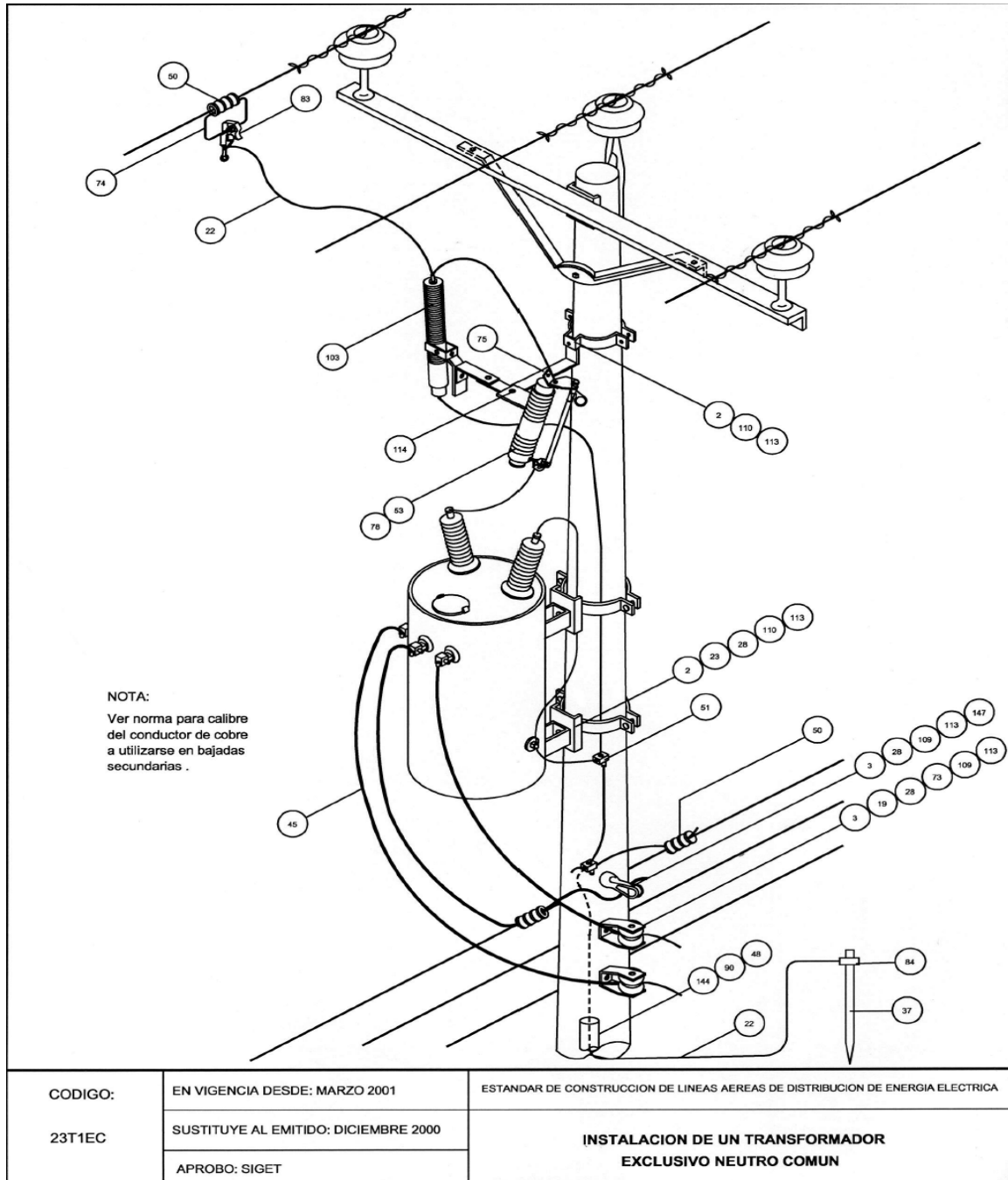
269

- CORTE EN MARCO SENCILLO. CODIGO 23CM23

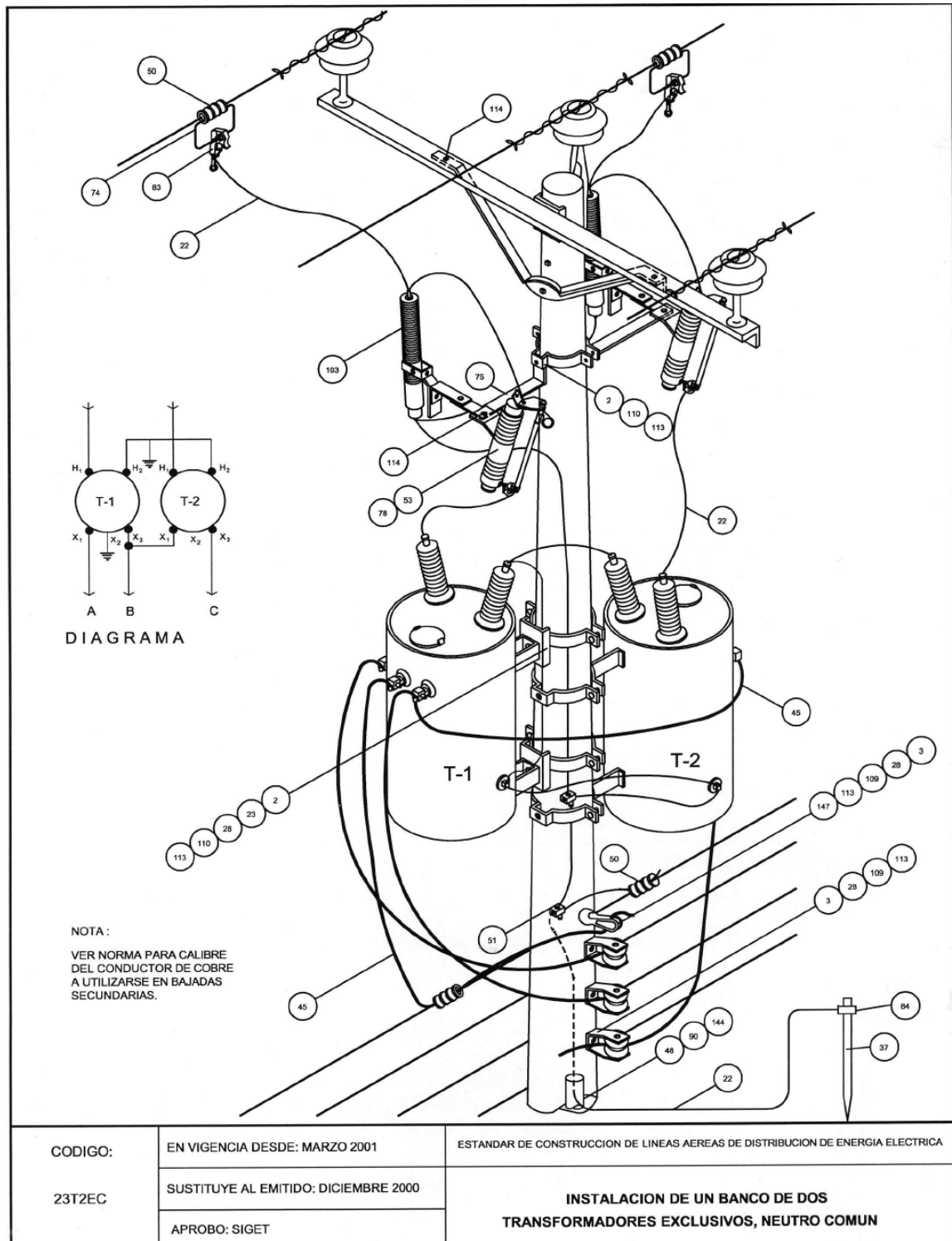


DESCRIPCION DE MATERIALES																																			
ESTRUCTURA: ESTRUCTURA CORTE EN MARCO SENCILLO			COD: 23CMS3																																
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	CANTIDAD																																
			P	A																															
1		Abrazadera completa 6 - 6 5/8" (152.4 - 168.3 mm)		2																															
2		Abrazadera completa 7 - 7 5/8" (177.8 - 193.7 mm)		2																															
10		Aislador tipo espiga 23 kV, clase ANSI 56-1	2	2																															
16		Aislador de suspensión 23 KV, clase ANSI 52-4	12	12																															
21		Alambre para amarre S/R	6m	6m																															
23		Almohadilla para crucero	4	4																															
49		Clevis de remate S/R	6	6																															
50		Conector de compresión S/R	3	3																															
68		Espiga para crucero Ho. 23 kV, 8" (203.2 mm)	2	2																															
58		Crucero angular de hierro de 4700 x 76.2 x 76.2 x 6.4 mm	2	2																															
110		Perno máquina 5/8 x 10" (15.9 x 254 mm)	2																																
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)		8																															
116		Perno todo rosca 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)	5	3																															
128		Remate preformado S/R	6	6																															
139		Tirante de 2540 x 38.1 x 38.1 x 6.4 mm	4	4																															
146		Tuerca argolla 5/8" (15.9 mm)	6	6																															
OBSERVACIONES:																																			
1. P: Perno																																			
2. A: Abrazadera																																			
3. Abrazadera completa: incluye solamente pernos de los extremos ½ x 4 ½" (12.7 x 114.3 mm).																																			
4. S/R: Según requisición.																																			
5. m: metros.																																			
6. El cable de la retenida será de acero galvanizado 5/16" (7.9 mm), Extra High Strength (49800 N). Independientemente del número de retenidas indicado en la tabla, se instalarán las respectivas retenidas en dirección opuesta a cada tramo de línea rematado. Para el material requerido en el anclaje, ver estándar respectivo.																																			
7. Los cruceros y tirantes de esta estructura están calculados para un vano de 400 m y calibre de conductor 4/0 ACSR, para otras longitudes de vano se deberán realizar los cálculos electromecánicos necesarios, para el dimensionamiento de los referidos herrajes.																																			
<table><tr><th>CLASE DEL POSTE</th><th>VANO (metros)</th><th>CALIBRE (AWG)</th><th>TENSION DEL CONDUCTOR (N)</th><th>ANGULO MAXIMO</th></tr><tr><td rowspan="3">750</td><td>300</td><td>4/0 ACSR</td><td>12369.6</td><td>0</td></tr><tr><td>400</td><td>1/0 ACSR</td><td>6490.2</td><td>0</td></tr><tr><td>500</td><td>2 ACSR</td><td>4223.8</td><td>0</td></tr><tr><td rowspan="3">1000</td><td>400</td><td>4/0 ACSR</td><td>12369.6</td><td>0</td></tr><tr><td>550</td><td>1/0 ACSR</td><td>6490.2</td><td>0</td></tr><tr><td>650</td><td>2 ACSR</td><td>4223.8</td><td>0</td></tr></table>					CLASE DEL POSTE	VANO (metros)	CALIBRE (AWG)	TENSION DEL CONDUCTOR (N)	ANGULO MAXIMO	750	300	4/0 ACSR	12369.6	0	400	1/0 ACSR	6490.2	0	500	2 ACSR	4223.8	0	1000	400	4/0 ACSR	12369.6	0	550	1/0 ACSR	6490.2	0	650	2 ACSR	4223.8	0
CLASE DEL POSTE	VANO (metros)	CALIBRE (AWG)	TENSION DEL CONDUCTOR (N)	ANGULO MAXIMO																															
750	300	4/0 ACSR	12369.6	0																															
	400	1/0 ACSR	6490.2	0																															
	500	2 ACSR	4223.8	0																															
1000	400	4/0 ACSR	12369.6	0																															
	550	1/0 ACSR	6490.2	0																															
	650	2 ACSR	4223.8	0																															
TENSION MAXIMA POR CONDUCTOR: 13750 NEWTON	EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001		ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA																																
	SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000		CORTE EN MARCO SENCILLO																																
	APROBO: SIGET																																		

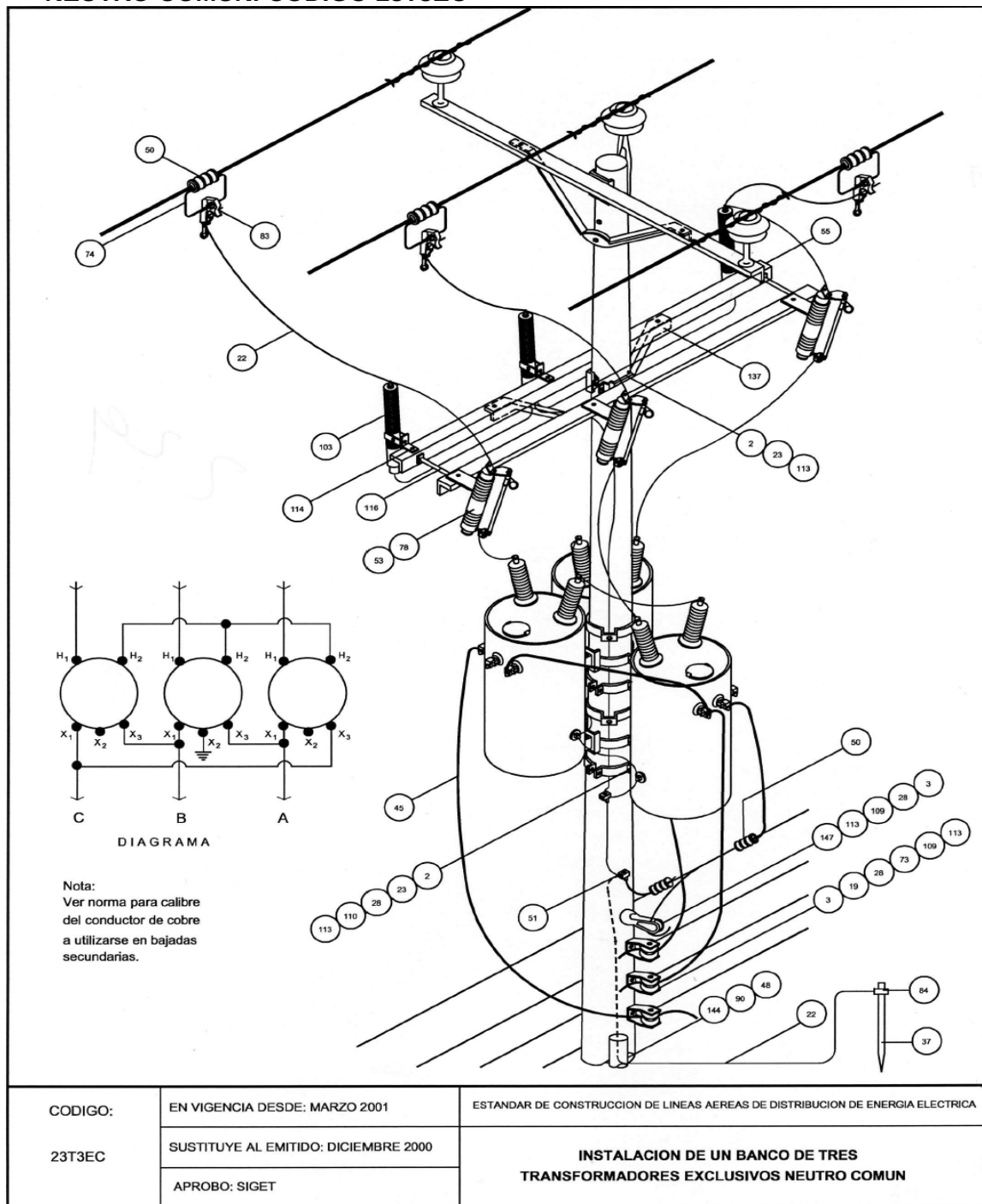
- **INSTALACION DE UN TRANSFORMADOR EXCLUSIVO NEUTRO COMUN
NORMADA POR LA SIGET. CODIGO 23T1EC**



- **INSTALACION DE UN BANCO DE DOS TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS, NEUTRO COMUN. CODIGO 23T2EC**



- **INSTALACION DE UN BANCO DE TRES TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS NEUTRO COMUN. CODIGO 23T3EC**



