



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL**

Edy Ottoniel Aguilar Rivas

Asesorado por el Ing. Byron René Lucas Ríos

Guatemala, septiembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

EDY OTTONIEL AGUILAR RIVAS

ASESORADO POR EL ING. BYRON RENÉ LUCAS RÍOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Glenda Patricia Garcia Soria
VOCAL II	Ing. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz
EXAMINADOR	Ing. Jorge Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Armando Galvez Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha marzo de 2006.

Edy Ottoniel Aguilar Rivas

Guatemala, 13 de octubre de 2006

Ing. Ángel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Sic:

Por este medio le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante de la carrera de Ingeniería Eléctrica **Edy Ottoniel Aguilar Rivas**, procedí a revisar el informe final de la practica de EPS, titulado **"PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL"**.

Le manifiesto que encuentro el trabajo satisfactorio y en mi opinión llena los requisitos para su aprobación. En virtud lo doy por APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular me es grato suscribirme.

Atentamente,



Ing. Byron Rene Lucas Ríos
Asesor
Colegiado No. 2197

BYRON RENE LUCAS RIOS
Ing. Mecánico Electricista
Colegiado No. 2,197



Guatemala, 14 de noviembre de 2006
Ref. EPS. C. 606.11.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **EDY OTTONIEL AGUILAR RIVAS**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es titulado **"PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL"**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dá y Enseñad a Todos"

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Colegiado 6271


Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Supervisor de EPS

Área de Ingeniería Mecánica – Eléctrica



KIER/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 2442.3509

"Todo por ti Carolingia Mía"
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

Guatemala, 20 de noviembre de 2006
Ref. EPS. C. 606.11.06

Ing. Renato Escobedo
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobedo.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL"**.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, **EDY OTTONIEL AGUILAR RIVAS**, quien fue asesorado por el Ing. Bayron René Lucas Ríos y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de director apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS

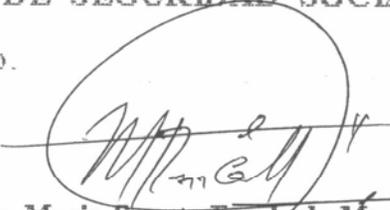


ARSG/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de Graduación del estudiante; Edy Ottoniel Aguilar Rivas titulado: PLANIFICACIÓN PARA LA REMODELACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LOS HOSPITALES DE REHABILITACIÓN Y SALUD MENTAL DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL, procede a la autorización del mismo.


Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
DIRECTOR



GUATEMALA, 31 DE AGOSTO 2,007.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser mi refugio y fortaleza en los momentos difíciles de mi vida y durante la culminación de mi carrera.
La división de Mantenimiento Del IGSS	Por permitir desarrollar este trabajo de graduación y el apoyo brindado durante el desarrollo del mismo.
Los hospitales de Rehabilitación y Salud Mental.	Por abrirme sus instalaciones y brindar todo el apoyo necesario para la realización de este proyecto.
Ing. Byron Lucas	Por su apoyo como asesor de este trabajo de graduación y su experiencia compartida.
Centro de Investigaciones de Ingeniería	Por su aporte en la realización de las mediciones del estado actual de la iluminación y de la red de tierras en los hospitales.
SIEMENS, Guatemala	Por la información técnica de equipos brindada en este proyecto en particular.
Hermanos Arriaga	Sergio, Vinicio, Cesar y Victor, por su amistad y apoyo incondicional para alcanzar la meta trazada de ser ingeniero.

ACTO QUE DEDICO A

- Mi madre** Cristina Rivas, como reconocimiento a su gran amor, esfuerzo y sacrificio para que pudiera conseguir este título y hacer de mí la persona que ahora soy y por apoyarme incondicionalmente en todos los proyectos de mi vida.
- Mis hermanos** Patricia Janette y Walter Guillermo, por su amor y apoyarme siempre, dándome aliento para continuar y alcanzar lo propuesto.
- Mis sobrinas** Mishel, Alejandra y Vanesa, por ser una fuente de inspiración en todo lo que hago.
- Arcadia Amabel** Por su apoyo incondicional en gran parte de mi carrera y estar con migo para culminarla.
- Mis familiares** Por sus consejos y muestras de cariño para llegar hasta el final de todo.
- Esposos Arriaga** Victor Arriaga y Angela de Arriaga, por ser tan bondadosos y ser un pilar fundamental para alcanzar este éxito.
- Mis amigos** Carlos Boj, Jorge Zaldaña, Julio Robles, Julio Pérez, Francisco Trujillo, por su apoyo y compartir con migo para alcanzar nuestras metas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIX
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1 EVALUACIÓN EN MEDIANA Y BAJA TENSIÓN	1
1.1. Acometidas principales	1
1.1.1. Situación actual	1
1.1.2. Puntos de conexión a la red	2
1.1.3. Conductores	2
1.2. Banco de transformadores	2
1.2.1. Capacidad	2
1.2.2. Configuración	4
1.3. Medición	5
1.3.1. Forma de medición	5
1.3.2. Ubicación de la medición	7
2 DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES	9
2.1. Instalaciones	9

2.1.1. Caracterización de cargas	10
2.1.2. Capacidad, calibres y secciones de conductores eléctricos	17
2.1.3. Tuberías	21
2.1.3.1. Cálculo de calibres	21
2.1.4. Protección	22
2.1.4.1. Prueba de disparo	24
2.1.4.2. Capacidad de corto circuito	26
2.1.4.3. Corriente nominal	27
2.1.5. Tableros	27
2.1.5.1. Condición actual	28
2.2. Análisis de redes	33
2.2.1. Corrientes	34
2.2.2. Voltajes	37
2.2.3. Factor de potencia	40
2.2.4. Potencia	44
2.2.4.1. Activa	45
2.2.4.2. Reactiva	48
2.2.4.3. Aparente	52
2.2.5. Factor K	53
2.2.6. Análisis de Armónicos	55
2.2.6.1. Distorsión Armónica THDV y THDI	58
2.2.7. Captura de Perturbaciones	62
2.2.8. Desbalance	63
2.3. Iluminación	65
2.3.1. Revisión visual	68
2.3.2. Características de las luminarias	74
2.3.3. Iluminación en áreas de parqueo	77
2.3.4. Medición de luxes	78
2.4. Carga instalada	79

2.4.1. Iluminación	79
2.4.2. Fuerza	80
2.4.3. Equipos especiales	80
3 DISEÑO DE NUEVA DISTRIBUCIÓN, CANALIZACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE TABLEROS PARA LA UNIFICACIÓN DE CADA UNA DE LAS ACOMETIDAS PRINCIPALES DE LOS HOSPITALES	81
3.1. Canalización	81
3.1.1. Rutas de acceso y cajas de registro	81
3.1.2. Dimensiones de tuberías y distancias	84
3.1.3. Instalaciones futuras	86
3.2. Tableros principales	86
3.2.1. Cálculo de capacidad	87
3.2.2. Ubicación	88
3.2.3. Cantidades de circuitos a alimentar	89
4 RED DE TIERRAS Y SISTEMA DE PROTECCIÓN ELECTROSTÁTICA	91
4.1. Red de tierras	91
4.1.1. Condición actual	93
4.1.2. Medición	95
4.1.3. Cálculos para nuevo diseño	97
4.2. Pararrayos	107
4.2.1. Condición actual	109
4.2.2. Medición	109
4.2.3. Calculo para nuevo diseño	110
5 INSTALACIONES ESPECIALES	119

5.1. Área médica	119
5.1.1. Quirófanos	120
5.1.2. Rayos “ X “	120
5.1.3. Aire acondicionado	120
5.1.4. Equipos para banco de sangre	121
5.1.5. Equipo para fabricación de prótesis	122
5.1.6. Otros	122
5.2. Área de mantenimiento y servicios	123
5.2.1. Bombas de agua	124
5.2.2. Lavadoras de ropa industriales	124
5.2.3. Secadoras para ropa industriales	125
5.2.4. Equipos industriales para cocina	125
5.2.5. Máquinas industriales para costurería	125
5.2.6. Otros	125
6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN DE NORMAS RELACIONADAS	127
6.1. Especificaciones técnicas de los equipos a instalar	128
6.1.1. Medidas	128
6.1.2. Tipos de materiales	128
6.1.3. Como instalarlo	129
6.2. Normas para instalaciones eléctricas en hospitales	129
6.2.1. Normas NEC	129
6.2.2. Normas IEEE	130
6.2.3. Normas de la empresa eléctrica	130
6.2.4. Otras	130
7 CANTIDADES DE TRABAJO	133
7.1. Instalaciones básicas	133

7.1.1.	Lámparas	133
7.1.2.	Tomacorrientes	133
7.2.	Otras instalaciones	133
7.2.1.	Instalaciones preliminares	134
7.2.2.	Montaje de subestación	135
7.2.3.	Canalización y alimentación de acometidas	136
7.2.4.	Tableros de distribución	137
7.2.5.	Instalaciones de equipos especiales	137
7.2.6.	Aporte hecho a la institución	137
8	PROPUESTA DE UNA NUEVA SUBESTACIÓN	139
8.1.	Características a considerar	139
8.1.1.	Capacidad	144
8.1.2.	Ubicación	145
8.1.3.	Canalización	147
8.1.4.	Distribución general para todas las acometidas	149
9	INTEGRACIÓN DE CARGAS Y PLANILLAS DE TABLEROS	151
9.1.	Cargas	151
9.1.1.	Integración de nuevas cargas	151
9.1.2.	Factor de crecimiento	152
9.2.	Planillas de tableros	153
9.2.1.	Especificaciones para alimentación de los mismos	153
9.2.2.	Cantidad de carga para cada tablero	154
10	PLANOS Y DIAGRAMAS	155
10.1.	Planos eléctricos	155
10.1.1.	Planos unifilares de las acometidas y planillas de tableros	155
10.2.	Diagramas	159

10.2.1.	Para especificaciones técnicas	159
11	ANÁLISIS ECONÓMICO	173
11.1.	Incorporación al Mercado de Mayoristas	173
11.1.1.	Requisitos para la incorporación al Mercado de Mayoristas	173
11.1.2.	Factibilidad de incorporar al mercado de Mayoristas El complejo Pamplona	176
11.2.	Comparación de alimentadores en 480 y 220 V	177
11.2.1.	Alimentación en 480 V	177
11.2.2.	Alimentación en 208 V.	177
	CONCLUSIONES	179
	RECOMENDACIONES	181
	BIBLIOGRAFÍA	183
	APÉNDICES	185
	ANEXOS	217

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Banco de hospital de Salud mental y de hospital de Rehabilitación	3
2	Forma de medición monofásica en hospital de Salud Mental	6
3	Forma de medición trifásica en hospital de Rehabilitación	7
4	Demanda diaria de potencia activa hospital de Psiquiatría	11
5	Demanda diaria de potencia reactiva hospital de Psiquiatría	11
6	Consumo de energía activa y reactiva hospital de Psiquiatría	12
7	Demanda diaria de potencia activa hospital de Rehabilitación	12
8	Demanda diaria de potencia reactiva hospital de Rehabilitación	13
9	Consumo de energía activa y reactiva hospital de Rehabilitación	13
10	Situación actual de tableros del hospital de Salud Mental	29
11	Situación actual de tablero principal del hospital de Rehabilitación	32
12	Corriente en las líneas 1 y 3 hospital de Psiquiatría	34
13	Corriente monofásica hospital de Psiquiatría	35
14	Corriente en las líneas 1,2 y 3 hospital de Rehabilitación	36
15	Corriente trifásica hospital de Rehabilitación	37
16	Voltaje en líneas 1 y 3 hospital de Psiquiatría	38
17	Voltaje en las líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación	39
18	Factor de potencia en línea 1, hospital de Psiquiatría	41
19	Factor de potencia en línea 3, hospital de Psiquiatría	41
20	Factor de potencia en línea 1, hospital de Rehabilitación	42
21	Factor de potencia en línea 2, hospital de Rehabilitación	43
22	Factor de potencia en línea 3, hospital de Rehabilitación	43
23	Potencia activa en las líneas 1 y 2, hospital de Psiquiatría	45

24	Potencia activa monofásica, hospital de Psiquiatría	46
25	Potencia activa en líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación	47
26	Potencia activa trifásica, hospital de Rehabilitación	47
27	Potencia reactiva en líneas 1 y 3, hospital de Psiquiatría	49
28	Potencia reactiva monofásica hospital de Psiquiatría	50
29	Potencia reactiva en líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación	51
30	Potencia reactiva Trifásica hospital de Rehabilitación	51
31	Forma de onda de voltaje y corriente del hospital de Psiquiatría	57
32	Forma de onda de voltaje y corriente del hospital de Rehabilitación	57
33	Armónicos presentes en las líneas del hospital de Psiquiatría	60
34	Porcentaje de distorsión armónica en las líneas del hospital de Psiquiatría	60
35	Armónicos presentes en las líneas del hospital de Rehabilitación	61
36	Porcentaje de distorsión armónica en las líneas del hospital de Rehabilitación	61
37	Valores RMS de voltaje y corriente del hospital de Psiquiatría	64
38	Valores RMS de voltaje y corriente del hospital de Rehabilitación	65
39	Dimensiones básicas del local	71
40	Lámparas en área de parqueos	77
41	Detalles de canalización con recubrimiento de concreto	83
42	Registro tipo H	84
43	Distancias entre ductos de energía y otros	85
44	Condición actual de red de tierras	94
45	Medición de la resistencia de puesta a tierra de un electrodo por el método de caída de potencial	96
46	Medición del estado actual de red de tierras	97
47	Medición de resistividad del terreno, método de Wenner	100
48	Casos a considerar en la determinación de la superficie de captura equivalente	111

49	Equipo usado en fabricación de prótesis	123
50	Equipo de autoclaves	126
51	Vista general de un transformador Geafol	144
52	Ubicación de la Subestación dentro del complejo Pamplona	146
53	Canalización para la alimentación de los edificios según la nueva subestación	148
54	Plano de unifilares de acometidas actuales	156
55	Plano unifilar de todo el sistema eléctrico del complejo Pamplona	157
56	Planta de la subestación unitaria	158
57	Vista exterior con puertas panel 208 V servicio normal	160
58	Celda de transformador Geafol	161
59	Detalles de los equipos de control y protección	162
60	Vista de interruptor principal e interruptor de alimentadores	165
61	Vista de seccionador y transformador	166
62	Sistema de red de tierras	167
63	Detalles de los pozos de tierras	168
64	Red de tierras de la subestación	169
65	Detalles de red de tierras de la subestación	170
66	Alcance de protección de pararrayos	171
67	Detalle de bajada de pararrayos y conexión a tierra	172
68	Área que beneficiara el proyecto	218

TABLAS

I	Capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos de baja tensión	19
II	Dimensiones de tubos conduit de diámetro y área interior	22

III	Planilla de tablero principal y distribución hospital de Salud Mental	29
IV	Planilla de tablero principal hospital de Rehabilitación	31
V	Factor K	54
VI	Cálculo y valores encontrados de iluminación y cantidad de lámparas	69
VII	Niveles de iluminación para hospitales en distintos países	79
VIII	Distancias de tubería y de conductores	86
IX	Capacidad de barras de tableros	88
X	Valores calculados de resistividad del terreno	101
XI	Determinación del coeficiente ambiental, C1	112
XII	Determinación del coeficiente estructural, C2	113
XIII	Determinación del coeficiente de contenido de estructura, C3	113
XIV	Determinación del coeficiente de ocupación de estructura, C4	114
XV	Determinación del coeficiente de consecuencias de la caída de un rayo, C5	114
XVI	Valor crítico de E inefectivo correspondiente al límite entre el nivel de protección y el nivel de protección correspondiente al E inefectivo calculado	114
XVII	Radio de protección del pararrayos Pulsar de Helida según norma NF C17- 102	115
XVIII	Principales renglones de trabajo del proyecto	134
XIX	Costos de instalaciones preliminares	135
XX	Costos de montaje de subestación	135
XXI	Costos canalización y alimentación de acometidas en 480 V	136
XXII	Costos canalización y alimentación de acometidas en 208 V	136
XXIII	Costos de tableros de distribución	137
XXIV	Costos de instalación de equipo especial	137
XXV	Costos de aporte a la institución	137
XXVI	Cálculos eléctricos preliminares en 208 V	149

XXVII Cálculos eléctricos preliminares en 208 V	150
XXVIII Integración de nuevas cargas	152
XXIX Planilla de tableros y sus respectivas cargas	151
XXX Demanda en cada banco del complejo Pamplona	176

GLOSARIO

Acometida	Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de la empresa a la instalación eléctrica del inmueble servido.
Aislamiento	Conjunto de dispositivos capaces de separar partes de máquinas, aparatos e instalaciones con diferencia de potencial entre ambas partes o a tierra física.
Calibre	Área de sección transversal de un conductor dado en mm ² .
Canalización	Son los canales, canaletas, ductos o tubos conduit galvanizados, por donde se hacen pasar los conductores.
Carga instalada	Es la suma de la capacidad nominal de todo equipo que se conectará a la acometida de la empresa.
Circuito	Combinación de varios elementos unidos en puntos terminales que ofrecen cuando menos una trayectoria cerrada a través de la cual puede fluir corriente.

Confiabilidad	Indica la disposición de un componente o sistema para continuar desarrollando la función asignada.
Conductores	Son materiales en forma de alambre o cable que conducen la corriente eléctrica bajo determinadas condiciones. Estos pueden ser desnudos o con forro aislante.
Consumo	La cantidad de energía utilizada durante un tiempo determinado.
Contador	Es un aparato que se usa para medir la energía y/o potencia eléctrica utilizada por el usuario o consumidor durante periodos de tiempo definidos.
Demanda	Suma total de la carga y las pérdidas de potencia correspondientes en un instante determinado, de un cliente o usuario, sector de usuarios o un sistema en su totalidad.
Demanda máxima	Es la máxima demanda que se tiene en una instalación, durante un período de tiempo especificado.
Dimensión	Extensión de un objeto en dirección determinada, especificación de una medida cualquiera.

Distorsión armónica	Es la distorsión de la onda senoidal de corriente o tensión eléctrica de frecuencia nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas senoidales de frecuencias diferentes y múltiples de dicha frecuencia.
Factor de potencia	Razón entre la potencia eléctrica útil consumida y la cantidad de potencia eléctrica que se debe suministrar al consumidor.
Falla	La finalización de la capacidad que tiene un elemento del sistema para desempeñar su función.
Flexibilidad	Instalación flexible es aquella que puede adaptarse a pequeños cambios.
Fusibles	Son dispositivos que debido al paso de la corriente en exceso a su capacidad se funden, provocando con ello apertura del circuito.
Impedancia	Elemento de oposición en corriente alterna, formado por una resistencia en la parte real y una reactancia inductiva o capacitiva en la parte imaginaria
Resistencia de tierra	Propiedad de la tierra de oponerse al flujo de corriente eléctrica a través de ella.

Voltaje nominal

Es el valor asignado a la magnitud del voltaje de un sistema con el fin de clasificarlo. Por ejemplo: 120/240, 240/480 VAC, el voltaje medido podrá variar el valor nominal en un rango que permita la operación satisfactoria del equipo.

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Valor en porcentaje.
Δ	Intervalo de cambio del valor de una variable.
Ω	Resistencia eléctrica en ohms.
ρ	Resistividad eléctrica
σ	Conductividad eléctrica
\varnothing	Ángulo del factor de potencia
Φ	Flujo luminoso
φ	Ángulo de desfase entre los valores efectivos de voltaje y corriente.
$^{\circ}\text{K}$	Grados Kelvin
nm	Nanómetros

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Amperios
V	Voltaje
I	Corriente
Z	Impedancia
W	Watts
KA	Kilo-Amperios
KV	Kilo-Voltios
KW	Kilo-Watts
Kwh	Kilo-Watts-hora
KVA	Kilo-Voltio-Amperio
HP	Caballos de fuerza
Hz	Ciclos por segundo
DP	Demanda promedio
FP	Factor de potencia
Fp	Factor de pérdida
Fc	Factor de carga
IEEE	Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos.
NEC	Código eléctrico nacional de los Estados Unidos de Norteamérica.
NTSD	Normas técnicas del servicio de distribución.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.
MCM	Mil circular mil
I.G.S.S.	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
SPT	Sistema de puesta a tierra

RESUMEN

La planificación para la remodelación del sistema eléctrico de los hospitales de Rehabilitación y Salud Mental, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, cuenta con informes documentados de la revisión visual efectuada, a todos los elementos que constituyen el sistema eléctrico actual en cada hospital, también se dejan los datos respectivos de un minucioso censo de cargas, efectuado en todas las áreas de servicios, obteniendo con estos los valores de carga instalada.

Con el fin de fundamentar los resultados obtenidos, se cuenta con un completo análisis de redes efectuado a las acometidas que hay en estos hospitales. Los resultados de dicho análisis se presentan de forma gráfica, los cuales muestran el comportamiento de todos los parámetros eléctricos presentes en el sistema.

Además, se cuenta con datos, respaldados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería en lo concerniente a la medición actual de los valores del sistema de red de tierras; así como valores de mediciones de niveles de iluminación en las distintas áreas de trabajo de estos hospitales.

Toda la información antes mencionada se canaliza en dejar bases, para la remodelación del sistema eléctrico. Con el propósito de unificar todas las acometidas existentes, en una única subestación, la cual tenga la capacidad de alimentar todo el complejo de hospitales ubicado en Pamplona.

También se incluye en este informe datos de diseño en lo concerniente a una nueva distribución de alimentadores eléctricos, red de tierras, sistemas de pararrayos y una subestación tipo unitaria.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar un análisis para la planificación y remodelación de las instalaciones eléctricas de los hospitales de Rehabilitación y Psiquiatría de Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, con el fin de unificar todas las acometidas existentes en una subestación tipo unitaria.

- **Específicos**

1. Hacer una evaluación de la situación actual de las instalaciones eléctricas a fin identificar las áreas en mal estado, principalmente en acometidas y tableros de distribución.
2. Realizar un censo de carga a modo de concluir con la carga total instalada en los tableros y realizar cálculos para nueva distribución de cargas.
3. Desarrollar un estudio de las redes de tierras actuales y hacer cálculos para mejorar las mismas si fuese necesario.
4. Mejorar la eficiencia de los Sistemas Eléctricos de los Hospitales de Rehabilitación, Salud Mental, mediante la sustitución de todas las acometidas eléctricas existentes por una sola subestación con la capacidad necesaria para responder al constante crecimiento de carga de las unidades médicas actuales.

5. Disponer de un buen margen de capacidad de carga en cada uno de los tableros, tanto principales como de distribución y su adecuada protección reduciendo los costos de construcción y montaje de nuevas acometidas y alimentaciones de cargas.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los edificios hospitalarios del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social poseen varias décadas desde su construcción, por lo que la vida promedio de estas instalaciones eléctricas, debe ser no mayor a 30 años, es por esto que se hace necesario el estudio de las mismas, para poder dar un diagnóstico y diseñar la remodelación del sistema eléctrico y, así, mejorar la calidad de energía y aumentar la eficiencia y el tiempo de vida del sistema.

Este informe contiene inicialmente un diagnóstico y evaluación de las instalaciones eléctricas actuales, las cuales cubran todos los aspectos importantes sobre dimensionamiento de conductores así como capacidades, calibres y secciones de conductores, seguidamente, se presentan datos obtenidos del censo de cargas. Igualmente se presentan los resultados obtenidos del análisis de redes efectuado.

Con toda la información recopilada se diseña la unificación mediante la sustitución de todas las acometidas eléctricas existentes por una sola subestación, obteniendo un único sistema eléctrico.

Al planificarse la remodelación en un único sistema eléctrico se hace necesario realizar cálculos en lo concerniente al nuevo sistema de puestas a tierras y pararrayos, razón por la cual se presentan éstos datos.

1 EVALUACIÓN EN MEDIANA Y BAJA TENSIÓN

1.1. Acometidas principales

Una acometida es la parte de la instalación que está entre la red de distribución pública y la caja general de protección de la vivienda o edificio.

También se le denomina como el conjunto de componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de la Empresa Distribuidora, a la instalación eléctrica del inmueble servido.

1.1.1. Situación actual

El conjunto de instalaciones hospitalarias que se encuentran en el complejo Pamplona poseen varias acometidas, las cuales son de diferentes configuraciones y de diferentes capacidades, las mismas se encuentran diseñadas bajo las normas de Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

En mediana tensión existe una alimentación principal trifásica con voltaje de 13.2 KV, que alimenta los diferentes bancos de transformación ubicados en el área.

En baja tensión se cuenta con una acometida para banco trifásico y una acometida para banco monofásico. Por cuestiones administrativas cada unidad médica trata de tener un único banco de alimentación, situación que no es posible debido a que la institución, se ve en la necesidad de crecer

constantemente realizando ampliaciones y edificios nuevos para satisfacer las necesidades de sus afiliados,

1.1.2. Puntos de conexión a la red

La alimentación principal a la red de distribución en mediana tensión se da por un sólo punto la cual se ubica sobre la 14 avenida zona 12, mediante la siguiente configuración.

1.1.3. Conductores

Los conductores con los que se cuenta para la alimentación son los que se describen a continuación. El tipo y calibre de los conductores de la acometida en mediana tensión es aluminio ACSR Calibre: # 2

En baja tensión se cuenta con los siguientes conductores, banco del hospital de Rehabilitación 4 conductores THHN Cobre suave, de calibre 250 MCM. Hospital de Salud Mental los conductores alimentadores son aéreos y son tres hilos (dos líneas vivas y una línea neutral), tipo triplex ACCR con alma de acero, calibre AWG # 2/0.

1.2. Banco de transformadores

1.2.1. Capacidad

En los hospitales en estudio se cuenta con dos bancos los cuales son:

- Hospital de Salud Mental: un banco monofásico con transformadores tipo autoprotegidos según se observa en la figura.
- Hospital de Rehabilitación: un banco trifásico formado con tres transformadores monofásicos tipo convencionales de igual relación de transformación.

Cabe mencionar previo a especificar cada una de las capacidades de los bancos de transformadores, que los hospitales de Rehabilitación cuentan con lo que son 8 módulos, identificados desde módulo No. 1 hasta módulo No. 8. Mientras que el hospital de Psiquiatría cuenta con un solo edificio.

Figura 1. Banco de hospital de Salud Mental y de hospital de Rehabilitación.



La capacidad del banco de transformación, en un sistema monofásico es el valor de potencia indicado en el transformador en KVA, mientras que un sistema trifásico es la suma de la potencia individual de cada transformador en KVA. La capacidad de los bancos en cuestión es:

- Hospital de Salud Mental: 50 KVA.
- Hospital de Rehabilitación: 150 KVA.

1.2.2. Configuración

Es la forma de conectar los devanados de los transformadores dependiendo de que valor de voltaje nominal en el secundario sean requeridos.

Cuando se trata de sistemas monofásicos no existen muchas complicaciones ya que la forma de conectarlos no es tan complicado comparado con un sistema trifásico. Para suministro de energía monofásica a 120/240 voltios del sistema primario de 13.2 KV entre líneas y 7.62 KV entre fase y tierra esta es la conexión recomendada usando transformadores autoprotegidos.

El voltaje secundario normalizado en el sistema eléctrico de distribución, es de 120/240 Voltios, monofásico 3 alambres, corriente alterna, 60 Hz. Tanto el sistema como transformador deben mantenerse solidamente conectados a tierra.

Como los voltajes trifásicos se dan de fase a fase o bien de fase a neutro, los devanados de los transformadores pueden ser conectados tanto en delta como en estrella, teniendo este último la posibilidad de conectar o no a tierra su neutro. Para la alimentación de cargas que se deben de conectar entre fase y el neutro, se utiliza conexiones de transformadores que tengan accesibilidad al neutro en el secundario.

En este estudio se cuenta con un banco monofásico 120/240 V, el cual alimenta el hospital de Salud Mental, y un banco trifásico 120/208 V Estrella-Estrella aterrizada, que es el encargado de alimentar el hospital de Rehabilitación.

1.3. Medición

1.3.1. Forma de medición

La forma de medición en los inmuebles depende de distintos factores como. Tipo de servicio, Capacidad del banco, Potencia demandada y Normas.

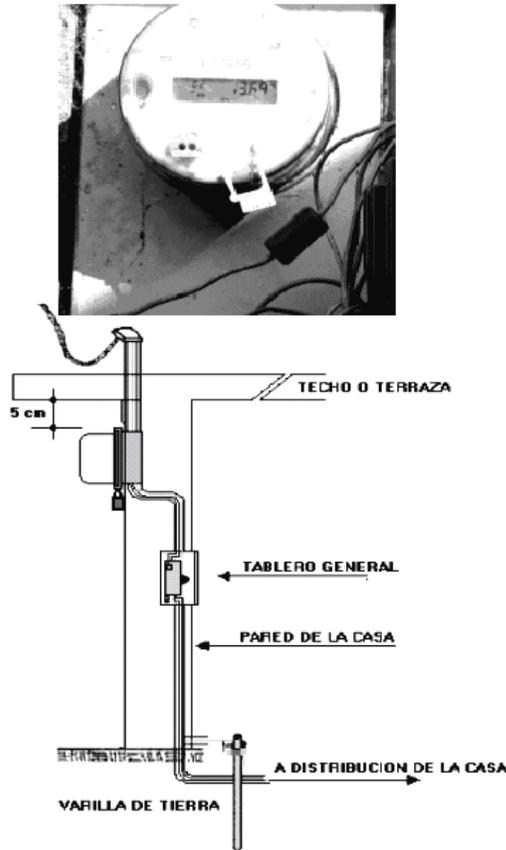
La Empresa Eléctrica de Guatemala es la encargada de prestar el servicio en esta zona, razón por la cual el equipo de medición a utilizarse depende de las normas particulares de la misma.

En general y de acuerdo a la demanda, el equipo de medición con que se cuenta, según lo que establecen las normas.

Hospital de Salud Mental. Demanda de 10 a 48 KW (10 a 50 KVA) monofásico 120/240 V, 3 alambres.

Un contador demandómetro autocontenido monofásico.

Figura 2. Forma de medición monofásica en hospital de Salud Mental



Fuente: Manual técnico de servicio E.E.G.S.A.

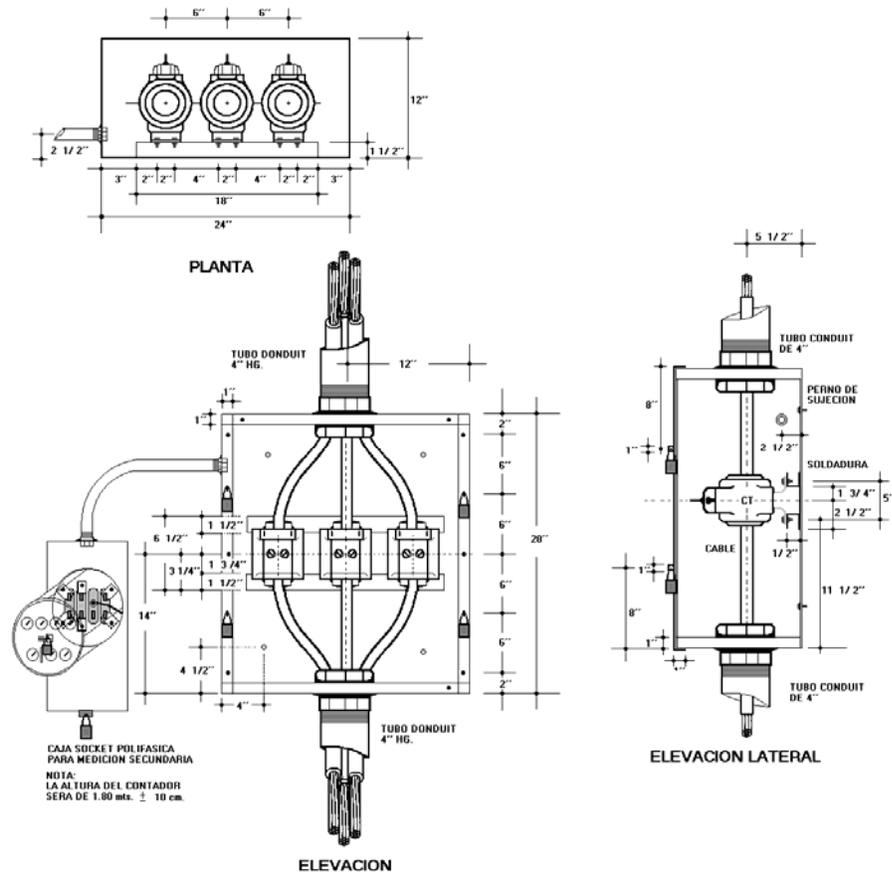
Hospital de Rehabilitación. Demanda de 70 a 192 KW (75 a 225 KVA)
en 120/208 V Estrella, 4 alambres.

El equipo que con que se cuenta es.

- Tres transformadores de corriente en caja tipo III
- Una caja de contador polifásico clase 200.

Un contador polifásico demandómetro que proporciona EEGSA de su propiedad.

Figura 3. Forma de medición trifásica en hospital de Rehabilitación



DETALLES DE INSTALACION DE MEDICION SECUNDARIA EN CAJA TIPO III
Fuente: Manual técnico de servicio E.E.G.S.A.

1.3.2. Ubicación de la medición

En relación a esto, las normas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica dicta que el distribuidor tendrá siempre acceso al equipo de medición para efectuar la facturación y llevar a cabo las revisiones que sean necesarias. Para garantizar que se tendrá siempre acceso, es indispensable que los medidores estén localizados en la vía pública o en su defecto que se ubiquen en un lugar que tenga acceso desde la vía pública para que el personal de

Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. pueda ingresar sin permiso previo y en el momento que así lo decida.

La ubicación de la medición por el tipo de servicio y la carga instalada se ubica en el lado de baja tensión, en un lugar apropiado y de fácil acceso lo cual cumple con lo que la empresa exige.

Al referirnos a facilidad de acceso, hablamos de que los centros de carga, cualquier panel de control eléctrico o equipo de medición, propio o de la empresa distribuidora, no deben estar ocultos y cumplir así con las normas relacionadas con la accesibilidad.

2 DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

2.1. Instalaciones

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: transformadores, tableros, interruptores, cables, medidores, canalizaciones y soportes. Elementos que deben ser calculados de acuerdo a los requerimientos que tiene que satisfacer.

En general todo sistema eléctrico debe de estar diseñado para satisfacer la demanda de servicio que se presente y considerar también el pronóstico de carga para instalaciones futuras, esta medida es conveniente y necesaria en instalaciones donde la carga eléctrica tiende a incrementar, debido al tipo de servicio que prestan a la sociedad.

La mayoría de los edificios hospitalarios del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social poseen ya varias décadas desde su construcción, para tener una idea mas exacta estos edificios empezaron su funcionamiento en el año de 1976, razón por la cual se hace necesario el estudio de las mismas, para poder dar un diagnóstico y diseñar la remodelación del sistema eléctrico y así mejorar la calidad del servicio y aumentar la eficiencia del sistema eléctrico.

2.1.1. Caracterización de cargas

Se cuenta con varios ambientes ya que los hospitales están separados por áreas y dependiendo de las áreas, así varía el tipo de carga, un alto porcentaje de los elementos y equipo conectados a la red de distribución interna de energía eléctrica de los edificios es de carácter inductivo, predominando el sistema de iluminación que esta compuesto por lámparas fluorescentes.

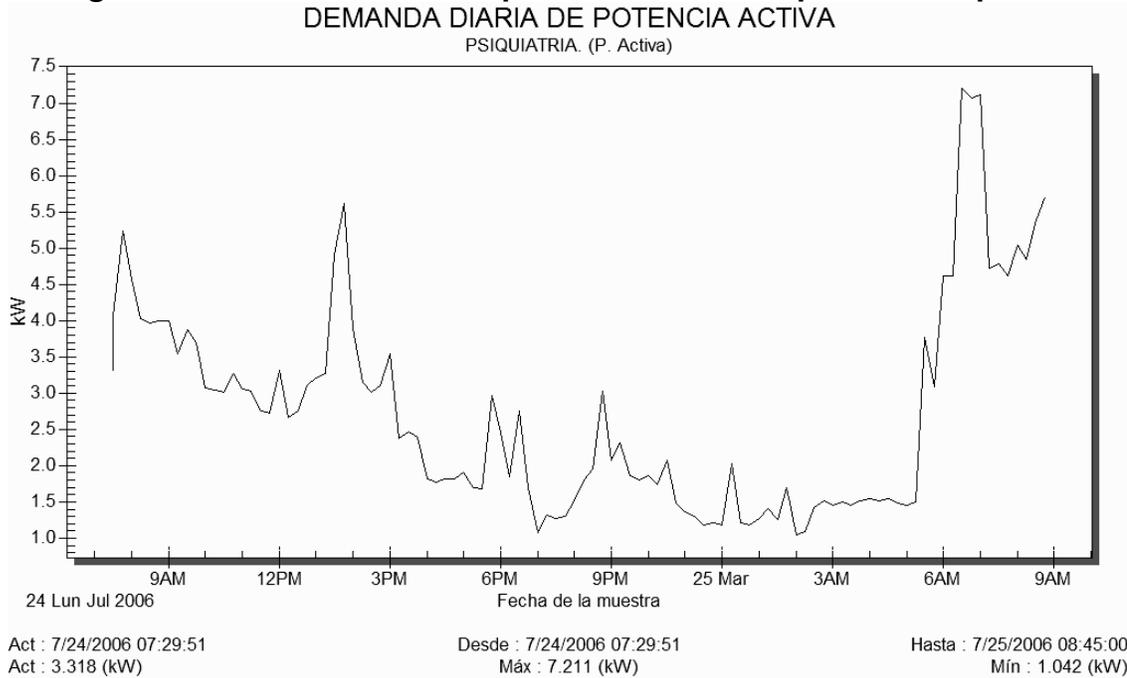
Dentro de los edificios de los hospitales existen áreas como, administrativa, consulta a pacientes, encamamiento, laboratorio clínico, taller de prótesis, carpintería, lavandería y Otros.

En el estudio realizado se evaluó la carga en cada edificio y no como áreas ya que el objetivo es remodelar en primera instancia los alimentadores principales.

Se hace la aclaración que este proyecto esta encaminado a realizarse por fases por la magnitud de la inversión económica, basado en esta situación la información contenida en este informe se limita únicamente a la primera fase, la cual contempla la unificación de todas las acometidas existentes, los alimentadores de las mismas y sus respectivos tableros de distribución.

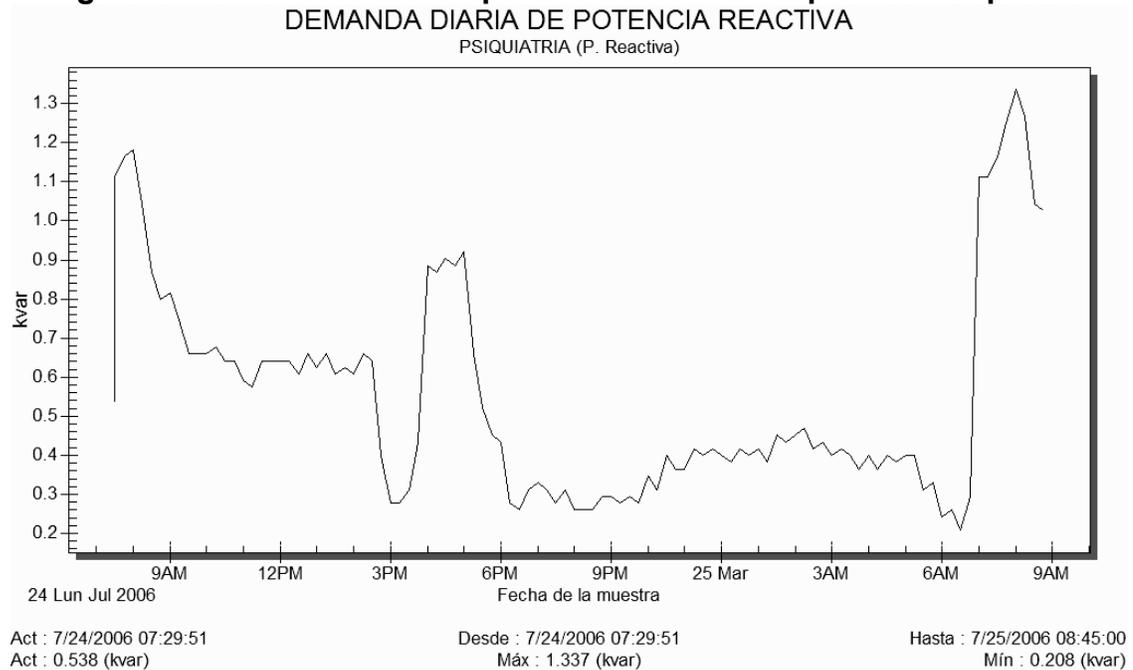
A continuación se presentan gráficas que muestran las curvas de demanda de potencia activa y reactiva diaria del los hospitales en estudio, que definen el comportamiento de la carga en función del tiempo a lo largo del día; en la mismas se pueden observar los máximos y mínimos en el tiempo real en que ocurren.