ESTRUCTURA:			DESCRIPCION DE MATERIALES																																																												
INSTALACION DE TRES TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS, NEUTRO COMUN			COD: 23T3EC																																																												
			VOLTAJE NOMINAL: 24.9 kV																																																												
No	CODIGO ALMACEN	DESCRIPCION	CANTIDAD																																																												
			P	A																																																											
2		Abrazadera completa 7 - 7 5/8" (177.8 - 193.7 mm)	1	8																																																											
3		Abrazadera completa 8 - 8 5/8" (203.2 - 219.1 mm)		4																																																											
19		Aislador tipo carrete, clase ANSI 53-2	3	3																																																											
22		Alambre de cobre #4, desnudo	28 m @	28 m @																																																											
23		Almohadilla para crucero	8	8																																																											
28		Arandela redonda 5/8" (15.9 mm)	11																																																												
37		Barra para polo tierra 5/8" x 8' (15.9 mm x 2.4 m)	1 *	1 *																																																											
45		Cable de cobre forro plástico S/R	16 m	16 m																																																											
48		Cinta metálica band-it 1/2" (12.7 mm)	4 m	4 m																																																											
50		Conector de compresión S/R	5	5																																																											
51		Conector universal S/R	2	2																																																											
53		Cortacircuito 25 kV, 100 A	3	3																																																											
55		Crucero angular de hierro 94" (2388 mm)	2	2																																																											
73		Estribo para carrete	3	3																																																											
74		Estribo para grapa línea viva S/R	3	3																																																											
78		Fusible tipo "T" S/R	3	3																																																											
83		Grapa para línea viva	3	3																																																											
84		Grapa para polo tierra	1 *	1 *																																																											
90		Hebilla band-it ½" (12.7 mm)	4	4																																																											
103		Pararrayos tipo distribución 21kV	3	3																																																											
109		Perno máquina 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)	4																																																												
110		Perno máquina 5/8 x 10" (15.9 x 254 mm)	7																																																												
113		Perno máquina 5/8 x 2" (15.9 x 50.8 mm)	1	13																																																											
114		Perno máquina 1/2 x 1 1/2" (12.7 x 38.1 mm)	8	8																																																											
116		Perno todo rosca 5/8 x 12" (15.9 x 304.8 mm)	2	2																																																											
137		Tirante en "V" de 45" (1143 mm)	1	1																																																											
144		Tubo de acero galvanizado 1/2" (12.7 mm)	2 m	2 m																																																											
147		Tuerca argolla 5/8" (15.9 mm) con canal	1	1																																																											
OBSERVACIONES:																																																															
1. P: Perno																																																															
2. A: Abrazadera																																																															
- Las observaciones sobre la instalación de transformadores de los estandares anteriores, son aplicables a estos.																																																															
<table><tr><th>KVA NOMINALES</th><th>NUMERO MIN. DE ELECTRODOS</th><th>RESISTENCIA (Ohmios)</th></tr><tr><td>5 - 15</td><td>1</td><td>25</td></tr><tr><td>25</td><td>1</td><td>20</td></tr><tr><td>37.5</td><td>1</td><td>15</td></tr><tr><td>50</td><td>1</td><td>12</td></tr><tr><td>75</td><td>2</td><td>8</td></tr><tr><td>100</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>		KVA NOMINALES	NUMERO MIN. DE ELECTRODOS	RESISTENCIA (Ohmios)	5 - 15	1	25	25	1	20	37.5	1	15	50	1	12	75	2	8	100	3	6	<table><tr><th rowspan="2">CAPACIDAD DE TRANSFORMAD.</th><th rowspan="2">EN BANCO CON</th><th colspan="2">COND. DE BAJADAS SECUNDARIAS</th></tr><tr><th>FASES A, B E INTERCONEXION</th><th>FASE C Y NEUTRO</th></tr><tr><td>2 x 25</td><td>25, 37.5, 50</td><td>2/0 AWG</td><td>2/0 AWG</td></tr><tr><td>2 x 37.5</td><td>37.5, 50</td><td>4/0 AWG</td><td>2/0 AWG</td></tr><tr><td></td><td>75</td><td>250 MCM</td><td>2/0 AWG</td></tr><tr><td>2 x 50</td><td>50, 75</td><td>250 MCM</td><td>2/0 AWG</td></tr><tr><td></td><td>100</td><td>2 x 2/0 AWG</td><td>4/0 AWG</td></tr><tr><td>2 x 75</td><td>75</td><td>2 x 2/0 AWG</td><td>250 MCM</td></tr><tr><td></td><td>100</td><td>2 X 4/0 AWG</td><td>250 MCM</td></tr><tr><td>2 x 100</td><td>100</td><td>2 X 250 MCM</td><td>2 x 2/0 AWG</td></tr></table>			CAPACIDAD DE TRANSFORMAD.	EN BANCO CON	COND. DE BAJADAS SECUNDARIAS		FASES A, B E INTERCONEXION	FASE C Y NEUTRO	2 x 25	25, 37.5, 50	2/0 AWG	2/0 AWG	2 x 37.5	37.5, 50	4/0 AWG	2/0 AWG		75	250 MCM	2/0 AWG	2 x 50	50, 75	250 MCM	2/0 AWG		100	2 x 2/0 AWG	4/0 AWG	2 x 75	75	2 x 2/0 AWG	250 MCM		100	2 X 4/0 AWG	250 MCM	2 x 100	100	2 X 250 MCM	2 x 2/0 AWG
KVA NOMINALES	NUMERO MIN. DE ELECTRODOS	RESISTENCIA (Ohmios)																																																													
5 - 15	1	25																																																													
25	1	20																																																													
37.5	1	15																																																													
50	1	12																																																													
75	2	8																																																													
100	3	6																																																													
CAPACIDAD DE TRANSFORMAD.	EN BANCO CON	COND. DE BAJADAS SECUNDARIAS																																																													
		FASES A, B E INTERCONEXION	FASE C Y NEUTRO																																																												
2 x 25	25, 37.5, 50	2/0 AWG	2/0 AWG																																																												
2 x 37.5	37.5, 50	4/0 AWG	2/0 AWG																																																												
	75	250 MCM	2/0 AWG																																																												
2 x 50	50, 75	250 MCM	2/0 AWG																																																												
	100	2 x 2/0 AWG	4/0 AWG																																																												
2 x 75	75	2 x 2/0 AWG	250 MCM																																																												
	100	2 X 4/0 AWG	250 MCM																																																												
2 x 100	100	2 X 250 MCM	2 x 2/0 AWG																																																												
EN VIGENCIA DESDE: MARZO 2001		ESTANDAR DE CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA																																																													
SUSTITUYE AL EMITIDO: DICIEMBRE 2000		INSTALACION DE TRES TRANSFORMADORES EXCLUSIVOS NEUTRO COMUN																																																													
APROBO: SIGET																																																															

- **INSTALACION DE MEDICION SECUNDARIA TRIFILAR CON ACOMETIDA NORMADA POR LA SIGET**

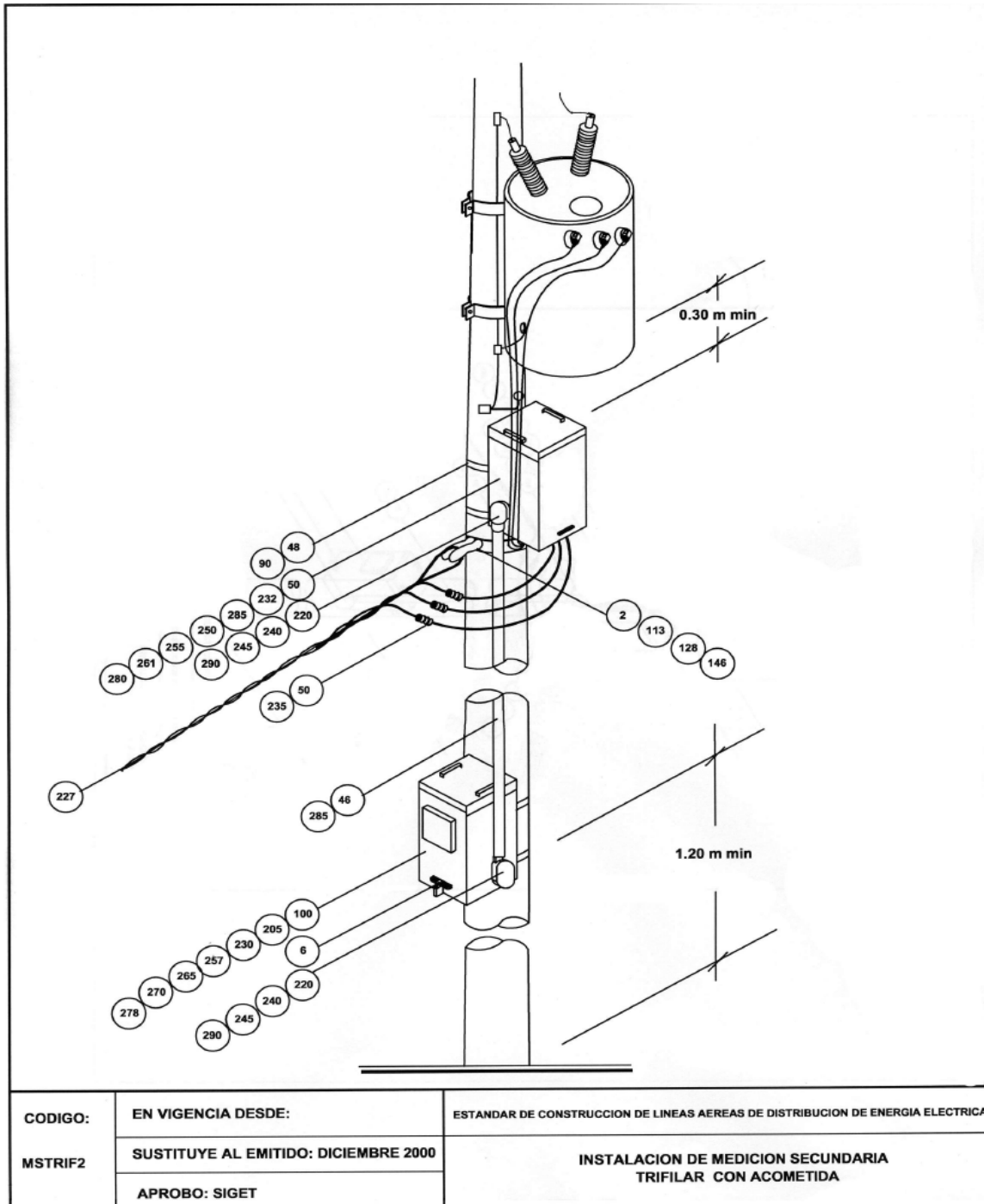


TABLA 310.16 DEL NEC 2008.

Table 310.16 Allowable Ampacities of Insulated Conductors Rated 0 Through 2000 Volts, 60°C Through 90°C (140°F Through 194°F), Not More Than Three Current-Carrying Conductors in Raceway, Cable, or Earth (Directly Buried), Based on Ambient Temperature of 30°C (86°F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A).]						Size AWG or kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Types TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Types TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
CORRECTION FACTORS							
Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 30°C (86°F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp. (°F)
21–25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70–77
26–30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78–86
31–35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87–95
36–40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96–104
41–45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105–113
46–50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114–122
51–55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123–131
56–60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132–140
61–70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	141–158
71–80	—	—	0.41	—	—	0.41	159–176

* See 240.4(D).

TABLA 310.21 DEL NEC 2008.

Table 310.21 Ampacities of Bare or Covered Conductors in Free Air, Based on 40°C (104°F) Ambient, 80°C (176°F) Total Conductor Temperature, 610 mm/sec (2 ft/sec) Wind Velocity

Copper Conductors				AAC Aluminum Conductors			
Bare		Covered		Bare		Covered	
AWG or kcmil	Amperes	AWG or kcmil	Amperes	AWG or kcmil	Amperes	AWG or kcmil	Amperes
8	98	8	103	8	76	8	80
6	124	6	130	6	96	6	101
4	155	4	163	4	121	4	127
2	209	2	219	2	163	2	171
1/0	282	1/0	297	1/0	220	1/0	231
2/0	329	2/0	344	2/0	255	2/0	268
3/0	382	3/0	401	3/0	297	3/0	312
4/0	444	4/0	466	4/0	346	4/0	364
250	494	250	519	266.8	403	266.8	423
300	556	300	584	336.4	468	336.4	492
500	773	500	812	397.5	522	397.5	548
750	1000	750	1050	477.0	588	477.0	617
1000	1193	1000	1253	556.5	650	556.5	682
—	—	—	—	636.0	709	636.0	744
—	—	—	—	795.0	819	795.0	860
—	—	—	—	954.0	920	—	—
—	—	—	—	1033.5	968	1033.5	1017
—	—	—	—	1272	1103	1272	1201
—	—	—	—	1590	1267	1590	1381
—	—	—	—	2000	1454	2000	1527

TABLA 310.20 CAPACIDAD DE CORRIENTE NO MAS DE TRES CONDUCTORES EN CABLE MENSAJERO.

Table 310.20 Ampacities of Not More Than Three Single Insulated Conductors, Rated 0 Through 2000 Volts, Supported on a Messenger, Based on Ambient Air Temperature of 40°C (104°F)

Size AWG or kcmil	Temperature Rating of Conductor [See Table 310.13(A).]				Size AWG or kcmil
	75°C (167°F)	90°C (194°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Types MI, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Types RHW, THW, THWN, THHW, XHHW	Types THHN, THHW, RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, THW-2, THWN-2, USE-2, ZW-2	
COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM		
8	57	66	44	51	8
6	76	89	59	69	6
4	101	117	78	91	4
3	118	138	92	107	3
2	135	158	106	123	2
1	158	185	123	144	1
1/0	183	214	143	167	1/0
2/0	212	247	165	193	2/0
3/0	245	287	192	224	3/0
4/0	287	335	224	262	4/0
250	320	374	251	292	250
300	359	419	282	328	300
350	397	464	312	364	350
400	430	503	339	395	400
500	496	580	392	458	500
600	553	647	440	514	600
700	610	714	488	570	700
750	638	747	512	598	750
800	660	773	532	622	800
900	704	826	572	669	900
1000	748	879	612	716	1000

CORRECTION FACTORS					
Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 40°C (104°F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.				Ambient Temp. (°F)
21–25	1.20	1.14	1.20	1.14	70–77
26–30	1.13	1.10	1.13	1.10	79–86
31–35	1.07	1.05	1.07	1.05	88–95
36–40	1.00	1.00	1.00	1.00	97–104
41–45	0.93	0.95	0.93	0.95	106–113
46–50	0.85	0.89	0.85	0.89	115–122
51–55	0.76	0.84	0.76	0.84	124–131
56–60	0.65	0.77	0.65	0.77	133–140
61–70	0.38	0.63	0.38	0.63	142–158
71–80	—	0.45	—	0.45	160–176

TABLA A. RESISTENCIA C.A. Y REACTANCIA INDUCTIVA DE CABLES ACSR

Resistencia eléctrica c.a. y reactancia inductiva para Cables ACSR, instalación trifásica a 60Hz y 75°C				
Calibre AWG/ kcmil	Código	Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)	Reactancia inductiva X_L (ohm/km)	
			Configuración triangular	Configuración plana
4	Swan	1.653	0.452	0.465
2	Sparrow	1.040	0.435	0.447
1/0	Raven	0.654	0.417	0.430
2/0	Quail	0.519	0.409	0.421
4/0	Penguin	0.327	0.391	0.404
266.8	Partridge	0.263	0.364	0.377
334.6	Linnet	0.209	0.355	0.368

Tabla 6. Resistencia y reactancia para Cables ACSR

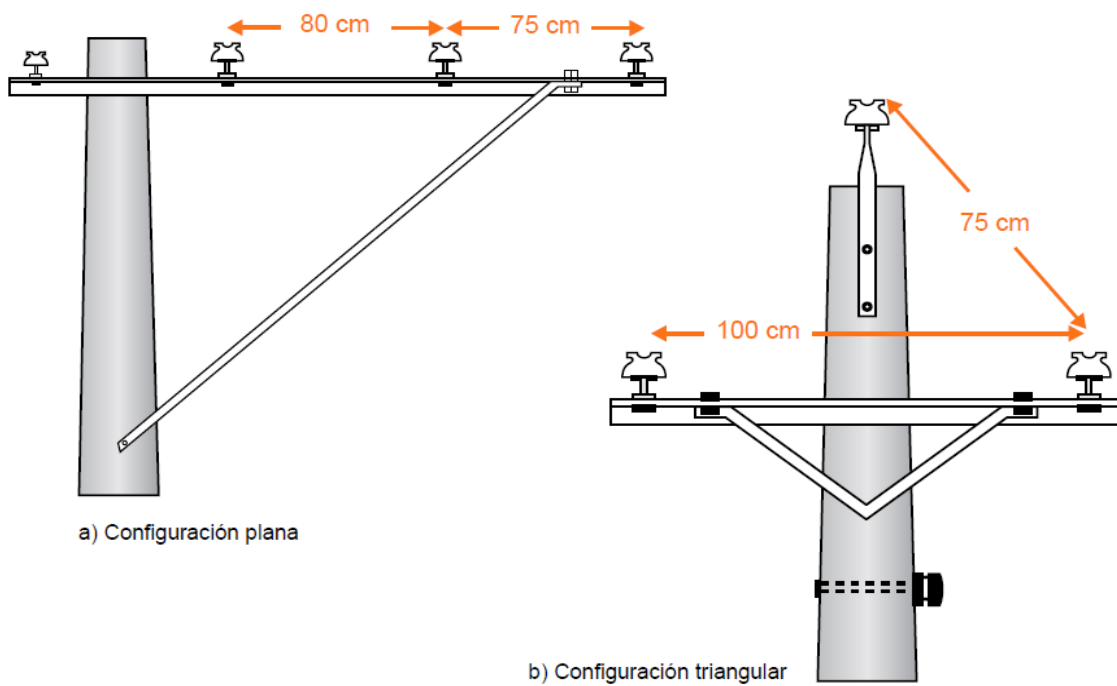


Ilustración 5. Configuración de Cables ACSR para distribución primaria aérea

TABLA B. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS CONDUCTORES ACSR.