Figura 4. Demanda diaria de potencia activa hospital de Psiquiatría



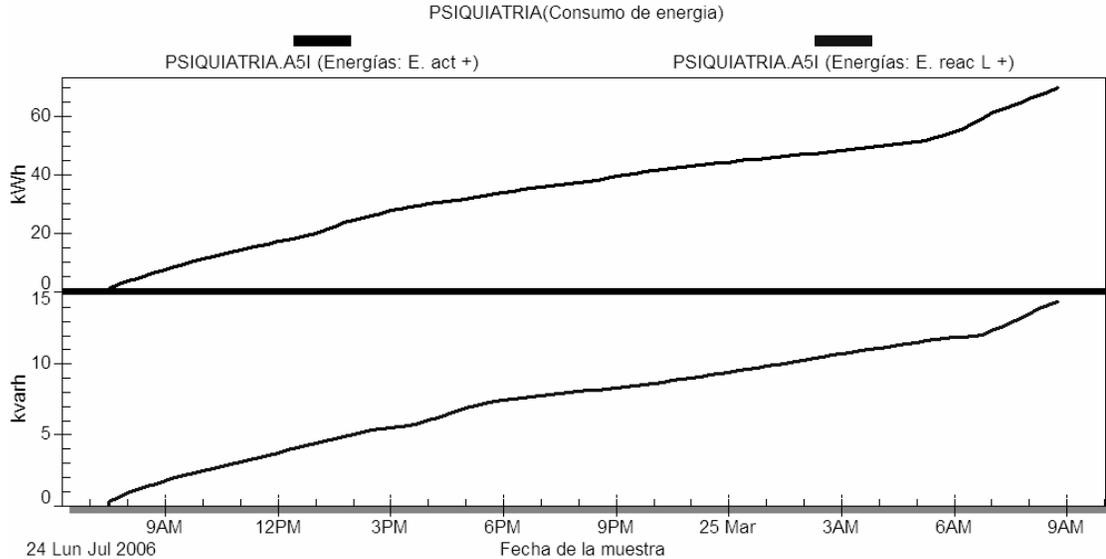
Fuente: software power visión 1.6v CIRCUITOR AR5

Figura 5. Demanda diaria de potencia reactiva hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión 1.6v CIRCUITOR AR5

Figura 6. Consumo de energía activa y reactiva hospital de Psiquiatría
CONSUMO DE ENERGIA ACTIVA Y GASTO DE REACTIVA



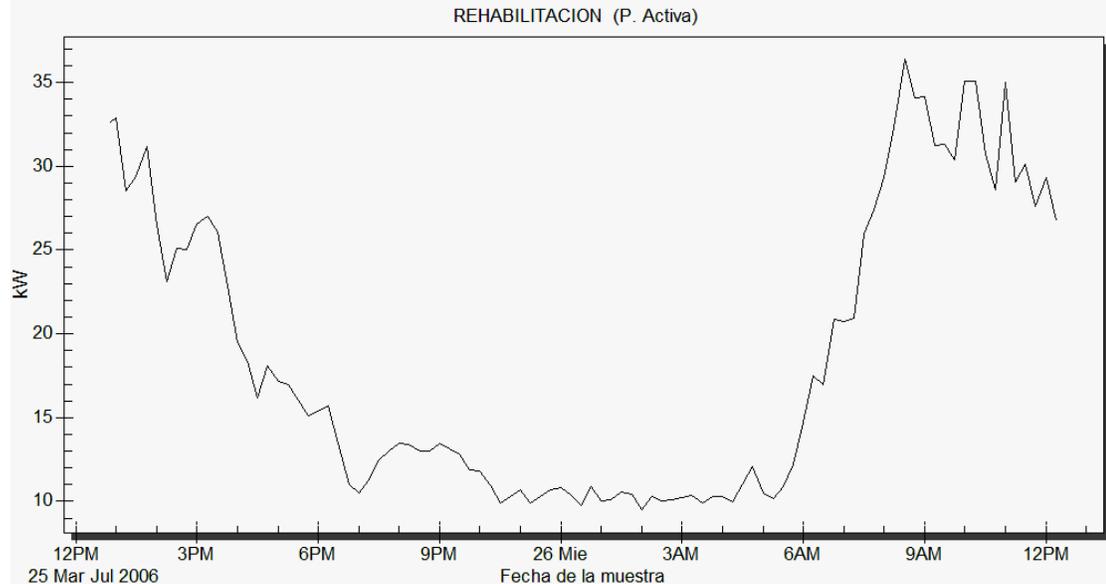
Act : 7/24/2006 07:29:51
 Act : 0.009373 (kWh)

Desde : 7/24/2006 07:29:51
 Máx : 70.109253 (kWh)

Hasta : 7/25/2006 08:45:00
 Mín : 0.009373 (kWh)

Fuente: software power visión 1.6v CIRCUITOR AR5

Figura 7. Demanda diaria de potencia activa hospital de Rehabilitación
DEMANDA DIARIA DE POTENCIA ACTIVA



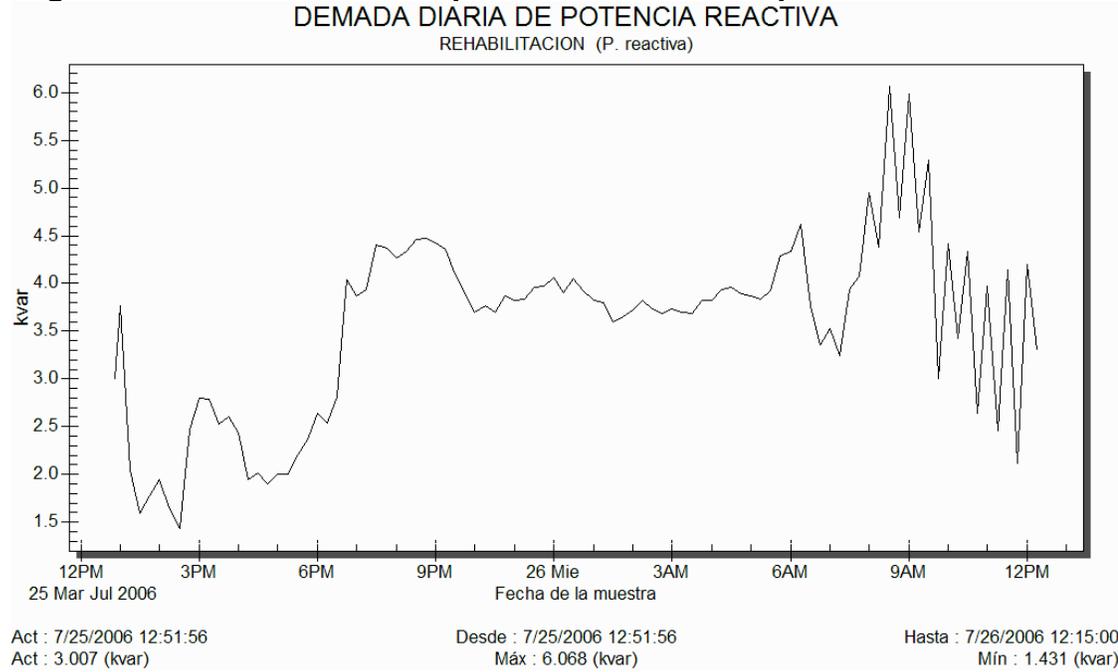
Act : 7/25/2006 12:51:56
 Act : 32.647 (kW)

Desde : 7/25/2006 12:51:56
 Máx : 36.409 (kW)

Hasta : 7/26/2006 12:15:00
 Mín : 9.489 (kW)

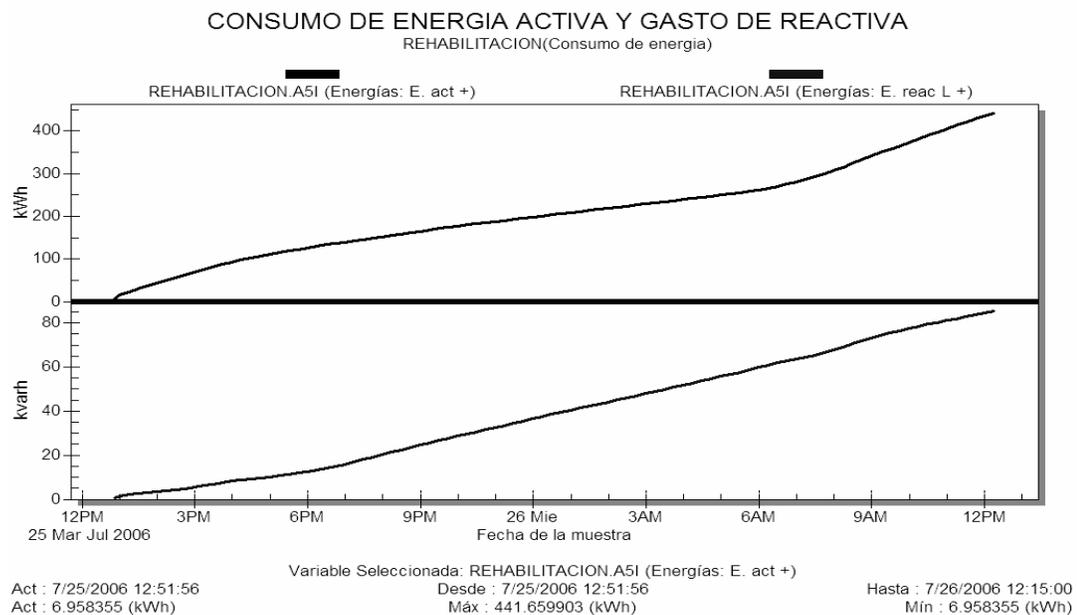
Fuente: software CIRCUITOR power visión 1.6v del medidor AR5

Figura 8. Demanda diaria de potencia reactiva hospital de Rehabilitación



Fuente: software CIRCUITOR power visión 1.6v del medidor AR5

Figura 9. Consumo de energía activa y reactiva hospital de Rehabilitación



Fuente: software CIRCUITOR power visión 1.6v del medidor AR5

Las características de la carga de los edificios, así como, el cálculo de los diferentes factores que la describen se muestran a continuación; los datos empleados en los cálculos se obtuvieron de las tablas del apéndice A, mientras que las ecuaciones se encuentran en la bibliografía consultada.

Hospital de Psiquiatría

- Factor de potencia de 0.96
- Carga instalada de 69 KW
- Energía consumida durante el día 70.109 KWh.
- Demanda máxima (Dmax) de 7.211 KW

La demanda promedio se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$DP = \frac{\text{Energía consumida en el periodo}}{\text{No. de horas en el periodo}} \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde:

DP: demanda promedio

Aplicando la ecuación anterior se tiene que la demanda promedio es:

$$DP = \frac{70.109kwh}{24h} = 2.92kw$$

La demanda promedio es el promedio aritmético de las demandas registradas en un período determinado. También corresponde a la relación entre la energía consumida (en Kwh.) al tiempo (en horas) correspondiente,

para dispositivos en operación durante todo el período corresponde a la carga instalada.

El factor de carga se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{DP}{D_{\max}} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

DP: demanda promedio

Dmax: demanda máxima

Aplicando esta ecuación se obtiene que el valor del factor de carga es de:

$$F_c = \frac{2.92kw}{7.211kw} = 0.405$$

El factor de carga indica básicamente el grado en que el pico de carga se sostiene durante el período de análisis. Este factor de carga indica la forma en que se utiliza el equipo eléctrico de una instalación. Una carga constante durante un período tendrá un factor de carga de 1.0, el valor de 0.405 obtenido indica que la demanda de potencia no es uniforme a lo largo del tiempo, esto se observa claramente en la curva de demanda de potencia activa.

El factor de pérdidas se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$F_p = (0.3 \cdot F_c + 0.7 \cdot F_c^2) \times 100(\%) \quad \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

Fc: factor de carga

Aplicando esta ecuación se obtiene que el factor de pérdidas para la instalación eléctrica en cuestión sea.

$$Fp = (0.3 \cdot 0.405 + 0.7 \cdot 0.405^2) \times 100(\%) = 23.64\%$$

El factor de pérdidas no puede ser determinado directamente desde el factor de carga conocido, debido a que el primero depende de las pérdidas que a su vez son una función en el tiempo de la demanda al cuadrado, sin embargo, sabemos que:

$$Fc^2 < Fp < Fc$$

Lo cual aclara que la ecuación empleada para calcular dicho factor es fórmula aproximada para relacionar estos factores. El factor de pérdidas que es igual al porcentaje de tiempo requerido por la demanda máxima para producir las mismas pérdidas que se tienen por la demanda real en un lapso definido.

El valor de 23.64% para el factor de pérdidas del edificio del hospital de Psiquiatría es aceptable ya que indica que el desperdicio de energía es bajo y existe una relativa eficiente utilización del equipo eléctrico.

Ahora procedemos a calcular los distintos factores del hospital de Rehabilitación cuyos datos son los siguientes

- Factor de potencia de 0.95
- Carga instalada de 260.219 KW

- Energía consumida durante el día 441.66 KWh.
- Demanda máxima (Dmax) de 36.409 KW

$$DP = \frac{441.66kwh}{24h} = 18.4kw$$

$$Fc = \frac{18.4kw}{36.4091kw} = 0.505$$

El valor de 0.505 obtenido indica que la demanda de potencia no es uniforme a lo largo del tiempo, lo cual puede observarse claramente en la curva de demanda de potencia activa.

$$Fp = (0.3 \cdot 0.505 + 0.7 \cdot 0.505^2) \times 100(\%) = 33.46\%$$

El valor de 33.46% para el factor de pérdidas del edificio del hospital de Rehabilitación es aceptable ya que indica que el desperdicio de energía es bajo y existe una relativa eficiente utilización del equipo eléctrico.

2.1.2. Capacidad, calibres y secciones de conductores eléctricos

Se conoce como conductor eléctrico a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad. Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente, usualmente de cobre.

Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí, los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio, aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el

elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo, estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

Partes que componen los conductores eléctricos

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

La capacidad que posee un conductor de transportar cierta cantidad de corriente depende del área del conductor y el tipo de aislante que posea. Estos aislantes están clasificados de acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal forma que una misma sección de cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione.

La norma americana (NEC) define, para cada calibre el valor de la corriente máxima, en amperes, que es permitido por el código eléctrico de los EEUU (*ampacity*). Este valor no debe ser sobrepasado, por razones de seguridad (excesiva disipación de calor).

Tabla I. Capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos de baja tensión
INFORMACION TECNICA (Centroamérica)

Calibre	Area de la Sección Transversal Nominal		Número de Hilos	Espesor de Aislamiento Nominal		Espesor de Cubierta Nominal		Diámetro Externo Total Aproximado		Peso Total Aprox.	Resistencia Eléctrica c.d. Máx. @30°C	Capacidad de Corriente Máxima
	C.M.	mm ²		#	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.			
14	4110	2.08	1	0.015	0.38	0.004	0.10	0.102	2.59	23	8.81	25
12	6530	3.31	1	0.015	0.38	0.004	0.10	0.119	3.02	34	5.57	30
10	10380	5.26	1	0.020	0.51	0.004	0.10	0.150	3.81	55	3.49	40
8	16510	8.37	1	0.030	0.76	0.005	0.13	0.198	5.04	89	2.19	55
6	26240	13.30	1	0.030	0.76	0.005	0.13	0.232	5.89	136	1.37	75
14	4110	2.08	7	0.015	0.38	0.004	0.10	0.111	2.81	24	8.98	25
12	6530	3.31	7	0.015	0.38	0.004	0.10	0.130	3.29	36	5.68	30
10	10380	5.26	7	0.020	0.51	0.004	0.10	0.164	4.15	58	3.56	40
8	16510	8.37	7	0.030	0.76	0.005	0.13	0.216	5.48	95	2.23	55
6	26240	13.30	7	0.030	0.76	0.005	0.13	0.254	6.44	145	1.40	75
4	41740	21.15	19	0.040	1.02	0.006	0.15	0.318	8.09	229	0.881	95
3	52620	26.66	19	0.040	1.02	0.006	0.15	0.346	8.80	283	0.700	110
2	66360	33.63	19	0.040	1.02	0.006	0.15	0.378	9.59	351	0.554	130
1	83690	42.41	19	0.050	1.27	0.007	0.18	0.435	11.04	449	0.443	150
1/0	105600	53.51	19	0.050	1.27	0.007	0.18	0.474	12.05	558	0.348	170
2/0	133100	67.44	19	0.050	1.27	0.007	0.18	0.518	13.17	693	0.277	195
3/0	167800	85.03	19	0.050	1.27	0.007	0.18	0.568	14.43	863	0.220	225
4/0	211600	107.22	19	0.050	1.27	0.007	0.18	0.624	15.85	1077	0.174	260
250	250000	126.68	37	0.060	1.52	0.008	0.20	0.712	18.08	1278	0.148	290
300	300000	152.01	37	0.060	1.52	0.008	0.20	0.767	19.48	1520	0.123	320
350	350000	177.35	37	0.060	1.52	0.008	0.20	0.818	20.78	1762	0.1052	350
400	400000	202.68	37	0.060	1.52	0.008	0.20	0.865	21.97	2003	0.0919	380
500	500000	253.36	37	0.060	1.52	0.008	0.20	0.951	24.16	2483	0.0738	430
600	600000	304.03	61	0.070	1.78	0.009	0.23	1.051	26.70	2992	0.0617	475
750	750000	380.03	61	0.070	1.78	0.009	0.23	1.157	29.39	3712	0.0491	535
1000	1000000	506.71	61	0.070	1.78	0.009	0.23	1.311	33.30	4906	0.0369	615

Fuente: *Phelps Dodge* de Centro América

El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

En todas las instalaciones inspeccionadas se cuenta con conductores de tipo THHN poseen las cualidades siguientes.

Características:

- Voltaje máximo 600 V.
- Aislamiento PVC 90°C
 - 90°C en seco y húmedo, 75°C en mojado.
- Cubierta Nylon brinda protección mecánica y química.
 - Resiste aceites, gasolina y químicos.
- Alto deslizamiento.
- Diámetro reducido.

Aplicaciones:

- Industria
 - Motores, tableros de control, acometidas, circuitos de generales de energía e Iluminación.
- Residencial y Comercial
 - Acometida interior, circuitos generales de energía e iluminación.
- Especiales
 - Plantas petroquímicas o estaciones de servicio (gasolineras).

En los hospitales en estudio se cuenta con conductores en la parte de baja tensión de la siguiente manera.

Circuito ramales: Cable THHN, AWG # 6, 8, 10, 12, dependiendo del tipo de carga a alimentar.

Alimentadores: Cable THHN, AWG/Kcmil # 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250 MCM, dependiendo a que área alimente.

2.1.3. Tuberías

Se entiende como tubería a la parte de la instalación eléctrica que soportan los conductores, comúnmente llamados en términos eléctricos como "canalizaciones", y sus accesorios necesarios. En términos generales, y como método de estudio, podemos clasificar las canalizaciones en "tubos", "ductos", "charolas" y "trincheras", que en muchos casos se usan combinadas, o de preferencia alguna de ellas según el tipo de diseño de la instalación.

En este estudio en particular nos limitamos a la canalización de alimentadores los cuales van después de la medición correspondiente de Empresa Eléctrica, hacia la carga.

La canalización actual posee las siguientes características

Tipo: poliducto

Diámetro: 4 pulgadas

Ubicación: subterráneo

Su estado actual en lo observado en las cajas de registro es aceptable, aunque hay que considerar que tendrá que cambiarse ya que hay que ampliar la canalización según el nuevo diseño y respetar la ruta existente.

2.1.3.1. Cálculo de calibres

El cálculo del diámetro de la canalización a utilizar está en función de lo que dicta la norma de empresa eléctrica y de algunos aspectos como los que se mencionan.

- Diámetro y área interna del ducto
- Calibre de los conductores a transportar por el
- Cantidad de conductores
- Porcentajes de utilización por norma

Tabla II. Dimensiones de tubos conduit de diámetro y área interior

Máximo número de conductores THHN en conduit de PVC (T.C.) o en conduit metálico (EMT)																					
Calibre	Diámetro del Ducto o Conduit mm (pulg.)																				
AWG/MCM	13 (1/2)		19 (3/4)		25 (1)		32 (1 1/4)		38 (1 1/2)		51 (2)		64 (2 1/2)		76 (3)		89 (3 1/2)		102 (4)		
	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	
14	11	12	21	22	34	35	60	61	82	84	135	138	193	241	299	364	401	476	517	608	
12	8	9	15	16	25	26	43	45	59	61	99	101	141	176	218	266	293	347	377	443	
10	5	5	9	10	15	16	27	28	37	38	62	63	89	111	137	167	184	219	238	279	
8	3	3	5	6	9	9	16	16	21	22	36	36	51	64	79	96	106	126	137	161	
6	1	2	4	4	6	7	11	12	15	16	26	26	37	46	57	69	77	91	99	116	
4	1	1	2	2	4	4	7	7	9	10	16	16	22	28	35	43	47	56	61	71	
3	1	1	1	1	3	3	6	6	8	8	13	13	19	24	30	36	40	47	51	60	
2	1	1	1	1	3	3	5	5	7	7	11	11	16	20	25	30	33	40	43	51	
1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	5	8	8	12	15	18	22	25	29	32	37	
1/0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	7	7	10	12	15	19	21	25	27	32	
2/0	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3	6	6	8	10	13	16	17	20	22	26	
3/0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	5	5	7	8	11	13	14	17	18	22	
4/0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	6	7	9	11	12	14	15	18	
250	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	6	7	9	10	11	12	15	
300	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	5	6	7	8	10	11	13	
350	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	9	9	11	
400	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	8	8	10	
500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	
600	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	5	7	
750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	

Fuente: Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales, Enríquez Harper.

Se hace la aclaración que las cantidades de las dos últimas tablas anteriores, se refieren para no más de tres conductores por ducto, a una temperatura ambiente de 30°C y para una temperatura máxima en conductor de 90°C.

2.1.4. Protección

Una instalación protegida es aquella en la cual se encuentra con un sistema coordinado de elementos que desempeñen algunas funciones

como, evitar situaciones peligrosas para la personas, minimizar daños por situaciones anormales de operación y aislar la zona específica donde aparece la falla, de tal forma que el resto de la instalación que no se encuentre implicada siga funcionando en las mejores condiciones posibles.

Existen varias protecciones que deben aplicarse a una instalación eléctrica para que resulte completamente segura ante cualquier contingencia. Dentro de las distintas protecciones que debe de tener toda instalación eléctrica, están Protección contra cortocircuitos, Protección contra sobrecargas.

Estas protecciones eléctricas deben de estar presentes en instalaciones como; redes de distribución, circuitos auxiliares, instalaciones de alumbrado, domésticas, de fuerza, etc., ya sea de baja o alta tensión.

En los hospitales en estudio se cuenta con protección en la parte de baja tensión de la siguiente manera.

Circuito ramales: interruptores termo magnéticos tipo QP de 1, 2 y 3 polos con capacidades de 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 100 amperios, dependiendo del tipo de carga a alimentar.

Tableros de Distribución: cuentan con un interruptor termo magnético principal, tipo HFD6 de 3 polos de capacidad

Alimentadores: cuentan con un interruptor termo magnético de capacidad indicada en el diagrama, tipo HFD6 de 3 polos de capacidad indicada en unifilar del capítulo 10.

Tablero Principal: cuentan con un interruptor termo magnético principal, tipo HMD6 de 3 polos de capacidad indicada en diagrama unifilar, ver en capítulo 10, unifilar de las acometidas actuales.

2.1.4.1. Prueba de disparo

Para este caso de interruptores termomagnéticos, la prueba de disparo se subdivide en dos métodos para verificar la eficiencia del dispositivo de protección, las cuales son:

- Prueba por sobrecorriente
- Prueba por cortocircuito

Sobrecorriente: el disparo de un interruptor por sobrecorriente se debe a la acción térmica. Este accionamiento se obtiene con un elemento que responde a la corriente de sobrecarga. El elemento térmico se fabrica con dos metales diferentes soldados entre sí, a uno de los cuales no afecta apreciablemente los cambios de temperatura, mientras que el otro se expanden rápidamente por efectos del cambio de temperatura, lo anterior produce una deformación del conjunto.

En sobrecargas mantenidas este elemento se flexiona, haciendo que el mecanismo de operación se dispare, abriendo los contactos. El elemento térmico reacciona por el calor generado por el paso de corriente, por lo que el tiempo en que opera es prolongado en sobrecargas moderadas y corto en sobrecargas altas.

El disparo térmico actúa en corrientes de sobrecargas. Para corrientes de cortocircuito la acción térmica es muy lenta.

Corto circuito: la acción magnética es de respuesta instantánea, se obtiene mediante un electroimán por el que pasa la corriente de carga. Esta acción proporciona un disparo instantáneo cuando la corriente alcanza un valor determinado. La corriente elevada crea un potente campo magnético que atrae la armadura y suelta la pastilla de disparo de la misma forma que lo hace el elemento bimetalico bajo condiciones de sobrecarga.

La prueba de disparo que se efectuó para los edificios hospitalarios en estudio, únicamente fue manual, es decir que solamente se probó cual era el efecto de la energía potencial elástica almacenada en el resorte, y se determinó sin tomar en cuenta los efectos de la temperatura que su energía potencial es aun máximo porque al comprimir el resorte cambia de posición inmediatamente. Esto confirma el enunciado hecho anteriormente que la prueba de disparo de los interruptores termomagnéticos, funcionan mediante almacenamiento de energía mecánica por la compresión de un resorte.

Al respecto de la prueba de cortocircuito se hizo en muy pocos lugares debido al tipo de servicio que presta la institución a la sociedad ya que es muy complicado por los equipos que se utilizan. Únicamente se realizaron con los interruptores termomagnéticos de baja corriente nominal y designados a circuitos de iluminación durante el día, y algunos circuitos de fuerza que no implicaran mucho problema con equipos o cargas que alimentaran. Dicha prueba consistió en escoger un interruptor y simular en el una falla a tierra, provocando un cortocircuito controlado.

Los interruptores termomagnéticos poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar

independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

2.1.4.2. Capacidad de corto circuito

Se denomina cortocircuito a la unión de dos conductores o partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial o tensión entre si, sin ninguna impedancia eléctrica entre ellos.

Este efecto, según la Ley de Ohm, al ser la impedancia cero, hace que la intensidad tienda a infinito, con lo cual pelagra la integridad de conductores y máquinas debido al calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule. En la práctica, la intensidad producida por un cortocircuito, siempre queda amortiguada por la resistencia de los propios conductores que, aunque muy pequeña, nunca es cero.

$$I = \frac{V}{Z} \quad \text{si } Z \text{ es cero, } I = \text{infinito}$$

Según los reglamentos electrotécnicos, en el origen de todo circuito deberá colocarse un dispositivo de protección, de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación. No obstante se admite una protección general contra cortocircuitos para varios circuitos derivados.

Se cuenta con las siguientes capacidades de corto circuito según el interruptor de protección usado.

Circuito ramales: interruptores tipo QP, Capacidad interruptiva 10 KA.

Tableros de Distribución y Alimentadores: interruptores tipo HFD6, Capacidad interruptiva 25 KA.

Tablero Principal: interruptores tipo HMD6, Capacidad interruptiva 50 KA.

2.1.4.3. Corriente nominal

Es la corriente de funcionamiento o la corriente estandarizada para la cual un sistema o aparato debe de recibir en condiciones normales de operación sin que este sea mayor o menor a las especificaciones dadas en el sistema. Por ejemplo: si decimos que la corriente nominal de un motor eléctrico es de un determinado valor dado, pues ese valor es con la que el motor debe de operar, esta es la corriente nominal. Que la diferenciamos de la corriente de arranque, o corriente de cortocircuito estas otras corrientes toman como referencia a la corriente nominal.

La intensidad nominal es la intensidad normal de funcionamiento para la cual el fusible ha sido proyectado, y el poder de corte es la intensidad máxima de cortocircuito capaz de poder ser interrumpida por el fusible. Para una misma intensidad nominal, el tamaño de un fusible depende del poder de corte para el que ha sido diseñado, normalmente comprendido entre 3.000 y 100.000 A.

2.1.5. Tableros

Se entiende por tablero eléctrico a un gabinete metálico con un circuito de alimentación mediante barras que contienen los elementos necesarios para la distribución de energía eléctrica a varios circuitos, y estos se clasifican en.

- Tablero Principal
- Tablero de Distribución

2.1.5.1. Condición actual

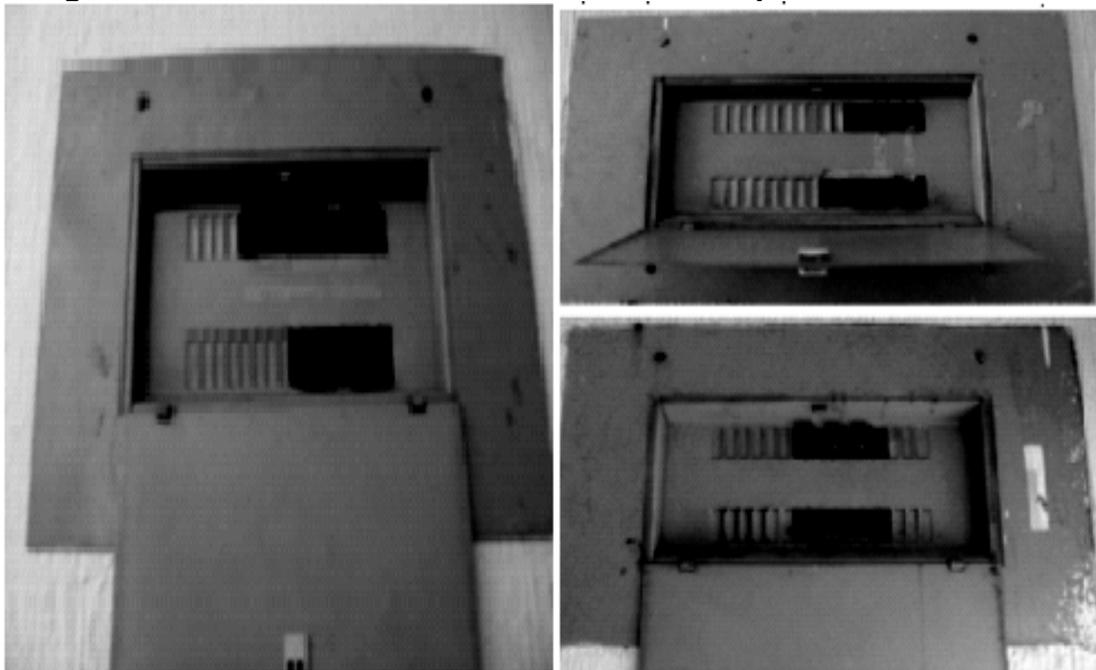
Las características y condiciones de los tableros, principal y de distribución del hospital de Salud Mental son las que se detallan continuación.

- Tipo de servicio (monofásico) 120/240 V
- Sin interruptor principal (para protección de las barras de entrada de alimentación del tablero se cuenta con un interruptor individual colocado después de la salida del medidor)
- Se tiene como máximo de 8 espacios por barra o sea 16 espacios por tablero
- Cuenta con neutro sólido o aislado
- Alimentación por la parte inferior
- Tablero tipo centro de carga

Tabla III. Planilla de tablero principal y Distribución hospital de Salud Mental

PSIQUIATRÍA		
Cantidad	Descripción	Capacidad
Principal		
5	Principal	2x70 A
T 1		
5	Ramal	1x20 A
1	Ramal	2x20 A
T 2		
12	Ramal	1x20 A
3	Ramal	2x20 A
1	Ramal	2x50 A
T 3		
6	Ramal	1x20 A
T 4		
3	Ramal	1x20 A
1	Ramal	2x20 A
T 5		
6	Ramal	1x20 A

Figura 10. Situación actual de tableros del hospital de Salud Mental



Se puede observar que las condiciones actuales de los tableros son otras debido a que estas instalaciones poseen un tiempo más corto de

operación y por consiguiente no es tan deplorable su situación y se considera aceptable.

Tablero Principal del hospital de Rehabilitación

Instalado en caseta o cuarto eléctrico autosoportados (se les llama así a los tableros diseñados para ser instalados en pisos, sobrepuestos y empotrados en pared). Su alimentación se realiza directamente del secundario del transformador mediante conductores, generalmente en su construcción se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Holguras adecuadas entre las barras o partes vivas del tablero y las tapaderas del mismo.
- Adecuada sección transversal de las barras para poder conducir la corriente demanda por la carga.
- Soportes y aisladores lo suficientemente robustos para soportar las corrientes de cortocircuito
- Suficiente rigidez mecánica de la estructura del gabinete.

Los datos del tablero principal de Hospital de Rehabilitación son:

- Tablero de tipo industrial, trifásico
- Voltaje 120/208 Y
- Tubo PVC eléctrico
- Protección de 800 amperios

La siguiente figura es el tablero principal del hospital de Rehabilitación, en su estado y condición actual.

Tablero de distribuidos del hospital de Rehabilitación

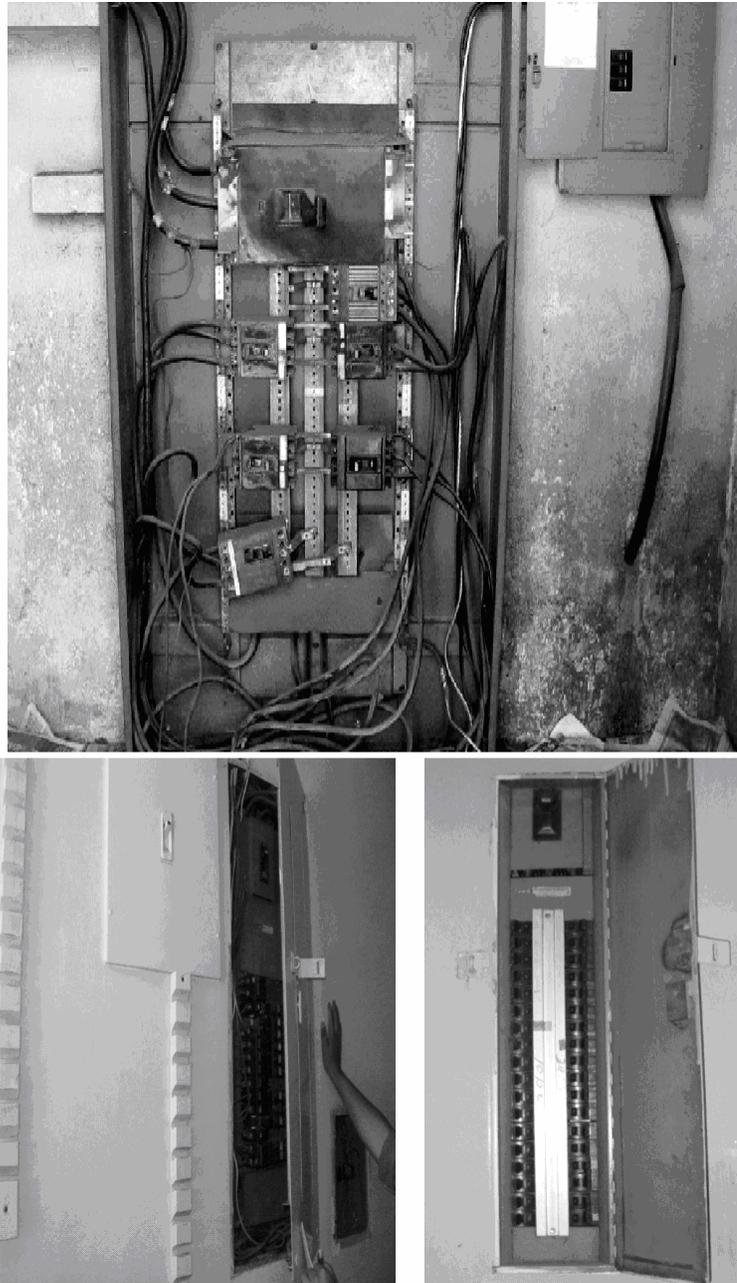
Es un centro de carga compacto o tablero de marco metálico, cuenta las siguientes características:

- Tipo de servicio (monofásico o trifásico)
- Interruptor principal (para protección de las barras de entrada de alimentación del tablero)
- Cantidad de polos, se tiene como máximo de 12 por fase o sea 36 polos por tablero (en tablero trifásico)
- Si se utilizara neutro sólido o aislado
- Tipo de alimentación ya sea superior o inferior
- Tipo de caja (sellada o no), que dependerá del ambiente en que esta instalado.

Tabla IV. Planilla de tablero principal hospital de Rehabilitación

TABLERO PRINCIPAL REHABILITACIÓN TP-1		
Cantidad	Descripción	Capacidad
1	Principal	800 A
1	Trifásico (Rama) RAYDS X	3X100 A
1	Bifásico (Rama) MODULO 2	3X100 A
1	Trifásico (Rama) MODULO 4	3X100 A
1	Trifásico (Rama) COSTUREREIA	3X100 A
1	Trifásico (Rama) MODULO 1	3X125 A
1	Trifásico (Rama) GARITA Y LÁMPARAS	3X50 A

Figura 11. Situación actual de tableros del hospital de Rehabilitación



Se puede observar a simple vista que son instalaciones que poseen ya muchos años de servicio y que su estado no es el adecuado, también que no cumple con las normas mínimas de seguridad. Si en algún momento este

tablero llegara a colapsar provocaría muchos problemas no deseados, es por eso que este estudio se centra en el nuevo diseño y planificación para la remodelación de tableros principales y de distribución y la unificación de las acometidas existentes.

2.2. Análisis de redes

Lo que se persigue al realizar un análisis de redes es obtener el comportamiento de los parámetros eléctricos principales de una red eléctrica en tiempos reales, a fin de determinar el estado de la misma. Dentro de los parámetros eléctricos incluidos en el análisis de redes están:

- Corriente
- Voltaje
- Factor de potencia
- Potencia Activa, Reactiva y Aparente
- Armónicos
- Demanda

Las mediciones se realizaron por medio de un analizador de redes marca CIRCUITOR modelo AR.5, el cual registro los parámetros mencionados. La configuración utilizada fue la siguiente:

Período de medición: 24 horas por cada hospital

Intervalo de medición: 15 minutos

Tipo de medición: Directa

2.2.1. Corrientes

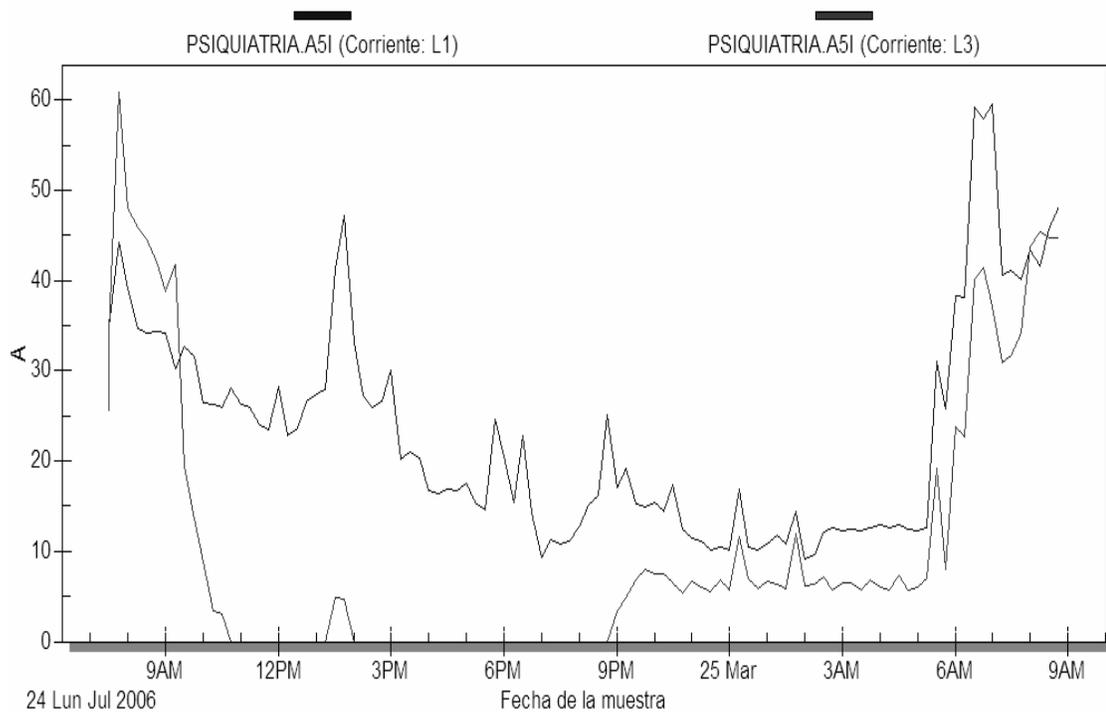
En las siguientes figuras se presentan las corrientes por línea, en la parte inferior de las mismas se puede observar el período de medición así como la fecha. La descripción teórica de cada gráfica no se realiza debido a que la interpretación de las mismas es muy sencilla, los máximos se interpretan como (Máx.) y los mínimos como (Mín).