ACSR

Código Mundial	Calibre AWG	Cableado AL/Acero	Ampacidad (Amperes)				Resistencia Ohms / km		Reactancia a 60 HZ 305 mm de espaciamiento		
			Sol No Viento	No Viento		Viento No sol	DC20°C	CA 25°C	Inductiva Ohms / km		Capacidad Megohms Por Km
				No sol	Sol Viento				25°C	75°C	
Turkey	6	6/1	60	70	105	110	2.1135	2.1489	0.3937	0.4823	2.4639
Swan	4	6/1	85	95	140	145	1.3278	1.3550	0.3740	0.4495	2.3458
Swanate	4	7/1	85	95	140	145	1.3136	1.3386	0.3773	0.4626	2.3327
Sparrow	2	6/1	115	130	185	195	0.8343	0.8530	0.3576	0.4167	2.2244
Sparate	2	7/1	115	130	185	195	0.8251	0.8432	0.3609	0.4232	2.2113
Robin	1	6/1	130	150	210	220	0.6621	0.6759	0.3510	0.4003	2.1654
Raven	1/0	6/1	150	175	240	255	0.5243	0.5381	0.3412	0.3871	2.1063
Quail	2/0	6/1	175	205	275	295	0.4160	0.4265	0.3346	0.3740	2.0472
Pigeon	3/0	6/1	205	240	315	340	0.3304	0.3379	0.3228	0.3609	1.9882
Penguin	4/0	6/1	240	275	365	390	0.2618	0.2697	0.3156	0.3445	1.9291

CABLES DE ALUMINIO CON REFUERZO DE ACERO (ACSR)

Código Mundial	Área nominal del aluminio		Calibre equivalente cobre duro		Numero de Diámetro de Alambres		Diámetro total Aprox. mm	Peso Nominal kg/km
	mm ²	AWG ó KCM	mm ²	AWG ó KCM	aluminio mm	acero mm		
Wren	8.38	8	5.28	10	6 x 1.33	1 x 1.33	4.01	33.8
Warbler	10.58	7	6.36	9	6 x 1.49	1 x 1.49	4.49	42.0
Turkey	13.28	6	8.38	8	6 x 1.68	1 x 1.68	5.03	53.5
Trush	16.78	5	10.58	7	6 x 1.89	1 x 1.89	5.66	67.6
Swan	21.15	4	13.28	6	6 x 2.12	1 x 2.12	6.35	85.0
Swanate	21.15	4	13.28	6	7 x 1.96	1 x 2.62	6.35	99.2
Swallow	26.69	3	16.78	5	6 x 2.38	1 x 2.38	7.14	108.0
Sparrow	33.65	2	21.15	4	6 x 2.67	1 x 2.67	8.03	135.1
Sparate	33.65	2	21.15	4	7 x 2.47	1 x 3.30	8.25	158.0
Robin	42.48	1	26.69	3	6 x 3.00	1 x 3.00	9.02	170.5
Raven	53.54	1/0	33.65	2	6 x 3.37	1 x 3.37	10.11	214.9
Quail	67.50	2/0	42.48	1	6 x 3.78	1 x 3.78	11.35	271.0

CARACTERÍSTICAS:

Cable formado por alambres de aluminio puro temple duro, cabelludos sobre un núcleo de alambre o alambres de acero galvanizado.

Calibre AWG ó KCM	Número de Alambres		Carga de ruptura Kg	Coeficiente de Dilatación Lineal		Módulo de Elasticidad		Resistencia C.D. a 20°C ohm / km
	AL	Acero		inicial 10-6/°C	final 10-6/°C	inicial Kg/cm ²	final Kg/cm ²	
2	6	1	1265	18.50	18.97	713,550	811,970	0.834
1/0	6	1	1940	18.57	18.95	726,200	795,800	0.524
3/0	6	1	3030	18.57	18.95	726,200	795,800	0.330
266.8	26	7	5100	17.53	18.82	585,600	764,860	0.210
336.4	26	7	6375	17.53	18.82	585,600	764,860	0.166
477.0	26	7	8820	17.53	18.82	585,600	764,860	0.117
795.0	54	7	12928	18.28	19.26	520,220	667,850	0.071
795.0	26	7	14152	17.40	18.82	534,980	715,650	0.070
900.0	54	7	14851	18.28	19.26	520,220	667,850	0.062
1113.0	45	7	14016	20.53	20.80	548,340	658,710	0.051

*Datos aproximados y sujetos a tolerancias de manufacturas

FIGURA C. MAXIMA INTENSIDAD DE VIENTO Y ZONAS DE CARGA EN EL SALVADOR. TOMADO DEL ACUERDO N° 29-E-2000 DE LA SIGET.

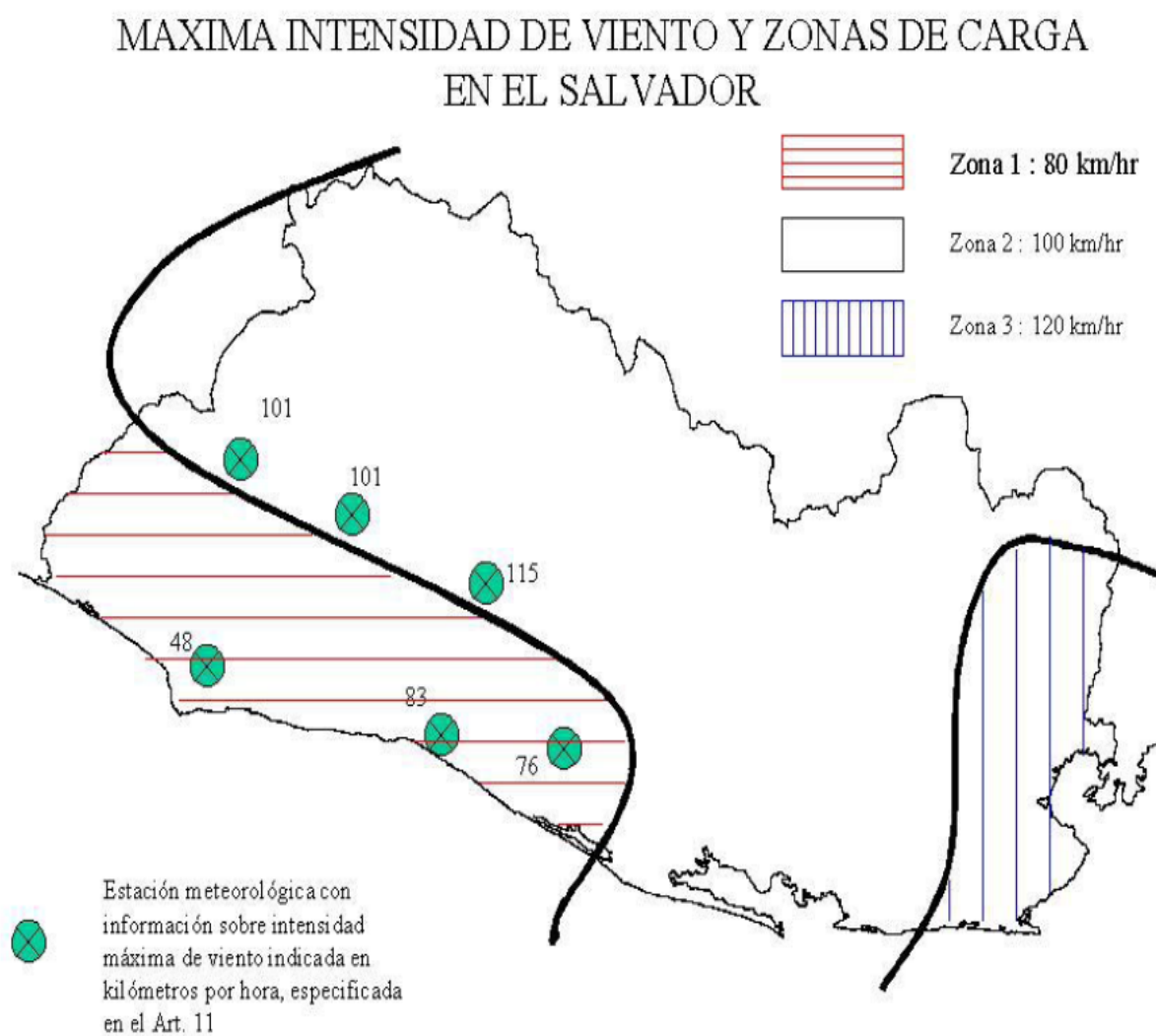


FIGURA N° 1

ANEXO 2

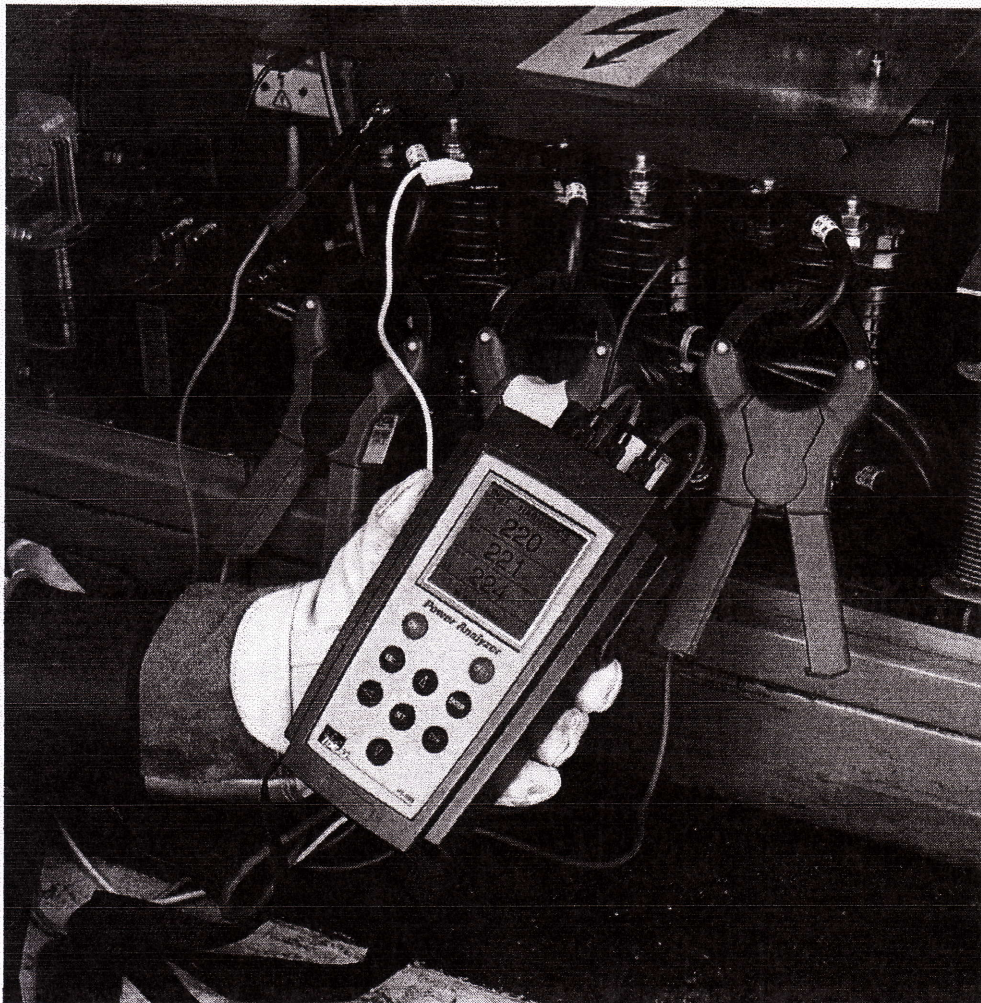
2.A) ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ANALIZADOR DE REDES IDEAL 805

2.B) ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TELUROMETRO



#61-805
#61-806
#61-807

800 Series Power Analyzer
Model 805/806/807 Instruction Manual



1.2 Safety

WARNING!

1. Read the instruction manual before using the power analyzer. It contains important information necessary to guarantee proper operation of the instrument.
2. To avoid electrical shock hazards and/or damage to the meter:
 - Do not exceed the voltage ratings for the meter. Use caution when measuring voltage.
 - Do not use during electrical storms. Electrical storms may result in high voltage. High-energy transients can damage the meter and present a dangerous shock hazard.
3. Ensure meter is in proper working order before using. Visually inspect meter for damage.
4. Never ground yourself when taking electrical measurements. Do not touch exposed metal pipes, outlets, fixtures etc. Keep your body isolated from ground by using dry clothing, rubber shoes, mats, or any other approved insulating material. Keep your fingers behind the finger guards on the probes. Work with others.
5. When disconnecting from a circuit, disconnect the hot lead first, then the common lead.
6. Disconnect the meter from the circuit before turning off any inductor, including motors, transformers, and solenoids.

If the maximum allowable phase-to-neutral voltage of 500 V has been exceeded during the measuring process, the analyzer will display a warning message **[WARNING MAX 500 V]** at the bottom of the display screen to let the user know that this rating has been exceeded. When measuring phase-to-phase voltages the limit is set at 866V.

2. Model features

The IDEAL Power Analyzer is the most versatile and easy-to-use power quality test instrument on the market. The unit measures and analyzes power quality on both single- and three-phase electrical systems. Instantaneous readouts including tables, bar graphs and even individual waveforms make job site data interpretation easy. With a real-time clock and 1 MB of memory, the Power Analyzer stores data that can be downloaded to a personal computer for in-depth analysis using PowerVision™ software. The differentiating feature between the model 805 and 806 models is an additional (4th) current input on the model 806. The model 807 is pre-packaged with an additional neutral current clamp (#61-813) for ease of ordering.

2.1 Product features

Features

- True RMS
- Single- or three-phase measurements
- Data logging (1 MB memory)
- 4-channels for voltage measurements
- 4-channels for current measurements
- Auto-detect clamps
- Auto ranging
- Min/max
- Energy and Harmonics Program
- PowerVision Software
- Lightweight, portable design
- Easy-to-use push button operation
- Password protected on-screen setup
- 160x160 pixel LCD
- Backlit display
- Customized data collection
- Optional FIFO memory
- Real-time clock
- Programmable trigger-points and start/stop time
- Auto display shutoff
- Rechargeable Ni-Cad battery
- Intelligent battery charging system

Power & Energy Measurements

- Kilowatts (kW)
- Volt-amperes (VA)
- Inductive reactive power (kvarL)
- Capacitive reactive power (kvarC)
- Power factor (PF)
- Frequency (Hz)
- Kilowatt hours (kWh)
- Reactive power per hour (kvarhL, kvarhC)

Harmonics Measurements

- Total harmonic distortion (%THD)
- Harmonic factorization (FFT) to 51st harmonic

2.1.1 Backlight

The Model 806 power analyzer has a backlit LCD display to make it easier to read in dimly lit environments. This display can be turned off to conserve battery life.

To turn off the display backlight:

- 1) Press the off key quickly.
- 2) Pressing the off key quickly again to turn the backlight back on.

2.1.2 Auto power off

The 800 series power analyzers have an energy saving system to conserve power during data recording. After 5 minutes, if no key is pressed, the display will automatically go blank. The analyzer will continue to record data and update all of the min/max and energy values. To restore the display, press any key except for the on key. The on key is disabled when the display has been turned off to help the user differentiate between the display being off and the analyzer being off.

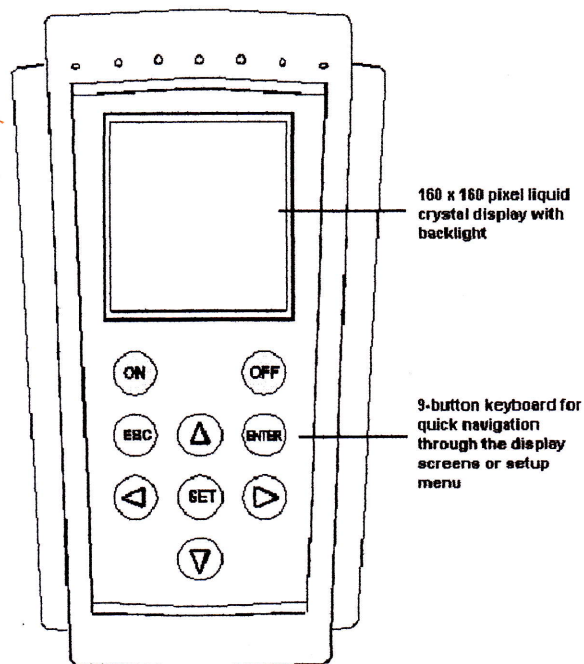
2.1.3 Auto-detect clamps

The power clamp adapters have a special sensor in the connector, allowing the Model 806 power analyzer to automatically detect the primary current value. Simply plug the clamp adapters into the phase or neutral current input terminals and the analyzer will detect the clamp and update any changes to the current clamp adapter values in the setup menu.

2.2 Display and keypad

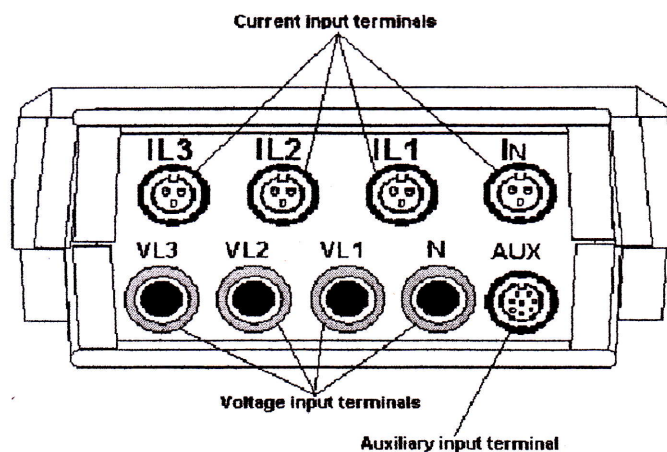
The model 806 has a 160x160 pixel LCD for viewing the analyzer's measurements. There are 5 basic view screens to display the analyzer's information in an easy-to-read format. Detailed information on these screens is found in section 4 of this instruction manual.