Hospital de Psiquiatría

Figura 12. Corriente en las líneas 1 y 3 hospital de Psiquiatría

CORRIENTE DE L1 Y L3

PSIQUIATRIA (corriente L1 y L3)



Variable Seleccionada: PSIQUIATRIA.A51 (Corriente: L1)

Act : 7/24/2006 08:00:00

Desde : 7/24/2006 07:29:51

Hasta : 7/25/2006 08:45:00

Act : 39.043 (A)

Máx : 59.588 (A)

Mín : 9.173 (A)

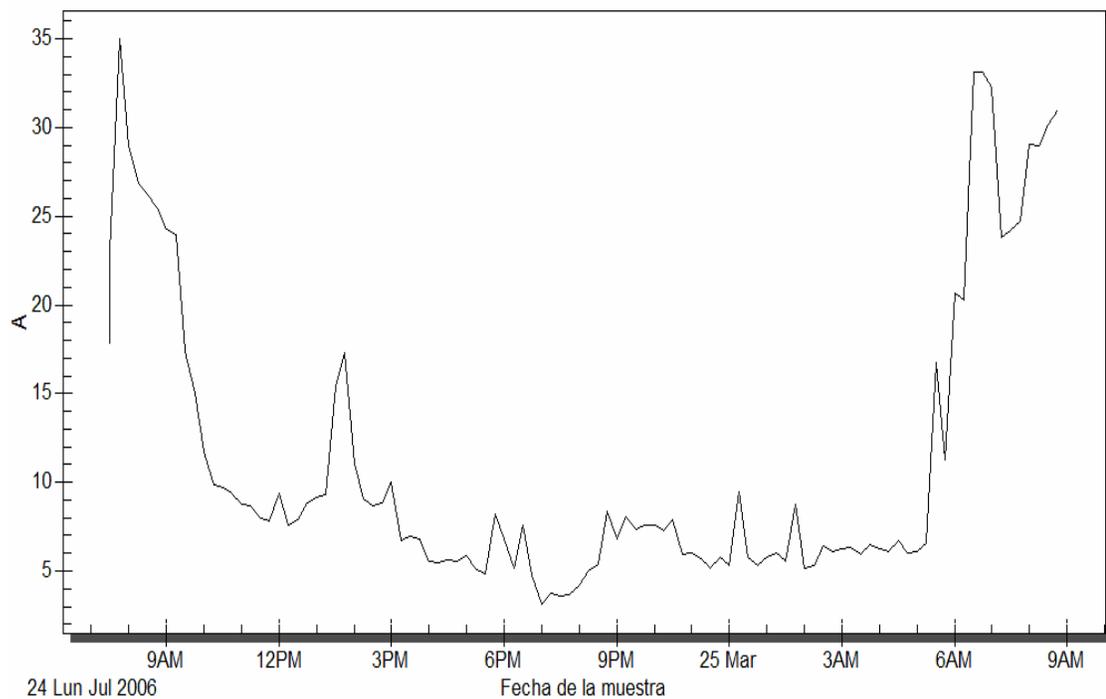
Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

De la figura 12 se puede observar que las líneas que se mantienen proporcionalmente balanceadas, en horario de 9 p.m. a 9a.m. fuera de ese horario si se nota un desbalance muy notorio entre las líneas, teniendo mayor carga eléctrica la línea L1. En la figura 13 se puede observar la modelación de la corriente promedio que debería ser la gráfica de corriente de cada línea para que el sistema estuviese correctamente balanceado.

Figura 13. Corriente monofásica hospital de Psiquiatría

CORRIENTE MONOFASICA

PSIQUIATRIA (Corriente: I)



Act : 7/24/2006 07:29:51
Act : 17.862 (A)

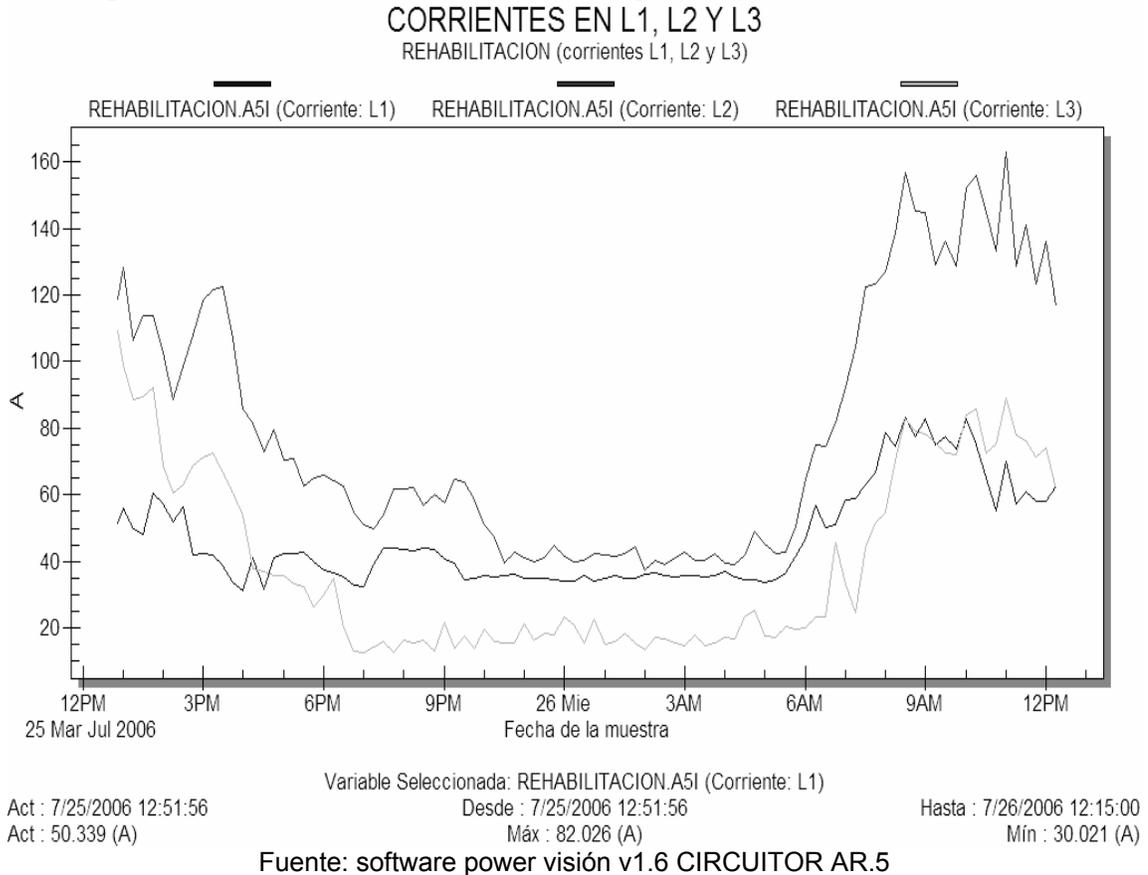
Desde : 7/24/2006 07:29:51
Máx : 35.016 (A)

Hasta : 7/25/2006 08:45:00
Mín : 3.108 (A)

Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

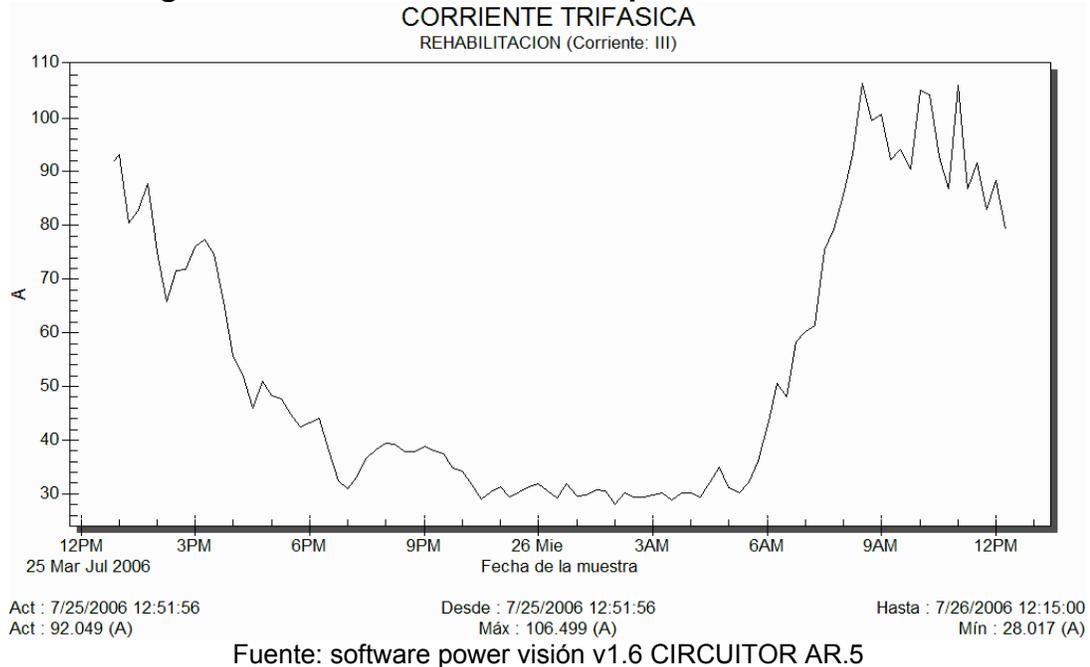
Hospital de Rehabilitación

Figura 14. Corriente en las líneas 1,2 y3 hospital de Rehabilitación



De las figuras 14, se puede obtener que los valores de las corrientes no se mantienen muy similares para las tres fases por lo cual el desbalance entre estas no es mínimo, por lo que se podría decir que es un sistema desbalanceado. Se puede observar que las líneas que se mantienen proporcionalmente balanceadas son L2 y L3, pero en la línea L1 se encuentra un poco desbalanceada comparada con las otras dos. En la figura 15 se puede observar la modelación de la corriente promedio que debería ser la gráfica de corriente de cada fase para que el sistema estuviese correctamente balanceado.

Figura 15. Corriente trifásica hospital de Rehabilitación



2.2.2. Voltajes

Se presentan las gráficas de voltaje para cada fase y luego se procederá a dar un dictamen del servicio basado en lo concerniente a la norma técnica del servicio de distribución (NTSD), las cuales establecen lo siguiente.

Índice de Calidad de Regulación de Tensión.

El índice para evaluar la tensión en el punto de entrega del Distribuidor al Usuario, en un intervalo de medición (k), será el valor absoluto de la diferencia (V_k) entre la media de los valores eficaces (RMS) de tensión (V_k) y el valor de la tensión nominal (V_n), medidos del mismo punto, expresado como un porcentaje de la tensión nominal:

$$IRT(\%) = \frac{|V_k - V_n|}{V_n} \times 100 \quad \text{Ec. 2.4}$$

Donde:

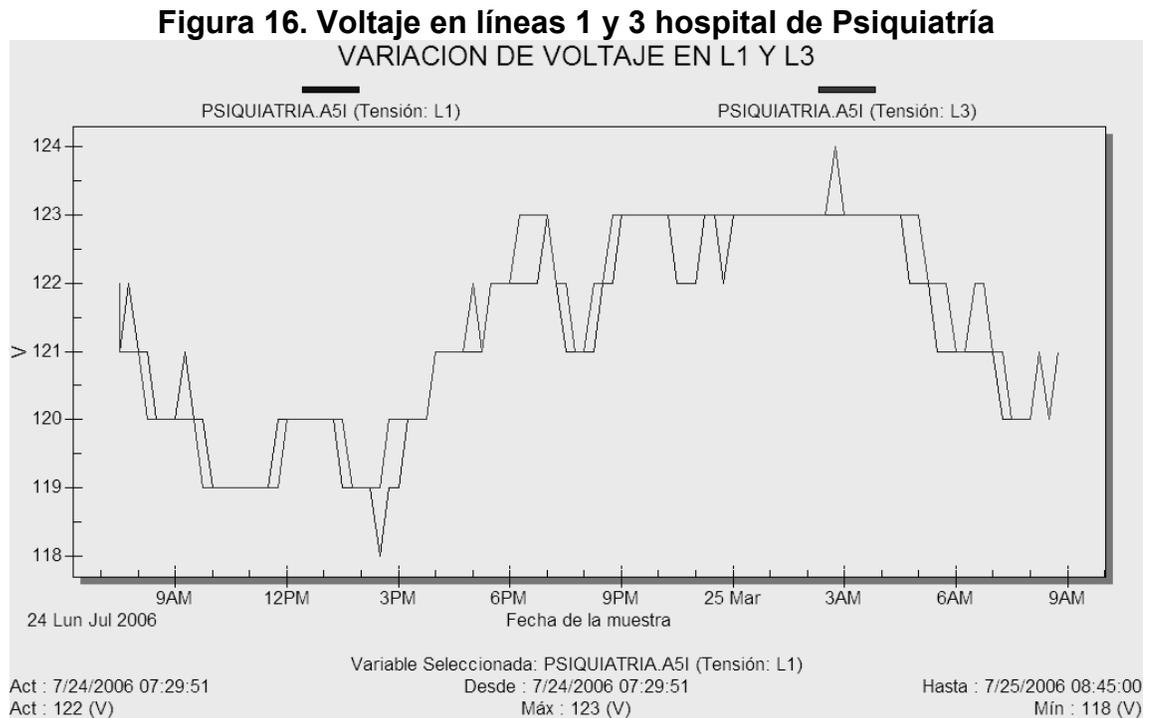
V_k: valor de tensión en un intervalo de medición k

V_n: valor de tensión nominal

IRT: Índice de Regulación de Tensión

Se establece como 3% el valor máximo para la tolerancia del índice o indicador global durante el período de control.

Hospital de Psiquiatría.



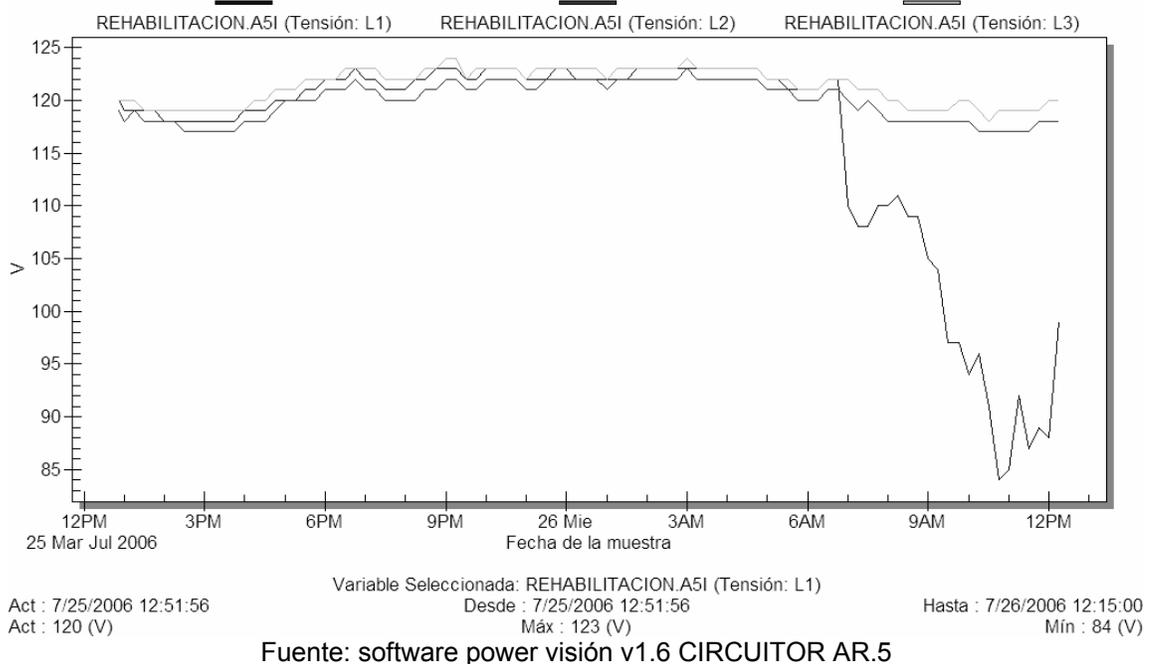
Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

Se puede apreciar en las figura 16 que los niveles de voltaje son bastante uniformes entre si, por lo cual existe un desbalance mínimo. Basado

en los valores máximos y mínimos de voltaje en las diferentes líneas se estimó que el índice de regulación de tensión es de 3.33% la cual se encuentra fuera del rango de tolerancia aceptable.

Hospital de Rehabilitación

Figura 17. Voltaje en las líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación
VARIACION DE VOLTAJE EN L1, L2 Y L3



Se puede observar que los niveles de voltaje son bastante uniformes en el horario de 12 p.m. a 7 a.m. Por lo que se puede decir que existe un desbalance mínimo. Basado en los valores máximos y mínimos de voltaje en las diferentes líneas se estimo que la tasa de pérdida es de 3.33% la cual se encuentra fuera del rango de tolerancia aceptable.

Durante el período de 7 a.m. a 12 p.m. se presenta una caída de tensión en la línea 1, ya que las líneas 2 y 3 no presentan variaciones significativas, se

estimo que la tasa de pérdida en la línea 1 durante este período es de 30%, la cual se encuentra fuera del rango de tolerancia aceptable en un rango muy grande.

2.2.3. Factor de potencia

Para poder entender porqué aparece el factor de potencia en las instalaciones eléctricas, se hizo un análisis de los diferentes elementos que constituyen la carga de una instalación, incluyendo su participación en el consumo de energía. En las instalaciones eléctricas se encuentran dispositivos que transforman la energía en calor o en trabajo junto con elementos inductivos y capacitivos que no desarrollan trabajo.

Entonces, prácticamente siempre existe un ángulo entre el voltaje y la corriente que se conoce como ángulo de fase. Es importante hacer notar que este ángulo está medido en el tiempo y no en el espacio. El factor de potencia puede definirse también como el cociente de la relación total de watts entre el total de voltio-amperios es decir, la relación de la potencia activa entre la potencia aparente.

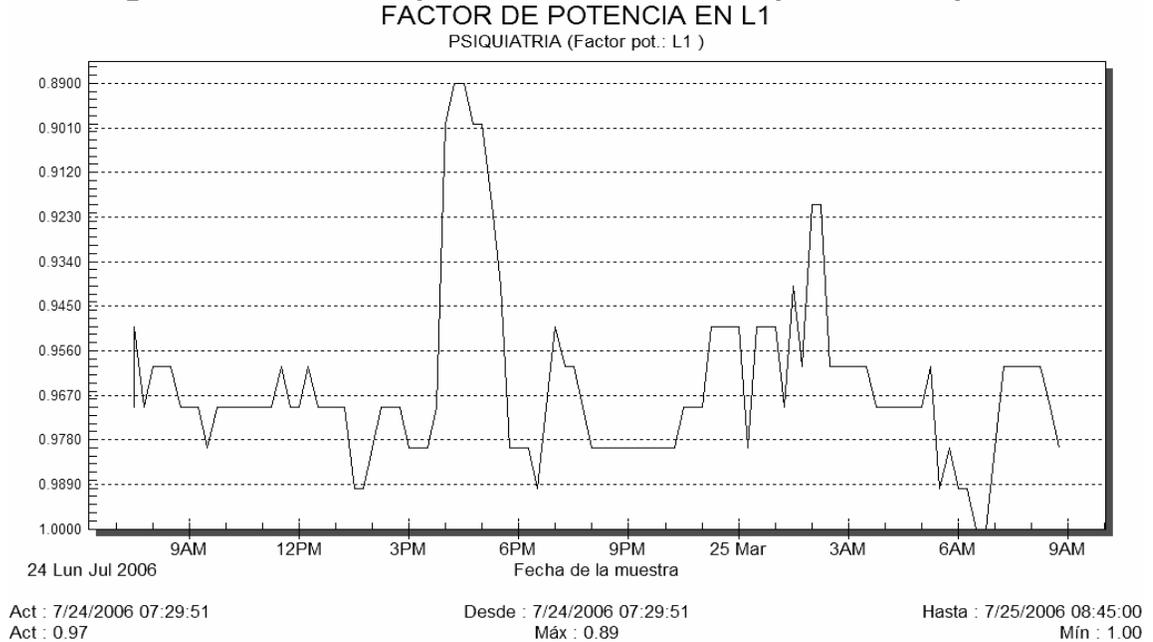
Las normas técnica del servicio de distribución (NTSD), establece que el valor mínimo admitido para el factor de potencia se discrimina de acuerdo a la potencia del usuario, de la siguiente forma.

Usuarios con potencias de hasta 11 kW $fp = 0.85$

Usuarios con potencias superiores a 11 kW $fp = 0.90$

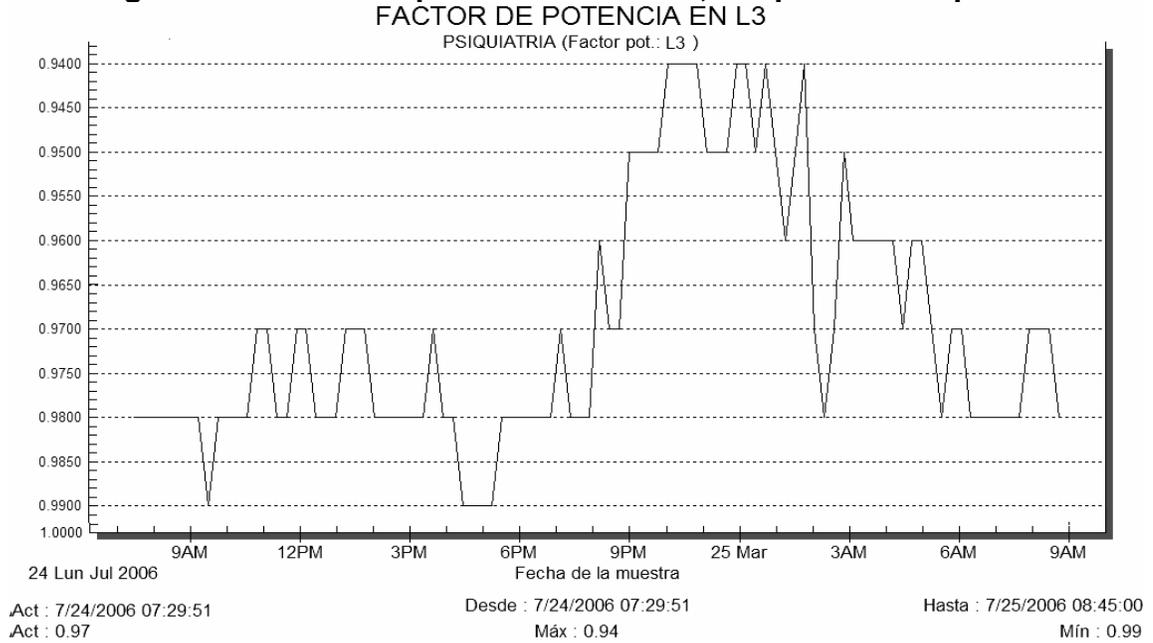
Hospital de Psiquiatría

Figura 18. Factor de potencia en línea 1, hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

Figura 19. Factor de potencia en línea 3, hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

En cuanto al factor de potencia no se poseen problemas, ya que en ningún momento se sobrepasa los valores mínimos estimados por normas, el valor más pequeño obtenido en el valor de factor de potencia es de 0.89 el cual es en un período muy corto en el cual se presenta. En base a este valor no se puede ser objeto de una penalización por parte de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Hospital de Rehabilitación

Figura 20. Factor de potencia en línea 1, hospital de Rehabilitación

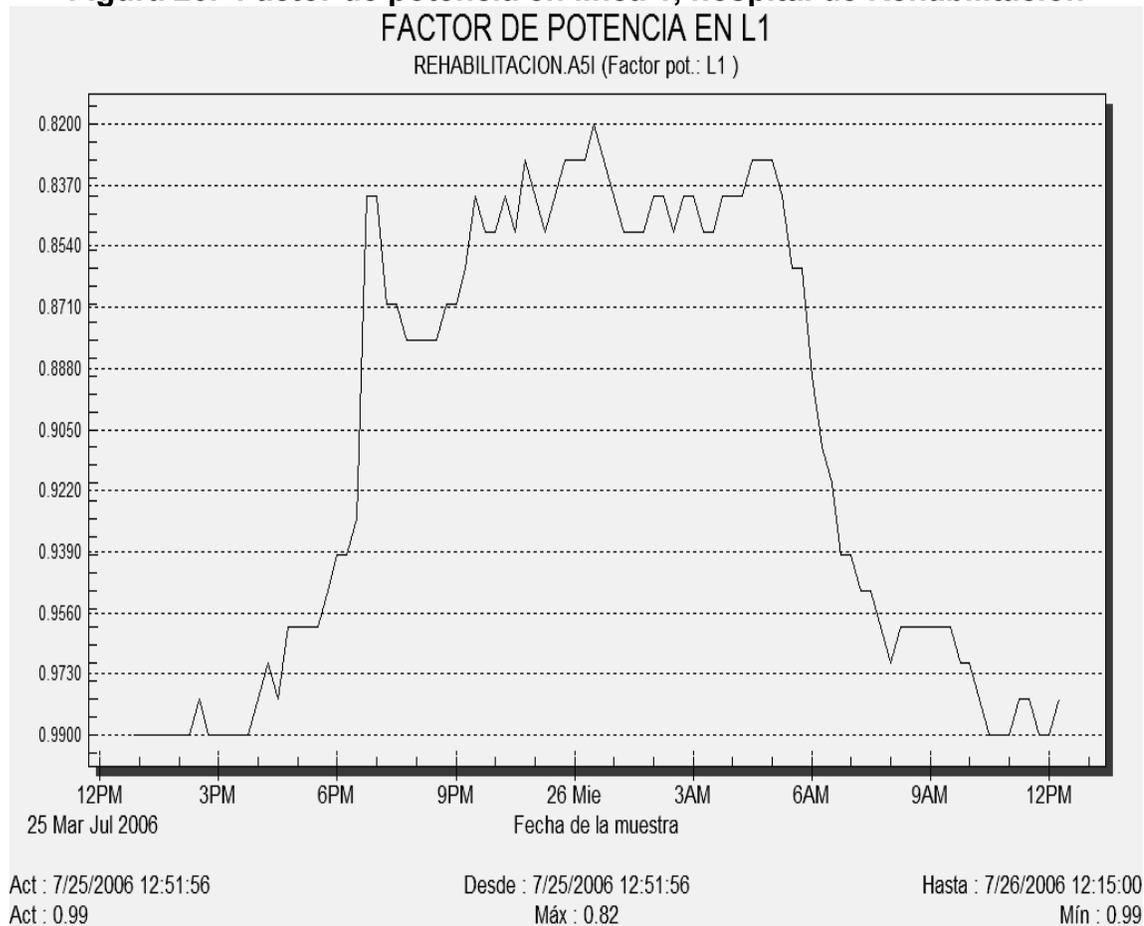
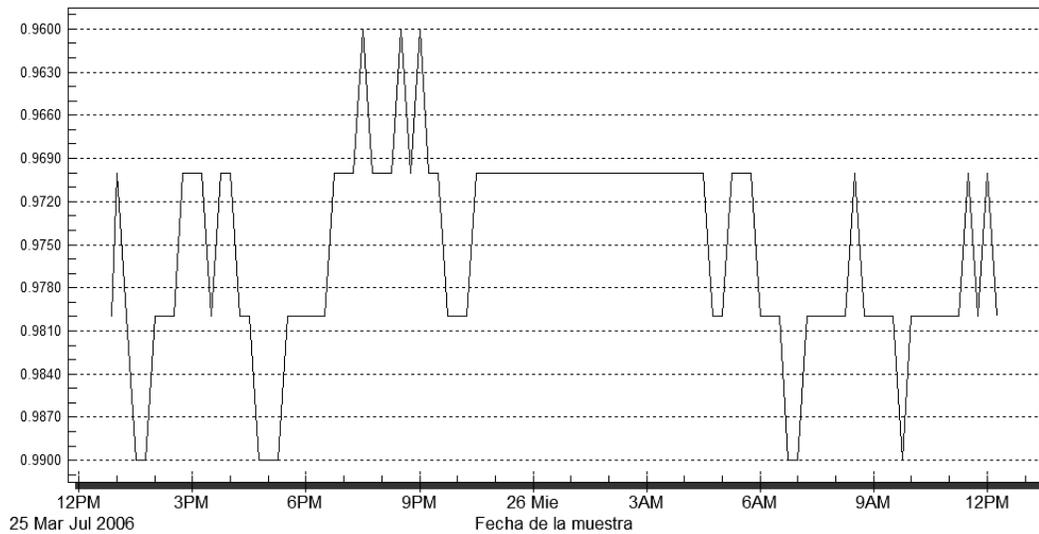


Figura 21. Factor de potencia en línea 2, hospital de Rehabilitación

FACTOR DE POTENCIA EN L2

REHABILITACION.A51 (Factor pot.: L2)



Act : 7/25/2006 12:51:56
Act : 0.98

Desde : 7/25/2006 12:51:56
Máx : 0.96

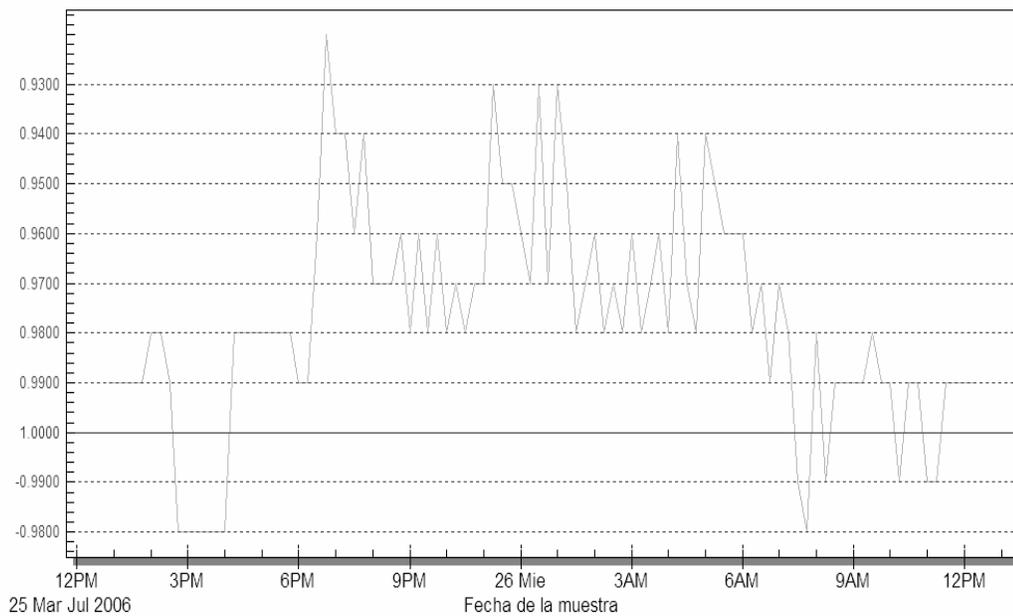
Hasta : 7/26/2006 12:15:00
Mín : 0.99

Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

Figura 22. Factor de potencia en línea 3, hospital de Rehabilitación

FACTOR DE POTENCIA EN L3

REHABILITACION.A51 (Factor pot.: L3)



Act : 7/25/2006 12:51:56
Act : 0.99

Desde : 7/25/2006 12:51:56
Máx : 0.92

Hasta : 7/26/2006 12:15:00
Mín : -0.98

Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.5

En cuanto al factor de potencia observado en cada línea se puede decir que la línea 1 está un poco fuera del valor establecido por la empresa distribuidora, pero al final para aplicar una sanción se observa el conjunto y como conjunto no se está sobrepasando los valores mínimos estimados por normas, el valor más pequeño obtenido en el valor de factor de potencia es de 0.83 el cual es en un período muy corto en el cual se presenta. En base a este valor no se puede ser objeto de una penalización.

Adicional a esto se puede observar que en la línea 3 se cuenta con valores de factor de potencia negativos, esto quiere decir que en esta línea se cuenta con cargas de carácter capacitivo que son las que predominan en este intervalo cuando el valor del factor de potencia es negativo.

2.2.4. Potencia

La potencia es una indicación de la cantidad de trabajo que se realiza en un tiempo determinado, es por eso que se efectuaron medidas para determinar los valores de potencia en cada línea para determinar el comportamiento de la carga en las horas de máximo consumo.

La potencia entregada o absorbida por sistema eléctrico se puede determinar en términos de la corriente y la tensión, pero las gráficas que veremos nos explican con detalle el comportamiento de las mismas.

Se obtuvieron durante la medición los valores de las potencias activa, reactiva y aparente para cada una de las fases de manera individual y en conjunto, lo que permite ver el comportamiento de la carga a lo largo del período de medición.

2.2.4.1. Activa

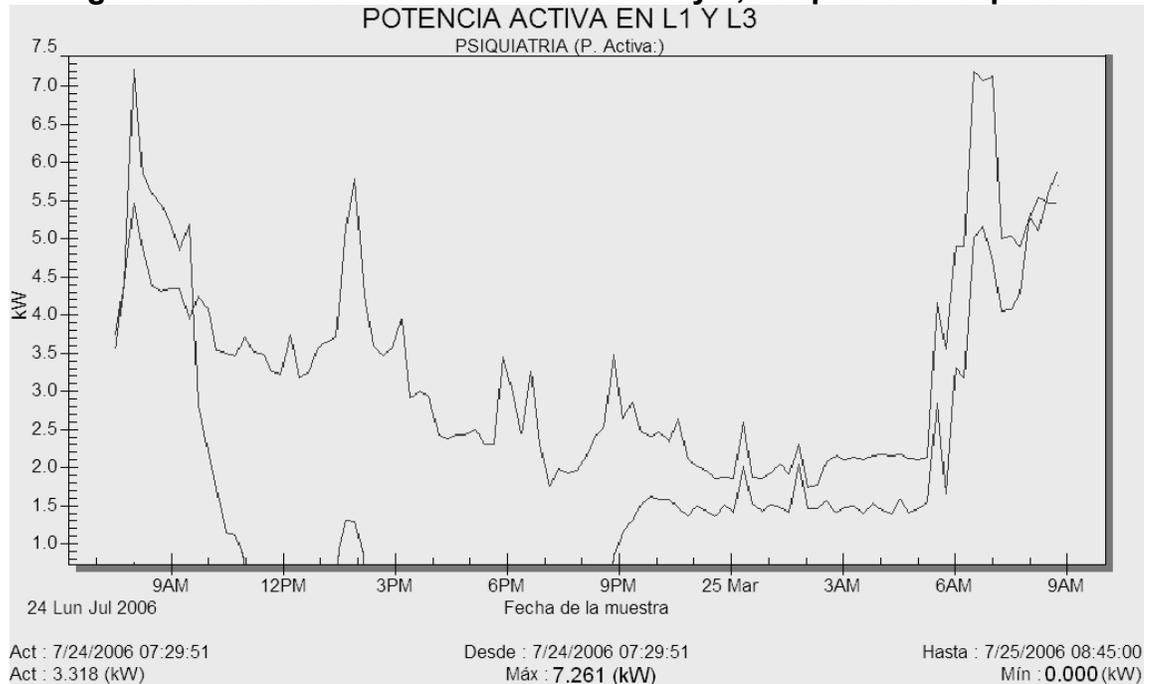
De acuerdo con la ley de Joule, la energía calorífica es igual a la potencia por unidad de tiempo “t” se tiene:

$$\text{Energía Calorífica} = R \times I^2 \times t = P \times t$$

A esta potencia “P”, que interviene en el proceso de conversión de energía eléctrica a otra forma de energía, se le conoce con potencia activa.

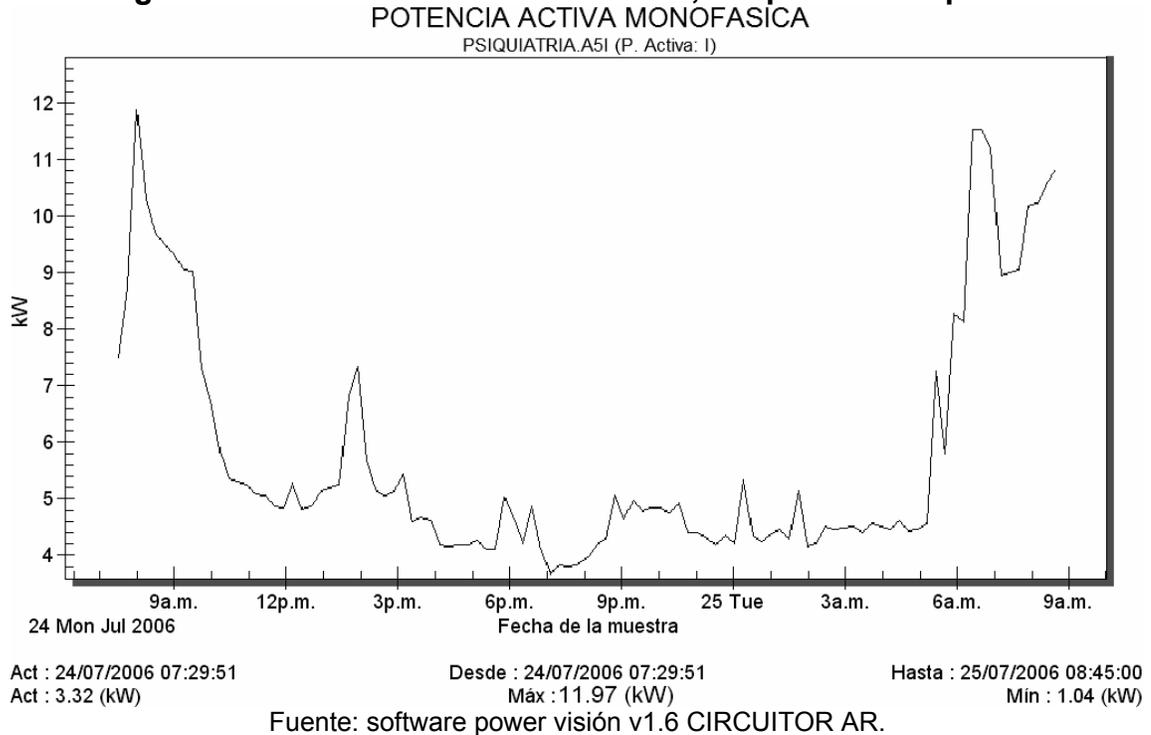
Hospital de Psiquiatría

Figura 23. Potencia activa en las líneas 1y 2, hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 24. Potencia activa monofásica, hospital de Psiquiatría

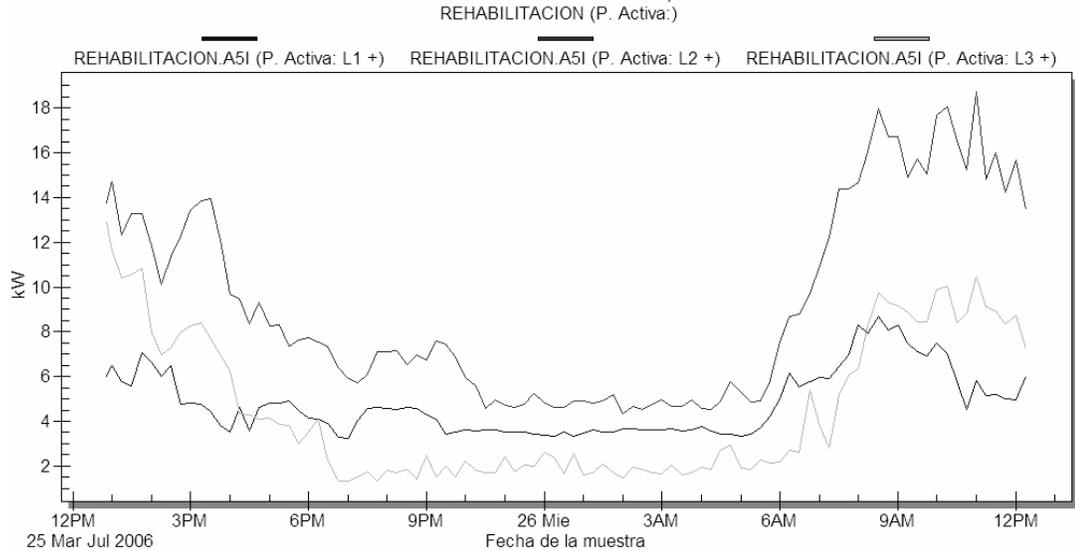


Es evidente el comportamiento de la potencia activa, ya que no es igual en cada línea, esto obedece a que el comportamiento de la misma esta íntimamente ligado al consumo de corriente. Al comparar detenidamente la gráfica de corriente con la de potencia activa de cada línea se puede observar que sus gráficas son idénticas lo único que la diferencia es que una esta en amperios y la otra en watts.