The 9-button keypad allows the user to move through the 5 display screens and access the analyzer's programming menu. Detailed information on the programming menu is found in section 5 of this instruction manual.



For best viewing in direct sunlight, or in dark areas, the user can adjust the display contrast. Use the left [◀] and right [▶] arrow buttons to increase or decrease the display contrast. The contrast will change while you are making the adjustment. This can also be changed from the programming menu. See section 5.3.3 of this instruction manual for more information.

2.3 Voltage and current input terminals



Note: Model 805 is not equipped with 4th (neutral) current input

10. Technical specifications

Supply voltage: 80-265VAC
Frequency: 50-60 Hz
Burden: 8 VA
Operation temperature: 0 to 50 °C
Measuring circuit: 3Φ 3-wire, 3Φ 4-wire, 3PT-2CT, 1Φ, 1Φ Split
Safety: Category III - 600 V, as per EN 61010
Internal memory: 1 MB
RS-232 output: Serial type output
Baud rate: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 (user selectable)

Voltage measurement:

Measuring range: 20-500 VAC (phase-neutral)
20-866 VAC (phases-phase)
Frequency: 45-65 Hz

Current measurement:

Phase current range: 15-1000AAC*
Neutral current range: 1.5-100AAC**

Accuracy:

Voltage 0.5 % of readout ± 2 digits
Current 0.5 % of readout ± 2 digits
Active power 1.0 % of readout ± 2 digits
Reactive power..... 1.0 % of readout ± 2 digits

Measuring conditions to assure accuracy:

- Temperature range between 5 °C and 45 °C
- Power factor between 0.5 and 1
- Measuring range between 5 % and 100 %

* Based on supplied clamp adapter. Other clamp adapters available (Section 11)

** Catalog #61-807 supplied with 100AAC clamp adapter. Other clamp adapters available (Section 11)

Mechanical Specifications:

Display: 160 x 160 pixel backlit display
Case dimensions: 220 x 60 x 130 mm
Weight: 0.8 kg.

Relevant Standards:

EN 60664, EN 610110, EN 61036, VDE 110, UL 3111-1

EM EMISSION.

- EN 61000-3-2 (1995), Harmonics.
- EN 61000-3-3 (1995), Fluctuations in voltage
- EN 50081-2 (1993), Industrial emission:
- EN 55011 (1994): Conducted (EN 55022 - Class B).
- EN 55011 (1994): Radiated (EN 55022 - Class A).

EM IMMUNITY.

- EN 50082-2 (1995), Industrial immunity.
- EN 61000-4-2 (1995), ESD.
- ENV 50140 (1993), EM Radiated field of RF.
- EN 61000-4-4 (1995), EFT burst.
- ENV 50141 (1993), RF common mode.
- EN 61000-4-8 (1995), 50 Hz H-field.
- EN 50082-1 (1997), Residential Immunity.
- EN 61000-4-5 (1995), Surges.
- EN 61000-4-11 (1994), Dips, Interruptions.

TL-5

Telurómetro



Descripción

El telurómetro TL-5 es un instrumento digital controlado por microprocesador, desarrollado para realizar mediciones de resistencia de tierra y resistividad (utilizando el método Wenner).

El TL-5 es un equipo completamente automático y muy fácil de utilizar. Antes de iniciar una medida, el equipo controla si las condiciones de la instalación están dentro de los límites adecuados, notificando al usuario cualquier situación de anomalía (tensiones de interferencia demasiado altas, intensidad de corriente de test muy baja, etc.).

Con el objeto de optimizar el ensayo de puesta a tierra, el TL-5 permite elegir dos frecuencias para generar la corriente del ensayo (270 Hz o 1470 Hz).

El instrumento tiene 4 rangos para medir resistencia, cubriendo mediciones desde 0,01 Ω hasta 20 k Ω .

Este instrumento resulta ideal para medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias, redes de distribución de energía, etc. de acuerdo con la IEC 61557-5. Es también útil para la medición de la resistividad específica del suelo, con el objetivo de optimizar los proyectos de sistemas de puesta a tierra.

Características

Circuito de alimentación

Batería recargable interna	12 V - 2,3 A·h
Cargador de batería	95 ... 240 V c.a., 50 ... 60 Hz
Corriente de cortocircuito	< 3,5 mA

Circuito de medida

Resistencia	0,01 Ω - 20 k Ω
Resistividad	0,01 Ω m - 50 k Ω m
Tensión	0 - 60 V c.a.

Precisión

Resistencia y resistividad	± 2 % del valor medido ± 2 dígitos
Tensión	± 2 % del valor medido ± 2 dígitos

Resolución de lectura

Resistencia	0,01 Ω
Resistividad	0,01 Ω m
Tensión	0,1 V

Comunicaciones

Salida de serie	RS-232
Impresora	PR-01 (opcional)

Condiciones ambientales

Temperatura de uso	-10 ... +50 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 ... +65 °C
Humedad relativa	95 % (sin condensación)
Altitud máxima	3 000 m

Características constructivas

Dimensiones	274 x 250 x 124 mm
Peso	3,6 kg
Grado de protección	IP 54 (con la tapa cerrada)

Normas

IEC 61010-1/1990, IEC 61010-1/1992 anexo 2, IEC 61326-1, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-2

Referencias

Descripción	Tipo	Código
Telurómetro 4 vías	TL-5	P60621

ANEXO 3

INDICE

3A. FACTURAS ELECTRICAS DE ADMINISTRACION SUPERIOR.....	288
• SUBESTACION MONOFASICA DE 100 KVA.....	288
3B. FACTURAS ELECTRICAS DEL CAL.....	289
• SUBESTACION DELTA ABIERTA DE 50 KVA	289
• SUBESTACION MONOFASICA DE 50 KVA.....	290
• SUBESTACION TRIFASICA DE 112.5 KVA.....	291

**FACTURAS ELECTRICAS DE
ADMINISTRACION SUPERIOR
SUBESTACION MONOFASICA DE 100 KVA**

al rey del hogar!!

Aprovecha y llévate el regalo para papá con el 10% de descuento en todos nuestros productos de las marcas que quieras.

Además, por tu compra puedes escoger entre una camiseta promocional de la selección o un balón de fútbol ¡completamente gratis!

Más información:

Visita nuestras 9 agencias o llama a **2233-5600 y 2233-5462**

Promoción válida hasta el 30 de junio de 2009

Restricciones aplican



DELSUR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33690981
REGISTRO No. 88962-3
NIT-2014-10185-101-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 08 SD000003944831
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 08SD000001 AL 08SD000004000000 16 JUN 2009
No. DE AUTORIZACION DE NÚMERO CORRELATIVA: 10115-RES-CR-18948-2008

TOTAL A
DOLARES
TOTAL A
PAGAR

COLONES

A+B+C

COMPROBANTE INGRESO DELSUR

5010845

3900

RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

OFICINA COMERCIAL

TITULAR DEL CONTRATO

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCION DEL SERVICIO

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

TARIFA CMH

NIS 5010845

MIRQ.5010845.01-20090821-60

CAJ. DE SUMINISTRO CONTRATADO

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

San Demetrio medicinal, Irapuato

NPE 0262 0000 3966 4109 2495 8002

DEMANDA FACTURADA

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

LECTURAS Y CONSUMOS

CALCULO DE CONSUMO

LECTURAS

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

Activo punto 14273
Activo valle 14273
Activo resto 14273
Potencia max 14273
Factor de potencia 14273

Activo punto 14273
Activo valle 14273
Activo resto 14273
Potencia max 14273
Factor de potencia 14273

Activo punto 14273
Activo valle 14273
Activo resto 14273
Potencia max 14273
Factor de potencia 14273

Activo punto 14273
Activo valle 14273
Activo resto 14273
Potencia max 14273
Factor de potencia 14273

PRECIO TARIFA APLICADA \$

CARGO FIJO

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

INICIO FINAL

COMERCIALIZACION

BLOQUE PUNTUATIVA

RETO VALLE

TRANSFORMACION, DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA

12/04/2009

9.38349

1.55252

0.12557

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

5.14571

1.55252

0.12557

5.14571

5.14571

5.14571

Llévate \$5

al pagar tu primer recibo de electricidad con Pagos Automáticos de tu Tarjeta de Crédito Citi. Promoción válida del 01 de octubre al 30 de noviembre de 2009. Insíscríbete llamando al 2280-3666 ó 2212-2009

Banco Citibank de El Salvador, S.A. Citi y el diseño del Arco es una marca registrada de Citigroup Inc. Citi Never Sleeps es una marca de servicios de Citigroup Inc. Las denominaciones "Banco Cuscatlán" y "Banco Uno" son propiedad del Banco Citibank de El Salvador, S.A. por lo que usted podrá recibir algún producto financiero que contenga estas denominaciones, la entrega de productos con estas denominaciones será de carácter provisional. Banco Citibank de El Salvador, S.A. le estará comunicando el período de sustitución. Solicitudes de tarjetas de crédito nuevas, sujeto a verificación y aprobación crediticia. Aplica únicamente para recibos de la empresa DELSUR. No aplican en esta promoción tarjetas empresariales ni corporativas. El cliente recibirá el crédito de \$5.00 después del pago de su primera factura. El abono se verá reflejado en su próximo estado de cuenta. Acumulación de Millas sujeta a programa de lealtad de cada producto.

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE CALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

NIR
TITULAR DE PAGO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 090500000474701
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 090500000474701 AL 090500000474701
Nº. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-2394-2009

TOTAL A
DOLARES
PAGAR

2009

COLONES

COMPROBANTE INGRESO DELSUR

A+B+C

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

1230630008 P10RAN 030404

TEL.: 2294-6400

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V.

971

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle el Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
5010845UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTADÍAS FACTURADOS **29**
MES FACTURADO **11/2009**
FECHA EMISIÓN **20/11/2009**PERÍODO **22/10/2009**
DESDE **20/11/2009**
HASTAFECHA DE VENCIMIENTO
09/12/2009

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSION

DATOS DEL SUMINISTRO

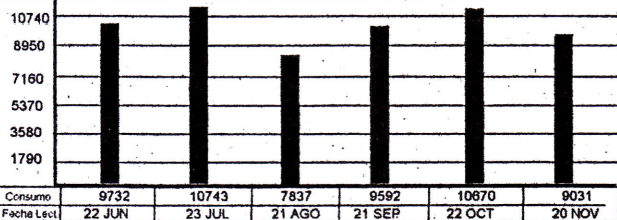
TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Activa punta	148862	6.000	kWh	1.50
Activa valle	148862	6.000	kWh	1.50
Activa resto	148862	6.000	kWh	1.50
Potencia máxima	148862	0.060	kW	1.50
Factor de Potencia	148862	1.000		0.00

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa punta	26215	26529	314
Activa valle	90549	91554	1005
Activa resto	1164	1204	40
Potencia máxima	94	94	
Factor de Potencia			

PRECIO TARIFA APLICADAS \$

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	
12/10/2009		9.583437	.139730 .131759 0.105391	5.149671

GRÁFICA DE CONSUMO

El consumo promedio de los últimos 6 meses es 9 600.83 Kwh

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU I.S.R.I. COLONIA COSTA
RICA I.S.R.I.

06141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No.34642308

REGISTRO No. 89895-3

NIT.: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICAOFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

NIR 0.5010845.01-2009/11/20-18 CAPACIDAD CONTRATADA 115.00 KW. DEMANDA FACTURADA 74.00 KW.

TARIFA GMH
Gran demanda
mediana tensión**DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribución (Potencia)	430.60
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercialización	10.83
Cargo E.Activa punta	167.74
Cargo E.Activa valle	227.71
Cargo E.Activa resto	911.20
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	1 738.24
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interes por mora	24.10
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	24.10
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energía no Servida	-0.27
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.27
Retención 1% IVA	-15.60
TOTAL DEL MES	1 746.47

SALDO PENDIENTE 2 167.28

SUB TOTAL 3 913.75 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL 0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE	IMPORTE DÓLARES
TOTAL ALCALDÍA:	C

TOTAL A PAGAR:

A+B+C	COLONES	DÓLARES
	34 245.31	3 913.75

No.09DS000U00803612

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS000U00803612 AL 09DS000U00803612 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

757

DELSURDISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0934 6474 35

FACTURA
Serie B No.34642308

REGISTRO No. 89895-3

NIT.: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

NIR 0.5010845.01-2009/11/20-18

TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

MES FACTURADO: 11/2009

FECHA DE VENCIMIENTO: 09/12/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS000U00803612 AL 09DS000U00803612 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 3913 7509 3464 7432

VENTAS GRAVADAS	1 762.34
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.27
SALDO PENDIENTE	2 167.28

TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00

TOTAL A PAGAR	COLONES	DÓLARES
	34 245.31	3 913.75

A+B+C

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
5010845UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-78-7-70 70 MD-148862

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU I.S.R.I. COLONIA COSTA
RICA I.S.R.I.

06141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No. 35278590
REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICADÍAS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 01/2010
FECHA EMISIÓN 22/01/2010
PERÍODO
DESDE 21/12/2009
HASTA 21/01/2010
FECHA DE VENCIMIENTO
09/02/2010

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSIÓN

DATOS DEL SUMINISTRO

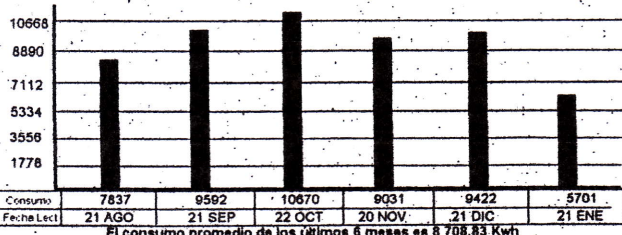
TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Activa punta	148862	6.000	kWh	1.50
Activa valle	148862	6.000	kWh	1.50
Activa resto	148862	6.000	kWh	1.50
Potencia maxime	148862	0.060	kW	1.50
Factor de Poten	148862	1.000		0.00

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa punta	15117	15268	920
Activa valle	26858	27088	1229
Activa resto	92598	93182	3584
Potencia maxime	1536	1369	83
Factor de Poten	95	90	90

PRECIO TARIFA APLICADAS *

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO	VALLE
12/10/2009	01/01/2010	9.583437	139730 131759	0.105391
01/01/2010		9.455051	139730 131759	0.105391

GRÁFICA DE CONSUMOOFICINA COMERCIAL PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
SAN SALVADOR NIT 0.5010845.01-2010/01/21-11 CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA
TARIFA GMH NPE 026200003219601003152005 116.00 Kw. 83.00 Kw.**DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribución (Potencia)	480.87
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercialización	10.74
Cargo E.Activa punta	145.27
Cargo E.Activa valle	145.76
Cargo E.Activa resto	529.60
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	1 312.40
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interés por mora	14.14
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	14.14
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compensación Energía no Servida	-1.15
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-1.15
Retención 1% IVA	-11.74
TOTAL DEL MES	1 313.65

SALDO PENDIENTE

1 905.95

SUB TOTAL

3 219.60 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

28 171.50

DÓLARES

3 219.60

No. 09DS000U01437394

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5

TIRAJE DEL 09DS000U01 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

831

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 1003 1620 04

FACTURA
Serie B No. 35278590

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICANIR 0.5010845.01-2010/01/21-11
TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
MES FACTURADO: 01/2010
FECHA DE VENCIMIENTO: 09/02/2010
No. 09DS000U01437394RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5
TIRAJE DEL 09DS000U01 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 3219 6010 0315 2005

VENTAS GRAVADAS	1 326.54
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-1.15
SALDO PENDIENTE	1 905.95
TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00

TOTAL A PAGAR	COLONES	DÓLARES
	28 171.50	3 219.60

A+B+C

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
5010845UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-78-7-70 70 MD-148862

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU I.S.R.I. COLONIA COSTA
RICA I.S.R.I.