Este fenómeno es entendible ya que la potencia activa es función de multiplicar corriente por voltaje y como se a observado las variaciones de voltaje no son significativas y se pueden considerar un voltaje constante, razón por la cual al ejecutar la función nos queda que la potencia activa es función únicamente de la corriente por lo tanto es razonable que cuando aumenta la corriente también lo haga la potencia activa y viceversa.

Hospital de Rehabilitación

Figura 25. Potencia activa en líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación
POTENCIA ACTIVA EN L1, L2 Y L3



Act : 7/25/2006 12:51:56
Act : 5.994 (kW)

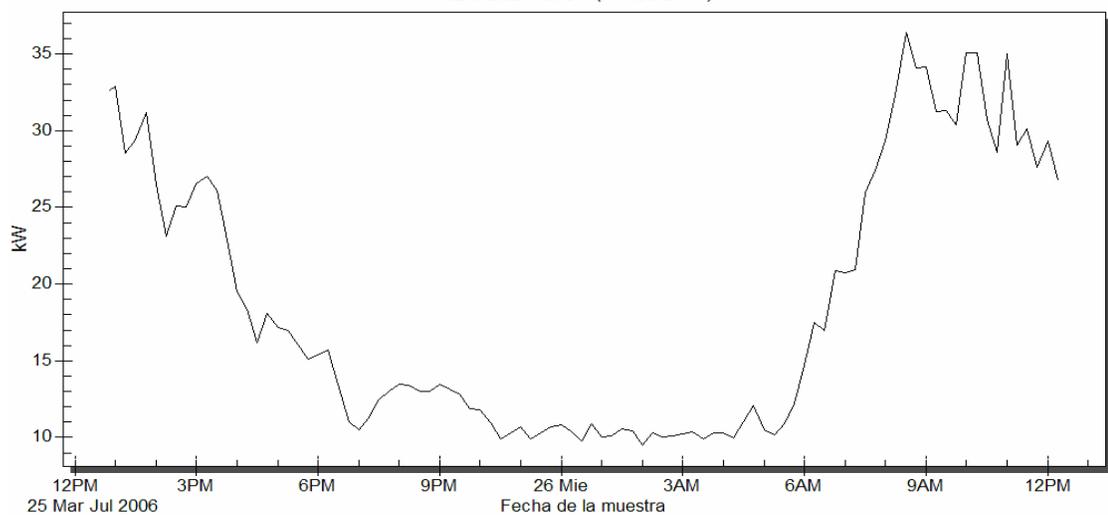
Variable Seleccionada: REHABILITACION.A5I (P. Activa: L1 +)
Desde : 7/25/2006 12:51:56
Máx : 8.705 (kW)

Hasta : 7/26/2006 12:15:00
Mín : 3.214 (kW)

Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 26. Potencia activa trifásica, hospital de Rehabilitación

POTENCIA ACTIVA TRIFASICA
REHABILITACION (P. Activa: III)



Act : 7/25/2006 12:51:56
Act : 32.647 (kW)

Desde : 7/25/2006 12:51:56
Máx : 36.409 (kW)

Hasta : 7/26/2006 12:15:00
Mín : 9.489 (kW)

Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Al igual que en el análisis del hospital anterior se puede ver que la línea que demanda mayor corriente es la línea que demanda mayor cantidad de potencia activa. Lo cual indica que existe mayor carga conectada a una fase que en las otras.

Para poseer un buen balance de corriente se debe empezar con balancear correctamente las cargas ya que si existiera un mayor balance de cargas existiría un mejor balance en el consumo de la corriente

2.2.4.2. Reactiva

La potencia reactiva varía un poco con respecto a la potencia real esto es porque la potencia reactiva es la potencia asociada con el establecimiento de campos magnéticos y eléctricos respectivamente, por ende el consumo de potencia reactiva es diferente en cada línea esto es porque a cada línea tiene conectado cargas distintas tanto en cantidad como en características.

En el caso de un circuito con un elemento puramente capacitivo o inductivo, la energía no cambia de forma, sólo se almacena. En otras palabras, la fuente entrega energía al elemento capacitivo o inductivo, el cual la almacena y a su vez la entrega cuando la fuente se desenergiza. Si el circuito está conectado a una fuente de corriente alterna, la energía pasa de la fuente al capacitor (o inductor) en el primer cuarto de ciclo y regresa a la fuente en el siguiente.

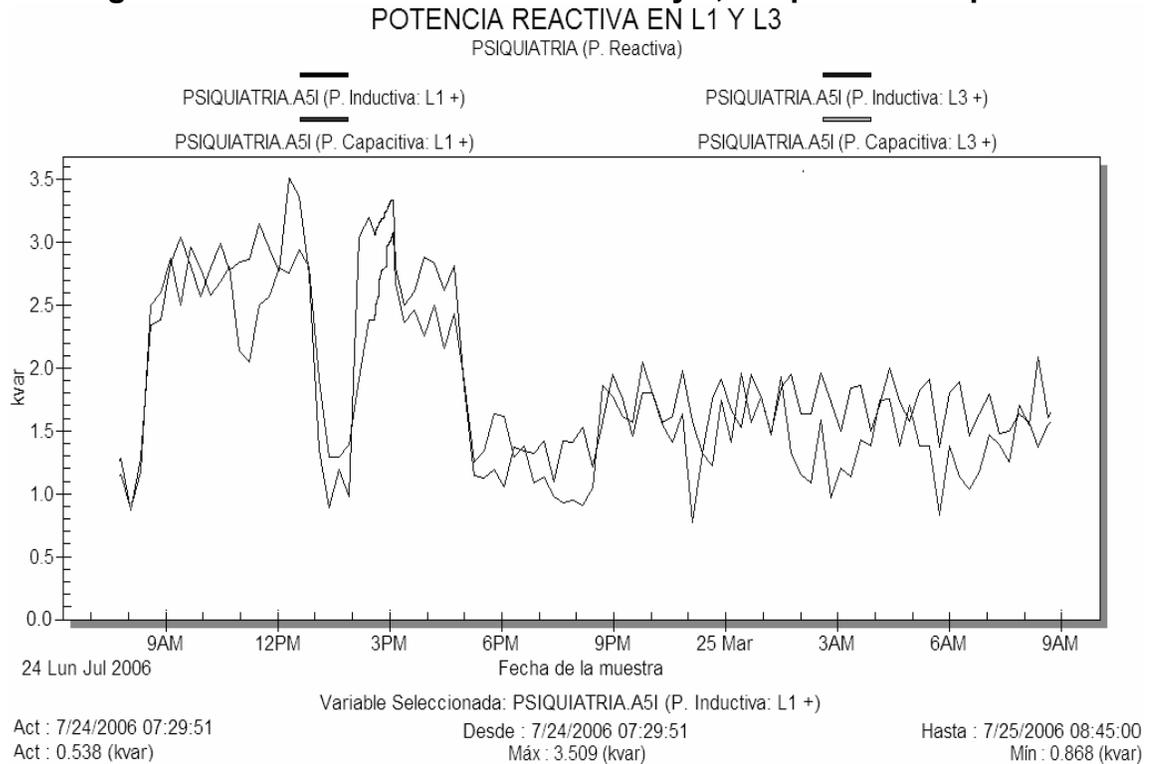
A esta energía asociada a un capacitor ideal o a un inductor ideal se le conoce con el nombre de potencia reactiva. De la misma manera se le llama potencia reactiva "Q" a la potencia capacitiva o inductiva que multiplicada por la

unidad de tiempo produce este tipo de energía. Se le llama capacitiva cuando la corriente antecede al voltaje, e inductiva cuando el voltaje antecede a la corriente. Para ambos casos (con elementos ideales) existe un desfase de 90° con respecto a la potencia activa.

A continuación se presenta el consumo de las potencias reactivas por cada línea y en conjunto, ya sean capacitivas o inductivas, para cada figura incluye ambas.

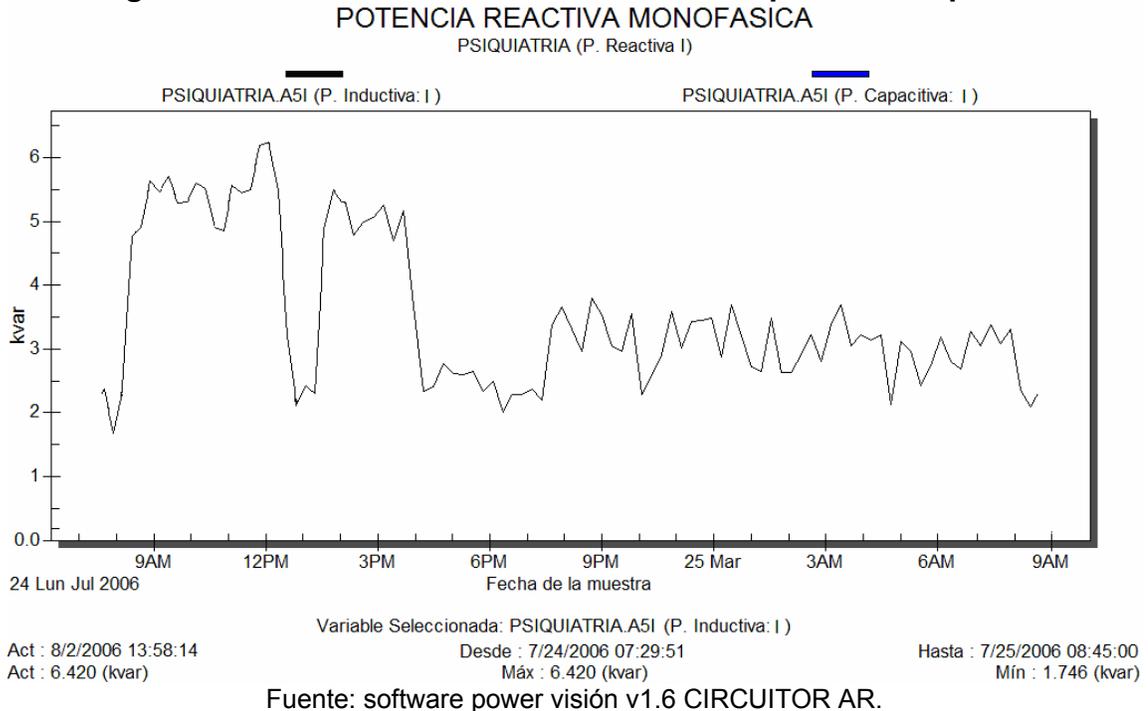
Hospital de Psiquiatría

Figura 27. Potencia reactiva en líneas 1y 3, hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 28. Potencia reactiva monofásica hospital de Psiquiatría

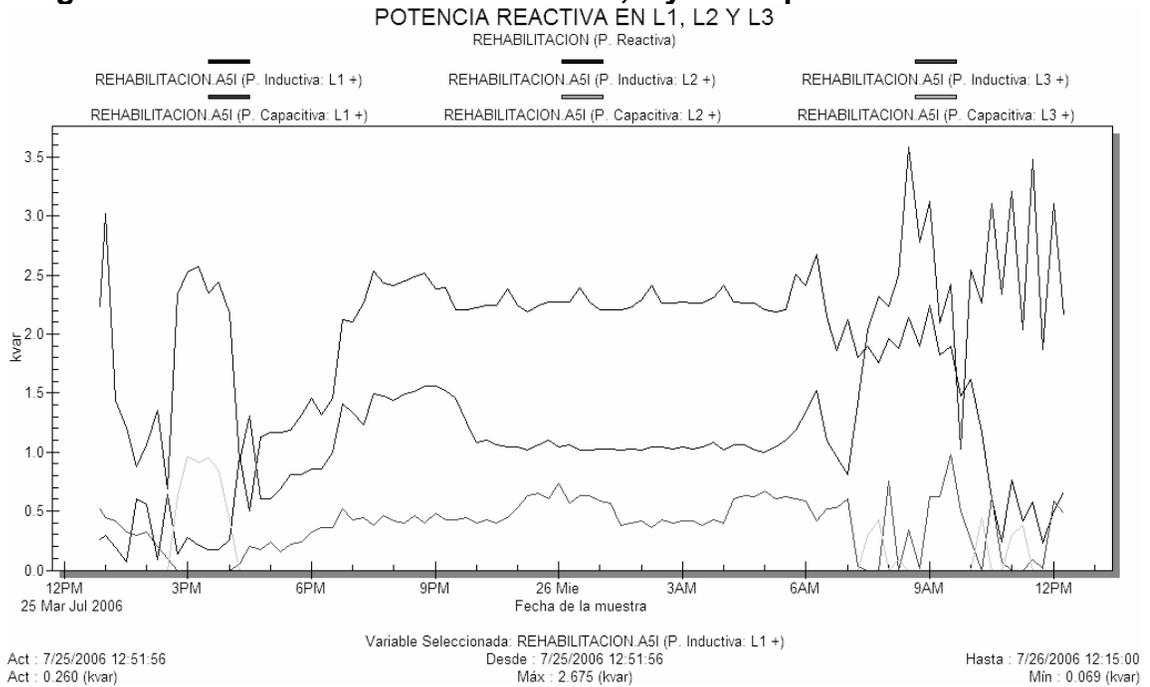


Se puede observar que la potencia reactiva predominante es la inductiva y en ningún momento existe potencia reactiva capacitiva, esto se puede comparar con el factor de potencia debido a que el mismo en ningún momento posee valores negativos lo que explica que predominan las cargas de carácter capacitivo.

En este hospital existen muchas luminarias de carácter fluorescente las cuales para su funcionamiento necesitan balastos, los cuales requieren de potencia inductiva en su funcionamiento, es por eso que prevalece la potencia reactiva inductiva en este hospital.

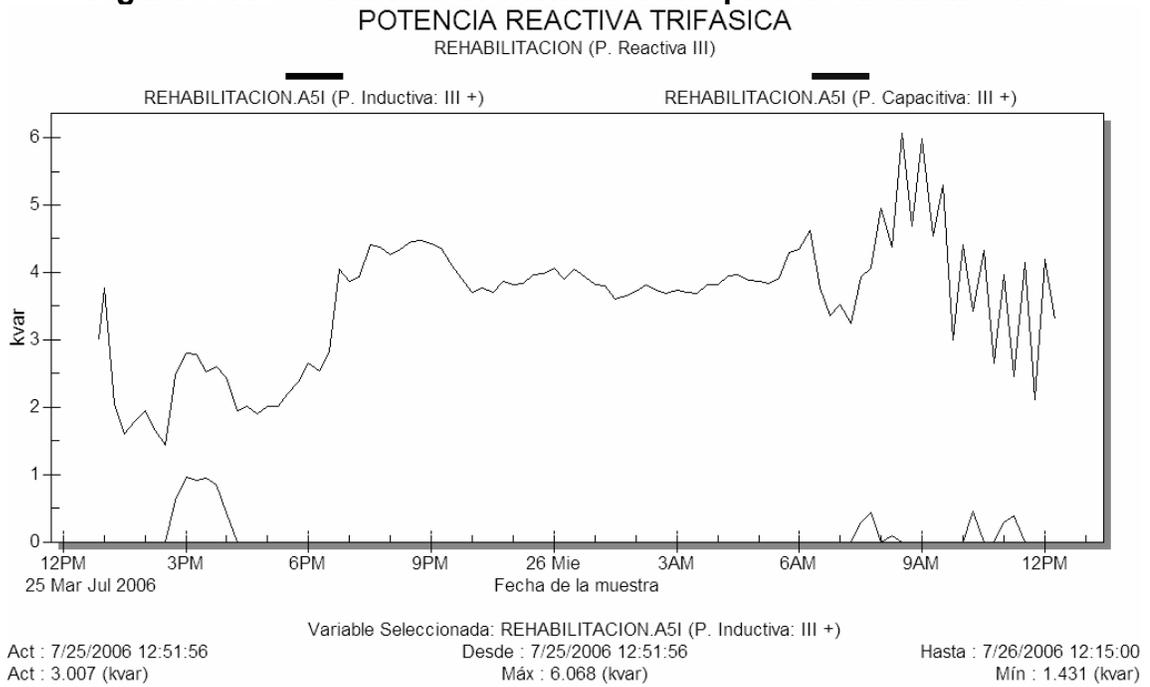
Hospital de Rehabilitación

Figura 29. Potencia reactiva en líneas 1, 2 y 3 hospital de Rehabilitación



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 30. Potencia reactiva Trifásica hospital de Rehabilitación



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Se puede observar nuevamente que el tipo de potencia reactiva que predomina es la inductiva y en este caso si se puede observar que en una línea aparece un poco de potencia reactiva capacitiva.

Además de las luminarias existe una serie de motores eléctricos los cuales también necesitan de potencia reactiva inductiva para operar. Es por eso que prevalece la potencia reactiva inductiva en este hospital.

Los equipos que requieren de un campo magnético para operar:

- Motores
- Transformadores
- Lámparas Fluorescentes

El campo magnético es necesario pero no produce trabajo útil. La empresa eléctrica tiene que suministrar la potencia para producir el campo magnético y el trabajo útil. El cliente paga por las dos.

2.2.4.3. Aparente

Las instalaciones eléctricas son una combinación de elementos resistivos, inductivos y capacitivos, por lo que la potencia que se requiere tiene una componente activa y una reactiva. La suma vectorial de estas dos componentes se conoce con el nombre de potencia aparente "S".

Para tener más claro el concepto veremos un análisis de lo que se conoce como triángulo de potencia.

El triángulo de potencia

Análogamente, los motores requieren potencia reactiva para crear el campo magnético, mientras que la potencia activa produce el trabajo útil.

El Factor de Potencia (Fp) es la relación de la Potencia Activa respecto a la Potencia Total:

$$Fp = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} \quad \text{Ec. 2.5}$$

El *software* utilizado para el análisis de las medición no despliega la gráfica de la potencia aparente razón por la cual no se presentan. Si se quisiera analizar gráficamente esta potencia no nos encontraríamos con ningún impedimento debido a que contamos con toda la variables para poder hacerlo. Bastaría con despejar de la ecuación 2.5 el valor de la potencia aparente y luego tabular los resultados en una hoja electrónica para proceder a graficarlos y así poder visualizar su comportamiento.

2.2.5. Factor K

El factor K es un dato que se obtiene basado en el análisis del factor de potencia si se quiere poner un factor de potencia actual a un factor de potencia requerido, a este factor existen otros datos que agregar para obtener el factor de potencia requerido y es la potencia actual de la instalación calculada por la presente formula.

$$K = \tan \varphi_1 - \tan \varphi_2 \quad \text{Ec. 2.6}$$

$$\Delta Q = Q1 - Q2 = P \times K \quad \text{Ec. 2.7}$$

Donde:

P = Potencia Activa (Kw.) de la instalación a compensar

K = factor obtenido de la tabla adjunta.

Tabla V. Factor K

		cos ϕ_2	0.85	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.0	
		sen ϕ_2	0.62	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.29	0.25	0.20	0.14	0.0	
cos ϕ_1	tan ϕ_1														
0.50	1.73		1.112	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.441	1.481	1.529	1.59	1.732	
0.55	1.52		0.898	1.034	1.063	1.092	1.123	1.156	1.190	1.227	1.268	1.315	1.376	1.518	
0.60	1.33		0.713	0.849	0.878	0.907	0.938	0.971	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.334	
0.65	1.17		0.549	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.918	0.966	1.026	1.169	
0.70	1.02		0.400	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.878	1.020	
0.75	0.88		0.262	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.740	0.882	
0.80	0.75		0.130	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.608	0.750	
0.85	0.62		---	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620	
0.86	0.59		---	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.451	0.593	
0.87	0.57		---	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567	
0.88	0.54		---	0.055	0.084	0.114	0.144	0.177	0.211	0.248	0.289	0.336	0.397	0.539	
0.89	0.51		---	0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.183	0.220	0.262	0.309	0.370	0.512	
0.90	0.48		---	---	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.234	0.281	0.341	0.484	
0.91	0.45		---	---	---	0.030	0.060	0.092	0.127	0.164	0.205	0.252	0.313	0.455	
0.92	0.42		---	---	---	---	0.030	0.063	0.097	0.134	0.175	0.223	0.283	0.426	
0.93	0.39		---	---	---	---	---	0.032	0.066	0.103	0.144	0.192	0.253	0.395	
0.94	0.36		---	---	---	---	---	---	0.034	0.071	0.112	0.160	0.220	0.363	
0.95	0.33		---	---	---	---	---	---	---	0.037	0.078	0.125	0.186	0.328	
0.96	0.29		---	---	---	---	---	---	---	---	0.041	0.088	0.149	0.292	
0.97	0.25		---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.047	0.108	0.251	

Fuente: www.circuitor.com

Como ejemplo se puede demostrar según los siguientes datos:

- Potencia activa P = 150 Kw. de la instalación a compensar
- Factor de potencia actual (cos $\phi_1 = 0.75$)
- Factor de potencia requerido (cos $\phi_2 = 0.98$)

Se obtiene la siguiente solución basándose en la tabla para un cos $\phi_1 = 0.75$ (primera columna izquierda) se requiere un cos $\phi_2 = 0.97$ (primera fila superior) se cuadran las dos líneas y se obtiene un factor K = 0.679.

Entonces de la ecuación 2.6 se obtiene:

$$\Delta Q = 150KVA \times 0.679 = 102KVAR$$

Que es la potencia necesaria del condensador para obtener un factor de potencia $\cos \varphi_2 = 0.98$.

2.2.6. Análisis de Armónicos

En un sistema eléctrico ideal, el voltaje que abastece a los equipos de los clientes, y la corriente de carga resultante son perfectas sinusoides. En la práctica, sin embargo, las condiciones nunca son ideales, tan así que estas formas de onda se encuentran frecuentemente muy deformadas. Esta diferencia con la perfecta senoide se expresa comúnmente desde el punto de vista de la distorsión armónica de las formas de onda del voltaje y de la corriente.

La distorsión armónica en los sistemas eléctricos no es un fenómeno nuevo, anteriormente se creía que la distorsión era ocasionada típicamente por la saturación magnética de transformadores o por ciertas cargas industriales, tales como hornos o soldadores de arco. En la actualidad los equipos electrónicos aportan un gran porcentaje en lo que es la distorsión armónica.

Los equipos electrónicos han ganado el nombre de "Carga no lineal"; debido a su particular característica de consumir corriente no senoidal al aplicársele alimentación senoidal. Con lo cual se produce una distorsión de las señales de tensión y corriente a lo largo del sistema de distribución eléctrica. Produciendo algunos efectos adversos, como lo son:

- Corrientes excedentes por el neutro.
- Altos niveles voltaje de neutro a tierra.
- Recalentamiento en transformadores.
- Reducción en la capacidad de distribución
- Penalización por bajo factor de potencia

La distorsión de la senoide fundamental, generalmente ocurre en múltiplos de la frecuencia fundamental. Así sobre un sistema de potencia de 60 Hz, la onda armónica tiene una frecuencia expresada por:

$$f_{armonicos} = n \times 60Hz$$

Donde n es un entero.

Los efectos de los Armónicos

Los efectos de los armónicos se dividen en tres categorías generales:

1. Efectos sobre el sistema de potencia mismo
2. Efectos sobre la carga del consumidor
3. Efectos sobre circuitos de comunicación

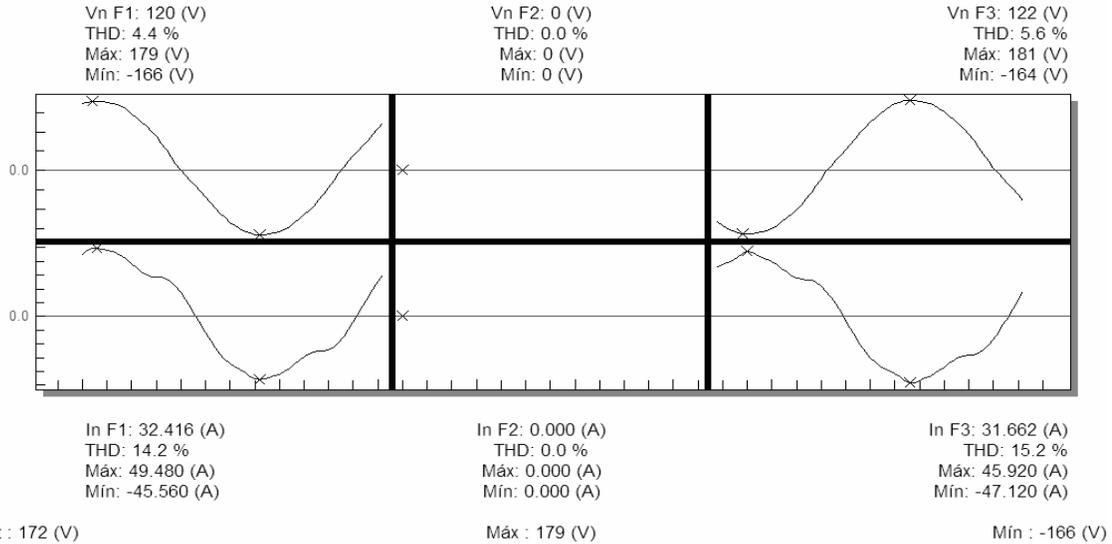
Se presentan la forma de onda de voltaje y de corriente para los dos bancos en estudio así como los porcentajes de distorsión aportados por los armónicos desde el segundo hasta el treintavo armónico.

Figura 31. Forma de onda de voltaje y corriente del hospital de Psiquiatría

FORMA DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE

(PSIQUIATRIA)

7/24/2006 07:29:51



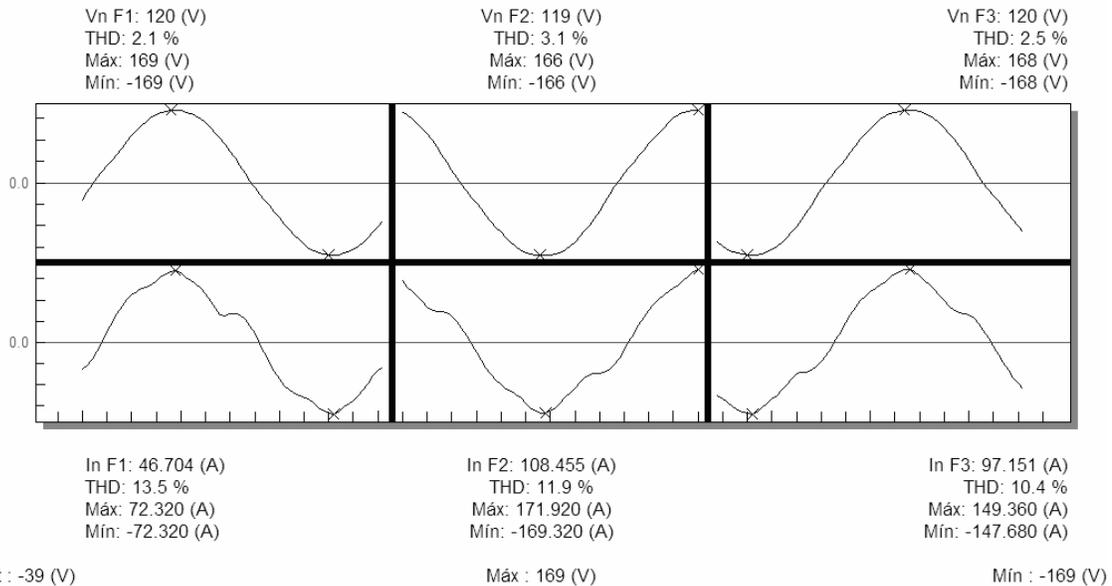
Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 32. Forma de onda de voltaje y corriente del hospital de Rehabilitación

FORMA DE ONDA DE VOLTAJE Y CORRIENTE

(REHABILITACION)

7/25/2006 12:51:56



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

En las figuras 31 y 32 se presentan la forma de onda de la señal de voltaje y corriente, en las mismas se puede observar el grado de deformación que poseen cada uno.

La señal de la forma de onda de voltaje no presenta mucha deformación como lo es la forma de onda de corriente. Esta deformación es conforma de la unión de las componentes de la fundamental combinada con las componentes armónicas de tercera y quinto orden.

2.2.6.1. Distorsión Armónica THDV y THDI

El factor de distorsión es una medida del alejamiento de la forma de una función periódica cualquiera con respecto a otra con forma de onda senoidal pura.

Se definió como consecuencia de la necesidad de poder cuantificar numéricamente los armónicos existentes en un determinado punto de medida. Esto significa que cuando no hay armónicos el THD es igual a cero. Por tanto se debe tratar de que el THD sea lo más bajo posible.

Este factor de distorsión, normalmente se representa en porcentaje. Hay dos tipos de factores de distorsión:

- Factor de distorsión total de voltaje (TDHV *total distortion harmonic voltage*, por sus siglas en ingles)
- Factor de distorsión total de corriente (TDHI *total distortion harmonic current*, por sus siglas en ingles)

Factor de distorsión armónica total de voltaje. Este se define así:

$$TDHV = \frac{1}{V1} \left[\sum_{h=2}^{\infty} Vh^2 \right]^{1/2} \quad \text{Ec. 2.7}$$

Donde

V1: valor eficaz de la componente fundamental de voltaje.

Vh: valor eficaz de la componente armónica de orden h.

La norma IEEE-519 establece que el límite de distorsión de voltaje debe ser menor que el 5% para un voltaje nominal menor o igual que 69 kV.

Factor de distorsión armónica total de corriente TDHI. Este se define así:

$$TDHI = \frac{1}{I1} \left[\sum_{h=2}^{\infty} Ih^2 \right]^{1/2} \quad \text{Ec. 2.8}$$

Donde:

I1: valor eficaz de la componente fundamental de corriente

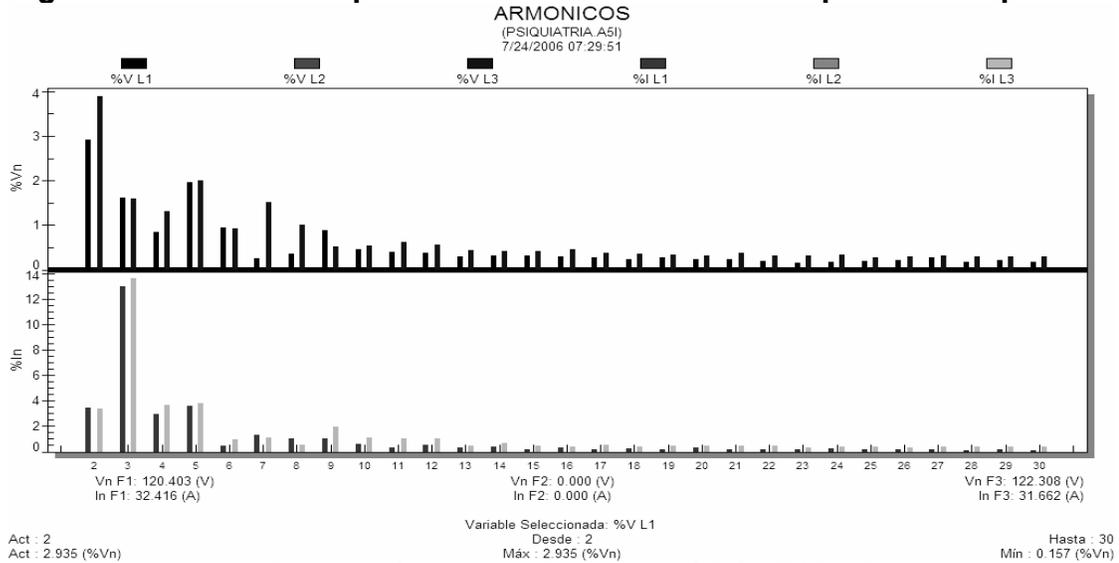
Ih es el valor eficaz de la componente armónica de orden h

La norma IEEE-519 establece que el límite de distorsión de corriente debe ser menor que el 20% para un voltaje nominal menor o igual que 69 kV.

Los sistemas eléctricos de estos edificios, están compuestos en gran parte de cargas monofásicas que son alimentadas frecuentemente con una fuente de 4 hilos en estrella aterrada. Un porcentaje cada vez mayor de estos tipos de cargas son no lineales por naturaleza, es decir producen armónicas.

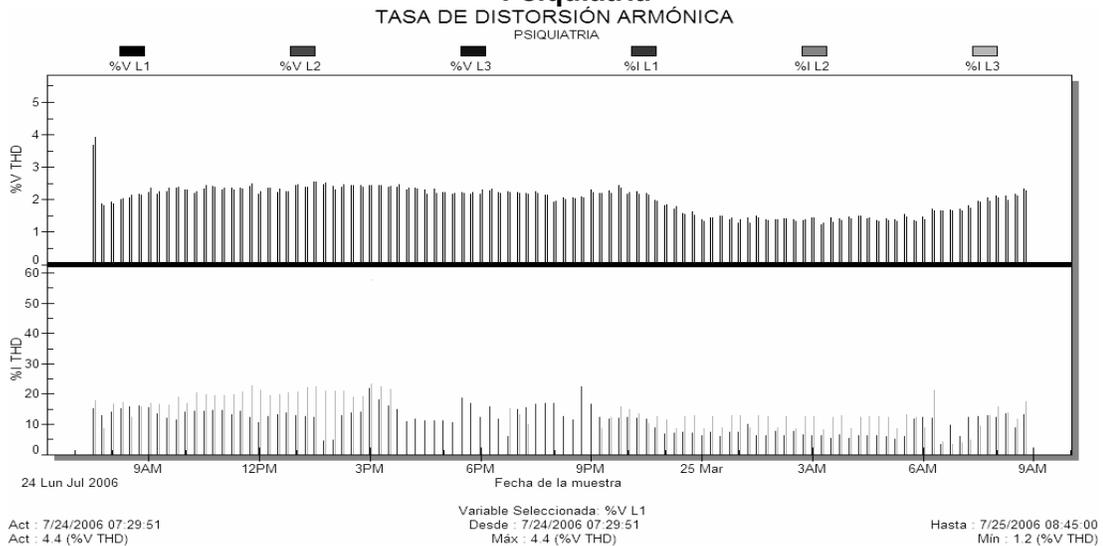
Los dispositivos monofásicos generalmente exhiben las siguientes armónicas de la fundamental en la forma de onda de corriente: 3, 5, 7, 9, 11, 13, etc. (esto incluye todas las armónicas impares).

Figura 33. Armónicos presentes en las líneas del hospital de Psiquiatría



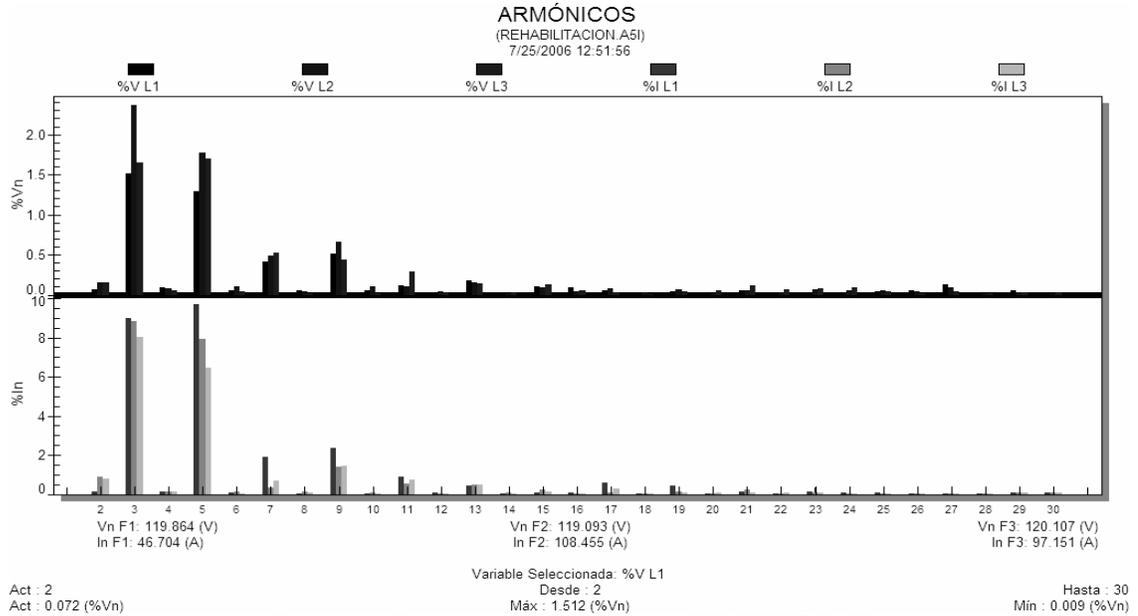
Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 34. Porcentaje de distorsión armónica en las líneas del hospital de Psiquiatría



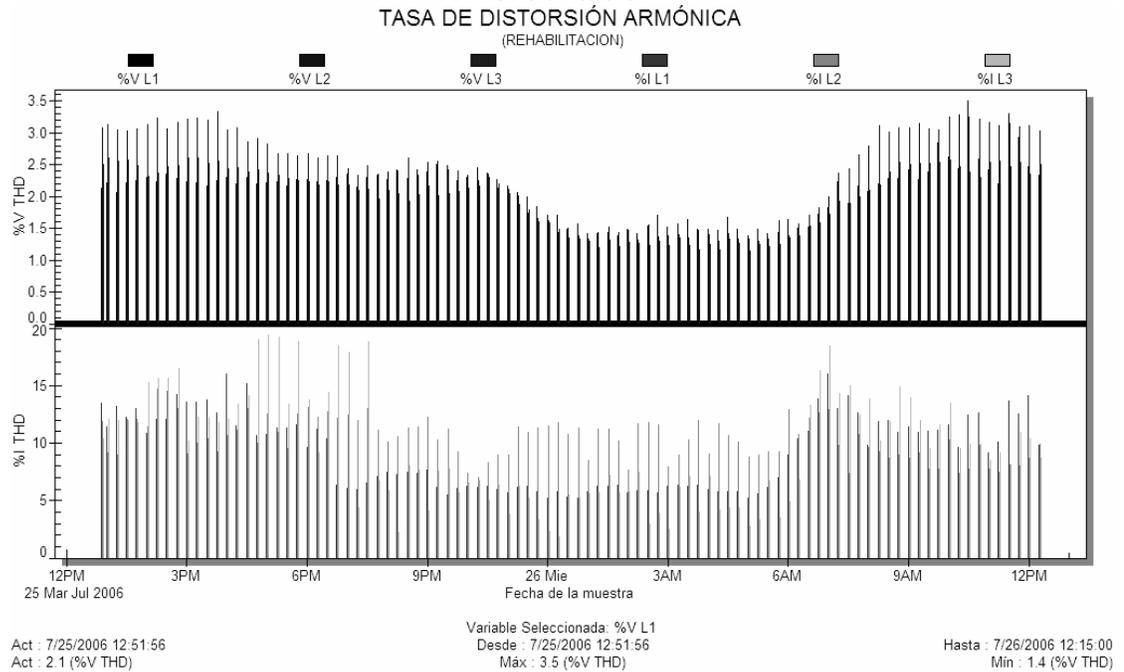
Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 35. Armónicos presentes en las líneas del hospital de Rehabilitación



Fuente: software power vision v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 36. Porcentaje de distorsión armónica en las líneas del hospital de Rehabilitación



Fuente: software power vision v1.6 CIRCUITOR AR.

La tasa de distorsión de armónica mantiene su estabilidad en la señal de voltaje y presenta una pequeña distorsión en la señal de corriente debido a efectos armónicos generalmente la tercera y quinta armónica como se puede observar en las figuras 33 y 35.

En lo relacionado a la distorsión armónica mostrado en las figuras 34 y 36 se observa que la señal de voltaje esta en sus límites normales del 5% que es muy bueno. En relación a la corriente no se supera el 20% pero si se encuentra muy cercano a este valor, por lo cual esto provoca que la distorsión de onda de la corriente se distorsione en su señal de onda.

Donde se debe enfatizar para mejorar los porcentajes de distorsión armónica es en la corriente, que es la que presenta la mayor distorsión, no superando los límites pero si se acercan mucho a los mismos.

2.2.7. Captura de Perturbaciones

Las redes eléctricas presentan una serie de alteraciones o perturbaciones que alteran a la calidad del servicio, dentro de las cuales destacan:

- Variaciones de frecuencia
- Variaciones de la amplitud del voltaje (flicker)
- Asimetría en las fases
- Deformaciones en voltajes y corrientes (armónicas).

En los hospitales en estudio los bancos de transformadores del los edificios están conectados a los ramales de la Empresa Eléctrica, en ambas

mediciones no se obtuvo mayor variación de frecuencia siendo el promedio de 60 Hz, por lo que se puede decir que no existe variación de frecuencia alguna.

La variación de voltaje tampoco alcanzan variaciones significativas, estos valores no alcanzan el 4% del voltaje nominal, y el voltaje promedio esta entre los 118.2 voltios, así también la frecuencia varia en un porcentaje no significativo, por lo que no se puede decir que se sufre de variaciones de amplitud de voltaje (flicker).

Como se mostró anteriormente los valores de THDV y THDI están entre los valores mínimos permitidos por la norma IEEE-519, por lo tanto la contaminación armónica no es problema.

Se puede concluir que los edificios hospitalarios no poseen problemas relevantes en lo relacionado a las perturbaciones eléctricas, sin embargo si fuese posible mejora las condiciones actuales seria ideal.

Para nuestro estudio, se tomaron mediciones con el equipo ya mencionado, el cual posee la capacidad de capturar las perturbaciones que se dieron en el intervalo de tiempo, integrando los valores en períodos de tiempo de quince minutos lo cual nos da la confianza de decir que no se cuenta con problemas de perturbaciones en el sistema eléctrico existente.

2.2.8. Desbalance

Las cargas que son trifásicas producen corrientes de la misma magnitud en las tres fases, más no así las cargas monofásicas, que pueden producir desequilibrios entre las líneas. Estas cargas que desequilibran el sistema

pueden provocar que los voltajes ya no sean iguales en magnitud, y que los ángulos entre ellos cambien.

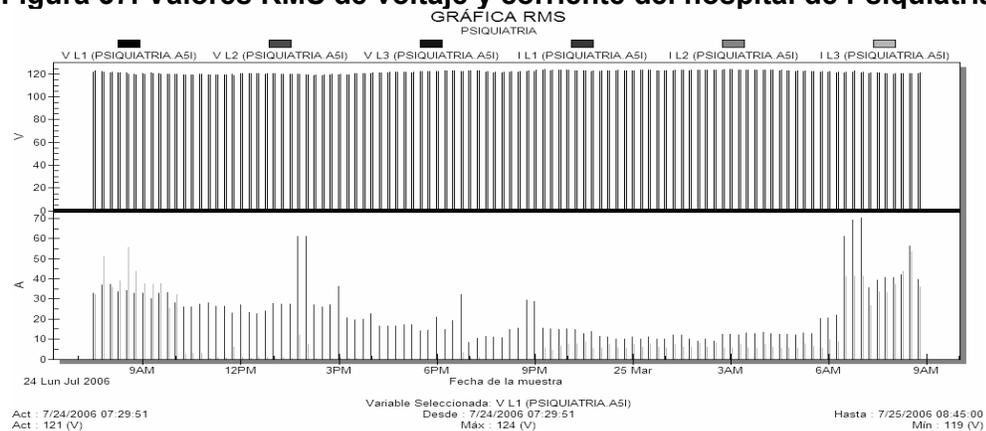
Desequilibrio de tensión o corriente (sistemas trifásicos): Los desequilibrios de tensión se producen cuando en un sistema trifásico existen diferencias entre los valores eficaces de las tensiones en un sistema con neutro distribuido o no distribuido.

Los desequilibrios de corriente se producen cuando la intensidad que circula por las tres fases no es igual, esto provoca que por el neutro la corriente no sea cero. El resultado es un sobrecalentamiento en las cargas, en los cables de alimentación y protecciones.

El desequilibrio de corriente según normas internacionales no debe superar el 10%, mientras que el desequilibrio de tensión no debe superar el 3%.

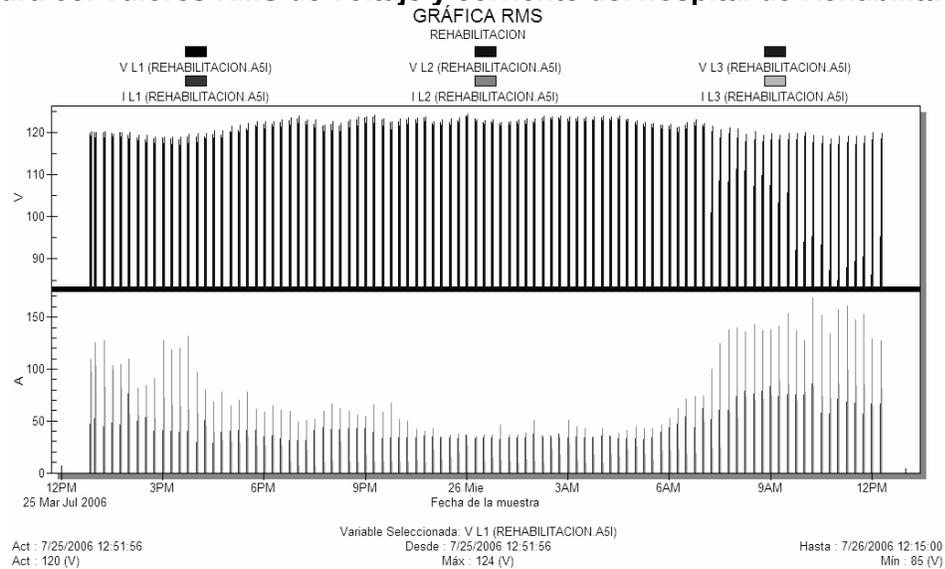
En las figuras 37 y 38 que se muestran a continuación puede observarse que existen problemas de desbalance de corriente, ya que se sobrepasan los porcentajes de desequilibrio aceptables por norma.

Figura 37. Valores RMS de voltaje y corriente del hospital de Psiquiatría



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

Figura 38. Valores RMS de voltaje y corriente del hospital de Rehabilitación



Fuente: software power visión v1.6 CIRCUITOR AR.

2.3. Iluminación

Uno de los usos fundamentales de la energía eléctrica es la iluminación. Para transformar la energía eléctrica en energía lumínica se emplean las llamadas lámparas, las cuales se pueden encontrar de diferentes tipos y diseñadas para muchas aplicaciones.

Los factores a tener en cuenta para decidirse por el tipo de lámpara más adecuada son:

- Rendimiento: Relación entre la cantidad de luz emitida y el consumo eléctrico.
- Duración: Horas de funcionamiento antes de agotarse.
- Tipo de luz: No se requiere la misma calidad y cantidad de luz en un aula de estudio que para iluminar una calle.

- Precio: Entre los múltiples modelos y tipos que pueden cubrir nuestras necesidades de iluminación y estética, escogeremos, como es lógico, aquella que resulte más económica.

Si partimos de la base de que para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes que deberán conocerse serán las siguientes:

- El Flujo luminoso.
- La Intensidad luminosa.
- La Iluminancia o nivel de iluminación.
- La Luminancia.

La definición de cada una de estas magnitudes, así como sus principales características y las correspondientes unidades se describen a continuación.

El flujo luminoso y la Intensidad luminosa

Son magnitudes características de las fuentes; el primero indica la potencia luminosa propia de una fuente, y la segunda indica la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por las fuentes.

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ_v y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

1 watt-luz a 555 nm = 683 lm

Intensidad luminosa

Es una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz. Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

La Iluminancia

Es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada. Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia.

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m^2 .

Existe también otra unidad, el *foot-candle* (fc), (pie candela) utilizada en países de habla inglesa cuya relación con el lux es:

$$1fc = 10.73lx$$

$$1lx = 10.093fc$$

En apéndice B-4 y B-5 se pueden observar los valores de los niveles de iluminación obtenidos en pie-candela (fc) y en luxes (lx) cuyos valores fueron tomados con instrumento (luxómetro), por el centro de investigaciones de ingeniería, del área de metrología.

En base a la revisión efectuada se llega a la conclusión que la cantidad de lámparas instaladas es la adecuada, pero su funcionamiento no es el correcto debido a que en algunas áreas, las mismas no funciona y otras funcionan parcialmente, provocando con esto, que los niveles de iluminación encontrados en la actualidad no sean los adecuados dependiendo de las áreas de trabajo. La solución más viable a esta problemática es un adecuado mantenimiento a las unidades ya instaladas, debido a que no es necesario agregar más para mejorar el nivel de iluminación.

2.3.1. Revisión visual

De la revisión o inspección visual que se realizo en los hospitales se puede mencionar que la cantidad de lámparas por área, llena los requerimientos mínimos para cumplir con los niveles de iluminación en las zonas de trabajo, pero existen algunos problemas de carácter administrativo relacionado al mantenimiento. Debido a que existen muchas luminarias que no funciona por tener sus tubos quemados los cuales no se cambian periódicamente, provocando degradación lumínica que incide en los niveles de iluminación.

La manera de determinar la cantidad de lámparas necesarias y determinar el valor del nivel de iluminación que debe haber en el área especificada.

Tabla VI. Cálculos y valores encontrados de iluminación y cantidad de lámparas.

ANÁLISIS DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL										
UBICACIÓN	L	A	CU	FM	No. LÁMPARAS		OBSERVACIONES	NIVEL DE ILUMINACIÓN EN LUMENES		OBSERVACIONES
					CALCULADO	ENCONTRADO		OPTIMO	MEDIDO	
administración	2.00	2.00	0.8	0.6	0.89	1.00	ADECUADO	100.00	98.72	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	49.36	INADECUADO
biblioteca	4.00	8.00	0.8	0.6	21.33	12.00	INADECUADO	300.00	75.11	INADECUADO
trabajo social	3.50	4.00	0.8	0.6	7.78	4.00	INADECUADO	250.00	55.80	INADECUADO
Sala de conferencias	7.00	3.50	0.8	0.6	16.33	14.00	INADECUADO	300.00	45.07	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	25.75	INADECUADO
hidroterapia	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	48.29	INADECUADO
individuales	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	91.21	INADECUADO
laboratorio secretaria	3.50	4.00	0.8	0.6	14.00	4.00	INADECUADO	450.00	187.78	INADECUADO
laboratorio equipos	3.50	4.00	0.8	0.6	14.00	4.00	INADECUADO	450.00	112.67	INADECUADO
lab. Microbiología	3.50	4.00	0.8	0.6	9.33	4.00	INADECUADO	300.00	193.14	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	36.48	INADECUADO
encamamiento	12.00	5.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	42.90	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	79.40	ADECUADO
sala de rehabilitación	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	91.21	INADECUADO
taller prótesis 1	6.00	10.00	0.8	0.6	20.00	18.00	INADECUADO	150.00	98.72	INADECUADO
taller prótesis 2	6.00	10.00	0.8	0.6	20.00	18.00	INADECUADO	150.00	109.45	INADECUADO
taller prótesis 3	6.00	10.00	0.8	0.6	20.00	18.00	INADECUADO	150.00	72.96	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	16.10	INADECUADO
afecciones crónicas	4.00	3.00	0.8	0.6	2.67	4.00	ADECUADO	100.00	77.26	INADECUADO
carpintería	6.00	10.00	0.8	0.6	20.00	18.00	INADECUADO	150.00	268.25	ADECUADO
afecciones de mano	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	214.60	ADECUADO
psicología	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	60.90	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	16.10	INADECUADO
encamamiento	12.00	5.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	42.92	INADECUADO
bodega General	6.00	10.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	120.18	ADECUADO
bodega General oficina	2.00	3.50	0.8	0.6	1.56	2.00	ADECUADO	100.00	64.38	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	32.19	INADECUADO
encamamiento	12.00	5.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	36.48	INADECUADO
inventario	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	150.22	ADECUADO
lavandería punto 1	6.00	10.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	87.99	INADECUADO
lavandería punto 2	6.00	10.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	107.30	ADECUADO
administración	3.50	4.00	0.8	0.6	14.00	4.00	INADECUADO	450.00	118.03	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	128.76	ADECUADO
secretaría de admisión	3.50	4.00	0.8	0.6	1.40	2.00	ADECUADO	45.00	68.67	ADECUADO
secretaría	3.50	4.00	0.8	0.6	9.33	4.00	INADECUADO	300.00	118.03	INADECUADO
archivo	3.50	4.00	0.8	0.6	9.33	4.00	INADECUADO	300.00	80.48	INADECUADO
encamamiento	12.00	5.00	0.8	0.6	13.33	18.00	ADECUADO	100.00	69.67	INADECUADO
clínica	3.50	4.00	0.8	0.6	3.11	4.00	ADECUADO	100.00	107.30	ADECUADO
dirección	3.50	4.00	0.8	0.6	14.00	4.00	INADECUADO	450.00	343.36	INADECUADO
administración	3.50	4.00	0.8	0.6	14.00	4.00	INADECUADO	450.00	257.52	INADECUADO
pasillos	30.00	1.50	0.8	0.6	5.00	6.00	ADECUADO	50.00	118.03	ADECUADO
taller de manualidades	5.00	6.00	0.8	0.6	20.00	6.00	INADECUADO	300.00	85.84	INADECUADO
gimnasio	5.00	6.00	0.8	0.6	6.67	6.00	INADECUADO	100.00	236.06	ADECUADO
terapia de grupo	5.00	6.00	0.8	0.6	6.67	6.00	INADECUADO	100.00	268.25	ADECUADO

Método de cálculo

Después de un minucioso reconocimiento del lugar a iluminar y conocida la actividad a desarrollar en el local motivo de estudio, lo primero que debemos

hacer es concretar el nivel de iluminación que se necesita. Seguidamente pasemos a definir una serie de coeficientes y variables que son de suma importancia en el proyecto de un alumbrado.

Coeficiente de utilización

Al cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil), y el flujo total emitido por las lámparas instaladas, es lo que llamaremos "Coeficiente de utilización".

$$C_u = \frac{\phi_u}{\phi_t} \quad \text{EC. 2.9}$$

Este coeficiente depende de diversas variables tales como la eficacia de las luminarias, la reflectancia de las paredes, y las dimensiones del local.

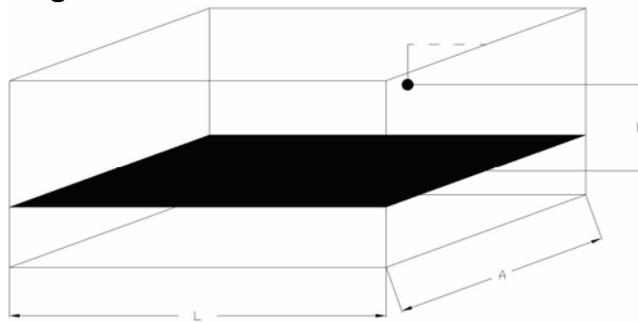
La luminaria, aparato utilizado para soportar, alojar y distribuir el flujo luminoso de las lámparas, tiene una relativa incidencia sobre el coeficiente de utilización, según se trate de un sistema de iluminación directa, semidirecta o a través de difusores.

El sistema directo o semidirecto tiene escasas pérdidas, no llegan al 4%, mientras que los sistemas a través de difusor tienen unas pérdidas comprendidas entre el 10 y el 20%.

La reflexión de la luz sobre las paredes del local juega un importante papel sobre el coeficiente de utilización. De la totalidad del flujo luminoso que incide sobre las paredes, una parte se refleja, mientras que otra es absorbida y anulada, dependiendo la proporción de una y otra, del color de las paredes.

Por último, las dimensiones del local también juegan un papel importante sobre el valor del coeficiente de utilización. Esto se pone en evidencia con lo expresado anteriormente, "la proporción de flujo luminoso que llega a la superficie de trabajo depende de la relación que exista entre el flujo directo y el reflejado".

Figura 39. Dimensiones básicas del local



Fuente: www.philliphs.com.mx/iluminacion_int.25.com

Un local estrecho y alto desperdicia mucho más flujo luminoso que otro que en proporción sea más ancho y más bajo. Esto equivale a decir que la cantidad de flujo enviado al plano útil de trabajo es directamente proporcional a la superficie e inversamente proporcional a la altura.

La dependencia de las dimensiones del local a iluminar sobre el coeficiente de utilización, se determina mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{0.8A + 0.2L}{H} \quad \text{EC. 2.10}$$

Donde:

K: Coeficiente espacial.

A: Anchura del local.

L: Longitud del local.

h: Altura útil entre las luminarias y el plano de trabajo.

Así, según sean las proporciones del local, así será el coeficiente espacial K, estando comprendido, normalmente, entre 1 y 10. El valor uno corresponderá a locales muy estrechos y altos, mientras que el valor diez lo obtendrán locales anchos y bajos.

Según lo expuesto, la interrelación de estas tres variables es fundamental en la determinación del coeficiente de utilización, y para un mejor entendimiento se resume este concepto en tablas, cuya utilización resultará imprescindible para obtener el citado coeficiente ver anexo A-2.

Factor de mantenimiento

Una instalación de alumbrado no mantiene indefinidamente las características luminosas iniciales. Ello se debe a dos factores, principalmente:

- A la pérdida de flujo luminoso de las lámparas, motivada tanto por el envejecimiento natural como por el polvo y suciedad que se deposita en ellas.
- A la pérdida de reflexión del reflector o de transmisión del difusor o refractor, motivada asimismo por la suciedad.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y asiduidad en la reposición de lámparas defectuosas. Todo ello y con la experiencia acumulada a lo largo de

los años, hace posible situar el factor de mantenimiento dentro de límites comprendidos entre el 80 y el 50%, tal y como se indica en la tabla incluida en el anexo A-2.

Cálculo del número de luminarias

la unidades de alumbrado pueden calcularse de la siguiente manera.

$$N = \frac{E \cdot A \cdot L}{\phi \cdot n \cdot Cu \cdot fm} \quad \text{EC. 2.11}$$

Siendo:

N: numero de luminarias totales.

E: Nivel luminoso en Lux establecido por normas.

A: Anchura del local en metros.

L: Longitud del local en metros.

Cu: Coeficiente de utilización.

fm: Factor de mantenimiento.

ϕ : flujo luminoso por lámpara

n: numero de lámparas por luminarias

Iluminación resultante (luxes)

Una vez determinad o el número de luminarias conforme al plano real, se vuelve a calcular el nivel luminoso con la relación.

$$Ee = \frac{Ne \cdot Cu \cdot fm \cdot L \cdot \phi}{S} \quad \text{EC. 2.12}$$

Donde:

Ee: iluminación resultante (luxes).

Ne: numero de luminarias de la nueva especificación.

Basado en el calculo se llega a la conclusión que la cantidad de lámparas instaladas es la adecuada, pero su funcionamiento no es el correcto debido a que en algunas áreas, las mismas no funciona y otras funcionan parcialmente, provocando con esto, que los nivele de iluminación encontrados en la actualidad no sean los adecuando dependiendo de las áreas de trabajo.

La solución más viable a esta problemática es un adecuado mantenimiento a las unidades ya instaladas, debido a que no es necesario agregar más para mejorar el nivel de iluminación

2.3.2. Características de las luminarias

La mayoría de las lámparas encontradas en los distintos hospitales son del tipo fluorescentes, en relación a la totalidad de lámparas se puede afirmar que un 90% es de este tipo y el resto incandescentes. El tipo de luminarias que se emplean en el área de parqueos son lámparas de vapor de mercurio a alta presión.

En base a esto se procede a nombrar las características de este tipo de lámpara.

Lámparas Fluorescentes:

Tienen un mayor rendimiento que las lámparas incandescentes, pero son más caras y requieren un equipo complementario. Este equipo complementario

se encarga de limitar la corriente y desencadenar el proceso de generación del arco eléctrico entre los dos electrodos que da lugar a la radiación visible. Para limitar la corriente se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente máxima que lo atraviesa. Para ello, se usa una impedancia inductiva (bobina) denominada balasto o reactancia. Esta bobina produce un desfase negativo de la corriente, por lo que se suele colocar un condensador en paralelo con la línea para mejorar el factor de potencia del conjunto.

Además, y debido a que en un primer momento los electrodos están fríos, se recurre a un dispositivo para iniciar la descarga denominado arrancador o cebador. Consiste en una cápsula dentro de la cual hay dos electrodos y que permite, junto con el balasto, generar la alta tensión necesaria para el encendido de la lámpara. La vida útil de estas lámparas es del orden de las 7500 horas (según datos del fabricante).

Funcionamiento

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas argón. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos, que al pasar a través del vapor de mercurio produce radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente con la que se recubre la parte interior del tubo, transformando la radiación ultravioleta en radiación visible, que en función de la sustancia fluorescente utilizada puede tener distintos tonos y colores.

Características de duración

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas. El primero es la depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.

El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas a alta presión.

Eficacia. La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente. Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara.

Al establecer la eficacia de este tipo de lámparas hay que diferenciar entre la eficacia de la fuente de luz y la de los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento que depende del fabricante. En las lámparas, las pérdidas se centran en dos aspectos: las pérdidas por calor y las pérdidas por radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarrojo). El porcentaje de cada tipo dependerá de la clase de lámpara con que se trabaje.

2.3.3. Iluminación en áreas de parqueo

El complejo Pamplona donde se encuentran las áreas en estudio cuenta

con áreas bastante grandes en lo relacionado a parqueos, las cuales no todas tiene iluminación, ya que es un área muy extensa a cubrir. Las áreas que cuentan con iluminación son las áreas más cercanas y adyacentes a los módulos, ya que las áreas que no cuenta con iluminación son utilizadas únicamente durante el día.

Al realizar la revisión visual del las áreas donde si cuenta con iluminación nos encontramos con el mismo problema relacionado al mantenimiento, ya que este lámparas pertenecen a los hospitales, su mantenimiento corre a cargo de los mismos, lo cual lleva a contar con muchas lámparas fuera de servicio por falta de bombillas y en algunos casos mala utilización de la energía, debido a que las fotoceldas de las mismas se encuentran en mal estado, consumiendo energía durante el transcurso del día.

Figura 40. Lámparas en área de parqueos



Lámparas de vapor de mercurio a alta presión. A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia

respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500° K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 208 V sin necesidad de elementos auxiliares.

2.3.4. Medición de luxes

La medición de luxes se realiza con el fin de corroborar los valores de iluminación que existen en las diferentes áreas de trabajo, a modo de ver si es el adecuado. La medición de los valores de luxes se obtuvieron mediante medición con luxómetro del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

En la tabla VII se puede observar los niveles de iluminación recomendados para las distintas áreas en hospitales que se usan en otros países, en base a estos valores procederemos a comparar nuestros valores obtenidos para saber si se cuenta con los niveles mínimos de iluminación.

Tabla VII. Niveles de iluminación para Hospitales en distintos países

	Argentina	Australia	Austria	Bélgica	Brasil	China	República Checa	Dinamarca	Finlandia	Francia
local	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux
HOSPITALES										
áreas comunes	100	240	200		75-150	50-200	50-100	200		100
habitaciones con pacientes	100	-	100		100-300	150	100-200	50-200	50-100	50-100
sala de operaciones	700	500	1000		300-750		1000-2000		1000-2000	300-1000
mesa de operaciones	15000	-	20000-100000		10000-20000		10000-20000		30000-75000	20000-100000

Fuente: CEN, *European Standard (1996). Lighting applications*. Bélgica.

2.4. Carga instalada

Es la suma de la capacidad nominal en KVA de todo el equipo eléctrico que se conectará al sistema eléctrico. Este dato es de vital importancia para una instalación eléctrica ya que el mismo se usa para muchos cálculos

En el apéndice C se puede observar en forma resumida los valores obtenidos de la carga instalada, carga demandada tanto en kw como en kVA. Para obtener el valor en KVA se usó un factor de potencia de 0.90 y para obtener la carga demanda, se utilizaron diferentes factores de utilidad que dependen generalmente del tipo de equipo.

2.4.1. Iluminación

La carga instalada concerniente a iluminación esta conformada por todos los dispositivos que producen iluminación artificial como lo son las

lámparas fluorescentes e incandescentes además las lámparas de vapor de mercurio a alta presión que se utiliza en área de parqueos e iluminación exterior. El factor de utilización que se empleó para iluminación fue de 1.

2.4.2. Fuerza

Se le denominó a toda la carga eléctrica conecta a los tomacorrientes de 120 V y algunos de 208 V. el factor de utilización en esta parte si varía en función de que tipo de equipo se trate.

2.4.3. Equipos especiales

Se le denominó equipos especiales a aquellos equipos que de una u otra formas no son tan comunes y su funcionamiento o comportamiento en el sistema hace que se les nombre de esta forma, las características principales que los hacen equipos especiales generalmente son, su potencia de consumo, la corriente de arranque y nominal, su capacidad, así como el tiempo de uso etc.

Entre los equipos que se denominaron especiales podemos mencionar los siguientes a equipos de aire acondicionado, rayos X, bombas de agua, lavadoras industriales y secadoras industriales.

3 DISEÑO DE NUEVA DISTRIBUCIÓN, CANALIZACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE TABLEROS PARA LA UNIFICACIÓN DE CADA UNA DE LAS ACOMETIDAS PRINCIPALES DE LOS HOSPITALES

3.1. Canalización

Es la infraestructura necesaria para el transporte y guiado de los cables, en nuestro caso se refiere a la canalización de acometida, provenientes de la subestación hacia los tableros principales que alimentan la carga.

Se entenderá por tuberías o canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera que estos queden protegidos en lo mayormente posible contra deterioro mecánico, contaminación y a su vez protejan a la instalación contra incendio por los arcos que se pueden presentar durante un cortocircuito. En nuestro caso se empleara tubería galvanizada de 4 pulgadas de diámetro.

3.1.1. Rutas de acceso y cajas de registro

En lo que se refiere a las rutas que se deben seguir para la canalización no existe mayor restricción en cuanto a normas ya que esta decisión se hace en función a la accesibilidad del terreno y la distancia más corta. Esta última es la que establece los parámetros para el tema económico, ya que a mayor distancia a cubrir se necesita más tubería y los conductores de la acometida son afectados en la capacidad de corriente que puede transportar.

Lo que si norma la Comisión Nacional de Energía Eléctrica relacionado a canalización es lo siguiente.

Canalización a centros de transformación.

La construcción de líneas subterránea hace necesaria la instalación de una canalización adecuada efectuada con ductos conduit galvanizados de 4 pulgadas en la cual se tenderán los cables de media tensión dejando uno como reserva por cada ducto que se utilice.

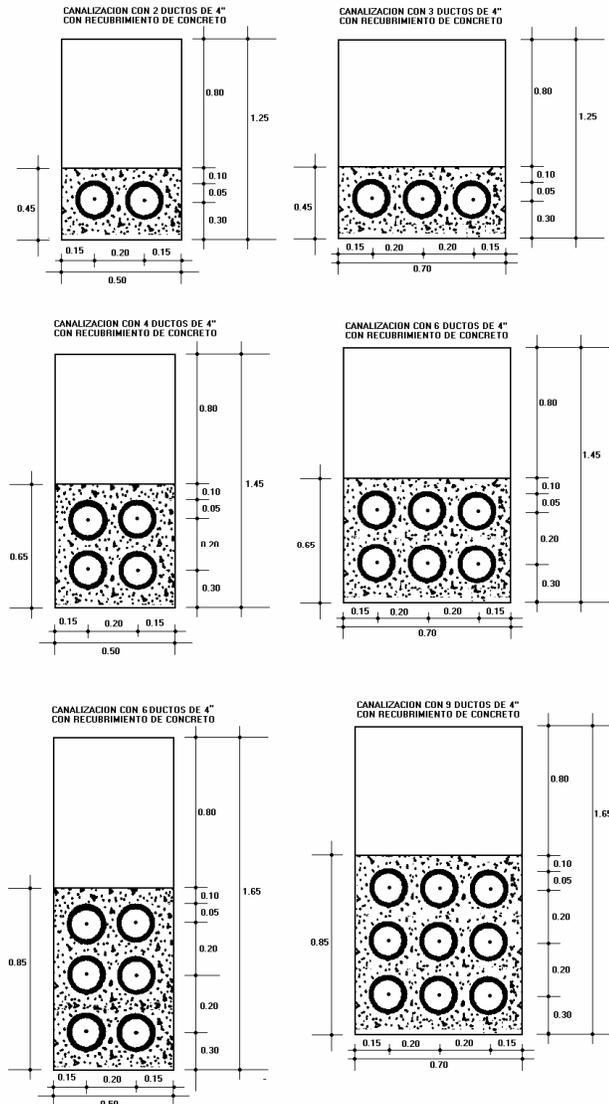
Dicha canalización deberá tener una profundidad mínima de 0.80 mts con recubrimiento de concreto a lo largo de la ruta.

El número de ductos a ser utilizados dependerá del tipo de la instalación a construirse, EEGSA se reserva el derecho de solicitar que sean instalados más ductos de los propuestos por el interesado.

Después de la medición, las normas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica no estipula nada en lo concerniente al tipo de canalización que se debe de emplear, por lo que se guía con lo que contempla en NEC para canalización subterránea

En la figura siguiente se observa a detalla lo que las normas nacionales establecen en lo concerniente a la canalización desde el punto de conexión a la red y el centros de transformación.

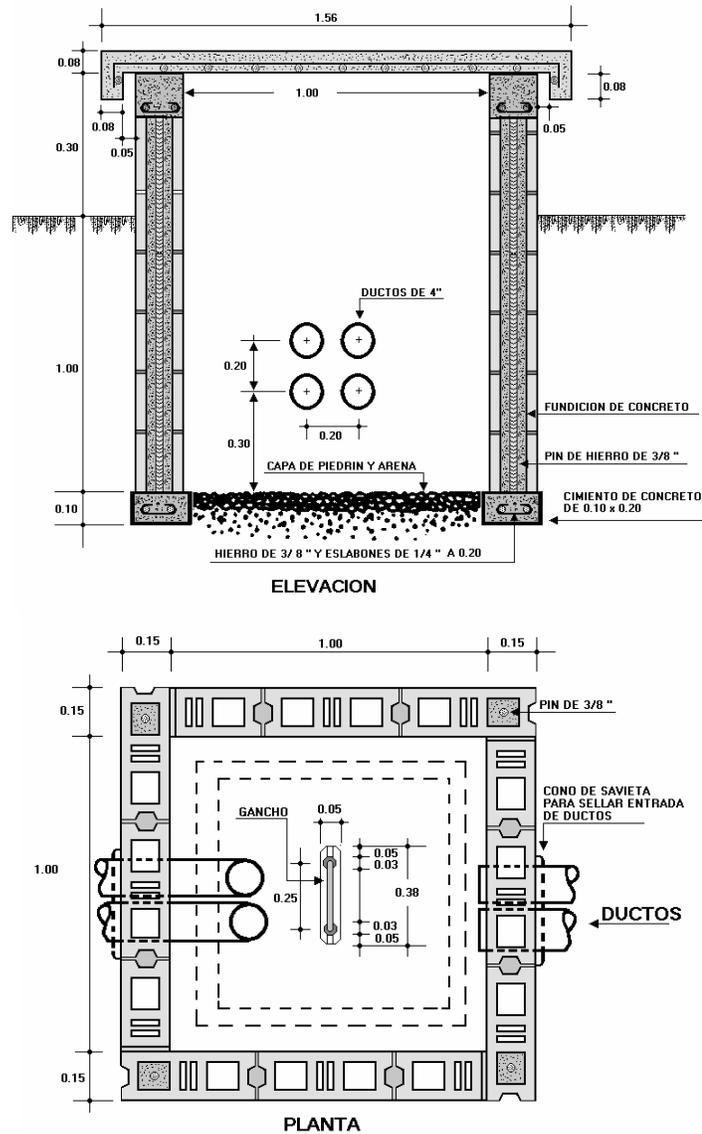
Figura 41. Detalles de canalización con recubrimiento de concreto



Fuente: Normas para acometidas E.E.G.S.A.

En lo relacionado a cajas de registro las normas establecen que el tipo de los registros que se usen en la instalación dependerá del tipo de cables que se instalen. El tipo de registro que se empleara en esta canalización será el tipo H. El cual debe cumplir con los aspectos siguientes como se observa en la figura correspondiente.

Figura 42. Registro tipo H



Fuente: Normas para acometidas E.E.G.S.A.

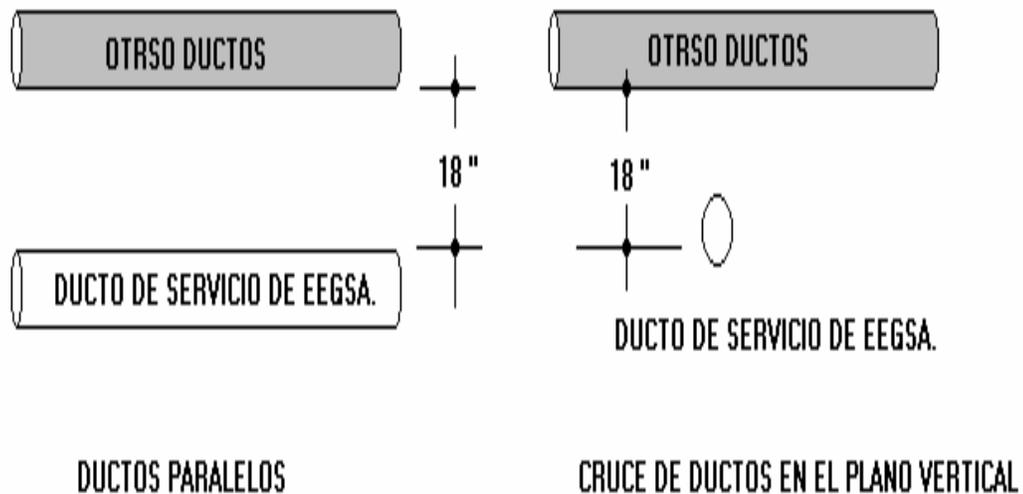
3.1.2. Dimensiones de tuberías y distancias

Lo que si se debe de tomar muy en cuenta es lo relacionado al tipo de tubería a utilizar, el diámetro adecuado, ya que las normas establecen que la

construcción de líneas subterránea hace necesaria la instalación de una canalización adecuada efectuada con ductos conduit galvanizados de 4 pulgadas para la parte de la canalización desde el punto de conexión a la red con el banco de transformación y la medición.

Además en lo relacionado a distancias la Comisión Nacional de Energía Eléctrica establece que cuando la canalización de la acometida pasa por puntos donde haya canalización, el ducto de la acometida se debe mantener a un mínimo de 18 pulgadas de distancia en ambos sentidos de la otra canalización.

Figura 43. Distancias entre ductos de energía y otros



Fuente: Normas para acometidas E.E.G.S.A.

En cuanto a lo relacionado a las distancias lineales de la canalización de las acometidas hacia los diferentes edificios a alimentar se presenta la siguiente tabla donde se detalla lo concerniente a esto.

Tabla XVIII. Distancias de tubería y de conductores

HOSPITAL DE REHABILITACION	
UBICACIÓN	LONGITUD (mts)
CUARTO ELECTICO	63.5
MOD. 1	90
MOD. 2	99
R-X MOD. 2	120
MOD. 4	100
MOD. 5	85
MOD. 6	145
MOD. 8	159
A GARITA REHA	80

HOSPITAL DE PSIQUIATRIA	
UBICACIÓN	LONGITUD (mts)
CUARTO ELÉCTRICO	65
PSIQUIATRIA	120

3.1.3. Instalaciones futuras

En cuanto a las instalaciones futuras se refiere a la prevención que se debe de tomar en cuenta a la hora de diseñar ya que una instalación eléctrica debe de contar con elementos que puedan ser usados en un futuro ya sea por una ampliación o por el cambio de un conductor por averías.

Se debe dejar un ducto como reserva por cada ducto que se utilice. El número de ductos a ser utilizados dependerá del tipo de la instalación a construirse, EEGSA se reserva el derecho de solicitar que sean instalados más ductos de los propuestos por el interesado.

3.2. Tableros principales

Los tableros principales serán alimentados directamente desde la subestación y su función es alimentar otra serie de tableros denominados de

distribución los cuales son los encargados de alimentar las cargas de cada módulo. En la unificación de las acometidas en el complejo hospitalario de Pamplona los tableros principales se identifican como TP y su número correspondiente y los tableros de distribución como TD, los cuales son alimentados desde un tablero principal.

Los tableros denominadas principales serán tableros industriales tipo *panel board* a identificar como TP a instalar en áreas indicadas en diagramas y planos eléctricos del capítulo 10, con protección NEMA 1, 208/120 VCA, trifásicos, barras de cobre de valor según tabla XI, 5 hilos, N/S. B/T, 42 polos, frente muerto, tapa ciega, sobrepuesto.

Los tableros denominadas de distribución serán tableros tipo centros de carga, a identificar como TP a instalar en áreas indicadas en diagramas y planos eléctricos del capítulo 10, con protección NEMA 1, 208/120 VCA, trifásicos, barras de cobre de valor según tabla XI, 4 hilos, N/S. B/T, 42 polos, para empotrar, alimentación inferior, puerta con llave.

3.2.1. Cálculo de capacidad

Todos los tableros tanto principales como los de distribución deben tener una capacidad nominal no inferior a la mínima del alimentador según la carga calculada. El cálculo realizado para la selección del valor de la capacidad de las barras de los tableros se realizó en función a la carga actual a alimentar y un factor de crecimiento que prevee las instalaciones o edificaciones futuras a alimentar en el área.

En la siguiente tabla se puede observar el valor de la corriente en las barras de los diferentes tableros a instalarse en esta unificación de acometidas.