06141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No.34957066

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICADÍAS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 12/2009
FECHA EMISIÓN 21/12/2009PERÍODO
DESDE 20/11/2009
HASTA 21/12/2009FECHA DE VENCIMIENTO
15/01/2010OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR
TARIFA GMH
Cap. demandaPASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
NIR 0.5010845.01-2009/12/21-26 CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA
NPE 026200003652420937860219 116.00 Kw. 93.00 Kw.**DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA		
VENTAS GRAVADAS		541.17
Cargo de Distribución (Potencia)		0.16
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red		10.83
Cargo de Comercialización		167.36
Cargo E. Activa punta		238.66
Cargo E. Activa valle		946.62
Cargo E. Activa resto		1,904.80
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS		
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS		
VENTAS GRAVADAS		22.35
Interés por mora		22.35
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS		
CONCEPTOS NO GRAVADOS		4.15
Compens. Energía no Servida		4.15
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS		17.05
Retención 1% IVA		1,905.95
TOTAL DEL MES		

SALDO PENDIENTE 1 746.47
SUB TOTAL 3 652.42 A**DATOS DEL SUMINISTRO**

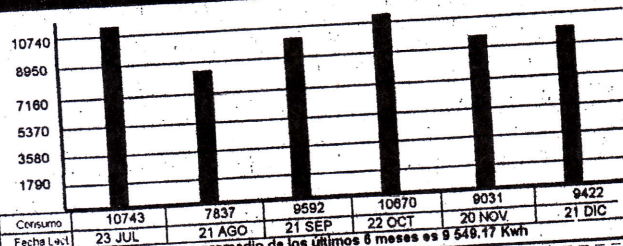
TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	COEFICIENTE DE PER.
Activa punta	148862	6.000	kWh	1.50
Activa valle	148862	6.000	kWh	1.50
Activa resto	148862	6.000	kWh	1.50
Potencia maxime	148862	0.060	kW	1.50
Factor de Poten	148862	1.000		0.00

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa punta	148943	15117	1060
Activa valle	91254	92598	658
Activa resto	1217	159	93
Potencia maxime	94		
Factor de Poten			

PRECIO TARIFA APLICADAS

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	
12/10/2009		9.583437	.139730 .131759 0.105381	5.149571

GRÁFICA DE CONSUMO

El consumo promedio de los últimos 6 meses es 9 548.17 Kw

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL 0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

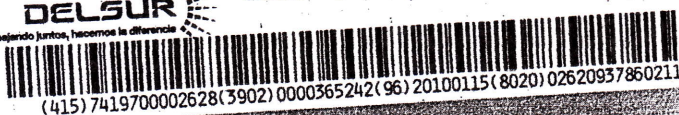
TOTAL ALCALDÍA:

TOTAL A PAGAR:
A+B+CCOLONES 31 958.61
DÓLARES 3 652.42No.09DS000U01123083
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD.DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS000U01 AL 09DS000U04000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009 930

REF: 0262 0937 8602 11

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

(415) 7419700002628(3902) 0000365242(96) 20100115(8020) 02620937860211

NIR 0.5010845.01-2009/12/21-26
TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
MES FACTURADO: 12/2009
FECHA DE VENCIMIENTO: 15/01/2010
No.09DS000U01123083
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD.DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS000U01 AL 09DS000U04000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 3652 4209 3786 0219FACTURA
Serie B No.34957066
REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICAVENTAS GRAVADAS 1 927.15
CONCEPTOS NO GRAVADOS 4.15
SALDO PENDIENTE 1 746.47
TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00TOTAL A PAGAR COLONES 31 958.
DÓLARES 3 652.

A+E

SUBESTACION TRIFASICA DE 112.5 KVA

factura de DELSUR!!!

No vaya más lejos, pague su factura eléctrica todos los meses* en todas las sucursales de DELSUR

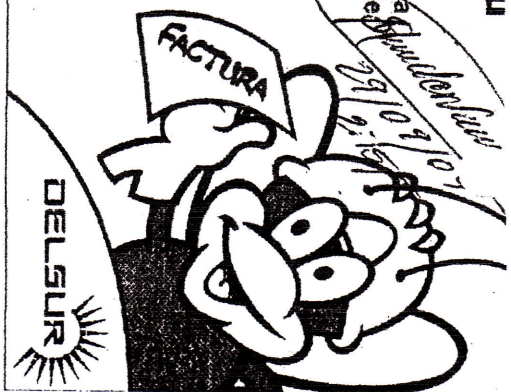
FARMACIAS + ECONOMICAS

Son 35 sucursales en todo el país que están a su disposición para cancelar su recibo

Más información sobre colecturías autorizadas al reverso de este recibo o al tel.:

2233-5600

* Sólo facturas no vencidas



TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

TOTAL ALCALDIA

IMPORTE DOLARES

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

MIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 090500000161585
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TRIAJE DEL 090500000161585
No. DE AUTORIZACION DE NÚMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009

TOTAL A PAGAR

DOLARES
COLONES

A+B+C

COMPROBANTE INGRESO DELSUR

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

1030919

CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
E 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

Serie B No. 3356089
REGISTRO No. 8889-3
MIR 0014 18185-101-3
CIRCO LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA
AUTORIZACION IMPRESA No. 0

Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a. Avenida Norte y Calle a Volcan, congreso a Jardines Infancia S.O.S.
OFICINA COMERCIAL TITULAR DEL CONTRATO
SAN SALVADOR ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR DIRECCION DEL SERVICIO
AVENIDA RAJAL I. S. R. 11 COLONIA COSTA RICA I. S. R.
TARIFA 1G MIS 1030919 MRO. 1030919 01-2009/0908-11 CPE DE SUMINISTRO CONTRATADO DEMANDA FACTURADA
Demandas de uso general 0.00 Kw. 0.00 K

LECTURAS Y CONSUMOS

CALCULO DE CONSUMO

LECTURAS

ANTERIOR

ACTUAL

CONSUMO

PRECIO TARIFA APLICADA \$ *

CARGO FIJO

CARGOS VARIABLES

INICIO FINAL COMERCIALIZACION BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE DISTRIBUCION

12/09/2009 0.957/63 125930 0.00000 0.00000 0.03592

VENTAS GRAVADAS

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA

Cargo de distribución
Cargo por Tasa Municipal por Peste/uso de red
Cargo de Comercialización
Cargo de energía
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
DETALLE DE OTROS CARGOS/ARONOS

Interés por mora
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

VENTAS GRAVADAS
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
Comercios Energía no Servicio
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 11 IVA
TOTAL DEL MES

Llévate \$5

al pagar tu primer recibo de electricidad con Pagos Automáticos de tu Tarjeta de Crédito Citi.

Promoción válida del 01 de octubre al 30 de noviembre de 2009. Inscribete llamando al 2280-3666 o 2212-2000

DEL SUR

30/10/09

Citi never sleeps

Blanco Citibank de El Salvador, S.A.

Citi y el diseño del Arco es una marca registrada de Citigroup Inc. Citi Never Sleeps es una marca de servicios de Citigroup Inc. Las denominaciones "Banco Citibank" y "Banco Citi" son propiedad del Banco Citibank de El Salvador, S.A., por lo que usted podrá recibir algún producto financiero que contenga estas denominaciones, la entrega de productos con estas denominaciones será de carácter provisional. Banco Citibank de El Salvador, S.A. le está comunicando el periodo de sustitución. Solicitudes de tarjetas de crédito nuevas, sujeto a verificación y aprobación crediticia. Aplica únicamente para recibos de la empresa DEL SUR. No aplican en esta promoción tarjetas empresariales ni corporativas. El cliente recibirá el crédito de \$5.00 después del pago de su primera factura. El abono se verá reflejado en su próximo estado de cuenta. Acumulación de Millas sujeta a programas de lealtad de cada producto.

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

FACTURA

Serie B No. 34159009

REGISTRO No. 8886-3

GIRO LUZ Y FUERZA ELECTRICA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

RA DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG-51-5

TRAJE DEL 0905000414000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B+C

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

1030919

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLOMA COSTA RICA

TRANSFORMACION, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Finca 7a, Avenida Norte y Calle al Volcán, condego a Adhesivos Hiramides S.O.S.

OFICINA COMERCIAL

TITULAR DEL CONTRATO

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCION DEL SERVICIO

AVENIDA RAZUJI, S. R. L. 11 COLONIA COSTA RICA, S. R. L. S. R. L.

DEBE SUMINISTRAR CONTRATO - DEMANDA FACTURADA

0.00 Kw.

TARIFA 1G

NIR 1030919

NIR 0.1030919 01-2009/1008-24

DEBE SUMINISTRAR CONTRATO - DEMANDA FACTURADA

10.00 Kw.

LECTURAS Y CONSUMOS

CALCULO DE CONSUMO	ANTERIOR	LECTURAS	ACTUAL	CONSUMO

PRECIO TARIFA APLICADA \$ *

CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES
INICIO FINAL: COMERCIALIZACION	BLONDE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE DISTRIBUCION
12/09/2009 12/10/2009 0.537656	1.152660 0.000000 0.000000 0.033926

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	VENTAS GRAVADAS	VENTAS NO GRAVADAS
Cargo de Distribucion	25.6	0.1
Cargo por Uso Municipal por Post/uso de red	0.1	1.1
Cargo de Comercializacion	99.3	126.3
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	125.0	127.5
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS		
Intereses por Retiro	2.4	2.4
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	127.4	129.9
Conceptos Energía no gravados	-0.0	-0.0
Conceptos Energía de servicio	-0.0	-0.0
Incentivo Incentivo de Calidad de Producto Tecnico	-0.0	-0.0
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.0	-0.0
Retención 11 IVA	-1.1	-1.1
TOTAL DEL MES	127.5	127.5

* NO INCLUYE IVA	DATOS DEL SUMINISTRO
TIPO DE CONSUMO	MEIDOR MULT. TIPO. COEFICIENTE DE PERD.

DIAS FACTURADOS	PERIODO
30	06/09/2009 10/2009
MES FACTURADO	DESDE HASTA
10/2009	06/10/2009

FECHA DE VENCIMIENTO 16/11/2009

TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00
TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS	254.96

No. 0905000414000000 24 AGO 2009

TRAJE DEL 0905000414000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

COMPROBANTE DEL CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.

TRANSFORMACION, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0929 6915 86



NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

RA DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG-51-5

TRAJE DEL 0905000414000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 0264 9609 2969 1583

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES
	254.96	2 230.90

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B+C



SALDO PENDIENTE 127.41

TOTAL DEL SUR 254.96

TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00
TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS	254.96

FACTURA

Serie B No. 34159009

REGISTRO No. 8886-3

GIRO LUZ Y FUERZA ELECTRICA

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
1030919UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTADÍAS FACTURADOS **31**
MES FACTURADO **11/2009**
FECHA EMISIÓN **08/11/2009**PERÍODO **08/10/2009**
DESDE **08/11/2009**
HASTAFECHA DE VENCIMIENTO
09/12/2009

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSIÓN

DATOS DEL SUMINISTRO

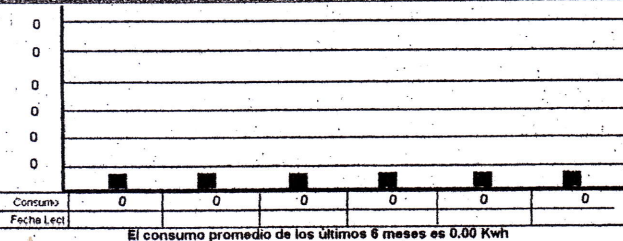
TIPO DE CONSUMO MEDIDOR MULT. TIPO. COEFICIENTE DE PER.

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO ANTERIOR ACTUAL CONSUMO

PRECIO TARIFA APLICADAS \$

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	
12/04/2009	12/10/2009	0.967458	.152960 .000000 0.000000	0.039342
12/10/2009		0.967458	.131417 .000000 0.000000	0.039342

GRÁFICA DE CONSUMOTITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU I. S. R. I.1 COLONIA COSTA RICA I. S. R. I. S. R. I.
06141703240019
TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

1110-10-6-870 850 MD-

FACTURA
Serie B No.34470970REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICAOFICINA COMERCIAL SAN SALVADOR PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
1G NIR 0.1030919.01-2009/11/08-76 CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA
TARIFA 1G NPE 026200000242190932875768 10.00 KW. 0.00 KW.**DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribución	25.61
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.10
Cargo de Comercialización	1.08
Cargo de energía	87.34
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	114.19
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interes por mora	1.48
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energía no Servida	-0.02
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Retención 1% IVA	-1.02
TOTAL DEL MES	114.63

SALDO PENDIENTE

127.56

SUB TOTAL

242.19 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

2 119.16

DÓLARES

242.19

No. 09DS000000803610

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS00001 AL 09DS00004000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

755

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0932 8757 69

FACTURA
Serie B No.34470970REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICANIR 0.1030919.01-2009/11/08-76
TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
MES FACTURADO: 11/2009
FECHA DE VENCIMIENTO: 09/12/2009RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS00001 AL 09DS00004000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 0242 1909 3287 5768



VENTAS GRAVADAS	116.67
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.02
SALDO PENDIENTE	127.56
TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00

TOTAL A
PAGARCOLONES
DÓLARES

2 119.16

242.19

DELSUR

Trabajando Juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS****1030919**UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-10-6-970 830 MD-

TITULAR DE PAGO

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU I. S. R. I.1 COLONIA COSTA
RICA I. S. R. I. I. S. R. I.FACTURA
Serie B No.34771870REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

TITULAR DE CONTRATO

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

06141703240019

DÍAS FACTURADOS 30

MES FACTURADO 12/2009

FECHA EMISIÓN 08/12/2009

PERÍODO

DESDE 08/11/2009

HASTA 08/12/2009

FECHA DE VENCIMIENTO

15/01/2010

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSIÓN

DATOS DEL SUMINISTRO

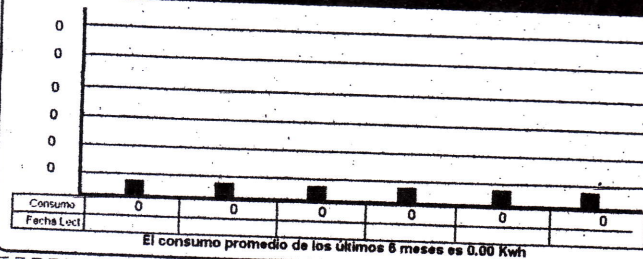
TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO

PRECIO TARIFA APLICADAS *

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	
12/10/2009		0.967458	.131417 .000000 0.000000	0.039242

GRÁFICA DE CONSUMO**DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribución	25.60
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercialización	1.10
Cargo de energía	86.54
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	112.40
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interés por mora	1.47
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	1.47
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compensación Energía no Servida	-0.26
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.26
Retención 1% IVA	-1.01
TOTAL DEL MES	112.60

SUB TOTAL

SALDO PENDIENTE

114.63

227.23 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

1 988.26

DÓLARES

227.23

No.09DS0000U01123081

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-3

TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

928

DELSUR

Trabajando Juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0935 9451 74

FACTURA
Serie B No.34771870

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

NIR

0.1030919.01-2009/12/08-17

TITULAR DE PAGO:

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DE COBRO:

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

MES FACTURADO:

12/2009

FECHA DE VENCIMIENTO:

15/01/2010

No.09DS0000U01123081

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-3

TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 0227 2309 3594 5173



026200000227230935945173

NO ESCRIBIR NI SELLAR SOBRE EL CÓDIGO DE BARRAS

VENTAS GRAVADAS

113.87

CONCEPTOS NO GRAVADOS

-0.26

SALDO PENDIENTE

114.63

TOTAL OTROS SERVICIOS

0.00

TOTAL A
PAGAR

COLONES

1 988.26

DÓLARES

227.23

A+B+C

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS****1030919**UTILICE ÉSTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-10-6-870 885 MD-

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORAVENIDA IRAZU I. S. R. I.1 COLONIA COSTA
RICA I. S. R. I. S. R. I.

06141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No.35091901

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICADÍAS FACTURADOS **31**
MES FACTURADO **01/2010**
FECHA EMISIÓN **08/01/2010**PERÍODO
DESDE **08/12/2009**
HASTA **08/01/2010**FECHA DE VENCIMIENTO
09/02/2010OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

NIR 0.1030919.01-2010/01/08-06 CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA

NPE 026200000226101001216289 10.00 Kw. 0.00 Kw.

TARIFA 1G

Demandas de uso

GENERAL

DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA**

VENTAS GRAVADAS	25.55
Cargo de Distribución	0.16
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	1.10
Cargo de Comercialización	85.53
Cargo de energía	112.34
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interes por mora	2.24
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	2.24
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compensación Energía no Servida	-0.07
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.07
Retención 1% IVA	-1.01
TOTAL DEL MES	113.50

SUB TOTAL

112.60

226.10 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

1 978.38

DÓLARES

226.10

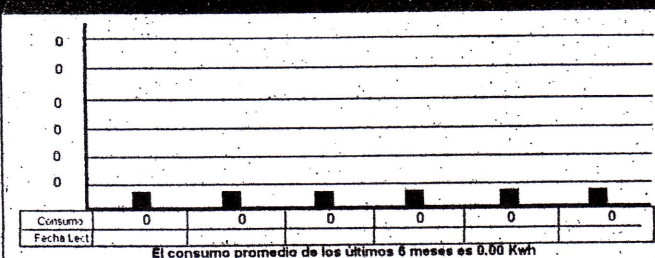
No.09DS000U01437392

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

829

GRÁFICA DE CONSUMO

El consumo promedio de los últimos 6 meses es 0.00 Kwh

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 1001 2162 83

FACTURA
Serie B No.35091901

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICANIR 0.1030919.01-2010/01/08-06
TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
MES FACTURADO: 01/2010
FECHA DE VENCIMIENTO: 09/02/2010No.09DS000U01437392
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 0226 1010 0121 6289VENTAS GRAVADAS 114.58
CONCEPTOS NO GRAVADOS -0.07
SALDO PENDIENTE 112.60
TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00TOTAL A PAGAR COLONES 1 978.38
DÓLARES 226.10
A+B+C

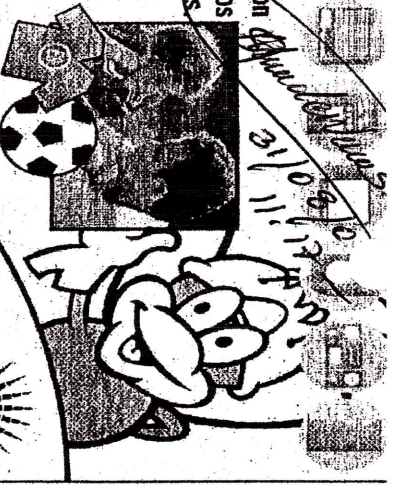
¿Qué fácil es consentir al rey del hogar!

Aprovecha y llévate el regalo para papá con el 10% de descuento en todos nuestros productos de las marcas que quieras

Además por tu compra puedes escoger entre una camiseta promocional de la selección o un balón de fútbol ¡completamente gratis!