Tabla IX. Capacidad de barras de tableros

TABLEROS		EDIFICIOS QUE ALIMENTA	CARGA EN WATTS	CORRIENTE DE BARRAS EN Amp		
SUBESTACION	TP-1	TD-1	MODULO 1	36677.30	200.00	
		TD-2	MODULO 2	56915.10	200.00	
		TD-3	RAYOS X DE MODULO 2	27500.00	125.00	
		TD-4	MODULO 4 Y MODULO 3	19800.55	125.00	
		TD-5	TD5-1		16544.55	100.00
			TD5-2		16544.55	100.00
			MODULO 5	16544.55	200.00	
		TD-6	MODULO 6, SOTANO MODULO 6	39475.15	200.00	
	TD-7	MODULO 8 Y MODULO 7	16890.50	100.00		
	T-01	ILUMINACION EXTERIOR Y GARITA	2227.50	60.00		
	TP-2	TD-8	LAVANDERIA REHABILITACION	27716.15	125.00	
		TD-9	LAVANDERIA GINECO-OBSTETRICIA	50391.00	200.00	
		TD-10	MODULO 9	27082.00	125.00	
		TD-11	MODULO 10 Y MODULO 11	43312.50	200.00	
		TD-12	ADMINISTRACION GINECO-OBSTETRIC	10769.00	60.00	
		TD-13	CALDERA 2	7304.00	60.00	
		TD-14	RAYOS X	34572.45	125.00	
		T-02	ALIMENTA UNA LAVADORA	5082.00	60.00	
		T-03	ALIMENTA GARITA	181.50	60.00	
		TD-15	TD15-P1	MODULO 12	52360.00	200.00
TD15-P2			EMERGENCIA MODULO 13	52904.50	200.00	
TD15-P3			MODULO 14	49703.50	200.00	
TD15-P4	CALDERA 1		7304.00	60.00		
TP-3	TD-16	LABORATORIO CLINICO	48257.55	200.00		
	TD-17	COSTURERIA	13141.15	60.00		
	TD-18	DOCENCIA MEDICA	8008.55	60.00		
	TD-19	PSIQUIATRIA	37947.25	150.00		
	TD-20	BODEGA	7342.50	60.00		
SUBESTACION		2500 A				
TP-1		800 A				
TP-2		1200 A				
TP-3		400 A				
TD-5		200 A				
TD-15		600 A				

3.2.2. Ubicación

Los tableros tanto principales como los de distribución que tengan partes energizadas expuestas, deben estar situados en lugares permanentemente secos, en donde estén bajo supervisión competente únicamente y sólo sean accesible a personas calificadas. Los tableros deben instalarse de modo que la probabilidad de daño al equipo o de los procesos se reduzca al mínimo.

La ubicación que se le dará a los nuevos tableros a instalar, será lo más cercano posible de los tableros de distribución ya existentes o a la par, esto debido a que en el lugar donde existen en la actualidad cumple con lo establecido en el párrafo anterior. Y además los circuitos que contienen las cargas existentes, deben ser trasladados a estos nuevos tableros a instalar.

3.2.3. Cantidades de circuitos a alimentar

En cualquier gabinete o tablero ya sea de distribución o principal, no se debe instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente es decir que si en algún momento se necesitase más de 42 polos como se le conoce normalmente, en un tableros será necesario instalar más de un tablero de distribución.

4 RED DE TIERRAS Y SISTEMA DE PROTECCIÓN ELECTROSTÁTICA

4.1. Red de tierras

Por puesta a tierra generalmente entendemos una conexión eléctrica a la masa general de la tierra, siendo esta última un volumen de suelo, roca etc., cuyas dimensiones son muy grandes en comparación al tamaño del sistema eléctrico que está siendo considerado. La IEEE establece el siguiente concepto para definir un sistema de tierra.

Tierra (sistema de tierra). Una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de la tierra.

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas está relacionada en primer lugar con la seguridad tanto para personas como la protección a equipos. En consecuencia a esto se presentan las razones más frecuentemente por la cual se emplea el uso de una red de tierras o sistema de puesta a tierra (SPT), para tener un sistema aterrizado.

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Asegurar que seres vivos presentes en la vecindad de las instalaciones no queden expuestos a potenciales inseguros, en régimen permanente o en condiciones de falla.

- Mantener los voltajes del sistema dentro de límites razonables bajo condiciones de falla (tales como descarga atmosférica, ondas de maniobra o contacto inadvertido con sistemas de voltaje mayor), y asegurar que no se excedan los voltajes de ruptura dieléctrica.
- Hábito y práctica.
- Limitar el voltaje a tierra sobre materiales conductivos que circundan conductores o equipos eléctricos.

El sistema de puesta a tierra se diseña normalmente para cumplir dos funciones de seguridad. La primera es establecer conexiones equipotenciales. Toda estructura metálica conductiva expuesta que puede ser tocada por una persona, se conecta a través de conductores de conexión eléctrica. La mayoría de los equipos eléctricos se aloja en el interior de cubiertas metálicas y si un conductor energizado llega a entrar en contacto con éstas, la cubierta también quedará temporalmente energizada. La conexión eléctrica es para asegurar que, si tal falla ocurriese, entonces el potencial sobre todas las estructuras metálicas conductivas expuestas sea virtualmente el mismo. En otras palabras, la conexión eléctrica iguala el potencial en el interior del local, de modo que las diferencias de potencial resultantes son mínimas. De este modo, se crea una plataforma equipotencial.

La segunda función de un sistema de puesta a tierra es garantizar que, en el evento de una falla a tierra, toda corriente de falla que se origine, pueda retornar a la fuente de una forma controlada. Por una forma controlada se entiende que la trayectoria de retorno está predeterminada, de tal modo que no ocurra daño al equipo o lesión a las personas. La conexión a tierra no es de capacidad infinita e impedancia nula. Sin embargo, la impedancia del sistema de tierra debiera ser lo bastante baja de modo que pueda fluir suficiente corriente de falla a tierra para que operen correctamente los dispositivos de

protección, los cuales a su vez provocarán la operación de interruptores o fusibles para interrumpir el flujo de corriente.

Instalaciones y equipos que deben conectarse a tierra

Según las normas internacionales, se debe conectar a tierra los siguientes elementos según el caso

Si el SPT es de servicio particular:

- La barra equipotencial del tablero de distribución
- La bajada del pararrayos
- Los armados de acero de las estructuras de concreto del edificio
- Las tuberías y conductos metálicos (agua y otros) excepto tuberías de combustibles

Lugar de puesta a tierra del sistema

Los sistemas de c.a. deben conectarse a tierra en cualquier punto accesible entre el secundario del transformador que suministra energía al sistema y el primer medio de desconexión o de sobrecarga. Además, debe existir en el neutro otra puesta a tierra en la acometida a cada edificio en un punto accesible en los medios de desconexión primarios

4.1.1. Condición actual

Una de las principales actividades es la verificación o diagnóstico de las instalaciones, la cual debe abarcar hasta el más mínimo detalles, con el fin

de lograr un completo análisis de la problemática existente del estado físico y valores de resistencia, del sistema de puesta a tierra con el que cuentan en la actualidad estas edificaciones.

Figura 44. Condición actual de red de tierras



Dentro de este concepto se realizó una revisión visual llegando a la conclusión anticipada que el estado del sistema de puesta a tierras en algunos módulos no es tan funcional. Debido a que la conexión de los conductores y las varias o electrodos no es la adecuada, lo cual provoca mal contacto con la masa de tierra. Este problema es fácil de corregir aplicando un buen mantenimiento a los diferentes pozos donde se encuentran conectados los electrodos de puesta a tierra y realizando una eficiente conexión entre los conductores de puesta a tierra y sus respectivos electrodos.

4.1.2. Medición

Para medir la resistividad del suelo se requiere de un terrómetro (llamado en otros países: telurómetro) o Megger de tierras de cuatro terminales.

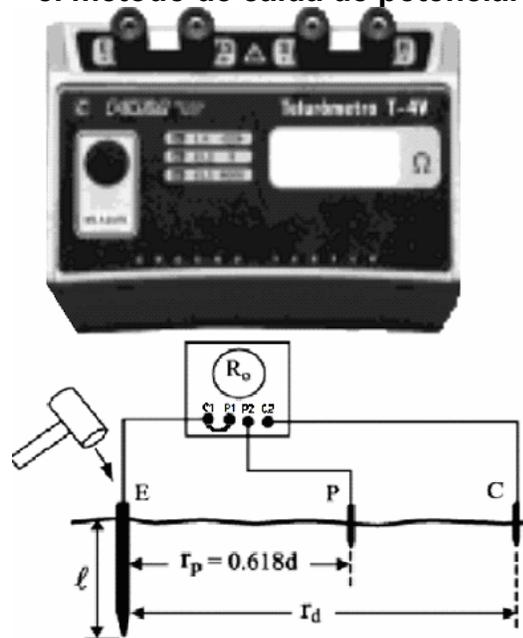
Los terrómetros deben inyectar una corriente de frecuencia que no sea de 60 Hz para evitar se midan voltajes y corrientes que no se deban al aparato sino a ruidos eléctricos. Por ejemplo, si estamos cerca de una subestación o de una línea en servicio, y vamos a realizar mediciones de resistividad y resistencia de tierra, con un aparato de 60 Hz, dichos sistemas van a inducir corrientes por el suelo debido a los campos electromagnéticos de 60 Hz y darán una lectura errónea.

Medición de resistencia de un electrodo por método de caída de potencial

La mayoría de los instrumentos empleados en la medición de resistencia a tierra, se basan en el método de caída de potencial. Y si es aplicado correctamente da los resultados más confiables.

El método de la caída de potencial o del 62%, consiste en inyectar una corriente de medición I que pasa por el terreno a través del electrodo de puesta a tierra que se desea medir ($C1$) y por un electrodo auxiliar de corriente, ubicado en un punto suficientemente alejado ($C2$) para que tenga un potencial de cero V . En estas condiciones se clava un segundo electrodo auxiliar de tensión (P), ubicado entre el electrodo bajo ensayo y el electrodo auxiliar de corriente, midiéndose la caída de tensión V que aparece entre la toma de tierra a medir y el electrodo auxiliar de tensión.

Figura 45. Medición de la resistencia de puesta a tierra de un electrodo por el método de caída de potencial



Fuente: Justo Yanque M. www.procobreperu.org/publicaciones.htm

Se utiliza un telurómetro, el cual opera inyectando una corriente con frecuencia de 500 Hz por el electrodo C2 y registrando la caída de tensión en el electrodo P. Internamente, en virtud de la Ley de Ohm, se halla la resistencia alrededor del electrodo del SPT (C1).

Este método tiene la ventaja de ser sencillo y directo, por no existir procesamiento, pero tiene limitaciones prácticas en suelos estratificados, dado que para longitudes diferentes del electrodo, se obtienen resistividades diferentes; asimismo en estratos gruesos de alta resistividad, se generan valores con grandes errores; su mejor aplicación se obtiene en suelos arcillosos de baja resistividad (suelos cultivables).

Según normas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, el valor máximo de resistencia a tierra será de 25 Ω .

Los valores de los distintos electrodos de tierra conectados en los módulos de los diferentes hospitales se pueden observar en apéndice B-2, en el cual aparecen sus respectivos valores en ohmios, que comparado con los valores de resistencia que establece las normas existen algunos valores muy aceptables y algunos que están fuera de los límites. Principalmente si los comparamos con el valor que deberían de tener por ser una instalaciones de asistencia médica.

Figura 46. Medición del estado actual de red de tierras



4.1.3. Cálculos para nuevo diseño

Para el cálculo de un nuevo diseño se deben tener en cuenta muchos factores para la realización del sistema de puesta a tierra.

Lo primero que hay que tomarse en cuenta es de que estas son instituciones de carácter médico y por lo mismo se emplean equipos muy susceptibles a perturbaciones, por lo mismo se debe de contar con un sistema de puestas a tierra funcional y de un valor bastante bajo que se encuentre en el orden de los 5 ohmios y no mayor a este valor.

Son variados los objetivos a proteger y las exigencias para los sistemas digitalizados, edificaciones, equipos y personas. Pero todas y cada una de las necesidades de protección o protección total, que van desde la captación y conducción a tierra de una descarga eléctrica atmosférica, la eliminación adecuada de sus efectos secundarios, la eliminación de peligros por contactos indirectos de personas con partes energizadas por fallos de aislamiento, o la protección propiamente de los equipos, dependen totalmente de un adecuado sistema de tierra que conduzca a todas estas descargas a la masa terrestre.

El sistema a diseñar es un anillo de tierra, ya que en estos hospitales no se cuenta con quirófanos los cuales necesitan circuitos derivados independientes y desacoplados eléctricamente del resto de las instalaciones para evitar los efectos de las fallas a tierra, razón por la cual nos permite usar esta configuración.

Un anillo de tierra consiste en un conductor de cobre desnudo, de sección transversal no menor al calibre 2 AWG (por resistencia mecánica) y de longitud no menor a 6 m enterrado a una profundidad de 800 mm y, que rodee al edificio o estructura.

Estos anillos de tierras se emplean frecuentemente circundando el área, para proveer un plano equipotencial alrededor de edificios y equipos.

Para elaborar nuestra red de tierras, emplearemos la técnica más común, particularmente para bajo voltaje. Conectaremos el neutro de cada tablero principal y de distribución principal a tierra a través de una conexión adecuada.

Esto se hace uniendo dentro de cada tablero la barra de neutro con la barra de tierras y ésta última barra se conectará a un electrodo o varilla de tierra, enterrada lo más cerca posible del tablero, a este sistema se le llama “sistema de electrodo a tierra” y es mostrado en la siguiente figura, el cual se emplea para tener una única referencia a tierra en cada tablero.

La desventaja de este arreglo es que las corrientes de falla a tierra son normalmente altas pero los voltajes del sistema permanecen controlados bajo condiciones de falla.

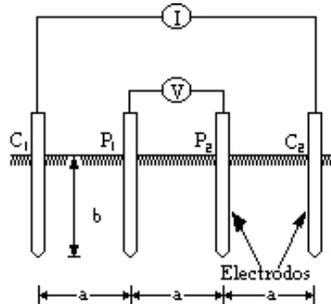
Todas las varillas de puesta a tierra serán interconectadas entre sí. Los conductores con sus varillas serán conectados o unidos por medio de un tipo de soldadura muy práctica y económica como lo es la soldadura exotérmica. Además se tratará el terreno en donde se insertarán las varillas con una mezcla preparada de sales de sulfato de calcio y bentonita, para mejorar la resistividad del terreno en dichos puntos. Esta reducción en la resistividad del terreno reducirá a su vez la impedancia del sistema de electrodos, e instalando la varilla un poco más profundo puede algunas veces obtenerse un resultado mejor y más permanente que usar solamente un material de relleno de baja resistividad.

Resistividad eléctrica de los suelos

Para determinar las condiciones eléctricas bajo las cuales ocurre la conducción de corriente en el suelo, se establece un modelo matemático a partir del siguiente cálculo.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2. Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

Figura 47. Medición de resistividad del terreno método de Wenner.



Fuente: <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html>

En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot R}{1 + \frac{2 \cdot a}{\sqrt{a^2 + L_2^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + L_2^2}}} \quad \text{EC. 4.1}$$

Donde

a: separación entre los electrodos adyacentes en metros

Factores que influyen en la resistividad del terreno

Desde el punto de vista eléctrico, un terreno se caracteriza por su resistividad, es importante que la resistividad sea lo más baja posible, puesto que los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un terreno dado tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La resistividad aparente, no es constante en el tiempo y se ve afectado por varios factores, siendo los principales:

- a) Naturaleza del terreno
- b) Humedad
- c) Temperatura
- d) Salinidad
- e) Estratigrafía
- f) Variaciones estacionales
- g) Factores de naturaleza eléctrica

En el sistema de anillo, la resistencia de tierra se calcula por la expresión siguiente.

$$R = \frac{\rho}{2\pi D} \left(\ln \frac{8D}{d} + \frac{8D}{H} \right) \quad \text{Ec. 4.3}$$

Donde:

- d diámetro del cable del anillo
- ρ es la resistividad del terreno en ohm - m
- H profundidad del cable en metros.
- D es longitud del radio del anillo en cm.

Con los valores que se detalla a continuación se procedió a calcular el valor del sistema de tierras diseñado.

d	12.95 mm
ρ	9.56 ohm - m
H	50 mts
D	0.8 mts

Obteniendo un valor de resistencia del sistema de 15.32 ohm, cuyo valor cumple con los valores normados.

Partes que comprende la puesta a tierra

Con carácter general respecto a los materiales que se emplean en la realización de los SPT, se debe tener mucho cuidado de que sean capaces de soportar las condiciones más severas con respecto a, materiales metálicos, corrosión galvánica intergranular, corrosión galvánica por contacto entre diferentes metales y aleaciones, oxidación, materiales sintéticos, rayos solares, elevación brusca de temperatura, congelamiento, dilatación o contracciones por envejecimiento y fragilidad.

Los elementos que intervienen en toda puesta de tierra son:

- a) El circuito de puesta a tierra, que canaliza las corrientes de falla o descargas atmosféricas
- b) El terreno, encargado de absorber las descargas
- c) El electrodo, elemento de unión entre el terreno y el circuito

El circuito

Esta conformado con el conductor que se utiliza en la red de tierras, los cuales son cables de cobre de calibres adecuados dependiendo del sistema que se utilice. Se utiliza el cobre por su mejor conductividad eléctrica y térmica pero sobre todo, por su resistencia a la corrosión, debido a que es catódico respecto a otros materiales que pudieran estar enterrados cerca de el.

El suelo

El suelo es una mezcla de rocas, gases, agua y materiales orgánicos e inorgánicos. Esta mezcla hace que la resistividad del suelo aparte de depender de su composición intrínseca, dependa también de factores externos (como los mencionados en la sección anterior).

Electrodos de puesta a tierra

Son las varillas que se clavan en terrenos más o menos blandos y que sirven para encontrar zonas más húmedas y con menor resistividad eléctrica. Son muy importantes en terrenos sin vegetación y cuya superficie al quedar expuesta a los rayos del sol, está completamente seca.

Los electrodos se fabrican con tubos o varillas de acero galvanizado o bien con varillas de *copperweld*, debido a su resistencia mecánica y su resistencia a la corrosión. Ahora bien, todo metal convertido en electrodo e introducido en un terreno más o menos húmedo, se corroe debido a las siguientes causas:

- a) Reacción química entre el agua del terreno y el electrodo
- b) Ataque de los agentes químicos contenidos en el terreno

- c) Corrientes eléctricas que atraviesan el terreno
- d) Corrientes galvánicas

Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra

Se puede clasificar los materiales que forman el pozo de puesta a tierra, de la siguiente manera:

- a) Material circundante al electrodo
- b) Elementos químicos para reducir la resistencia de puesta a tierra
- c) Conectores entre el electrodo y conductor de puesta a tierra
- d) Protección externa del pozo

La elección e instalación de los materiales debe ser tal que:

- a) El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme a las normas de protección y se mantenga la estabilidad de la resistencia.
- b) Las corrientes de falla a tierra y fuga circulen sin peligro, según sollicitaciones térmicas y electromecánicas.
- c) La solidez y protección mecánica estén aseguradas, según condiciones estimadas de influencia externa.

Mallas

El SPT mediante una malla reticulada se presenta como una buena alternativa para instalaciones eléctricas de potencias elevadas. La malla consta de una red de conductores enterrados a una profundidad que usualmente varía de 0,3 a 1,0 m, colocados paralela y perpendicularmente con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas.

El cable que forma el perímetro exterior de la malla debe ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo eléctrico de la subestación. Con ello, se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y terminales cercanas.

En cada cruce de conductores de la malla, los cables deben conectarse rígidamente con soldadura exotérmica entre sí y en los puntos donde se conectan los equipos que pudieran presentar falla o, en las esquinas de la malla, los conductores deben conectarse a electrodos de varilla o tubo de 2,4 m de longitud mínima, clavados verticalmente.

Los cables que forman la malla deben colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructuras o equipo para facilitar la conexión a los mismos, ya que es una práctica común de ingeniería aterrizar a dos cables diferentes todos los equipos.

Los conectores empleados en la malla del sistema de tierras de una subestación deben ser de tipo de compresión o soldables.

La mayoría de los datos del cálculo de la red de tierras así como los detalles según norma vigentes se pueden observar en el capítulo 10 Planos y Diagramas

Mallas a tierra

Cuando se construye una malla de tierra alejada de la instalación o cuando se interconectan dos mallas alejadas, la unión se debe hacer mediante

dos conductores independientes. En general, se utilizará la misma malla de tierra con fines de protección y de servicio, cuando ambas pertenecen a instalaciones con la misma tensión. Cuando se utilicen mallas diferentes se debe verificar que no haya peligro para las instalaciones y las personas, debido a las corrientes máximas que puedan circular en las mallas.

4.2. Pararrayos

Un pararrayos es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo y canalizar la descarga eléctrica hacia tierra, de modo tal que no cause daños a construcciones o personas.

El principio del funcionamiento de los pararrayos consiste en que la descarga electrostática se produce con mayor facilidad, siguiendo un camino de menor resistividad eléctrica, por lo cual un metal se convierte en un camino favorable al paso de la corriente eléctrica. Los rayos caen también principalmente en los objetos más elevados ya que su formación se favorece cuanto menor sea la distancia entre la nube y la tierra.

El principal propósito de un esquema de protección contra rayo es blindar un edificio, sus ocupantes y el equipamiento, de los efectos adversos asociados con una descarga de rayo. Estos efectos de otra manera podrían provocar fuego, daño estructural e interferencia electromagnética, llegando a daño en el equipamiento o choque eléctrico. Para comportarse correctamente, el esquema de protección debe capturar el rayo, conducirlo en forma segura hacia abajo y luego dispersar la energía en el terreno. Los componentes utilizados para habilitar esto son terminaciones en aire, conductores de bajada y de conexión y la terminación de tierra (o electrodo).

Las sobretensiones producidas por fenómenos atmosféricos llegan hasta las instalaciones de tres formas:

Sobretensión conducida

El rayo puede caer directamente en las líneas aéreas propagándose la onda escarpada de voltaje a lo largo de varios kilómetros. Llega al consumidor y se deriva a tierra a través de sus equipos produciéndoles averías o su total destrucción.

Sobretensión inducida

La radiación emitida por el impacto del rayo sobre un objeto (poste, árbol, pararrayos u otros) próxima a la línea eléctrica o de transmisión de datos, induce corrientes transitorias en éstas, transmitiéndolas al interior de las instalaciones. Ello puede provocar averías o destrucción de los equipos conectados a estas líneas.

Sobretensiones producidas por inducción electromagnética

Las descargas atmosféricas, aún cuando se producen alejadas de las instalaciones, e incluso las descargas entre nubes, pueden producir sobretensiones inducidas electromagnéticamente con efectos significativos.

Estas descargas se comportan como un emisor de radiaciones electromagnéticas cuyo espectro se extiende desde muy baja frecuencia hasta los 1000 MHz y es causa de perturbaciones a las transmisiones radioeléctricas. Por otra parte, las descargas atmosféricas ocasionan una amplitud máxima al campo eléctrico que puede alcanzar 300 V/cm/kA a 30 m de distancia. Si el

valor de este campo sobrepasa el gradiente disruptivo del aire (3–5 kV/cm.), ocurrirá un arco de ruptura, por ejemplo: entre dos conductores, uno referido a tierra y el otro aislado.

4.2.1. Condición actual

En la actualidad se cuenta con dos puntas de pararrayos del tipo Franklin, este tipo de pararrayos es el tipo más sencillo y más económico cuando se trata de proteger áreas pequeñas.

Debido a que su zona de protección es muy pequeña, se hace necesario instalar un gran número de puntas para proteger las edificaciones. Con las desventajas mencionada particularmente ya no se utiliza. Para la cantidad de módulos que conforman los hospitales en estudio solamente se cuenta con dos puntas de este tipo que se encuentran a una altura aproximadamente de 15 metros de altura del nivel del piso.

En base a lo anterior y a datos recolectados durante el período de investigación de campo, estas estructuras con las que cuentan estos hospitales tienen un aproximado de 25 años de antigüedad y poseen un corto radio de protección lo que los hace casi fuera de servicio en la actualidad.

4.2.2. Medición

El valor de la resistividad del terreno así como el valor de la resistencia de las mallas de los pararrayos se puede observar en el apéndice B-2.

4.2.3. Calculo para nuevo diseño

En el mundo se plantea según redes de detección con tecnología de punta, la ocurrencia de: 10 millones de relámpagos cada día o sea más de 100 cada segundo.

El fenómeno del rayo trae asociado:

- voltajes de hasta los 20 millones de voltios.
- corrientes que oscilan entre 20 y 350 KA.
- Potencia instantánea mayor de un MW Energía total mayor de 250 kJ
- Presión sonora de 90 Atmósferas a 500 m
- Temperatura de 30,000 °K Tiempo de alzada 0.1 a 5 μs Corriente promedio de 30 KA Duración 300 μs
- Longitud del canal 5 Km.

La evolución del riesgo del rayo:

Esta evaluación esta hecha conforme a la frecuencia aceptable de un rayo directo sobre un edificio (Nd)

El promedio anual de la frecuencia Nd de un rayo directo sobre un edificio esta calculado usando la siguiente formula.

$$Nd = 2Ng \cdot Ae \cdot C1 \times 10^{-6} \quad \text{Ec. 4.4}$$

Ng, significa la densidad anual de relámpagos en la región donde esta ubicado el edificio (número de caída de rayos / año / km²) en el caso de que se disponga de un mapa de Ng, se puede también obtener usando el nivel cerámico, ver anexo B-1.

$$Ng = 0.04 \cdot Td^{1.25} \quad \text{Ec. 4.5}$$

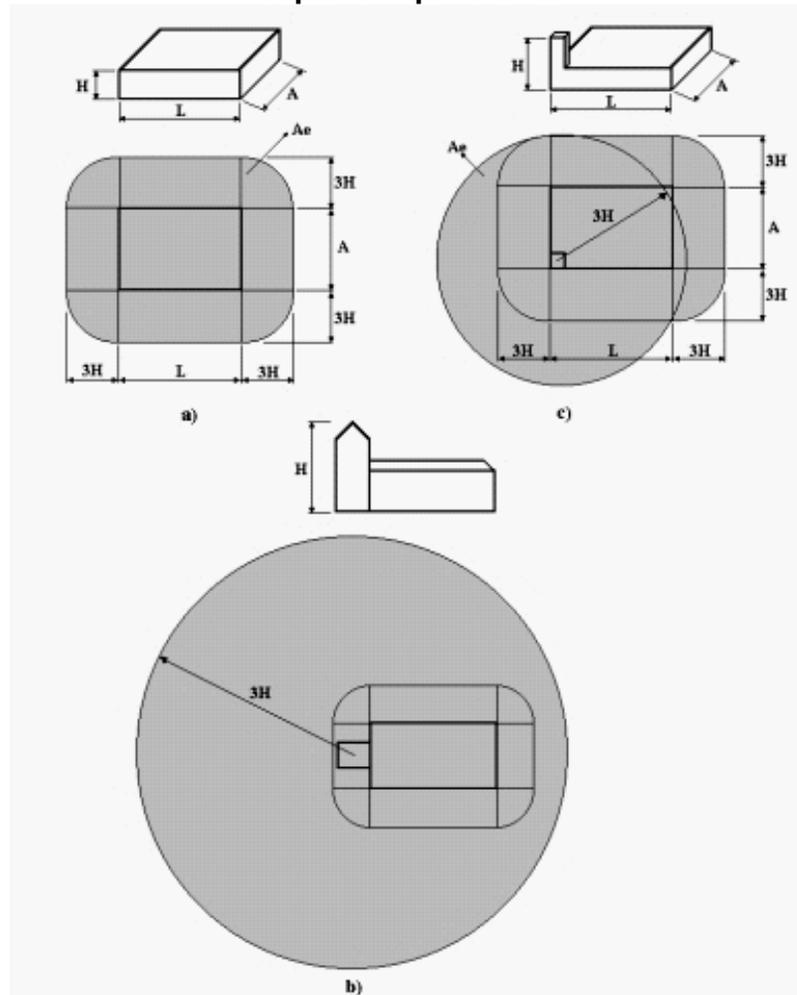
Donde:

Td Número de días con tormentas (año).

Ae Área de captura equivalente del edificio aislado

Para la región de Guatemala el valor de Td es igual a 50.

Figura 48. Casos a considerar en la determinación de la superficie de captura Equivalente



Fuente: José Estuardo Molina, Criterio para selección, diseño, montaje y comparación de costos en pararrayos

Para instalaciones con bases rectangulares de altura regular, ver figura 49 a:

$$Ae = L \cdot A + 6 \cdot H(L + A) + 9 \cdot \pi \cdot H^2 \quad \text{Ec. 4.6}$$

Para instalaciones que tengan una parte prominente, ver figura 49 b y c.

$$Ae = 9 \cdot \pi \cdot H^2 \quad \text{Ec. 4.7}$$

C1: coeficiente ambiental

Tabla XI. Determinación del coeficiente ambiental, C1

Situación relativa a la estructura	C1
Estructura situada en un espacio donde hay otras estructuras o árboles de la misma altura o más altos	0.25
Estructura rodeada de estructuras más bajas	0.5
Estructura aislada	1
Estructura aislada situada sobre una colina o promontorio	2

Fuente: catalogo 2003 FRANKLIN FRANCE.

Cuando el área de captura equivalente de la estructura es cubierta completamente por otra estructura, ésta no será considerada.

Cuando el área de captura de de varias estructuras esta traslapada, la correspondiente área de colección común es considerada como un área de colección sencilla.

Frecuencia Nc aceptable de un rayo sobre un edificio

Los valores de Nc se adquieren a través del análisis del riesgo de daño, tomando en cuenta los factores aprobados como:

- Tipo de construcción
- Contenido de estructura

- Ocupación de estructura
- Consecuencia de la caída de un rayo

La frecuencia N_c aceptable esta calculada usando la siguiente ecuación:

$$N_c = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \quad \text{Ec. 4.8}$$

C2 representa el tipo de construcción

C3 representa el material y el equipo contenido en el edificio

C4 representa la acusación de un edificio

C5 representa las consecuencias de la caída de un rayo

Tabla XII. Determinación del coeficiente estructural, C2

C2 Coeficiente de estructura			
Tejado	Metal	Comun	Inflamable
Estructura			
Metal	0.5	1	2
Comun	1	1	2.5
Inflamable	2	2.5	3

Fuente: catalogo 2003 FRANKLIN FRANCE.

Tabla XIII. Determinación del coeficiente de contenido de estructura, C3

Contenido de la estructura	C3
Sin valor o no inflamable	0.5
Valor común o normalmente inflamable	1
Gran valor o particularmente inflamable	2
Valor excepcional irremplazable o muy inflamable, explosivo	3

Fuente: catalogo 2003 FRANKLIN FRANCE.

Tabla XIV. Determinación del coeficiente de ocupación de estructura, C4

Ocupación de la estructura	C4
No ocupada	0.5
Ocupada normalmente	1
De difícil evacuación o riesgo de pánico	3

Fuente: catalogo 2003 FRANKLIN FRANCE.

Tabla XV. Determinación del coeficiente de consecuencias de la caída de un rayo, C5

Consecuencias sobre el entorno	C5
Sin necesidad de continuidad en el servicio y algunas consecuencias sobre el entorno	1
Necesidad de continuidad en el servicio y algunas consecuencias sobre el entorno	5
Consecuencias para el entorno	10

Fuente: catalogo 2003 FRANKLIN FRANCE.

El resultado de N_c y N_d se usa para decidir si una sistema de protección contra rayos es requerido y si el nivel de protección que deberá de ser usado.

- Si $N_d \leq N_c$ el sistema de protección contra rayos no es requerido obligatorio
- Si $N_d > N_c$ el sistema de protección de rayos de rendimiento $E \geq 1 - N_c/N_d$ debe de ser instalado y asociado al nivel de protección seleccionado de la tabla.

Tabla XVI. Valor crítico de E inefectivo correspondiente al limite entre el nivel de protección y el nivel de protección correspondiente al E inefectivo calculado

E Inefectivo calculado	Nivel de Protección asociado	Corriente pico I (kA)	Distacia de incidencia D (metros)
$E > 0.98$	Nivel I + Medidas	-----	-----
$0.95 < E \leq 0.98$	Nivel I	2.8	20
$0.80 < E \leq 0.95$	Nivel II	9.5	45
$0 < E \leq 0.80$	Nivel III	14.7	60

Fuente: Tabla B10, NF C 17-102

El tipo de pararrayos a utilizar en este diseño son los Pulsar de Helitar el cual es el más rentable tanto técnicamente como económicamente para este tipo de inmuebles. En la tabla se puede observar las características del pararrayos seleccionado.

Tabla XVII. Radio de protección del pararrayos Pulsar de Helitar según norma NF C17- 102

Radio de protección de pararrayos Pulsar, según norma NF C17-102									
Nivel de protección	Nivel I D = 20 metros			Nivel II D = 45 metros			Nivel III D = 60 metros		
PULSAR	25	40	60	25	40	60	25	40	60
T (µs)	25	40	60	25	40	60	25	40	60
H (metros)	Rp (metros)								
2	17	24	32	23	30	40	26	33	44
3	25	35	48	34	45	59	39	50	65
4	34	46	64	46	60	78	52	57	87
5	42	58	79	57	75	97	65	84	107
6	43	58	79	58	57	97	66	84	107
8	43	59	79	59	77	98	67	85	108
10	44	59	79	61	77	99	69	87	109
15	45	59	80	63	79	101	72	89	111
20	45	60	80	65	81	102	75	92	113
45	45	60	80	70	85	105	84	98	119
60	45	60	80	70	85	105	85	100	120
Nivel de protección calculado según el anexo B de la norma NF C17-1402 D distancia de cebado T avance en el cebado resultado de las pruebas de evaluación, según el anexo C de la norma NF C17-102 H altura de la punta Pulsar encima del area a proteger Rp radio de protección dentro de un plano horizontal localizado a una distancia vertical h de la punta Pulsar									

Fuente: José Estuardo Molina, Criterio para selección, diseño, montaje y comparación de costos en pararrayos

Los datos obtenidos para los pararrayos a instalar en este lugar, según el nuevo diseño fueron obtenidos mediante una hoja electrónica, programada con las formulas descritas con anterioridad.

CÁLCULOS PARA HOSPITAL DE PSIQUIATRÍA

1. Densidad de impactos de rayos sobre el terreno Ng.

Teclee la Densidad de impactos de rayos de la región (Ng)= impactos/km²/año

2. Seleccione la Situación Relativa a la Estructura C1.

Teclee C1=

3. Cálculo de la Superficie de Captura Ae

a) Edificio rectangular.

$$Ae = L \cdot I + 6H(L+I) + 9\pi H^2$$

H = 9
L = 90
I = 60

Superficie de Captura Ae= mts²

4. Cálculo de la Frecuencia anual de impactos directos de rayos sobre la estructura (Nd)

Nd = $2 \cdot Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6}$ =

5. Cálculo de la Frecuencia Aceptable de Impactos de Rayos sobre una Estructura (Nc)

$$NC = \frac{5.5 \cdot 10^{-3}}{C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5} = \input style="width: 100px;" type="text" value="0.00036667"/>$$

C2 =
C3 =
C4 =
C5 =

6. Diagnóstico: *Se requiere protección de pararrayos*

7. Eficiencia (E) = 1- Nc/Nd =

8. Nivel de protección requerida = Nivel I mas medidas adicionales

9. Distancia de cebado (D) = 20

un pararrayos Helita, pulsar 60 a 5 metros de la estructura

CÁLCULOS PARA HOSPITAL DE REHABILITACIÓN

1. Densidad de impactos de rayos sobre el terreno Ng.

Teclee la Densidad de impactos de rayos de la región (Ng)= impactos/km²/año

2. Seleccione la Situación Relativa a la Estructura C1.

Teclee C1=

3. Cálculo de la Superficie de Captura Ae

a) Edificio rectangular.

$$Ae = L \cdot I + 6H(L+I) + 9\pi H^2$$

H = 7
L = 176
I = 80

Superficie de Captura Ae= mts²

4. Cálculo de la Frecuencia anual de impactos directos de rayos sobre la estructura (Nd)

Nd = $2 \cdot Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6} =$

5. Cálculo de la Frecuencia Aceptable de Impactos de Rayos sobre una Estructura (Nc)

$$NC = \frac{5.5 \cdot 10^{-3}}{C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5} =$$

C2 =	1
C3 =	1
C4 =	3
C5 =	5

6. Diagnóstico: *Se requiere protección de pararrayos*

7. Eficiencia (E) = 1- Nc/Nd =

8. Nivel de protección requerida = Nivel I mas medidas adicionales

9. Distancia de cebado (D) = 20

dos pararrayos Helita, pulsar 60 a 5 metros de la estructura

Los detalles de la ubicación y la forma de colocación se pueden observar en el capítulo 10 de este mismo informe, el cual se titula planos y diagramas.

5 INSTALACIONES ESPECIALES

Se le denominó equipos especiales a aquellos equipos que de una u otra formas no son tan comunes y su funcionamiento o comportamiento en el sistema hace que se les nombre de esta forma, las características principales que los hacen equipos especiales son: su corriente de arranque y nominal, su capacidad, el tiempo de uso etc.

Las normas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica establecen como instalación especial a todas las que no se incluyen en las normas residenciales, comerciales e industriales. Entre los equipos que se denominaron especiales en este estudio podemos mencionar los siguientes.

- Equipos de aire acondicionado
- Rayos X
- Bombas de agua
- Lavadoras industriales
- Secadoras industriales

Para una mayor clasificación dividimos en dos, las áreas donde se encuentran estos equipos, en base al servicio que prestan.

5.1. Área médica

Por ser una institución de servicio social la mayoría de sus actividades esta encaminada a la asistencia médica, el porcentaje más alto donde se

encuentran equipos denominados especiales es el área médica donde sobresalen las instalaciones siguientes.

5.1.1. Quirófanos

En estos hospitales no hay quirófanos ya que su función principal es la recuperación de pacientes.

5.1.2. Rayos “ X “

Estos equipos, usualmente presentan características de carga severa e intermitente que puede causar bajas de voltaje y parpadeo en la iluminación durante su operación y por consiguiente causar problemas en la instalación de los consumidores conectados en el mismo sistema.

La razón porque se considera instalación especial, principalmente es por la carga, y el tiempo de utilización. Según el tiempo de utilización el equipo de rayos X se puede clasificar en dos regímenes.

Instalación de Rayos X de régimen Prolongado: Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento de cinco minutos o más.

Instalación de Rayos X de régimen momentáneo: Un régimen basado en un intervalo de funcionamiento que no supera los cinco segundos.

5.1.3. Aire acondicionado

Se consideran instalaciones especiales los equipos de aire acondicionado y refrigeración accionados por motores y a los circuitos ramales y controladores de dichos equipos. La razón principal por considerar instalación especial es por ser accionados por motores y el tiempo de utilización.

El arranque de los motores de los aires acondicionados ocurren en cualquier instante, razón por la cual se debe de tomar en cuenta a la hora de diseñar los circuitos de alimentación de los mismos y las repercusiones que puedan tener las corrientes de arranque en el sistema.

5.1.4. Equipos para banco de sangre

El equipo utilizado en el banco de sangre generalmente es equipo electrónico que es muy sensible a variaciones de alimentación y voltaje. Este equipo es utilizado para realizar pruebas de hematología, las cuales son utilizadas en las diferentes unidades médicas. Una interrupción o variación en la alimentación de los equipos puede provocar que los análisis que estén en proceso en los distintos equipos, arrojen malas lecturas o incluso la suspensión del proceso.

Otra de los equipos instalados en el lugar donde se encuentra el banco de sangre son equipos de conservación de sangre o congeladores que al ser interrumpida su alimentación harían que la sangre dejara de ser útil médicamente hablando.

La característica por lo cual lo hace una instalación especial es en cuanto a las perturbaciones y continuidad del servicio.

5.1.5. Equipo para fabricación de prótesis

El equipo empleado en la fabricación de prótesis, no es equipo sofisticado lo único es que son equipos que poseen gran consumo de potencia y altas corrientes de arranque. La mayoría de equipo empleado aquí es.

- Motores de corriente alterna monofásicos
- Motores de corriente alterna trifásicos
- Hornos eléctricos
- Calentadores de agua

Al igual que en cualquier instalación donde existan motores debe de tomarse en cuenta lo concerniente a lo relacionado con la corriente nominal, la corriente de arranque y la protección de los mismos.

Los motores conectados en el área donde se fabrican las prótesis no son motores robustos que afecten considerablemente al sistema lo único en que se debe de recalcar como instalación especial es la protección a utilizar y las dimensiones de los conductores que los alimentan.

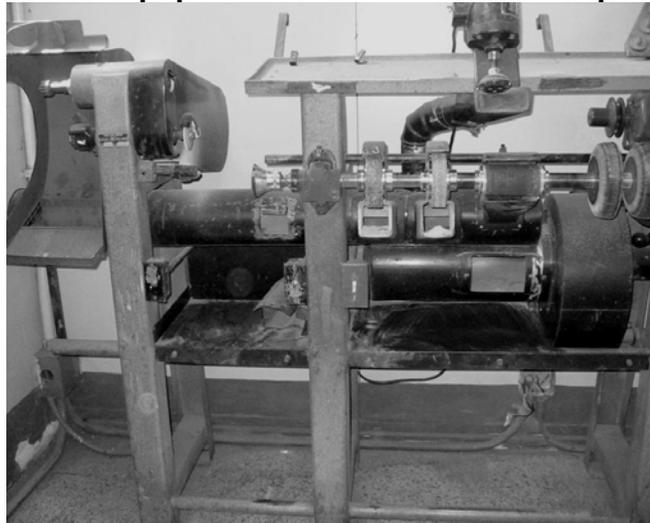
5.1.6. Otros

Dentro de la clasificación que se ha hecho, se ha mencionado todas las instalaciones denominadas especiales concernientes al área medica. Es sabido que en una instalación hospitalaria el porcentaje más alto de equipo utilizado es, equipo medico electrónico, por ende dentro de esta ultima clasificación se nombra el quipo medico que no se menciona en ninguna de las categoría ya descritas.

Dentro del equipo medico electrónico clasificado como instalación especial podemos mencionar.

- Electroencefalograma
- Hidrocolectores
- Ultrasonido
- Electrodiagrama
- Ultrasonido

Figura 49. Equipo usado en fabricación de prótesis



5.2. Área de mantenimiento y servicios

Estas instalaciones son esenciales para el funcionamiento de un institución encargada de prestar servicio medico. Como ya se dijo el más alto porcentaje de equipo dentro de un hospital es equipo médico electrónico pero por ende no son los únicos equipos necesarios para que una institución pueda atender adecuadamente a sus pacientes.

Las instalaciones que se clasifican dentro de esta área también juegan un papel muy importante ya que estas instalaciones son las que sirven otros servicios que son esenciales para darle un trato adecuado a los pacientes. Como por ejemplo se pueden mencionar alimentación, vestuario, entre otros.

Dentro de esta área la mayoría de equipo es equipo robusto de alto consumo de corriente de arranque y a plena carga. Se clasifican como instalaciones especiales ya que la mayoría son impulsadas por motores eléctricos y por ende caen en esta clasificación

5.2.1. Bombas de agua

Se emplean para almacenar agua en un depósito en la parte más alta ubicada dentro del complejo Pamplona el cual se encarga de distribuir el servicio de agua potable.

Como ya se mencionó lo que se debe de considerar principalmente es el calibre del conductor de alimentación y la protección de la misma, ya que su accionamiento es repentino, dependiendo del nivel de agua con el que se cuente en el depósito. La potencia de esta bomba es de 2 Hp con alimentación monofásica.

5.2.2. Lavadoras de ropa industriales

Son accionadas por motores de corriente alterna trifásicos de capacidad de 3.5 Hp, la característica que lo hace instalación especial, nuevamente mencionamos su corriente de arranque y su corriente nominal

5.2.3. Secadoras para ropa industriales

Trabaja a base de cargas resistivas de calefacción las cuales tienen un alto consumo de corriente a plena carga, su potencia según placa de fabricación estima 3536 watts de consumo. Lo cual hace que cada unidad se le preste la debida atención correspondiente como instalación especial.

5.2.4. Equipos industriales para cocina

También funciona con cargas resistivas de calefacción empleadas en estufas eléctricas.

5.2.5. Maquinas industriales para costurería

Funcionan con motores monofásico y muy raras veces con trifásicos de diferentes tamaños y se emplean para la elaboración de diferentes piezas de vestir utilizadas en las distintas unidades médicas, tanto para el personal como para los pacientes.

Las máquinas que se emplean aquí no son muy robustas, lo único es que son varias que al funcionar en conjunto demanda una gran cantidad de corriente.

5.2.6. Otros

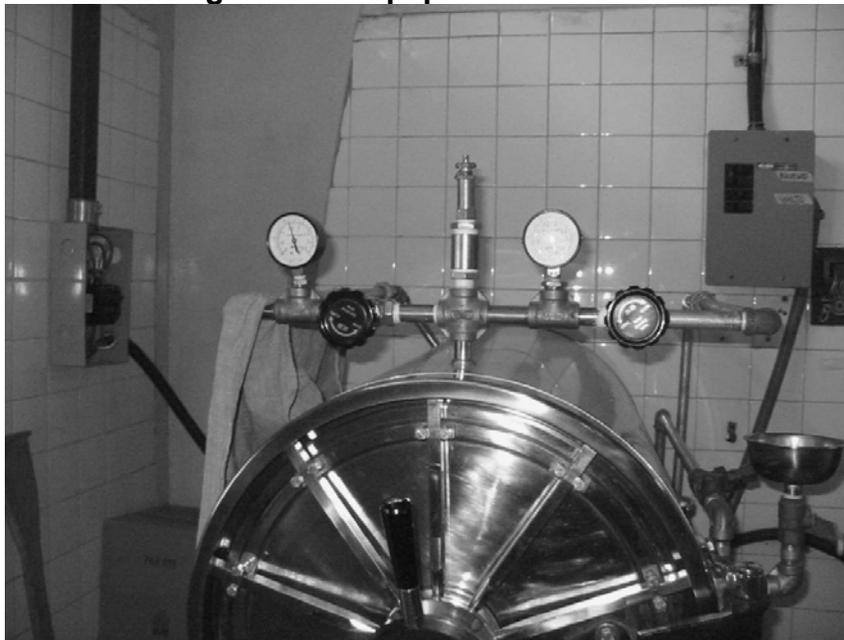
Al igual de cómo lo mencionamos anteriormente en esta clasificación están aquellas instalaciones que no fueron mencionadas dentro del área de

mantenimiento y servicios. Estos equipos como los ya mencionados son equipos de alto consumo de corriente y que operan a una tensión de operación nominal de 208 V.

Dentro del equipo de servicio clasificado como instalación especial podemos mencionar.

- Equipos de soldadura
- Autoclave

Figura 50. Equipo de autoclaves



6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN DE NORMAS RELACIONADAS

Las especificaciones técnicas es un documento que especifica todas las características y condiciones con las que debe de cumplir un producto o servicio al suministrarlo al comprador. Tal documento puede hacer referencia a normas, seleccionando entre las opciones específicas permitidas. Las especificaciones tiene como objetivo, servir como un documento completo de compra.

Dicho documento es único y encierra exclusivamente lo relaciona a una determinada obra. Se puede decir que las especificaciones técnicas son los lineamientos o las exigencias que una empresa o contratista debe de seguir para la realización de una obra en lo concerniente a los siguientes aspectos.

- Tipo de materiales
- Calidad de los materiales
- Tipos de ensayos y pruebas
- Normas con las que se rige
- Dimensiones de la obra y equipos
- Procedimientos a seguir
- Apariencia

Las especificaciones técnicas son elaboradas por la institución interesada en construir una obra basada en cálculos previos de diseño además de planos y diagramas, siguiendo normas nacionales e internacionales.

Las especificaciones técnicas de este nuevo diseño no se incluyen por conformar por si solas un documento bastante extenso y además poseen un carácter de restricción, a las cuales sólo tendrán acceso la institución interesada y la empresa ganadora en la adjudicación de la construcción del proyecto.

6.1. Especificaciones técnicas de los equipos a instalar

6.1.1. Medidas

Se refiere a las dimensiones de los equipos a utilizar, distancias de seguridad según normas, alturas de colocación de equipos y todo lo concerniente a estos aspectos. Tanto en planos como en normas, el sistema de medidas a utilizar es el Sistema Internacional (SI), por lo tanto toda medida de longitud se hará en metros.

6.1.2. Tipos de materiales

Implica los materiales usados en la construcción, los cuales deben de ser de marca conocida y cumpla con estándares de calidad. Lo más relevante referente a los materiales según las especificaciones técnicas es que cualquier diseño o material que no se describa en las especificaciones o en los planos, deberá cumplir con las exigencias de los normativos correspondientes de la Empresa Eléctrica de Guatemala, o en su defecto, *el National Electrical Code*, NEC, según su edición más reciente.

6.1.3. Como instalarlo

En general los principales aspectos que se tocan en lo relacionado a este tema es que todos los accesorios, dispositivos y equipos indicados o descritos, deberán conectarse y alambrarse apropiadamente, por persona especializadas para evitar inconvenientes de mal funcionamiento o fallas.

6.2. Normas para instalaciones eléctricas en hospitales

Se entiende por norma, a un documento que establece los requerimientos que normalmente dictan las practicas usuales en la industria, la ciencia o la tecnología. Tales documentos pueden incluir y pueden normalizar términos, definiciones, símbolos, métodos de medición, pruebas de parámetros o funcionamiento de dispositivos, aparatos, sistemas o fenómenos; características, rendimiento y requisitos de seguridad, dimensiones y capacidades.

6.2.1. Normas NEC

El *National Electrical Code* de EE.UU. son normas aplicadas directamente en Estados Unidos, pero en la actualidad este código ha sido adoptado por otros países como las normas a aplicar en instalaciones eléctricas. En Guatemala no se cuentan con normas propias que rijan la construcción de instalaciones eléctricas, a partir de la medición de un usuario. Razón por la cual se adoptan esta norma para la construcción de instalaciones eléctricas.

Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos. Este código cubre las instalaciones de conductores y equipos eléctricos dentro de un edificio público o privado, instalaciones de conductores y equipos que se conecten a las fuentes de alimentación de energía eléctrica.

El NEC consta de nueve capítulos, los cuales los capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general; los capítulos 5,6 y7 se refieren a lugares especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos capítulos complementan o modifican las reglas generales, los capítulos 1 a 4 se aplicaran a todo, excepto a lo modificado por los capítulos 5,6 y 7 para las condiciones particulares.

El capítulo 8 trata de los sistemas de comunicaciones y es independiente de los demás, el capítulo 9 consta de tablas. Se consultaron muchos artículos de este código relacionados a aplicación general, pero el que más se tomo en cuenta es el articulo 517 el cual norma las instalaciones para asistencia medica.

6.2.2. Normas IEEE

El *Institute of Electrical and Electronics Engineers* desarrolla normas en los comités técnicos de sus 31 grupos y sociedades profesionales en materias tan diversas como radiodifusión y comunicaciones, practicas eléctricas para la industria, instrumentación y medición, aisladores y aislamiento, aparatos magnéticos, motores y generadores, energía nuclear, aparatos y sistemas de potencia, grabación, símbolos y unidades, y transmisión y distribución eléctrica.

La mayoría de las normas que desarrolla IEEE, se reconocen a nivel internacional y algunas han sido adoptadas como normas nacionales de otros países. Las principales normas que se aplicaran son relacionadas con los equipos a instalar que por lo general son fabricados en otros países y en consecuencia hay que adoptar las correspondientes normas.

6.2.3. Normas de la empresa eléctrica

Estas normas fueron aprobadas por La Comisión Nacional de Energía Eléctrica, la cual es la encargada de normar todo lo relacionado al tema en nuestro país.

Es sabido que todo usuario que solicite un suministro eléctrico deberá firmar un contrato con el distribuidor, el cual deberá estar de acuerdo con las normas de servicio propias de cada distribuidor y que dichas normas serán aprobadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Basado en lo anterior se debe de cumplir con todo lo que establecen las normas particulares de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. que es la distribuidora a la cual se conecta la nueva subestación.

6.2.4. Otras

Dentro de otras normas que se usaran, se encuentran algunas que por lo general se originaron de IEEE. Estas otras normas de igual forma se relacionan con; protecciones de equipos, normas de fabricación, pruebas y ensayo, símbolos y unidades que se emplean a nivel internacional.

Entre estas otras normas que se utilizaran están.

ANSI *American National Standards Institute*

NEMA es la organización comercial más grande de fabricación de productos eléctricos en Estados Unidos y sus 500 compañías miembros. La más usada será Nema 1.

Los recintos industriales de la nema 1 se utilizan típicamente para proteger controles y terminaciones contra objetos y personal. Los recintos de la nema 1 se utilizan en los usos donde sellando hacia fuera el polvo, el aceite, y el agua no se requiere.

7 CANTIDADES DE TRABAJO

7.1. Instalaciones básicas

Como cantidades de trabajo se le denomina a los renglones asignados en la elaboración de la obra incluyendo las cantidades a emplear y sus respectivos costos, por unidad y totales.

Lo que concierne a instalaciones básicas no se tomaran en cuenta en este documento, ya que la primera fase de este proyecto contempla únicamente la unificación de todas las acometidas y la integración de todas las cargas en tableros principales. Quedara a criterio de la respectiva administración del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social completar la fase restante, consistente en la remodelación de instalaciones básicas como lámparas y tomacorrientes.

7.1.1. Lámparas

No se contemplan en esta etapa del proyecto.

7.1.2. Tomacorrientes

De la misma manera no se contemplan en esta etapa del proyecto.

7.2. Otras instalaciones

La información contenida en este documento se centra en la parte en la cual se participo como la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) dentro de este proyecto.

Los principales renglones de trabajo en los cuales se trabajaran se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XVIII. Principales renglones de trabajo del proyecto

No.	RENGLONES DE TRABAJO
1.0	OBRA CIVIL
1.1	CONSTRUCCION DE AMBIENTE PARA LA SUBESTACION
1.2	CONSTRUCCION DE CASETAS O CUARTOS ELECTRICOS
1.3	CANALIZACION SUBTERRANEA DE ALIMENTADORE PRINCIPAL
2.0	ASPECTO LEGALES
2.1	DEPOSITO Y DERECHOS DE E.E.G.S.A.
3.0	SUBESTACION
3.1	MONTAJE MEDIANA TENSION
3.2	SECCION DE TRANSFORMACION
3.3	SECCION DE INTERRUPTOR PRINCIPAL
3.4	SECCION DE MEDICION
3.5	SECCION DE SUPRESOR DE TRANSCIENTES
4.0	ALIMENTADORES
4.1	CABLEADO A TRABLEROS PRINCIPALES
4.2	CABLEADO A TRABLEROS DE DISTRIBUCION
4.3	CONSTRUCCION DE CAJAS DE REGISTRO PARA CANALIZACION SUBTERRANEA PARA SITUACION ACTUAL Y USO FUTURO
5.0	TABLEROS
5.1	MONTAJE DE TABLEROS PRINCIPALES
5.2	MONTAJE DE TABLEROS DE DISTRIBUCION
6.0	RED DE TIERRAS
6.1	CONSTRUCCION DE RED DE TIERRAS EN SUBESTACION
7.0	SISTEMA DE PARARRAYOS
7.1	MONTAJE DE PARARRAYOS

7.2.1. Instalaciones preliminares

En las siguientes tablas se muestra el detalle de la cantidad de materiales a utilizar para llevar a cabo la implementación de esta fase, de igual

forma se muestra el costo unitario de cada uno de los materiales, así como el total parcial. Dichos costos están sujetos a cambios en función de la variación repentina de los materiales en el mercado.

Los renglones que se presentan son de forma resumida y no se entra en mayores detalles en la infinidad de sub renglones en que se conforma, ya que lo que se pretende es dar una idea del costo global de proyecto y no un informe económico de la forma de ejecución del mismo.

Tabla XIX. Costos de instalaciones preliminares

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
1000	Obra civil				
1100	Construcción de ambiente para subestación	Global	1.00	Q10,000.00	Q10,000.00
1200	Construcción de caseta o cuarto eléctrico	Global	1.00	Q15,000.00	Q15,000.00
1300	Canalización subterránea de alimentación principal				
1310	Apertura de zanjeado	mt	9.00	Q80.00	Q720.00
1320	Entubado	mt	9.00	Q12.00	Q108.00
1330	Cableado	mt	14.00	Q12.00	Q168.00
1340	Cable THHN 500 MCM	mt	56.00	Q200.93	Q11,252.08
1350	Tubo conduit galvanizado 4"	u	3.00	Q290.00	Q870.00
2000	Aspectos Legales				
2100	deposito y derechos EEGSA	Global	1.00	Q250,000.00	Q250,000.00
					Q268,118.08

7.2.2. Montaje de subestación

Tabla XX. Costos de montaje de subestación

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
3000	subestación				
3100	Montaje de mediana tensión	Global	1.00	Q125,000.00	Q125,000.00
3200	Sección de Transformación	Global	1.00	Q225,000.00	Q225,000.00
3300	Sección de Flipon Principal	Global	1.00	Q85,000.00	Q85,000.00
3400	Sección de medición	Global	1.00	Q130,000.00	Q130,000.00
3500	Sección de Supresor de transientes	Global	1.00	Q180,000.00	Q180,000.00
					Q745,000.00

7.2.3. Canalización y alimentación de acometidas

Tabla XXI. Costos canalización y alimentación de acometidas en 208 V

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
4000	Alimentadores				
4100	Cableados de tableros principales				
4110	Apertura de zanjeado	mt	255.00	Q86.70	Q22,108.50
4120	Entubado	mt	255.00	Q15.00	Q3,825.00
4130	Cableado	mt	1020.00	Q12.00	Q12,240.00
4140	Cablea THHN 250 MCM	mt	762.00	Q99.77	Q76,024.74
4150	Cablea THHN 500 MCM	mt	2100.00	Q200.93	Q421,953.00
4160	Tubo H.G 4"	u	3.00	Q340.00	Q1,020.00
4170	Tubo PVC 4" 125 PSI 4"	u	41.00	Q97.57	Q4,000.37
4200	Cableados de tableros de distribución				
4205	Apertura de zanjeado	mt	1992.00	Q86.70	Q172,706.40
4210	Entubado	mt	1992.00	Q15.00	Q29,880.00
4215	Cableado	mt	7968.00	Q12.00	Q95,616.00
4220	Cablea THHN 6 AWG	mt	320.00	Q12.04	Q3,852.80
4225	Cablea THHN 4 AWG	mt	176.00	Q18.20	Q3,203.20
4230	Cablea THHN 2 AWG	mt	344.00	Q28.05	Q9,649.20
4235	Cablea THHN 1/0 AWG	mt	652.00	Q43.64	Q28,453.28
4240	Cablea THHN 3/0 AWG	mt	1664.00	Q68.47	Q113,934.08
4245	Cablea THHN 4/0 AWG	mt	400.00	Q85.87	Q34,348.00
4250	Cablea THHN 250 MCM	mt	1456.00	Q99.77	Q145,265.12
4255	Cablea THHN 300 MCM	mt	2416.00	Q121.08	Q292,529.28
4260	Cablea THHN 500 MCM	mt	580.00	Q200.93	Q116,539.40
4265	Tubo PVC 4" 125 PSI 2"	u	297.00	Q45.15	Q13,409.55
4270	Tubo PVC 4" 125 PSI 4"	u	35.00	Q97.57	Q3,414.95
4300	Cajas de registro	u	8.00	Q1,215.00	Q9,720.00
					Q1,613,692.87

Tabla XXII. Costos canalización y alimentación de acometidas en 480 V

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
4000	Alimentadores				
4100	Cableados de tableros principales				
4110	Apertura de zanjeado	mt	244.00	Q86.70	Q21,154.80
4120	Entubado	mt	244.00	Q15.00	Q3,660.00
4130	Cableado	mt	244.00	Q12.00	Q2,928.00
4140	Cablea THHN 300 MCM	mt	641.00	Q99.77	Q63,952.57
4150	Cablea THHN 500 MCM	mt	920.00	Q200.93	Q184,855.60
4160	Tubo H.G 4"	u	3.00	Q340.00	Q1,020.00
4170	Tubo PVC 4" 125 PSI 4"	u	41.00	Q97.57	Q4,000.37
4180	transformadores secos 480/208	Gloval	1.00	Q150,000.00	Q150,000.00
4200	Cableados de tableros de distribución				
4205	Apertura de zanjeado	mt	1992.00	Q86.70	Q172,706.40
4210	Entubado	mt	1992.00	Q15.00	Q29,880.00
4215	Cableado	mt	1992.00	Q12.00	Q23,904.00
4220	Cablea THHN 6 AWG	mt	320.00	Q12.04	Q3,852.80
4225	Cablea THHN 4 AWG	mt	176.00	Q18.20	Q3,203.20
4230	Cablea THHN 2 AWG	mt	344.00	Q28.05	Q9,649.20
4235	Cablea THHN 1/0 AWG	mt	652.00	Q43.64	Q28,453.28
4240	Cablea THHN 3/0 AWG	mt	1664.00	Q68.47	Q113,934.08
4245	Cablea THHN 4/0 AWG	mt	400.00	Q85.87	Q34,348.00
4250	Cablea THHN 250 MCM	mt	1216.00	Q99.77	Q121,320.32
4255	Cablea THHN 300 MCM	mt	1416.00	Q121.08	Q171,449.28
4260	Cablea THHN 500 MCM	mt	580.00	Q200.93	Q116,539.40
4265	Tubo PVC 4" 125 PSI 2"	u	647.00	Q45.15	Q29,212.05
4270	Tubo PVC 4" 125 PSI 4"	u	97.00	Q97.57	Q9,464.29
4300	Cajas de registro	u	8.00	Q1,215.00	Q9,720.00
					Q1,309,207.64

7.2.4. Tableros de distribución

Tabla XXIII. Costos de tableros de distribución

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
5000	Tableros				
5100	Tableros principales	Global	1.00	Q100,390.00	Q100,390.00
5110	Montaje de tableros principales	Global	1.00	Q10,250.00	Q10,250.00
5200	Tableros de distribución	Global	1.00	Q32,296.00	Q32,296.00
5210	Montaje de tableros de distribución	Global	1.00	Q10,250.00	Q10,250.00
					Q153,186.00

7.2.5. Instalaciones de equipos especial

Tabla XXIV. Costos de instalación de equipo especial

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
6000	Red de tierras				
6100	Cable THHN 4/0 desnudo de cobre	mt	1214.00	Q93.43	Q113,424.02
6200	Varillas de cobre de 3 mts. Para tierra física	u	64.00	Q48.65	Q3,113.60
6300	Abrazaderas para sujetar varillas	u	64.00	Q18.54	Q1,186.56
6400	Cableado de tierra física	mt	1214.00	Q8.50	Q10,319.00
6500	Perforación y tratamiento de fosas	mt	43.00	Q230.00	Q9,890.00
6600	Apertura de zanjas	mt	1241.00	Q31.50	Q39,091.50
7000	Sistema de pararrayos				
7100	Pararrayos y montaje	Global	1.00	Q22,000.00	Q22,000.00
					Q199,024.68

El valor preliminar del costo de la obra asciende a la cantidad de Q2,999,021.61.

7.3 Aporte hecho a la institución

Tabla XXVIII. Costos del aporte hecho a la institución

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	P/Unidad	P/Total
0	Medición de calidad de energía	Medición	2.00	Q1,200.00	Q2,400.00
0	Medición de Tierras	Medición	17.00	Q100.00	Q1,700.00
0	Medición de niveles de iluminación	Medición	45.00	Q50.00	Q2,250.00
0	Estudio de Ingeniería	Mes	6.00	Q7,000.00	Q42,000.00
					Q48,350.00

En este cuadro se presenta el aporte hecho a la institución, un aporte que se detalla para demostrar el ahorro que se hizo la institución al encomendar el estudio para la remodelación y unificación de las acometidas existentes.

8 PROPUESTA DE UNA NUEVA SUBESTACIÓN

8.1. Características a considerar

Uno de los capítulos más importantes dentro de este informe es en el que nos encontramos, ya que toda la información reunida es con el propósito de definir las características de la subestación a seleccionar.

Antes de definir las características de la misma no está demás hacer mención del concepto de una subestación según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación

Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como; seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla ó modificar sus características.

Se pretende instalar una subestación con las características siguientes:

Tipo: unitaria

Capacidad: 1 MVA

Nivel de transformación: 13.2KV / 208-120 V

De forma resumida se menciona la descripción de lo que es una subestación tipo unitaria.

Subestación Unitaria

Son transformadores que cuentan con celdas de alta y baja tensión incorporadas, constituyendo un equipo modular de fácil instalación. Se fabrican en potencias de 100 a 5000 kVA y tensiones hasta 34,5kV. La celda de alta tensión incluye los equipos de maniobra y protección requeridos por el usuario.

La celda de baja tensión incluye los equipos de maniobra, control, medición y protección de acuerdo con las necesidades del cliente.

A continuación se detalla brevemente las características principales de la subestación que se pretende instalar.

Sección de mediana tensión:

Sección de alta tensión clase 15 KVA, operación al aire, tensión de operación de 13.2 KV, capacidad de 3,000 amperios, 95 Kv nivel básico de impulso, 50 KA de capacidad interruptiva, 60 Hz, 3 hilos, todo en gabinete metálico NEMA I.

Sección de Transformación:

Transformador tipo subestación unitaria, potencia 1 MVA, bajas pérdidas, seco tipo VPI (*Vaccum-Pressure-Impregnated*) bobinas con resina de poliéster completamente impregnado o similar para evitar humedad, polvo y la mayoría de contaminaciones, trifásico, voltaje primario 13.2 KV delta de 95 KV del nivel básico de impulso, 60 Hz, taps al 2.5%, impedancia mínima al 6%, bobinados de aluminio con construcción especial que disipe el calor.

El transformador que usa este tipo de subestación es un transformador con la tecnología Geafol el cual presenta las siguientes características.

El aislamiento Geafol esta constituido por una mezcla de resina epoxi y harina de cuarzo. Este material no contaminante hace que las bobinas estén libres de mantenimiento, insensibles a la humedad, corrosión y a los climas tropicales, fríos, difícilmente inflamables y auto extinguibles.

Esta previsto para instalaciones interiores, incluso bajo el efecto de un arco eléctrico o rodeado por incendio no se produce ningún tipo de desprendimiento de gas o sólido toxico, también no contamina el suelo ni materiales.

Las bobinas se fijan por medio de distanciadores elásticos que aseguran su aislamiento vibratorio mutuo y con relación al circuito magnético, el cual produce el mismo silencio de un transformador de aceite. Las bobinas del bobinado de alta tensión se realizan con bandas de aluminio.

Geafol es el único transformador libre de descargas parciales internas hasta el doble de la tensión nominal. El bobinado de baja tensión también es en bandas y esta hecho también de aluminio.

Sobrecarga

A fin de disponer de reservas de potencia para cubrir los picos de carga de larga duración, el transformador Geafol puede instalarse con ventiladores centrífugos adecuados, controlados por la temperatura. La potencia del transformador puede aumentar así un 40% en servicio continuo.

Flexibilidad

Las terminales de alta y baja tensión en la construcción padrón están en la parte superior. Para simplificar la instalación los terminales pueden, a pedido, individualmente o ambos estar en la parte inferior.

Monitorización de temperatura

Todo transformador Geafol tiene sensores de temperatura colocados en los puntos más calientes de la bobinas de baja tensión, conectados a un relé. Los termistores PTC empleados para la función de detectar la temperatura más alta de operación de las bobinas.

Conjuntos adicionales de sensores pueden ser instalados para alarmas o para accionamiento de los ventiladores.

Rentabilidad

Los proyectos con Geafol simplifican las obras civiles que serian necesarias con transformadores en líquido aislante y toman la instalación eléctrica menos compleja por la ausencia de accesorios. La posibilidad de ubicación sin restricciones del transformador, directamente en el centro de gravedad de las cargas permite optimizar la topología de las redes eléctricas. Esto sin necesidad de tomar medidas de seguridad especiales, tales como las fosas de retención de aceite, instalaciones contra incendios.

Instalación y protección

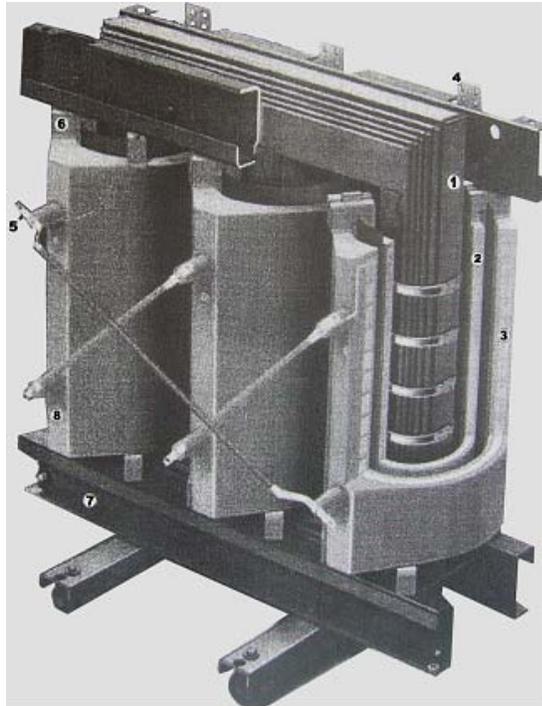
Frecuentemente los transformadores Geafol son utilizados en conjunto con cubículos de media y baja tensión, formando subestaciones compactas en

los centros de gravedad de la carga y de censillo desplazamiento para otro lugar.

La localización de las partes de un transformador Geafol es.

- Circuito magnético (1) de tres columnas con chapas de grano orientado de bajas pérdidas aislado sobre las dos caras.
- Bobinado de baja tensión (2) formado por laminas de aluminio con bandas aislantes pre-impregnadas para la adhesión de las espiras.
- Bobinado de alta tensión (3) realizado sobre la base de bobinas de banda de aluminio con lamina aislante con resina colocada al vacío.
- Terminales de baja tensión (4) en la parte superior o a pedido en la parte inferior
- Bornes de alta tensión (5) en la parte superior o a pedido en la parte inferior para configuración óptima de la instalación.
- Distanciadores elásticos (6) para el aislamiento vibratorio entre el circuito magnético y los bobinados provocan un funcionamiento silencioso.
- Marco de fijación, chasis o ruedas (7) pintura de las piezas metálicas en diversas capas. Rudas direccionales para el desplazamiento longitudinal y transversal.
- Aislamiento en resina epoxi (8) mezcla de resina epoxi cargada de harina de cuarzo hace al transformador Geafol libre de mantenimiento, insensible a la humedad, ecológico, difícilmente inflamable y auto-extinguible.

Figura 51. Vista general de un transformador Geafol



Fuente: SIEMENS, Guatemala

8.1.1. Capacidad

La capacidad de una subestación se fija considerando la demanda actual de la zona en KVA, mas el incremento obtenido por proyecciones contempladas durante los siguientes años, previendo el espacio necesario para las futuras ampliaciones.

Se prevee la incorporación de todos los hospitales existentes en el área del complejo Pamplona a esta subestación, como lo son el hospital de Gineco-obstetricia además de que en la actualidad existen una serie de estudios y propuesta de ampliaciones de la instalaciones medicas existentes así como la creación de nuevos edificio encaminados a prestar servicios médicos.

Lo anterior descrito y sabido que toda instalación eléctrica debe de contar con un margen de instalación futura, se decidió instalar una subestación que tenga la capacidad de 1 MVA.

La capacidad de esta subestación nos garantiza que al ampliarse las instalaciones o al construirse nuevas edificaciones, esta será capaz de suministrar la energía eléctrica necesaria que se demande.

En la tabla XXIX del capítulo 9 se puede observar los valores necesarios para el cálculo de la capacidad de la subestación. De dicha tabla se observa que la barra principal será de 2500 A.

$$I = \frac{P(\text{en KVA})}{\sqrt{3} \cdot fp \cdot V} \quad \text{EC. 8.1}$$

De esta expresión se puede encontrar la potencia de la subestación.

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot fp \cdot V = 2500 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.9 \cdot 208 = 810.6 \text{KVA}$$

De aquí se observa que existe 189.4 KVA de reserva para futuros edificios a construir en el futuro.

8.1.2. Ubicación

El punto de partida para la localización de una subestación se deriva de un estudio de plantación, a partir del cual se localiza, con la mayor aproximación, el centro de carga de la región que se necesita alimentar.

Se hizo un estudio previo para seleccionar el lugar donde se colocará la subestación. Se evaluaron varios aspectos, los que se mencionan a continuación y en base a esto se escogió el mejor lugar donde instalarla.

Accesibilidad a todos los edificios

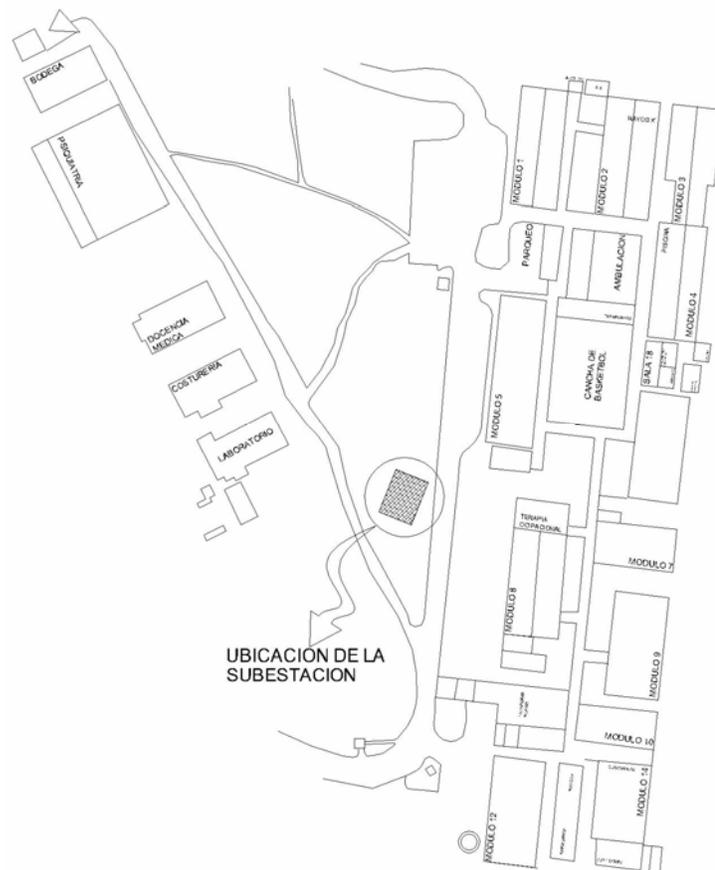
Accesibilidad de parte de la Empresa Eléctrica

Seguridad

Espacio libre existente

En la siguiente figura se puede ver la ubicación exacta donde se colocará cumpliendo con los aspectos que se evaluaron.

Figura 52. Ubicación de la Subestación dentro del complejo Pamplona



8.1.3. Canalización

En lo concerniente a la canalización se aclara que la ruta existente en la alimentación de tableros de distribución no cambia, se usara la actual aprovechando la ruta que ya existe. En los tramos que se requiera se tendrá que ampliar la canalización debido a la cantidad de conductores que se tengan que llevar.

En algunos lugares donde sea, requiera de una canalización nueva se hará con tubería eléctrica no metálica y sus respectivos accesorios, la cual será tubo PVC 125 PSI.

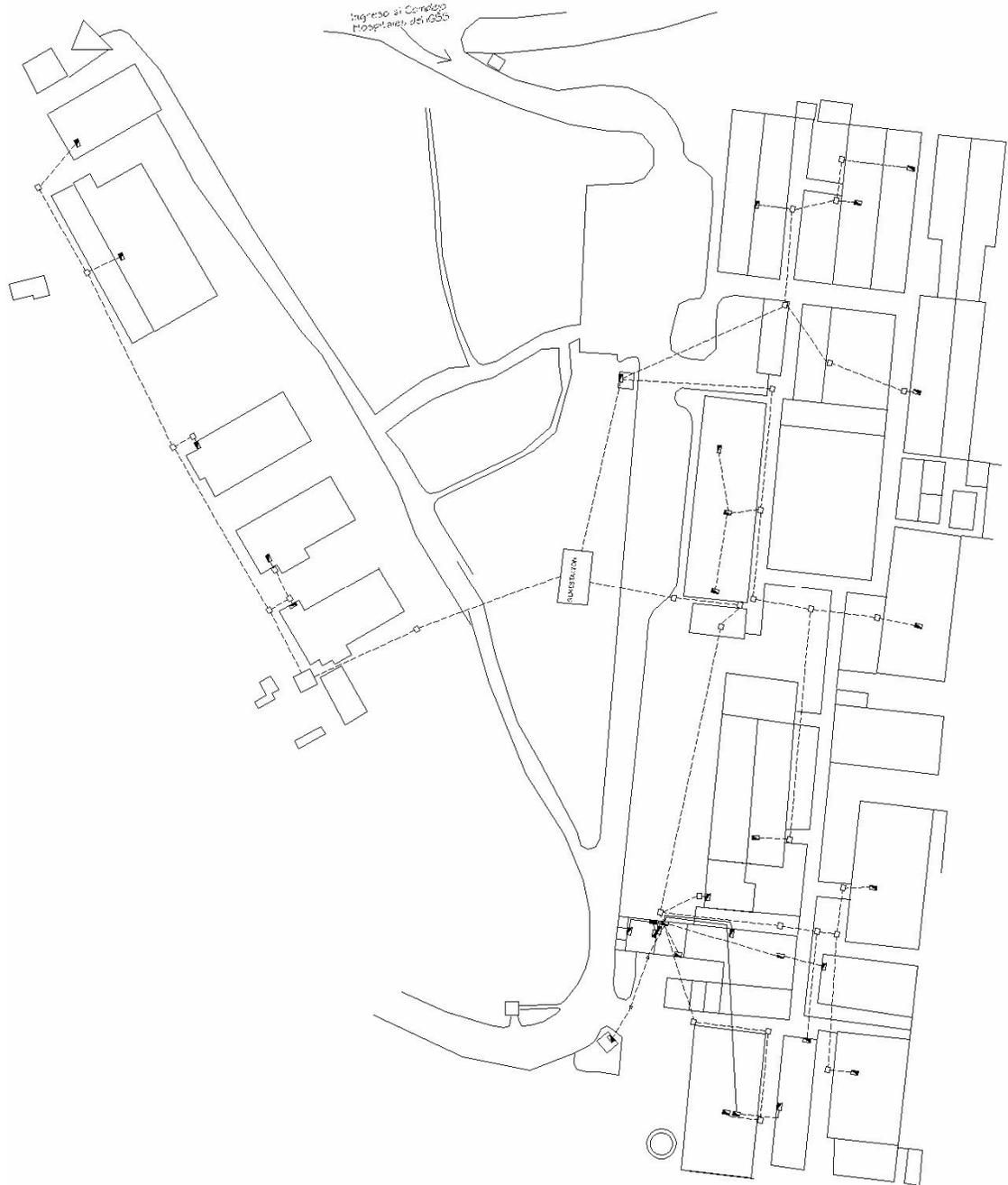
Las característica principales por que se usara tubería PVC es por su economía comparada con la tubería galvanizada, además de esto posee otras ventajas que la hace idónea para desempeñar esta función.

Entre las ventajas que podemos mencionar esta, buenas propiedades eléctricas y de aislamiento sobre un amplio rango de temperaturas, excelente durabilidad y tiene aproximadamente una vida útil de 40 o más años, resistente a ambientes agresivos.

A continuación se presentan las rutas empleadas en la canalización, para alimentadores que van de la subestación hasta las tableros de distribución.

Las distancias no se muestran en el plano, debido a la saturación en el dibujo por lo tanto las distancias se pueden observar en la tabla siguiente.

Figura 53. Canalización para la alimentación de los edificios según la nueva Subestación



8.1.4. Distribución general para todas las acometidas

La distribución general para las acometidas es la alimentación que va desde la subestación a los cuartos eléctricos. La subestación se colocó en un punto que es el centro de todos los edificios que se encuentran en el área, con el fin que en cualquier momento se pueda sacar de la misma alimentadores para distribuir o alimentar de forma radial todos los puntos a los cuales se requiera alimentar una carga.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los diferentes cálculos eléctricos empleados para llegar a una propuesta de la nueva subestación.