Más información:

Visita nuestras 9 agencias o llama a 2233-5600 y 2233-5462 Promoción válida hasta el 30 de junio de 2009 Restricciones aplican



DELSUR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33695731
REGISTRO No. 8896-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELECTRICIA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 083000003844830
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115 RES-CR-18946-2008

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES

A+B+C

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

2000446

NTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA RICA

Serie B No. 33695731
REGISTRO No. 8896-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELECTRICIA
AUTORIZACION IMPRENTA No. 0030 D.G.I.

Transmision
On, Distribucion y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a. Avenida Norte y Calle al Vencedor, congreso a Admas Infantiles S.O.S.
COMERCIAL
TITULAR DEL CONTRATO
DIRECCION DEL SERVICIO
AVENIDA 18A Y 150, I.S.R. COLONIA COSTA RICA, S.R.L. C/O. DE
APARATO LOCOMOTOR
C/O DE SUMINISTRO CONTRIBUIDOR
DEMANIA FACTURADA
56.00 Kw.
33.00 Kw.

Med. De
Med. Transmision con gel
NIR 0.2000446-01-20090921-22
NFE 026200009859925121075

LECTURAS Y CONSUMOS

LECTURAS	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activo	860123	879616	1947
Potencia	28613	32788	4175
De potencia	92	92	92

PRECIO TARIFA APLICADA \$*

CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES
RENTA	RENTA
0.59763	150294
	0.000000
	5.146571

PRECIO TARIFA APLICADA \$*

CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES
RENTA	RENTA
0.59763	150294
	0.000000
	5.146571

DATOS DEL SUMINISTRO

Tipo de consumo	Medidor	Mult.	Tiempo	Coefficiente de perd.
Activo	1495380	1	1:00	1:58
Potencia	1495380	1	1:00	1:58

DIAS FACTURADOS	PERIODO
29	RECIBO

FECHA DE VENCIMIENTO 16/09/2009

OTROS SERVICIOS CONTRAVIDAS CON DEL SUR

TOTAL OTROS SERVICIOS

TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS

No. 083000003844830
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115 RES-CR-18946-2008
COMPROBANTE DEL CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

Transmision, Distribucion y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33695731
REGISTRO No. 8896-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELECTRICIA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 083000003844830
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115 RES-CR-18946-2008

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES

A+B

SALDO PENDIENTE

TOTAL DEL SUR

Consumo	21 MAR	21 ABR	22 MAY	22 JUN	23 JUL	21 AGO
Consumo	2345	1433	2089	2038	2280	1470
Consumo	21 MAR	21 ABR	22 MAY	22 JUN	23 JUL	21 AGO
Consumo	2345	1433	2089	2038	2280	1470

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales.

FACTURA
Serie B No. 33695731
REGISTRO No. 8896-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELECTRICIA

VENTAS GRAVADAS

CONCEPTOS NO GRAVADOS

SALDO PENDIENTE

TOTAL OTROS SERVICIOS

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES

A+B

¡¡¡Qué fácil es pagar su factura de DELSUR!!!

No vaya más lejos, pague su factura eléctrica a través de todos los meses* en todas las sucursales de DELSUR.

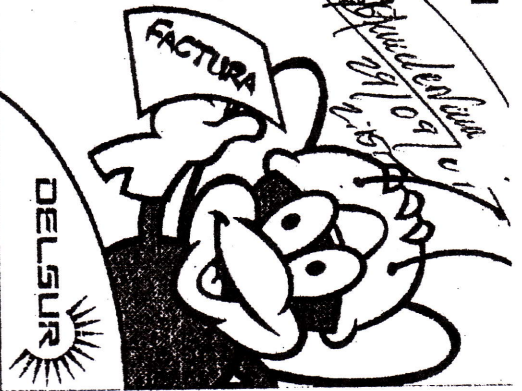


Son 35 sucursales en todo el país que están a su disposición para cancelar su recibo

Más información sobre colecturías autorizadas al reverso de este recibo o al tel.:

2233-5600

* Sólo facturas no vencidas



TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 34014748
REGISTRO No. 8899-3
Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS
CIRCUITO DE LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCIÓN DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 005000000161566
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG-51-5
TRAJE DEL 08/05/2009 AL 08/05/2009 EL AGO 21/06/06-RES-CR-23945-2009
Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

TOTAL A PAGAR

DOLARES

COLONES

+B+C

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

2000446

TRANSFORMACIÓN, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a Avenida Norte y Calle al Volcán, conflujo a Adas Huelmas S.O.S.

TRANSFORMACIÓN, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a Avenida Norte y Calle al Volcán, conflujo a Adas Huelmas S.O.S.

Serie B No. 34014748
REGISTRO No. 8899-3
Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS
CIRCUITO DE LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

TRANSFORMACIÓN, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a Avenida Norte y Calle al Volcán, conflujo a Adas Huelmas S.O.S.

TITULAR DEL CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DEL SERVIDO
AVENIDA RIZCU 190, I.S.R.L. COLOMIA COSTA RICA, I.S.R.L. CTO. DE APARATO LOCOMOTOR

Med. Dem. Med. Tensión con pot.

NIS2000446 NIS2000446-01-2009/09/21-75

CAP DE SUMINISTRO CONTRATADO 50.00 Kw. 32.00 Kw.

LECTURAS Y CONSUMOS

CARGO DE CONSUMO	LECTURAS	CONSUMO
ANTERIOR	ACTUAL	
827935	893338	2093
32788	32788	31
92	91	91

VENTAS GRAVADAS
CARGO DE DISTRIBUCIÓN (Retención)
Costo por Tasa Municipal por Paster/uso de red
CARGO DE COMERCIALIZACIÓN
CARGO DE ENERGÍA
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA

VENTAS GRAVADAS
Ajuste por costo de distribución
Intereses por mora
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
CONCEPTOS NO GRAVADOS
CARGOS ENERGÍA NO SERVIDO
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS
Retención 1% IVA
TOTAL DEL MES

PRECIO TARIFA APLICADA S*
CARGO FIJO
CARGOS VARIABLES
CARGO COMERCIALIZACIÓN
BLOQUE INICIAL/ACTIVA
RESTO
VALOR
DISTRIBUCIÓN
12/04/2009
0.907426
1.50024
0.00000
0.00000
5.146571

TIPO DE CONSUMO
MEDIDOR
WATT
TIPO
COEFICIENTE DE PERD.
149588
149588
1.000
Kwh
1.58

DATOS DEL SUMINISTRO

DIAS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 09/2009
FECHA EMISION 21/09/2009

PERIODO
DESDE 21/08/2009
HASTA 21/09/2009

FECHA DE VENCIMIENTO 15/10/2009

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DEL SUR

TOTAL OTROS SERVICIOS

0.00

TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS

1 532.69

No. 005000000161566
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG-51-5
TRAJE DEL 08/05/2009 AL 08/05/2009 EL AGO 21/06/06-RES-CR-23945-2009
Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

COMPROBANTE DEL CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V. REF: 0262 0928 2611 21

Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

(415) 7419700002628(3902)0000153269(96)20091015(8020)02620928261121

NIR 0.2000446-01-2009/09/21-75

TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

MES FACTURADO: 09/2009

FECHA DE VENCIMIENTO: 15/10/2009

No. 005000000161566
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG-51-5
TRAJE DEL 08/05/2009 AL 08/05/2009 EL AGO 21/06/06-RES-CR-23945-2009
Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

Nº DE AUTORIZACIÓN DE EMISIÓN DE RECIBOS CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

TOTAL OTROS SERVICIOS

0.00

VENTAS GRAVADAS

551.60

CONCEPTOS NO GRAVADOS

-0.02

SALDO PENDIENTE

985.99

TOTAL A PAGAR

DOLARES

1 532.69

COLONES

13 411.04

A+B



Llévate \$5

al pagar tu primer recibo de electricidad
con Pagos Automáticos de tu Tarjeta de Crédito Citi.
Promoción válida del 01 de octubre al 30 de noviembre de 2009.
Inscribite, llamando al 2280-3666 o 2212-2000



Banco Citibank de El Salvador, S.A.
Citi y el diseño del logo son una marca registrada de servicios de Citigroup Inc. Citi Never Sleeps es una marca de servicios de Citigroup Inc. Las denominaciones "Banco Citibank" y "Banco Uno" son propiedad del Banco Citibank de El Salvador, S.A., por lo que usted podrá recibir algún producto financiero que contenga estas denominaciones. La entrega de productos con estas denominaciones será de carácter provisional. Banco Citibank de El Salvador, S.A. le está comunicando el periodo de suscripción. Solicite de tarjetas de crédito nuevas, sujeto a verificación y aprobación crediticia. Aplique únicamente para recibos de la empresa DELSUR. No aplican en esta promoción tarjetas empresariales ni corporativas. El cliente recibirá el crédito de \$5.00 después del pago de su primera factura. El abono se verá reflejado en su próximo estado de cuenta. Acumulación de Millas sujeta a programas de lealtad de cada producto.

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 34337968
REGISTRO No. 8896-3
MEXICO, D.F. 10/02/2009
GIRÓ, LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 0905000474700

RR DONNELLEY KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 0905000474700 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009

DEL SUR

TOTAL A PAGAR

DOLARES
COLUMBES

A+B+C

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

2000446

ALE 3 800 RESIDENCIAL JARONES COLUMA COSTA RICA

Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 74, Avenida Norte y Calle al Volcán, conflujo a Aldeas Bariles S.O.S.

SERIE B No. 34337968
REGISTRO No. 8896-3
MEXICO, D.F. 10/02/2009
GIRÓ, LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA
AUTORIZACION IMPRINTA No. 0029 D.G.I.I.

OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR
TITULAR DEL CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCION DEL SERVICIO
AVENIDA IRIZU 150, I.S.R.I. COLUMA COSTA RICA, S.R.L. CTO. DE APARATO LOCOMOTOR

TARIFA MAP
NIR 2000446
NIR 02620000111946031533900

DE DE SUMINISTRO CONTRATO 00 DEMANDA FACTURADA
56.00 Kw. 35.00 Kw.

LECTURAS Y CONSUMOS

LECTURAS
ANTERIOR 893138
ACTUAL 918850
CONSUMO 2294
POTENCIA maxime 32371
Factor de Potencia 92

PRECIO TARIFA APLICADA \$*

CARGO FIJO
CARGOS VARIABLES
NIR 12/04/2009 12/10/2009 0.967654
BLOQUE PUNTUACIÓN 150624 0.00000 5.16571
12/10/2009 0.967654 128037 0.00000 5.16571

* NO INCLUYE IVA

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO MEDIDOR MULT. TPE. COEFICIENTE DE PERD. 1.38
ACTIVO 149398 8.100 Km
Factor de Potencia 149398 1.000 0.00

DMS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 10/2009
PERIODO DESDE 21/09/2009 HASTA 22/10/2009

FECHA DE VENCIMIENTO 16/11/2009

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DEL SUR

TOTAL OTROS SERVICIOS

0.00

TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS

1.119.46

No. 0905000474700
TIRAJE DEL 0905000474700 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009
COMPROBANTE DEL CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 34337968
REGISTRO No. 8896-3
MEXICO, D.F. 10/02/2009
GIRÓ, LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 0905000474700

RR DONNELLEY KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 0905000474700 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009

DEL SUR

TOTAL A PAGAR

DOLARES
COLUMBES

A+B

VENTAS GRAVADAS

CONCEPTOS NO GRAVADOS

SALDO PENDIENTE

578.11

-0.23

546.70

0.00

FACTURA
Serie B No. 34337968
REGISTRO No. 8896-3
MEXICO, D.F. 10/02/2009
GIRÓ, LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

SALDO PENDIENTE

546.70

TOTAL DEL SUR 1.119.46

2002	1835	1468	1101	734	367
Continuo					
22 MAY	22 JUN	22 JUL	22 AGO	22 SEP	22 OCT
El consumo promedio de los últimos 6 meses es 2,014.50 kWh					
Estimado cliente: le recordamos que si el vencimiento de este recibo no ha incluido su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de las facturas vencidas podrán ser declarados únicamente en nuestros Oficinas Comerciales.					

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
2000446UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-78-7-80

65

MD-149590

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORAVENIDA IRAZU 150, I.S.R.I. COLONIA
COSTA RICA I.S.R.I. CTO. DE APARATO
LOCOMOTOR

06141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No.34642310

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICADÍAS FACTURADOS
MES FACTURADO
FECHA EMISIÓN

29

11/2009

20/11/2009

PERÍODO
DESDE
HASTA

22/10/2009

20/11/2009

FECHA DE VENCIMIENTO
09/12/2009

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSIÓN

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TPO.	COEFICIENTE DE PER.
Activo	149590	0.100	kWh	1.50
Potencia maxime	149590	0.001	kW	1.50
Factor de Potén	149590	1.000		0.00

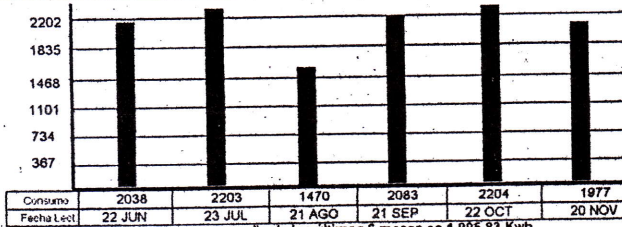
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activo	916850	936330	1977
Potencia maxime	33998	32990	92
Factor de Potén	92	92	92

PRECIO TARIFA APLICADAS

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
12/10/2009		0.967458	1.29037 0.000000 0.000000	5.149571

GRÁFICA DE CONSUMO

OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

TARIFA
MMP
Med. Dem.NIR 0.2000446.01-2009/11/20-81
NPE 026200001056290934647448CAPACIDAD CONTRATADA 56.00 KW.
DEMANDA FACTURADA 33.00 KW.

DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	
VENTAS GRAVADAS	192.03
Cargo de Distribución (Potencia)	0.16
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	1.10
Cargo de Comercialización	288.27
Cargo de energía	481.56
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	481.56
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	6.33
Interes por mora	6.33
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	6.33
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.04
Compens. Energía no Servida	-0.04
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.04
Retención 1% IVA	4.32
TOTAL DEL MES	483.53

SALDO PENDIENTE

572.76

SUB TOTAL

1 056.29 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

9 242.54

DÓLARES

1 056.29

No. 09DS0000U00803611

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5

TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16108-RES-CR-23945-2009

756

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia



(415) 7419700002628(3902) 0000105629(96) 20091209(8020) 02620934647440

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0934 6474 40

FACTURA
Serie B No.34642310

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

NIR

0.2000446.01-2009/11/20-81

TITULAR DE PAGO:

ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DE COBRO:

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

MES FACTURADO:

11/2009

FECHA DE VENCIMIENTO:

09/12/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5

TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16108-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 1056 2909 3464 7448

VENTAS GRAVADAS

487.89

CONCEPTOS NO GRAVADOS

-0.04

SALDO PENDIENTE

572.76

TOTAL OTROS SERVICIOS

0.00

TOTAL A
PAGAR

COLONES

9 242.54

DÓLARES

1 056.29

NIS
2000446

UTILICE ESTE NUMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-78-7-80 65 MD-149590

TITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
AVENIDA IRAZU 150 I.S.R.I. COLONIA
COSTA RICA I.S.R.I. CTO. DE APARATO
LOCOMOTOR
06141703240019

FACTURA
Serie B No. 34957067
REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DÍAS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 12/2009
FECHA EMISIÓN 21/12/2009

PERÍODO
DESDE 20/11/2009
HASTA 21/12/2009

FECHA DE VENCIMIENTO
15/01/2010

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSION

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	COEFICIENTE DE PER.
Activa	149590	0.100	kWh	1.50
Potencia maxime	149590	0.001	kW	1.50
Factor de Poten	149590	1.000		0.00

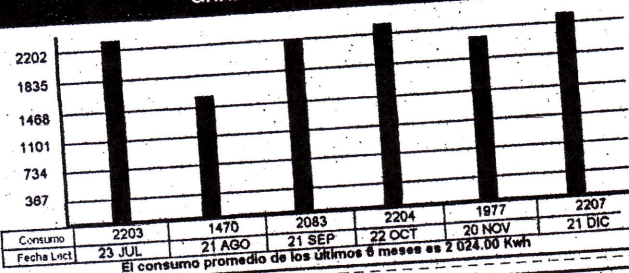
LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa	936339	958085	2207
Potencia maxime	32980	41320	82
Factor de Poten	92	93	93

PRECIO TARIFA APLICADAS

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	
12/10/2009		0.967488	.129037 .000000 0.000000	5.149571

GRÁFICA DE CONSUMO



OFICINA COMERCIAL PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
SAN SALVADOR NIR 0.2000446.01-2009/12/21-95 CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA
TARIFA MMP NPE 026200001050840937860236 55.00 Kw. 42.00 Kw.

DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	244.39
Cargo de Distribución (Potencia)	0.16
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	1.10
Cargo de Comercialización	321.80
Cargo de energía	567.45
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	5.91
Interes por mora	5.91
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.98
Compens. Energía no Servida	-0.98
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Retención 1% IVA	5.07
TOTAL DEL MES	567.31
SALDO PENDIENTE	483.63
SUB TOTAL	1 050.84 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL	0.00 B
-----------	--------

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:	CUENTA:
DETALLE	
TOTAL ALCALDÍA:	9 194.85
TOTAL A PAGAR: A+B+C	1 050.84

No. 09DS0000U01123082
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5
TIRAJE DEL 09DS0000U01123082 AL 09DS0000U0000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009 929

DELSUR
Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0937 8602 38

FACTURA
Serie B No. 34957067
REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

NIR 0.2000446.01-2009/12/21-95
TITULAR DE PAGO ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR
DIRECCIÓN DE COBRO PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA
MES FACTURADO 12/2009
FECHA DE VENCIMIENTO 15/01/2010
No. 09DS0000U01123082
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD. DEL EJERCITO REG. 51-5
TIRAJE DEL 09DS0000U01123082 AL 09DS0000U0000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 1050 8409 3786 0236

VENTAS GRAVADAS	573.36
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.98
SALDO PENDIENTE	483.63
TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00
TOTAL A PAGAR	9 194.85
COLONES	1 050.84
DÓLARES	A+B

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Nte. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
2000446UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTADÍAS FACTURADOS **31**
MES FACTURADO **01/2010**
FECHA EMISIÓN **22/01/2010**PERÍODO **21/12/2009**
DESDE **21/01/2010**
HASTAFECHA DE VENCIMIENTO
09/02/2010

Estimado cliente: le recordamos que si al vencimiento de este recibo no ha efectuado su pago, el servicio de energía será suspendido. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales. SERVICIO EN PROCESO DE SUSPENSION

DATOS DEL SUMINISTRO

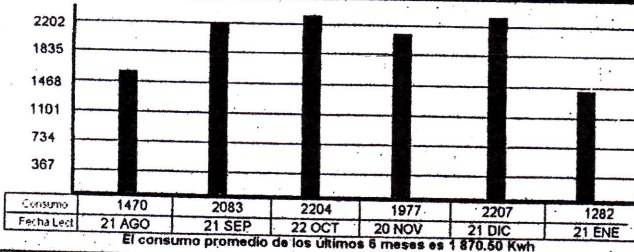
TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PER.
Activa	149590	0.100	kWh	1.50
Potencia maxime	149590	0.001	kW	1.50
Factor de Poten	149590	1.000		0.00

LECTURAS Y CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa	958085	970717	1282
Potencia maxime	41293	35964	92
Factor de Poten			92

PRECIO TARIFA APLICADAS \$

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
		COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO	VALLE
12/10/2009	01/01/2010	0.967458	.129037 .000000	5.149571
01/01/2010		0.954497	.129037 .000000	5.115078

GRÁFICA DE CONSUMOTITULAR DE PAGO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORAVENIDA IRAZU 186 I.S.R.I. COLONIA
LOCOMOTOR

05141703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTORFACTURA
Serie B No.35278586

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICAOICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR

PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

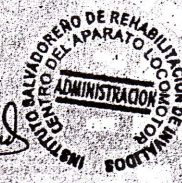
TARIFA MMP

NIR 0.2000446.01-2010/01/21-84 CAPACIDAD CONTRATADA 56.00 KW. DEMANDA FACTURADA 37.00 KW.

Med. Dem.

DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DETALLE DE FACTURACIÓN/ENERGÍA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribución (Potencia)	214.37
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercialización	1.08
Cargo de energía	186.94
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	402.55
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interes por mora	3.91
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	3.91
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energía no Servida	-0.27
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.27
Retención 1% IVA	-3.60
TOTAL DEL MES	402.59



SUB TOTAL

SALDO PENDIENTE

567.31

969.90 A

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

0.00 B

ALCALDÍA MUNICIPAL

MES FACTURADO:

CUENTA:

DETALLE

IMPORTE DÓLARES

TOTAL ALCALDÍA:

C

TOTAL A PAGAR:
A+B+C

COLONES

8 486.63

DÓLARES

969.90

No.09DS000U01437393

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009

830

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 1003 1519 23

FACTURA
Serie B No.35278586

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

NIR 0.2000446.01-2010/01/21-84

TITULAR DE PAGO: ISRI CENTRO DEL APARATO LOCOMOTOR

DIRECCIÓN DE COBRO: PASAJE 3 900 RESIDENCIAL JARDINES COLONIA COSTA RICA

MES FACTURADO: 01/2010

FECHA DE VENCIMIENTO: 09/02/2010

No.09DS000U01437393

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 9699 9010 0315 1926

VENTAS GRAVADAS	406.46
CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.27
SALDO PENDIENTE	567.31

TOTAL OTROS SERVICIOS: 0.00

TOTAL A PAGAR	COLONES	8 486.63
	DÓLARES	969.90

A+B+C

02620000969901003151926

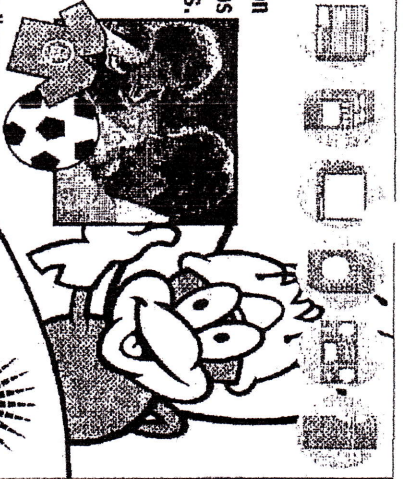
FACTURAS ELECTRICAS DEL CAL
SUBESTACION DELTA ABIERTA DE 50 KVA

¿Qué fácil es consentir al rey del hogar!

Aprovecha y llévate el regalo para papá con el 10% de descuento en todos nuestros productos de las marcas que quieras.

Además, por tu compra puedes escoger entre una camiseta promocional de la selección o un balón de fútbol ¡completamente gratis!

Más información:
Visita nuestras 9 agencias o llama a
2233-5600 y 2233-5462
Promoción válida hasta el 30 de junio de 2009
Restricciones aplican



DELSUR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

TOTAL ALCALDIA

U.N.D. FRANCISCA INSTITUCIONAL
CORRESPONDENCIA RECIBIDA
FIRMA: *[Signature]*
FECHA: *27/06/09*

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33400106
REGISTRO No. 0890-3
MEX. LUZ Y FUERZA ELECTRICA

NIR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 08SD00003516695
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TITULO DEL 08SD00001 AL 08SD0000400000 16 JUN 2008
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-18946-2008

TOTAL A PAGAR	DOLARES	COLONES

COMPROBANTE INGRESO DELSUR

A+B+C

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR, S.A. DE C.V. TEL.: 2294-6400 1230630008.F10RAM 030404

5070794

TITULAR DE PAGO
SRI ADMINISTRACION SUPERIOR
AVENIDA RAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA

FACTURA
Serie B No. 33400106
REGISTRO No. 0890-3
MEX. LUZ Y FUERZA ELECTRICA
AUTORIZACION IMPRIMIRIA No. 0026 DE C.U.I.

TRANSFORMACION, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. Final 7a. Avenida Norte y Calle al Vencer, conflujo a Aldeas Infantiles S.O.S.
OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR
TITULAR DEL CONTRATO
SRI ADMINISTRACION SUPERIOR
DIRECCION DEL SERVICIO
AVENIDA RAZU 102 A COLONIA COSTA RICA

TARIFA: SRAH
NIR: 05070794.01-2009/07/23-56
NFE: 02620000823990921940945
CME DE SUMINISTRO CONTINUO
DEMANDA FACTURADA
74.00 Kw.
67.00 Kw.

LECTURAS Y CONSUMOS

	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
cliva punte	2538	2584	
cliva resto	36132	36868	
cliva teste	552	36868	
o tenci, maxime	96	97	9
actor de Poten			

PRECIO TARIFA APLICADA *

CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES
INICIO FINAL	CONSUMO
12/04/2009	9.58367
	1.59925
	1.55072
	0.120377
	5.149371

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	VENTAS GRAVADAS
Cargo de Distribucion (Potencia)	389.86
Costo por 1000 kWh (Ciclo) por Post-uso de red	0.16
Cargo de Comercializacion	10.83
Cargo E. Activo punto	98.67
Cargo E. Activo valle	79.71
Cargo E. Activo resto	1.585.39
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	2.164.62
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	VENTAS GRAVADAS
Ajuste Cargo de Distribucion	1.36
Interes por mora	43.09
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	44.45
Compras Energía no Servida	-0.87
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-0.87
Retención 1% IVA	-19.55
TOTAL DEL MES	2.183.65

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO	MEJOR	MULT.	TIPO	COEFICIENTE DE PERD.
Activo punto	183189	13.888	KWh	1.58
Activo resto	183189	12.888	KWh	1.58
Potencia máxima	183189	1.000	KW	1.58
Factor de Potencia	183189	1.000		0.00

DIAS FACTURADOS	31	PERIODO
MES FACTURADO	07/2009	DESDE 22/06/2008
FECHA EMISION	23/07/2009	HASTA 23/07/2009

FECHA DE VENCIMIENTO 07/08/2009

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

TOTAL OTROS SERVICIOS	0.00
TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS	6.243.99

No. 08SD00003516695
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TITULO DEL 08SD00001 AL 08SD0000400000 16 JUN 2008
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-18946-2008

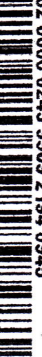
DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

COMPROBANTE DEL CLIENTE
REF: 0262 0921 9409 41

(415) 7419700002628(3902) 0000624399(96) 20090807(8020) 02620921940941

NIR
05070794.01-2009/07/23-56
TITULAR DE PAGO:
ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR
DIRECCION DE COBRO:
AVENIDA RAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA
MES FACTURADO:
07/2009

FECHA DE VENCIMIENTO:
07/08/2009
No. 08SD00003516695
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TITULO DEL 08SD00001 AL 08SD0000400000 16 JUN 2008
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-18946-2008
NFE: 0262 0000 6243 9909 2194 0945



TOTAL OTROS SERVICIOS		0.00
TOTAL A PAGAR	DOLARES	6 243.99
	COLONES	54 634.91

NO ESCRIBIR NADA SOBRE EL CONJUNTO DE BARRAS

COMPROBANTE INGRESO DELSUR

A+B

!!!Qué fácil es pagar su factura de DELSUR!!!
No vaya más lejos, pague su factura eléctrica todos los meses* en todas las sucursales de



Son 35 sucursales en todo el país que están a su disposición para cancelar su recibo

Más información sobre colecturías autorizadas al reverso de este recibo o al tel.:

2233-5600

* Sólo facturas no vencidas



DELSUR

TITULAR DE PAGO:

DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

CUENTA:

FECHA DE EMISION:

RESUMEN DE PAGO

IMPORTE DOLARES

UNIDAD FINANCIERA INSTITUCION
CORRESPONDENCIA RECIBIDA

FIRMA

FECHA

HORA

TOTAL ALCALDIA

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:

MES FACTURADO:

FECHA DE VENCIMIENTO:

No. 09DS0000141755
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

TOTAL A
DOLARES

COLONES

A+B+C

COMPROBANTE INGRESO DEL CUI

5070794

CLAR DE PAGO
ADMINISTRACION SUPERIOR
AVENIDA IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA

FACTURA
Serie B No. 34014745
REGISTRO No. 8806-3
NIT. 0014-161195-1013
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA
AUTORIZACION IMPRINTA No. 0021 D.G.I.I.

Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica. - Pista 7a, Avenida Norte y Calle al Volcán, conflujo a Aldeas Infantiles S.O.S.

OFICINA COMERCIAL

SAN SALVADOR

TITULAR DEL CONTRATO

ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR

AVENIDA IRAZU 102 A COLONIA COSTA RICA

DIRECCION DE COBRO:

MESES FACTURADOS:

FECHA DE VENCIMIENTO:

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

RECIBO DE VENCIMIENTO: 01/10/2009

RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7.12 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5

TRAJE DEL 09DS0000141755 AL 09DS0000400000 24 AGO 2009

No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009

NPE: 0262 0000 4235 5809 2817 4088

¡Que fácil es consentir al rey del hogar!!

Aprovecha y llévate el regalo para papá con el 10% de descuento en todos nuestros productos de las marcas que quieras.

Además, por tu compra puedes escoger entre una camiseta promocional de la selección o un balón de fútbol ¡completamente gratis!

Más información:
Visita nuestras 9 agencias o llama a
2233-5600 y 2233-5462
Promoción válida hasta el 30 de junio de 2009
Restricciones aplican



S.R.L.
UNIDAD FINANCIERA INSTITUCIONAL
CORRESPONDENCIA RECIBIDA

TITULAR DE PAGO:	DIRECCION DE COBRO:	MES FACTURADO:	FECHA DE EMISION:
FECHA:	HORA:	CUENTA:	
RESUMEN DE PAGO			
IMPORTE DOLARES			
TOTAL ALCALDIA			

COMPROBANTE DE ALCALDIA CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33690980
REGISTRO No. 8885-3
NIT 2014-101195-101-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR
TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-16948-2008

TOTAL A PAGAR
DOLARES
COLONES

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B+C

507079

507079

507079

1230630008, 210RAM TEL.: 2294-6400 030404

06171203240019

OFICINA COMERCIAL
SAN SALVADOR

DIRECCION DEL SERVICIO
AVENIDA IRAZU 102 A COLONIA COSTA RICA

TARIFA GMAH
Gran demanda mediana Tension

CP DE SUMINISTRO CONTRATADO
74.00 Kw.

DEMANDA FACTURADA
67.00 Kw.

LECTURAS Y CONSUMOS

CALCULO DE CONSUMO	LECTURAS	CONSUMO
ACTIVO punto	2584	451
ACTIVO valle	2058	487
Potencia med. line	3055.3	74.00
Factor de Poten	99	96

VENTAS GRAVADAS
Costo de Distribucion (Potencia)
Costo por Toso Municipal por Poste/uso de red
Cargo de Comercializacion
Cargo E. Activo punto
Cargo E. Activo valle
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS
1 263.60
1 810.26

PRECIO TARIFA APLICADA \$ *

CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES
RICIO FINAL	COMERCIALIZACION
12/04/2009	1.59343

VALLE DISTRIBUCION
0.12027 5.149571

REPARTAMENTO
SERVICIOS
GENERALES

DATOS DEL SUMINISTRO
MEDIDOR MULT. #REC. #CARGO DE PERD.
ACTIVO punto 183189
ACTIVO valle 183189
Factor de Poten 183189

SALDO PENDIENTE
TOTAL DEL SUR
5 987.82

DIAS FACTURADOS 29
MES FACTURADO 08/2009
FECHA EMISION 21/08/2009

FECHA DE VENCIMIENTO 01/09/2009

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DEL SUR

TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00

TOTAL DEL SUR + OTROS SERVICIOS 5 987.82

No. 085000043002584
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG 51-5
TIRAJE DEL 085000043000000 16 JUN 2008
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA 10115-RES-CR-16948-2008

COMPROBANTE DEL CLIENTE

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33690980
REGISTRO No. 8885-3
NIT 2014-101195-101-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR
TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-16948-2008

TOTAL A PAGAR
DOLARES
COLONES

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B+C

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33690980
REGISTRO No. 8885-3
NIT 2014-101195-101-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR
TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-16948-2008

TOTAL A PAGAR
DOLARES
COLONES

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DEL SUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

FACTURA
Serie B No. 33690980
REGISTRO No. 8885-3
NIT 2014-101195-101-3
GIRO: LUZ Y FUERZA ELÉCTRICA

NIR
TITULAR DE PAGO:
DIRECCION DE COBRO:
MES FACTURADO:
FECHA DE VENCIMIENTO:
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 10115-RES-CR-16948-2008

TOTAL A PAGAR
DOLARES
COLONES

COMPROBANTE INGRESO DEL SUR

A+B

DELSUR

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Final 17 Av. Rta. y Calle al Boquerón, Santa Tecla, La Libertad.
www.delsur.com.sv**NIS**
5070794UTILICE ESTE NÚMERO
PARA CUALQUIER CONSULTA

1110-78-7-65 55 MD-183189

TITULAR DE PAGO
ISRI ADMINISTRACION SUPERIORAVENIDA IRAZU 102 A COLONIA COSTA
RICA

06171703240019

TITULAR DE CONTRATO
ISRI ADMINISTRACION SUPERIORFACTURA
Serie B No.34642307

REGISTRO No. 89895-3

NIT: 0614-161195-101-3

GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICADÍAS FACTURADOS **29**
MES FACTURADO **11/2009**
FECHA EMISIÓN **20/11/2009**PERÍODO
DESDE **22/10/2009**
HASTA **20/11/2009**FECHA DE VENCIMIENTO
01/12/2009Estimado Cliente. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser
efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales.ORIGEN COMERCIAL **SAN SALVADOR** AVENIDA IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA
TARIFA **GMH** NIR **0.5070794.01-2009/11/20-26** CAPACIDAD CONTRATADA **74.00 KW.** DEMANDA FACTURADA **56.00 KW.**
Gran demanda NPE **026200001547050934547973**

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribucion (Potencia)	325.86
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercializacion	10.83
Cargo E.Activa punta	75.00
Cargo E.Activa valle	59.43
Cargo E.Activa resto	1 089.86
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	1 561.14
DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energia no Servida	-0.27
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Retencion 1% IVA	-13.82
TOTAL DEL MES	1 547.05

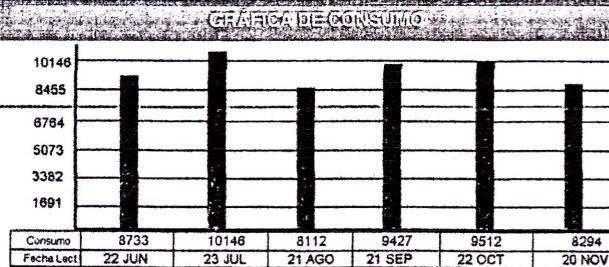
DEPARTAMENTO
SERVICIOS
GENERALES

SUB TOTAL **1 547.05 A**

TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	COEFICIENTE DE PER.
Activa punta	183189	12.000	kWh	1.50
Activa valle	183189	12.000	kWh	1.50
Activa resto	183189	12.000	kWh	1.50
Potencia maxime	183189	0.120	kW	1.50
Factor de Poten	183189	1.000		0.00

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activa punta	2705	2730	475
Activa valle	38860	39461	7320
Potencia maxime	503	462	56
Factor de Poten	97	97	

INICIO	FINAL	CARGO FIJO	CARGOS VARIABLES	DISTRIBUCIÓN
12/10/2009	20/11/2009	COMERCIALIZACIÓN BLOQUE PUNTA/ACTIVA RESTO VALLE	9.59437 .138730 .131769 0.106391 5.149571	

SUB TOTAL **0.00 B**

DETALLE	IMPORTE DÓLARES
TOTAL ALCALDÍA:	C
TOTAL A PAGAR	
COLONES	13 536.69
DÓLARES	1 547.05

No.09DS000U00783046
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD.DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009 3105**DELSUR**

Trabajando juntos, hacemos la diferencia

(415) 741970002628 (3902) 0000154705 (96) 20091201 (8020) 02620934547978

DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD DELSUR, S.A. DE C.V.
Transformación, Distribución y Suministro de Energía Eléctrica

REF: 0262 0934 5479 78

FACTURA
Serie B No.34642307REGISTRO No. 89895-3
NIT: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICANIR **0.5070794.01-2009/11/20-26**
TITULAR DE PAGO: **ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR**
DIRECCIÓN DE COBRO: **AVENIDA IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA**
MES FACTURADO: **11/2009**
FECHA DE VENCIMIENTO: **01/12/2009**No.09DS000U00783046
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD.DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS000U1 AL 09DS000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACIÓN DE NUMERACIÓN CORRELATIVA: 16106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 1547 0509 3454 7973

026200001547050934547973

NO ESCRIBIR NI SELLAR SOBRE EL CÓDIGO DE BARRAS

VENTAS GRAVADAS **1 561.14**
CONCEPTOS NO GRAVADOS **-0.27**TOTAL OTROS SERVICIOS **0.00**

TOTAL A PAGAR	COLONES	13 536.69
	DÓLARES	1 547.05

A+B+C

COMPROBANTE IMPRESO DEL SUB

TITULAR DE PAGO
ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR
AVENIDA IRAZU 102 A COLONIA COSTA RICA
TITULAR DE CONTRATO 06171703240019
ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR

FACTURA
Serie B No.34957065
REGISTRO No. 89895-3
NIT.: 0614-161195-101-3
GIRO: TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN
Y SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DÍAS FACTURADOS 31
MES FACTURADO 12/2009
FECHA EMISIÓN 21/12/2009
PERÍODO DESDE 20/11/2009 HASTA 21/12/2009
FECHA DE VENCIMIENTO 04/01/2010

Estimado Cliente. Los pagos de sus facturas vencidas podrán ser efectuados únicamente en nuestras Oficinas Comerciales.

UNIDAD FINANCIERA INSTITUCIONAL
RESPONSABILIDAD DECIDIDA

FECHA 12/01/10
HORA 9:21

DATOS DEL SUMINISTRO

TIPO DE CONSUMO	MEDIDOR	MULT.	TIPO.	COEFICIENTE DE PER.
Activa punta	183189	12.000	kWh	1.50
Activa valle	183189	12.000	kWh	1.50
Activa resto	183189	12.000	kWh	1.50
Potencia maxime	183189	0.120	kW	1.50
Factor de Poten	183189	1.000		0.00

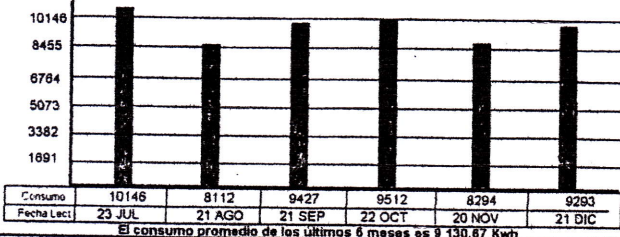
RECORDAS DE CONSUMOS

TIPO DE CONSUMO	ANTERIOR	ACTUAL	CONSUMO
Activo punta	2790	2798	536
Activo valle	39451	40138	8180
Activo resto	482	507	62
Potencia maxime			
Factor de Poten			

PRECIO TARIFA APLICADAS

INICIO	FINAL	CARGO FIJO COMERCIALIZACIÓN	BLOQUE	CARGOS VARIABLES PUNTA/ACTIVA RESTO	VALLE	DISTRIBUCIÓN
12/10/2009		9.593437		.129730	.131759	0.105391
						5.149571

GRAFICA DE CONSUMO



OFICINA COMERCIAL SAN SALVADOR
TARIFA GMH
NIR 0.5070794.01-2009/12/21-39
NPE 026200001728740937739665
DIRECCIÓN DEL SERVICIO AVENIDA IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA
CAPACIDAD CONTRATADA DEMANDA FACTURADA
74.00 Kw. 62.00 Kw.

DETALLE DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DETALLE DE FACTURACION/ENERGIA	
VENTAS GRAVADAS	
Cargo de Distribucion (Potencia)	360.77
Costo por Tasa Municipal por Poste/uso de red	0.16
Cargo de Comercializacion	10.83
Cargo E.Activa punta	84.64
Cargo E.Activa valle	66.69
Cargo E.Activa resto	1 220.43
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	1 743.52

DETALLE DE OTROS CARGOS/ABONOS	
VENTAS GRAVADAS	
Interes por mora	4.77
SUBTOTAL VENTAS GRAVADAS	4.77
CONCEPTOS NO GRAVADOS	
Compens Energia no Servida	-4.08
SUBTOTAL CONCEPTOS NO GRAVADOS	-4.08
Retencion 1% IVA	-15.47
TOTAL DEL MES	1 728.74

SUB TOTAL

OTROS SERVICIOS CONTRATADOS CON DELSUR

SUB TOTAL

ALCALDIA MUNICIPAL

MES FACTURADO: CUENTA:

DETALLE	IMPORTE DOLARES
TOTAL ALCALDIA:	

TOTAL A PAGAR	COLONES	DOLARES
A+B+C	15 126.48	1 728.74

No.09DS0000U01100313
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009 3194

NIR 0.5070794.01-2009/12/21-39
TITULAR DE PAGO: ISRI ADMINISTRACION SUPERIOR
DIRECCIÓN DE COBRO: AVENIDA IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA COL. COSTA RICA
MES FACTURADO: 12/2009
FECHA DE VENCIMIENTO: 04/01/2010

VENTAS GRAVADAS 1 748.29
CONCEPTOS NO GRAVADOS -4.08
TOTAL OTROS SERVICIOS 0.00

No.09DS0000U01100313
RR DONNELLEY DE EL SALVADOR KM 7 1/2 BLVD DEL EJERCITO REG.51-5
TIRAJE DEL 09DS0000U1 AL 09DS0000U4000000 24 AGO 2009
No. DE AUTORIZACION DE NUMERACION CORRELATIVA: 18106-RES-CR-23945-2009
NPE: 0262 0000 1728 7409 3773 9665

TOTAL A PAGAR	COLONES	DOLARES
	15 126.48	1 728.74
		A+B+C

ANEXO 4
HOJAS DE CÁLCULO
ÍNDICE

4A. RESUMEN CALCULO ADMINISTRACION.....293

4B. RESUMEN CALCULO CRINA.....294

4C. RESUMEN CALCULO CAL295

4.A) RESUMEN DE CALCULO ADMINISTRACION.

ADM	distancia	VLL	% E	A	P(VA)	I (Amp)	Prot	Prot	Imax	Cond	It	Alimentadores	Barras
TG-ADM	7	240	4.8	46.95	161695.8	673.73	842.16	900	260	4	1040	2(6THHN#3/0+2THHN#4 Ø3")	900
T-ADMIN	25	240	4.8	30.14	24076.8	100	125	125	170	1	170	3 THHN#1/0+1THHN#8 Ø2")	150
T-ADME	25	240	4.8	72.19	63395	264.15	330.19	350	195	2	390	2(3 THHN#2/0+1THHN# 6 Ø 2")	350
T-COND	46	240	4.8	84.93	40800	170	212.5	225	225	1	225	3THHN# 3/0 + 1THHN# 6 Ø 2 1/2")	250
T-EVAP	46	240	4.8	14.99	7200	30	37.5	40	55	1	55	(4 THHN#8 Ø1")	100
T-MATT	23	240	4.8	16.89	16224	67.6	84.5	80	95	1	95	(3 THHN#4 + 1THHN 8 Ø 1 1/4")	100
RESERVA		240	4.8	0.00	10000	41.7	52.1	60	75	1	75	(3 THHN #6 + 1THHN#8 Ø 1 1/4)	100
ST-OF1	16	240	4.8	30.19	37696	157.07	196.34	200	200	1	225	3THHN# 3/0 + 1THHN# 6 Ø 2 1/2")	225
ST-OF2	29	240	4.8	34.33	22659	94.41	118	125	170	1	170	3 THHN#1/0+1THHN#8 Ø2")	150
ST-OF3	16	240	4.8	11.91	14848	61.87	77	80	95	1	95	(3 THHN#4 + 1THHN 8 Ø 1 1/4")	100
ST-OF4	29	240	4.8	22.11	15245	63.53	79.4	80	95	1	95	(3 THHN#4 + 1THHN 8 Ø 1 1/4")	100
ST-LE	4	240	4.8	0.55	3040	12.7	15.8	40	55	1	55	(4 THHN#8 Ø1")	100

4.B) RESUMEN CALCULO CRINA.

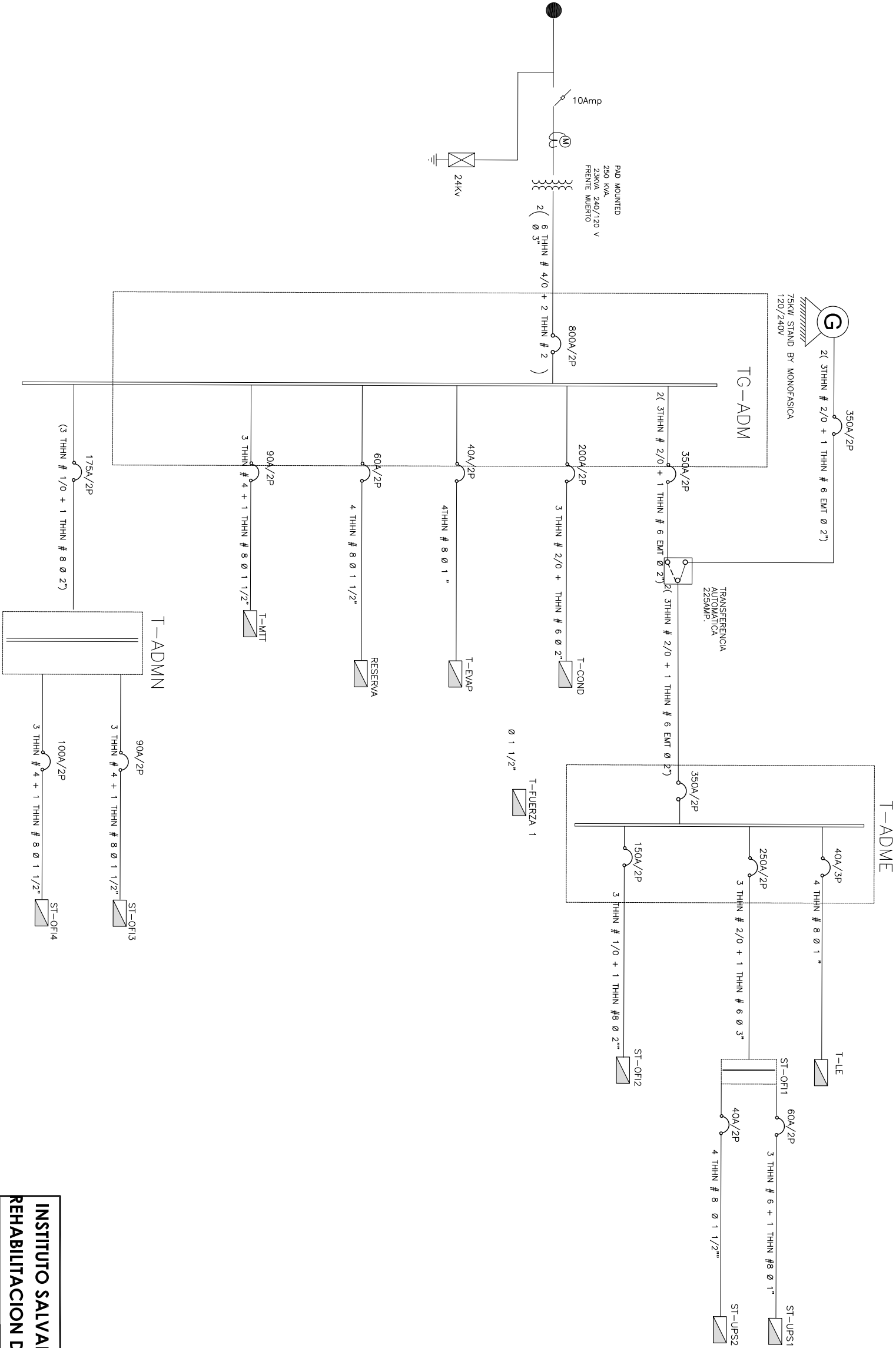
CRINA	distancia	VLL	% E	A	P(VA)	I (Amp)	Prot	I _{max}	Cond	It	Alimentadores	Barras
TG-CRINA	6	240	4.8	30.51	239238.5	996.83	1246	430	3	1290	3(3THHN#500MCM+1THHN#1/0 Ø4")	1300
T-EDFA	130	240	4.8	161.51	57520	239.67	299	175	2	350	2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	350
STA- TOMAS	10	240	4.8	4.48	19200	80	100	130	1	130	(3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	125
STA-LUCES	10	240	4.8	1.67	7520	31.33	39	55	1	55	(4THHN#8 Ø 1")	100
STA-AA	10	240	4.8	6.27	30800	128.3	160.4	195	1	195	(3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	200
T-EDFB	85	240	4.8	105.60	57520	239.67	299	175	2	175	2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	350
STB- TOMAS	15	240	4.8	6.72	19200	80	100	130	1	130	(3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	125
STB-LUCES	15	240	4.8	2.51	7520	31.33	39	55	1	55	(4THHN#8 Ø 1")	50
STB-AA	15	240	4.8	9.41	30800	128.3	160.4	195	1	195	(3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	200
T-EDFC	75	240	4.8	93.18	57520	239.67	299	175	2	350	2(3THHN#1/0+ 1THHN#8 Ø 2")	300
STC- TOMAS	15	240	4.8	6.72	19200	80	100	130	1	130	(3 THHN#2+1THHN#8 Ø1 1/2")	125
STC-LUCES	15	240	4.8	2.51	7520	31.33	39	55	1	55	(4THHN#8 Ø 1")	50
STC-AA	15	240	4.8	9.41	30800	128.3	160.4	195	1	195	(3THHN#2/0 + 1THHN#6 Ø2")	200
T-FC	27	240	4.8	25.67	46678.5	194.5	243.1	260	1	260	(3THHN#4/0+1THHN#4 Ø 2 1/2")	250

ANEXO 5
PLANOS DE PROPUESTA ELÉCTRICA
INDÍCE

5A. DIAGRAMAS UNIFILARES.....	297
5A. DIAGRAMA UNIFILAR ADMINISTRACION.....	297
5A. DIAGRAMA UNIFILARE CRINA.....	298
5A. DIAGRAMA UNIFILARE CAL.....	299
 5B. ACOMETIDAS	 300

5A. DIAGRAMAS UNIFILARES

5A.1 DIAGRAMA UNIFILAR ADMINISTRACION



INSTITUTO SALVADOREÑO DE
REHABILITACION DE INVALIDO

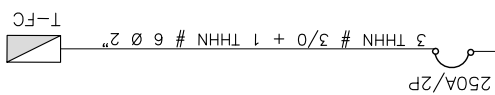
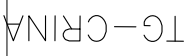
Proyectado :	Revisado :

Ubicación : AV. IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA

DIAGRAMA UNIFILAR ADM 250KVA

Diseño :	DANI CALDERON	Escala :	Indicados
Revisó :	DANI CALDERON	Fecha :	23 DE MAYO 2011
Proyecto :			IE-01

5A.2 DIAGRAMA UNIFILAR CRINA



IE-02

5A.3 DIAGRAMA UNIFILAR CAL

5B. ACOMETIDAS

[illegible]

**INSTITUTO SALVADOREÑO DE
REHABILITACION DE INVALIDOS**

UBICACION :
AV. IRAZU 102 COLONIA COSTA RICA

ACOMETIDAS ELECTRICAS Y TABLEROS

Direito :	Dibujó :	Fecha :
DANY CALDERON	DANY CALDERON	23 DE MAYO 2011
LUIS LARA	Escudo :	Firma No :

	DANY CALDERON	DIAGRAMA UNIFILARNO	
--	---------------	---------------------	--

IE-04