Tabla XXVI. Cálculos eléctricos preliminares en 208 V

TABLEROS	UBICACIÓN	LONGITUD EN mts	CORRIENTE EN Amp	CALCUO DEL CONDUCTOR		DATOS POR CAIDA DE TENSION				
				POR (V)	POR (I)	AREA COND. CALCULADO	CAIDA TENSION EN Volt.	PERDIDA EN %		
TP-1	CUARTO ELECTICO	63.5	800	3	250 MCM	2	500 MCM	371.07	2.54	1.22
TD-1	MOD. 1	90	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	131.48	3.60	1.73
TD-2	MOD. 2	99	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	144.63	3.96	1.90
TD-3	R-X MOD. 2	120	125	1	250 MCM	1	2 AWG	109.57	3.60	1.73
TD-4	MOD. 4	100	125	1	4/0 MCM	1	2 AWG	91.31	1.25	0.60
TD-5	MOD. 5	85	200	1	250 MCM	1	3/0 AWG	124.18	1.02	0.49
TD-6	MOD. 6	145	200	1	500 MCM	1	3/0 AWG	211.83	1.16	0.56
TD-7	MOD. 8	159	100	1	250 MCM	1	2 AWG	116.14	0.64	0.31
T-01	A GARITA REHA	80	60	1	1/0 AWG	1	6 AWG	35.06	2.73	1.31
TP-2	MANTENIMIENTO GIN	115	1200	4	500 MCM	3	500 MCM	1008.03	2.76	1.33
TD-8	LAV. REHABI	26	125	1	2 AWG	1	2 AWG	23.74	1.46	0.70
TD-9	LAV. GINECO	23	200	1	2 AWG	1	3/0 AWG	33.60	2.07	1.00
TD-10	MOD. 9	78	125	1	3/0 AWG	1	2 AWG	71.22	1.17	0.56
TD-11	MOD.10 Y 11	38	200	1	2/0 AWG	1	3/0 AWG	55.51	1.30	0.63
TD-12	ADMON. GINECO	19	60	1	8 AWG	1	6 AWG	8.33	1.64	0.79
TD-13	CALDERA 2	20	60	1	6 AWG	1	6 AWG	8.77	1.72	0.83
TD-14	RAYOS X	84	125	1	3/0 AWG	1	2 AWG	76.70	2.52	1.21
T-02	A LAVADORA	25	60	1	6 AWG	1	6 AWG	10.96	1.36	0.65
T-03	A GARITA GINE	60	60	1	2 AWG	1	6 AWG	26.30	2.04	0.98
TD-15	TRANSFERENCIA	10	600	1	1/0 AWG	2	300 MCM	43.83	2.14	1.03
TD15-1	MOD. 12	91	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	132.94	1.09	0.52
TD15-2	EMERGENCIA MOD.13	91	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	132.94	3.64	1.75
TD15-3	MOD. 14	93	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	135.86	1.12	0.54
TD15-4	CALDERA 1	16	60	1	8 AWG	1	6 AWG	7.01	0.87	0.42
TP-3	CUARTO ELECTRICO	65	400	1	400 MCM	1	500 MCM	189.92	1.56	0.75
TD-16	LAV. CLINICO GINECO	33	200	1	1/0 AWG	1	3/0 AWG	48.21	1.32	0.63
TD-17	COSTURERIA	44	60	1	4 AWG	1	6 AWG	19.28	1.19	0.57
TD-18	DOCENCIA MEDICA	83	60	1	1/0 AWG	1	6 AWG	36.38	2.24	1.08
TD-19	PSIQUIATRIA	120	150	1	300 MCM	1	1/0 AWG	131.48	1.44	0.69
TD-20	BODEGA	160	60	1	3/0 AWG	1	6 AWG	70.12	2.30	1.11

Tabla XXVII. Cálculos eléctricos preliminares en 480 V

TABLEROS	UBICACIÓN	LONGITUD EN mts	CORRIENTE EN Amp	CALCUO DEL CONDUCTOR		DATOS POR CAIDA DE TENSION				
				POR (V)	POR (I)	AREA COND. CALCULADO	CAIDA TENSION EN Volt.	PERDIDA EN %		
TP-1	CUARTO ELECTICO	63.5	598	2	300 MCM	1	300 MCM	277.38	1.90	0.40
TD-1	MOD. 1	90	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	131.48	3.60	1.73
TD-2	MOD. 2	99	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	144.63	3.96	1.90
TD-3	R-X MOD. 2	120	125	1	250 MCM	1	2 AWG	109.57	3.60	1.73
TD-4	MOD. 4	100	125	1	4/0 MCM	1	2 AWG	91.31	1.25	0.60
TD-5	MOD. 5	85	200	1	250 MCM	1	3/0 AWG	124.18	1.02	0.49
TD-6	MOD. 6	145	200	1	500 MCM	1	3/0 AWG	211.83	1.16	0.56
TD-7	MOD. 8	159	100	1	250 MCM	1	2 AWG	116.14	0.64	0.31
T-01	A GARITA REHA	80	60	1	1/0 AWG	1	6 AWG	35.06	2.73	1.31
TP-2	MANTENIMIENTO GIN	115	897.00	2	500 MCM	3	300 MCM	753.50	2.06	0.43
TD-8	LAV. REHABI	26	125	1	2 AWG	1	2 AWG	23.74	1.46	0.70
TD-9	LAV. GINECO	23	200	1	2 AWG	1	3/0 AWG	33.60	2.07	1.00
TD-10	MOD. 9	78	125	1	3/0 AWG	1	2 AWG	71.22	1.17	0.56
TD-11	MOD.10 Y 11	38	200	1	2/0 AWG	1	3/0 AWG	55.51	1.30	0.63
TD-12	ADMON. GINECO	19	60	1	8 AWG	1	6 AWG	8.33	1.64	0.79
TD-13	CALDERA 2	20	60	1	6 AWG	1	6 AWG	8.77	1.72	0.83
TD-14	RAYOS X	84	125	1	3/0 AWG	1	2 AWG	76.70	2.52	1.21
T-02	A LAVADORA	25	60	1	6 AWG	1	6 AWG	10.96	1.36	0.65
T-03	A GARITA GINE	60	60	1	2 AWG	1	6 AWG	26.30	2.04	0.98
TD-15	TRANSFERENCIA	10	600	1	1/0 AWG	2	300 MCM	43.83	2.14	1.03
TD15-1	MOD. 12	91	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	132.94	1.09	0.52
TD15-2	EMERGENCIA MOD.13	91	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	132.94	3.64	1.75
TD15-3	MOD. 14	93	200	1	300 MCM	1	3/0 AWG	135.86	1.12	0.54
TD15-4	CALDERA 1	16	60	1	8 AWG	1	6 AWG	7.01	0.87	0.42
TP-3	CUARTO ELECTRICO	65	299.00	1	300 MCM	1	300 MCM	141.96	1.17	0.24
TD-16	LAV. CLINICO GINECO	33	200	1	1/0 AWG	1	3/0 AWG	48.21	1.32	0.63
TD-17	COSTURERIA	44	60	1	4 AWG	1	6 AWG	19.28	1.19	0.57
TD-18	DOCENCIA MEDICA	83	60	1	1/0 AWG	1	6 AWG	36.38	2.24	1.08
TD-19	PSIQUIATRIA	120	150	1	300 MCM	1	1/0 AWG	131.48	1.44	0.69
TD-20	BODEGA	160	60	1	3/0 AWG	1	6 AWG	70.12	2.30	1.11

9 INTEGRACIÓN DE CARGAS Y PLANILLAS DE TABLEROS

9.1. Cargas

Las cargas a alimentar por parte de la subestación propuesta, es la totalidad de la carga existente en el complejo Pamplona, ya que lo que se persigue con este proyecto es unificar todas las acometidas existentes, para que la alimentación de las mismas se a través de esta. Esta integración llevará un proceso según se vaya ejecutando el proyecto.

Se entenderá por integración de cargas al proceso de ir añadiendo cargas a la subestación según avance la ejecución.

9.1.1. Integración de nuevas cargas

Las nuevas cargas que se incorporar a esta subestación son los hospitales que en esta fase no fueron tomados en cuenta y en su respectivo momento, las ampliaciones que ya se están dando, así como los edificios nuevos que se pretenden construir.

Se puede observar en color gris de la siguiente tabla las cargas que en su respectivo momento se estarán incorporando, y las que se encuentran en color blanco son las que se ejecutaran en la primera fase.

Las cargas de edificios nuevos no se incluyen en la tabla, ya que por el momento sólo se mantiene como propuestas.

Tabla XXVIII. Integración de nuevas cargas

TABLEROS		EDIFICIOS QUE ALIMENTA		
SUBESTACION	TP-1	TD-1	MODULO 1	
		TD-2	MODULO 2	
		TD-3	RAYOS X DE MODULO 2	
		TD-4	MODULO 4 Y MODULO 3	
		TD-5	TD5-1	
			TD5-2	
			MODULO 5	
		TD-6	MODULO 6, SOTANO MODULO 6	
		TD-7	MODULO 8 Y MODULO 7	
	T-01	ILUMINACION EXTERIOR Y GARITA		
	TP-2	TD-8	LAVANDERIA REHABILITACION	
		TD-9	LAVANDERIA GINECO-OBSTETRICIA	
		TD-10	MODULO 9	
		TD-11	MODULO 10 Y MODULO 11	
		TD-12	ADMINISTRACION GINECO-OBSTETRIC	
		TD-13	CALDERA 2	
		TD-14	RAYOS X	
		T-02	ALIMENTA UNA LAVADORA	
		T-03	ALIMENTA GARITA	
		TD-15	TD15-P1	MODULO 12
TD15-P2			EMERGENCIA MODULO 13	
TD15-P3	MODULO 14			
TD15-P4	CALDERA 1			
TP-3	TD-16	LABORATORIO CLINICO		
	TD-17	COSTURERIA		
	TD-18	DOCENCIA MEDICA		
	TD-19	PSIQUIATRIA		
	TD-20	BODEGA		

9.1.2. Factor de crecimiento

Como ya se mencionó, en la integración de nuevas cargas no se encuentran contenidas la carga de edificios futuros. Esto no quiere decir que la carga futura no se halla tomado en cuenta a la hora se seleccionar la capacidad de la subestación.

El factor de crecimiento que se utilizó es un 100% de la carga existente, esto quiere decir que la subestación será capas de alimentar instalaciones

futuras que puedan ser creadas. El factor de crecimiento no sólo se tomó en cuenta en la carga total de la subestación, sino que también se tomó en cuenta en el valor de la capacidad de las barras, tanto de tableros principales como la de tableros de distribución.

9.2. Planillas de tableros

9.2.1. Especificaciones para alimentación de los mismos

Las especificaciones para los tableros principales que se instalarán en cuartos eléctricos son.

Tableros industriales tipo *panelboard* a identificarse como TP (tablero principal y su número correspondiente), 208/120 VCA, trifásicos, barras de cobre del valor en amperios indicado en la planilla de tableros según tabla XXIX, 5 hilos, N/S, B/T, 42 polos, frente muerto, tapa ciega, sobrepuesto.

Las especificaciones para los tableros de distribución que se instalarán en cada uno de los edificios o donde se requieran son.

Los tableros serán alimentados desde tableros tipo *panelboard* de cada cuarto eléctrico según la distribución respectiva, los tableros serán tipos centros de carga, a identificarse como TD (tableros de distribución y su respectivo número), para 208/120 VCA, trifásicos de 42 polos, barras de cobre del valor en amperios indicado en la planilla de tableros según tabla XXIX, 4 hilos, N/S, B/T, sobrepuesto.

9.2.2. Cantidad de carga para cada tablero

En la presente tabla se puede observar la capacidad de barras de cada tablero así como la cantidad de carga para cada uno.

Tabla XXIX. Planilla de tableros y su respectiva demanda de corriente

TABLEROS		CORRIENTE DE BARRAS EN Amp		
SUBESTACION	TP-1	TD-1	200.00	
		TD-2	200.00	
		TD-3	125.00	
		TD-4	125.00	
		TD-5	TD5-1	100.00
			TD5-2	100.00
		TD-6	200.00	
		TD-7	100.00	
	T-01	60.00		
	TP-2	TD-8	125.00	
		TD-9	200.00	
		TD-10	125.00	
		TD-11	200.00	
		TD-12	60.00	
		TD-13	60.00	
		TD-14	125.00	
		T-02	60.00	
		T-03	60.00	
		TD-15	TD15-P1	200.00
			TD15-P2	200.00
TD15-P3			200.00	
TD15-P4	60.00			
TP-3	TD-16	200.00		
	TD-17	60.00		
	TD-18	60.00		
	TD-19	150.00		
	TD-20	60.00		
SUBESTACION		2500 A		
TP-1		800 A		
TP-2		1200 A		
TP-3		400 A		
TD-5		200 A		
TD-15		600 A		

10 PLANOS Y DIAGRAMAS

10.1. Planos eléctricos

10.1.1. Planos unificares de las acometidas y planillas de tableros

En primera instancia se muestra los unifilares de las acometidas existentes para los hospitales de Rehabilitación y Salud Mental (Psiquiatría), y seguidamente, la forma en que quedarán unificadas todas las acometidas en la nueva subestación esquematizado en su respectivo unifilar.

Se hace la aclaración que en diagrama unifilar que se muestra en la figura 55 se encuentran contenidas todas las cargas que se pretenden conectar a la subestación. Aunque el proyecto se ejecute por fase el objetivo fundamental es dejar el sistema eléctrico de la forma como lo muestra.

Figura 54. Plano de unifilares de acometidas actuales

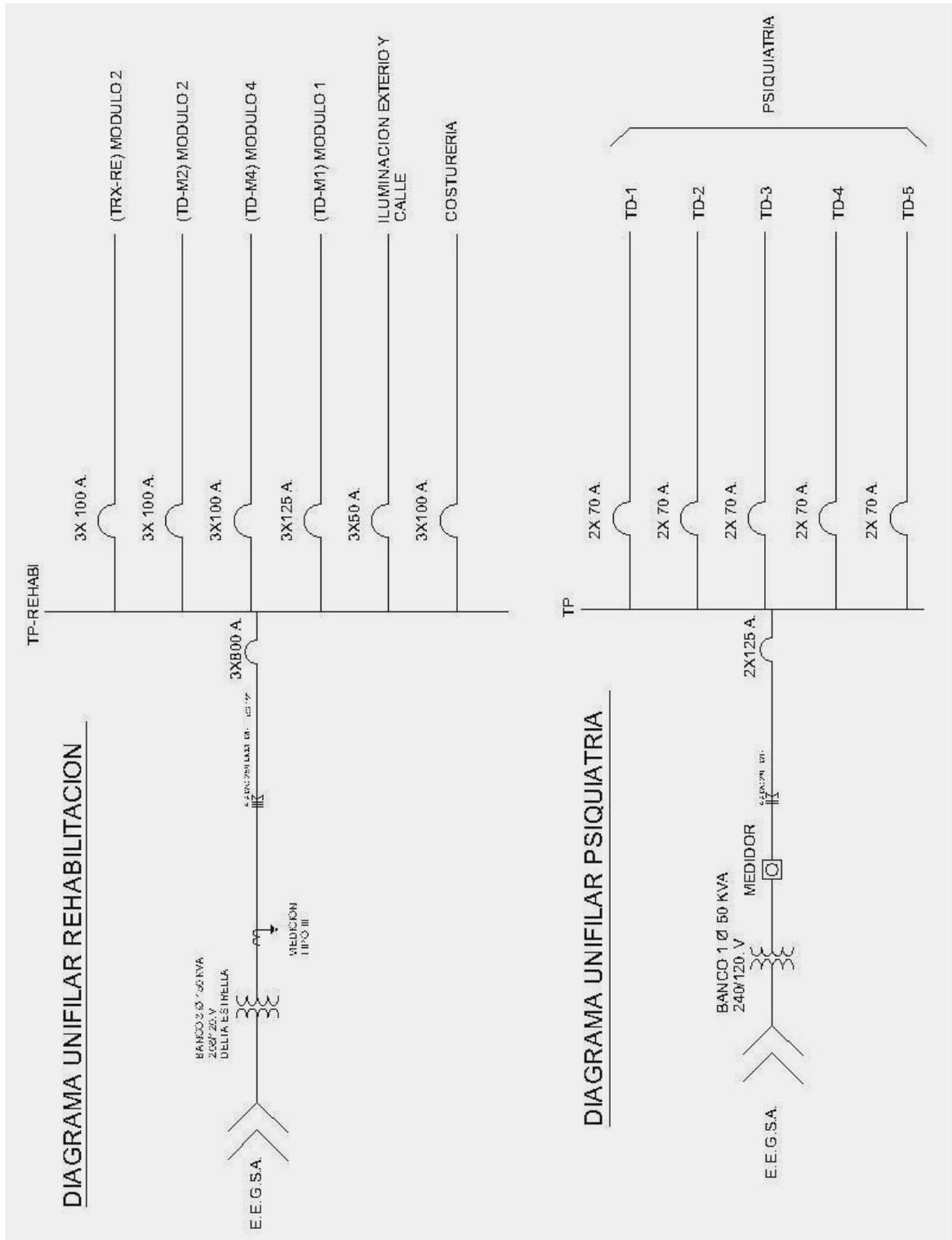


Figura 55. Plano unifilar de todo el sistema eléctrico del complejo Pamplona

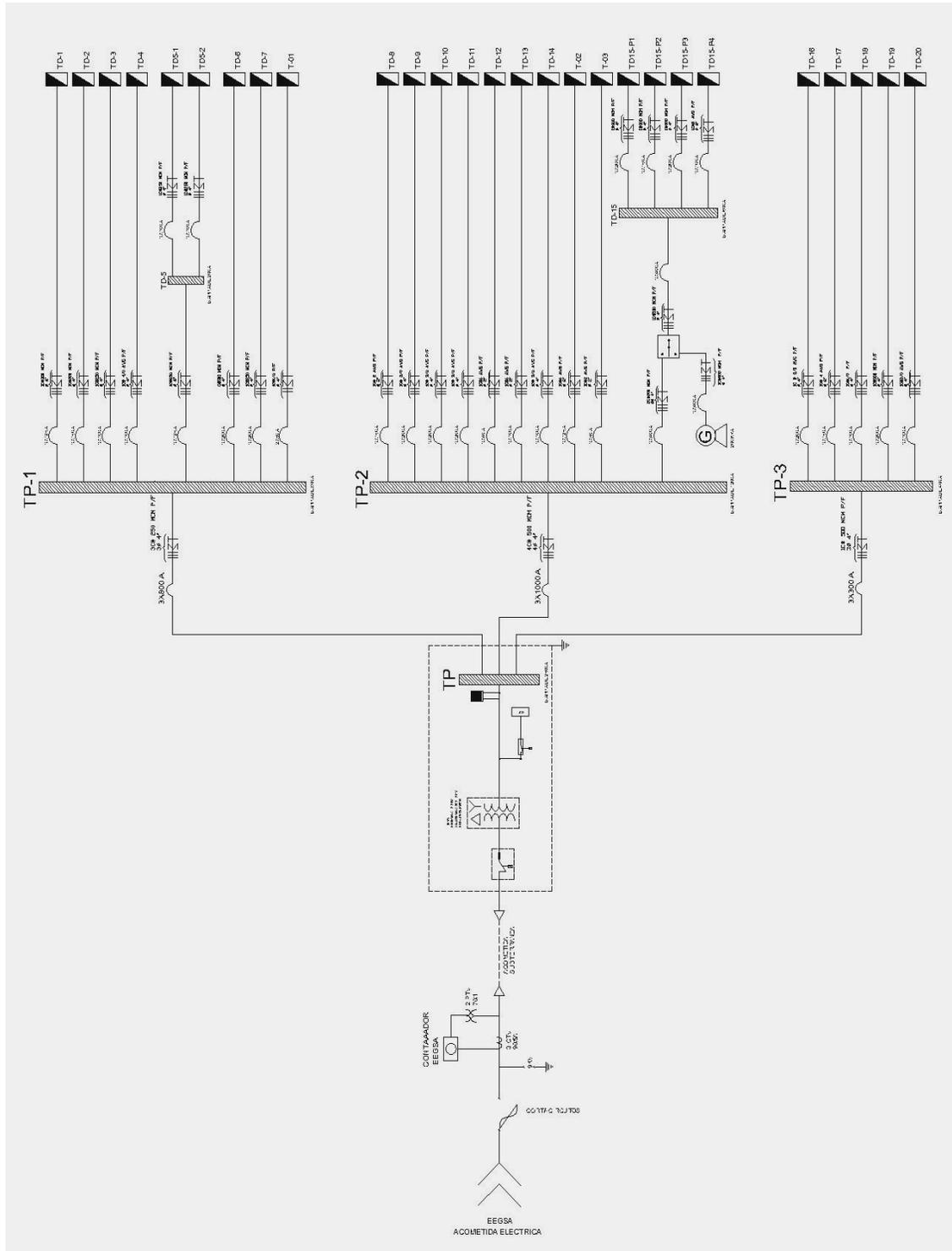
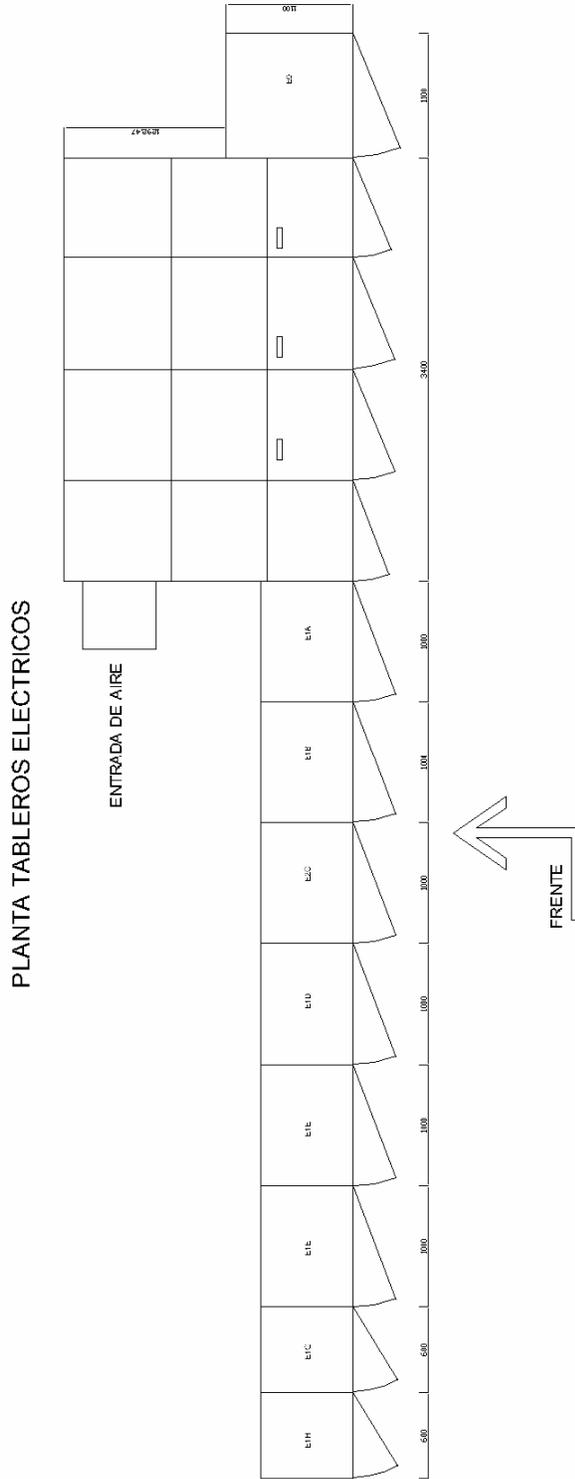


Figura 56. Planta de la subestación unitaria



10.2. Diagramas

10.2.1. Para especificaciones técnicas

En esta parte se presentan de forma gráfica algunos detalles que se deben de cumplir en la construcción de la obra.

Los principales gráficos que se presenta son relacionados con la subestación tipo unitaria, red de tierras, pararrayos, los cuales representan aspectos como; ubicación, forma de conectar, secuencia etc.

La información concerniente a la subestación tipo unitaria fue cedida por SIEMENS Guatemala.

Figura 57. Vista exterior con puertas panel 208 V servicio normal

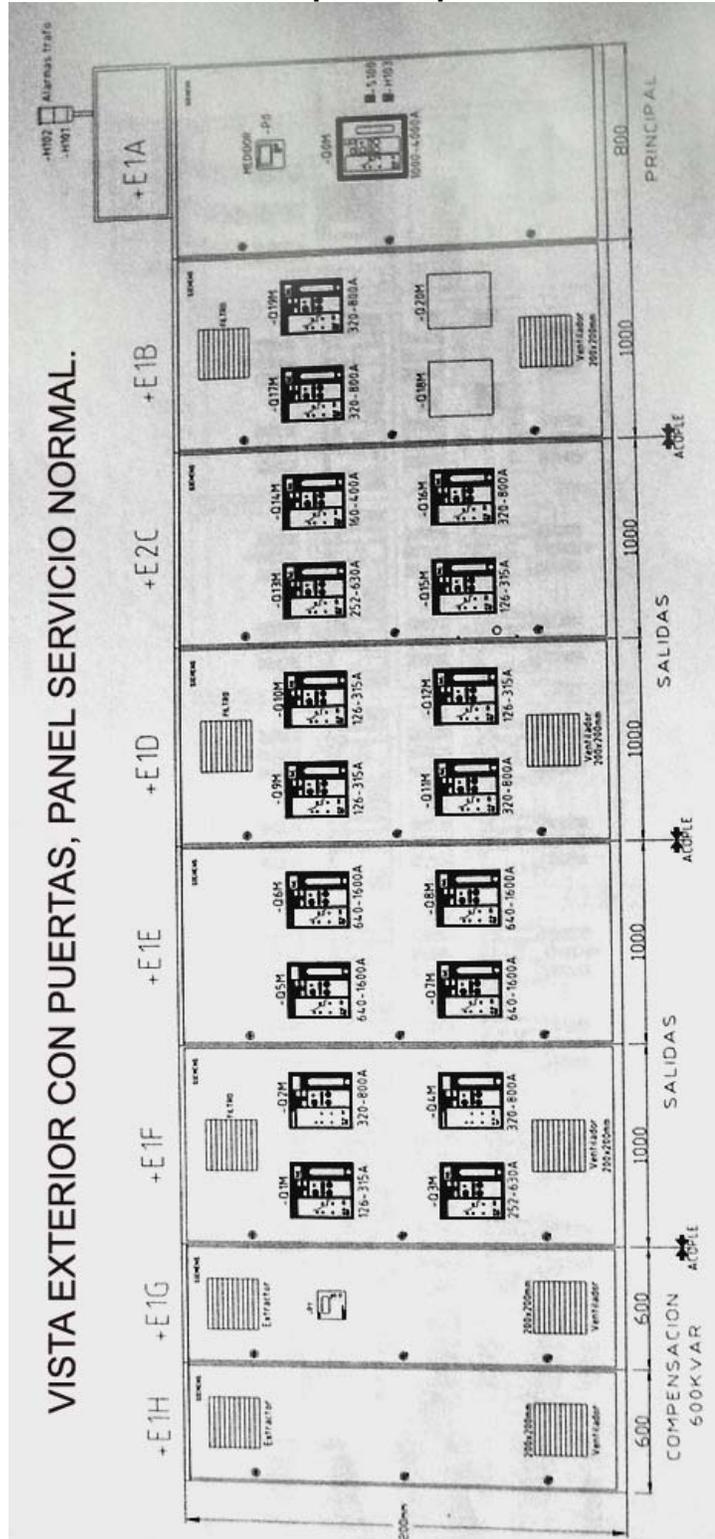
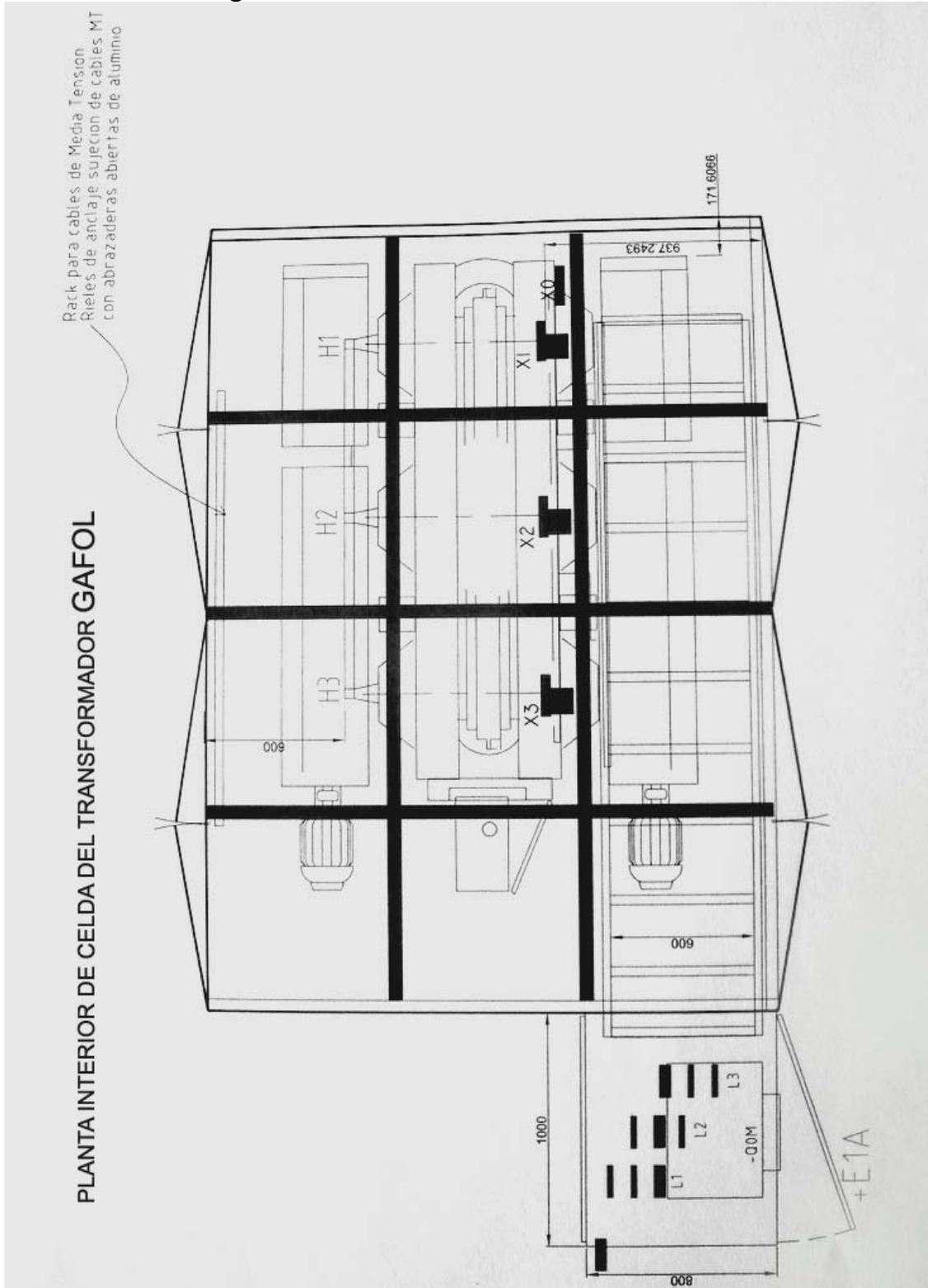


Figura 58. Celda de transformador Geafol



Descripción de los equipos.

-X1C	Bornes para conexión trafo de corriente para trafo de condensadores -T1
-X2C	Bornes para conexión de trafo de corriente del medidor digital -P0
-0F0	Protección principal 208 V. derivación de barras de entrada antes del interruptor para supresor de picos -TPS-12
-0F1...3	Fusibles derivación principal de barras de entrada 208 V antes del interruptor 4000 A para control general.
-0F4	Protección de medidor -P0, señal de tensión 3F 208 VAC
-0F5	Protección de trafo de mando -T0M 208/120 VAC del medidor -P1
-0F6	Protección 120 VAC secundario de trafo -T0M mando del medidor -P1
-0F7	Protección principal del sistema de ventilación y extracción, derivación desde las barras de distribución debajo de -Q0M
-0F8	Protección arrancador directo del extractor de aire, celda del trafo
-0F9	Protección del arrancador directo del extractor de aire, celda del trafo
-0F10	Protección 208 V del trafo de mando -T0V de arrancador de sistema de extractor del trafo Geafol
-0F11	Protección mando de arrancador extractor del trafo Geafol
-0F12	Protección del rele falla de fase EAC800 -KF100
-0F13	Protección 208V del trafo de mando -T1C para el interruptor 4000 A -Q0M
-0F14	Protección 120V del trafo de mando -T1C para el interruptor 4000 A -Q0M
TPS-12	Supresor de picos
-KF100	Monitor de voltaje rele falla de fase EAC8000

- F501 Protección mando del motor 120 VAC del seccionador –Q00
13.2 KV
- F502 Protección motor 120 VAC, del seccionador de media tensión
- T0M Trafo mando para el medidor
- T1V Trafo de mando 208/120 VAC ventilador de celda
- T1C Trafo de mando control del interruptor –Q0M principal
- T0V Trafo de mando para los arrancadores de los ventiladores
extractores de trafo Geafol
- X1R Conexión de Elementos de control 120 VAC para el interruptor
–Q0M principal
- X500 Borneras de control para el seccionador de mediana tensión
13.2 KV celda +E0
- X1V Bornera de conexión para el control de ventilación y extracción
- X2V Borneras de conexión 120 V para los ventiladores de las puertas
de celdas

Figura 60. Vista de interruptor principal e interruptores de alimentadores

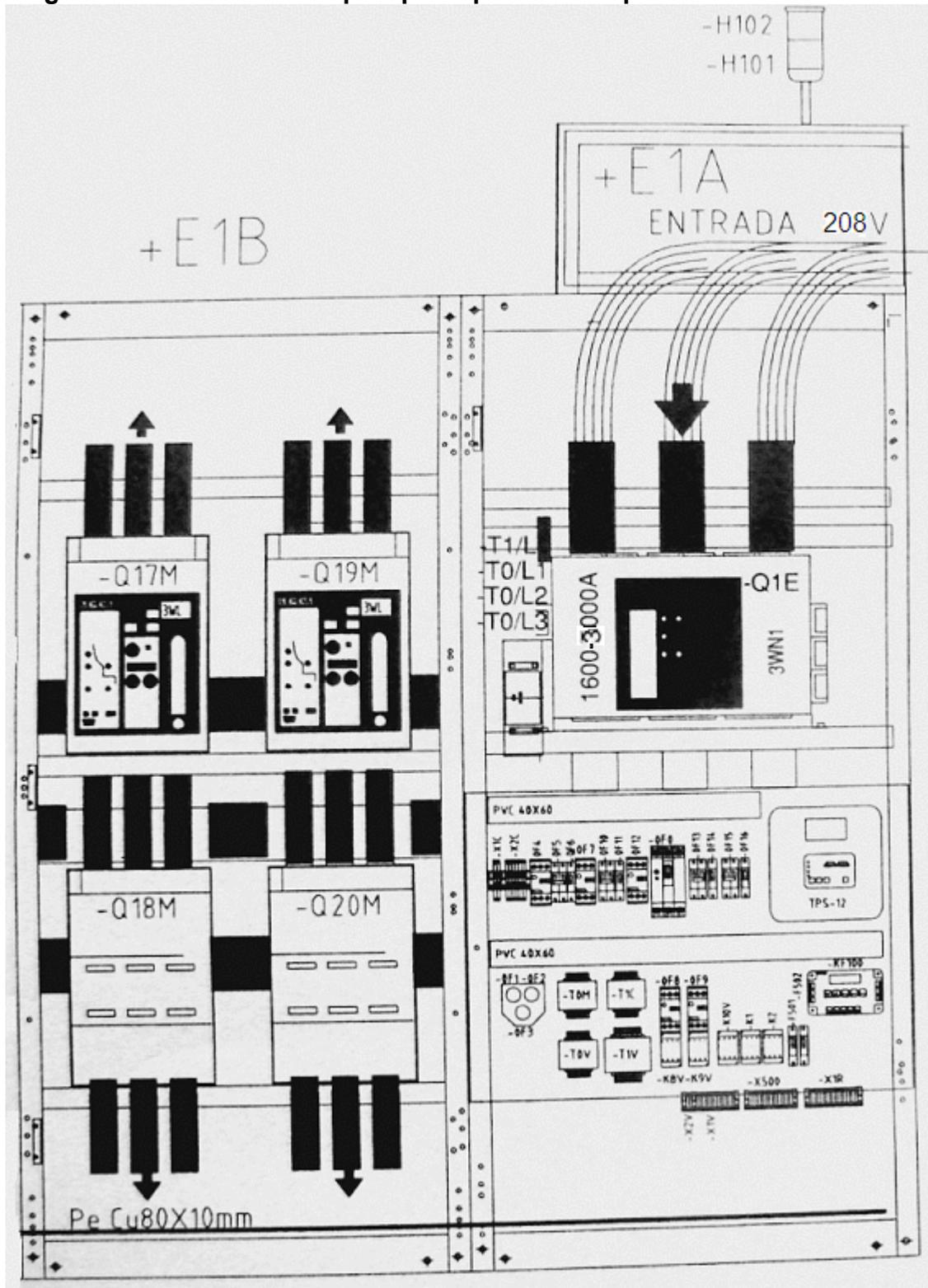


Figura 61. Vista de seccionador y transformador

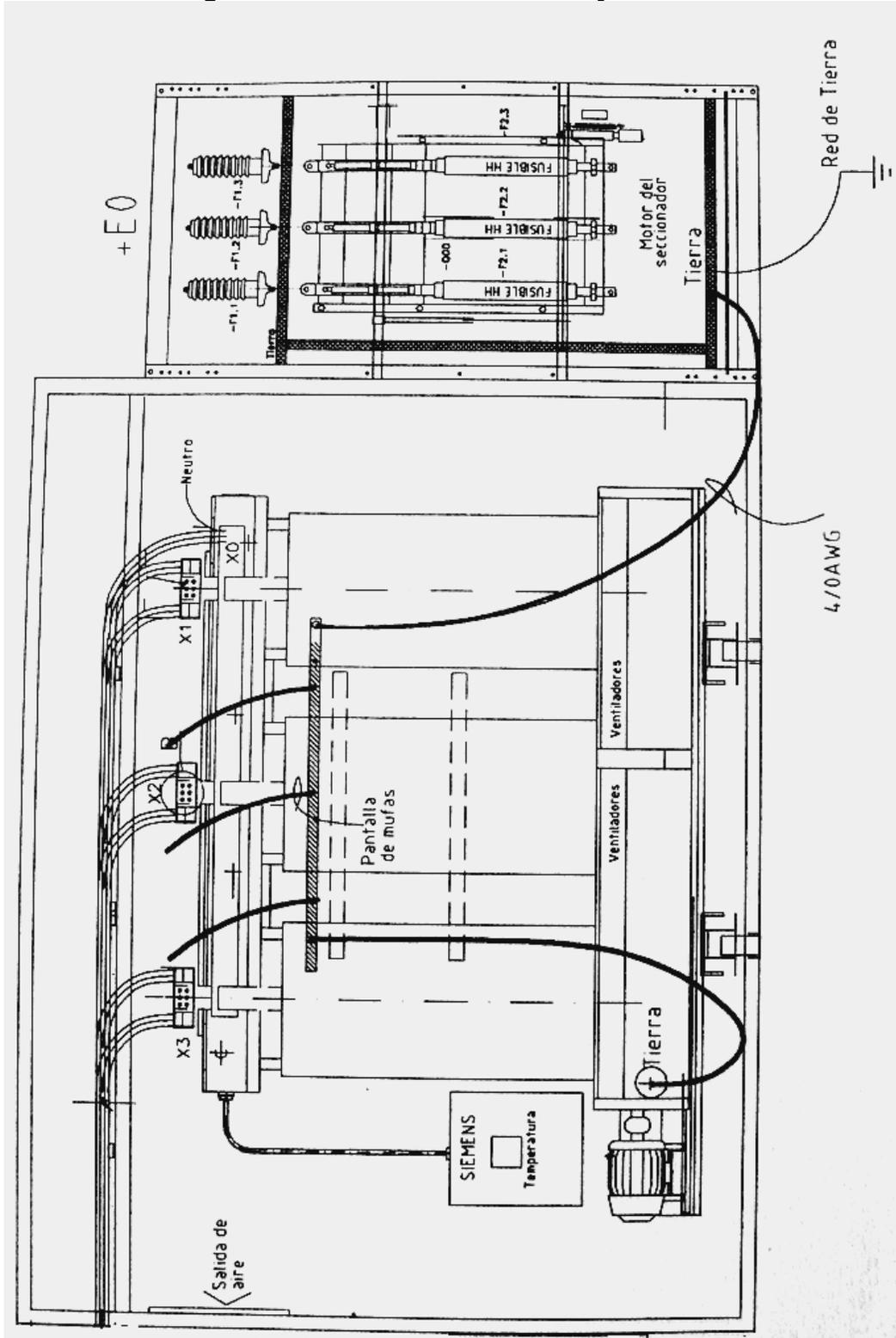


Figura 62. Sistema de red de tierras

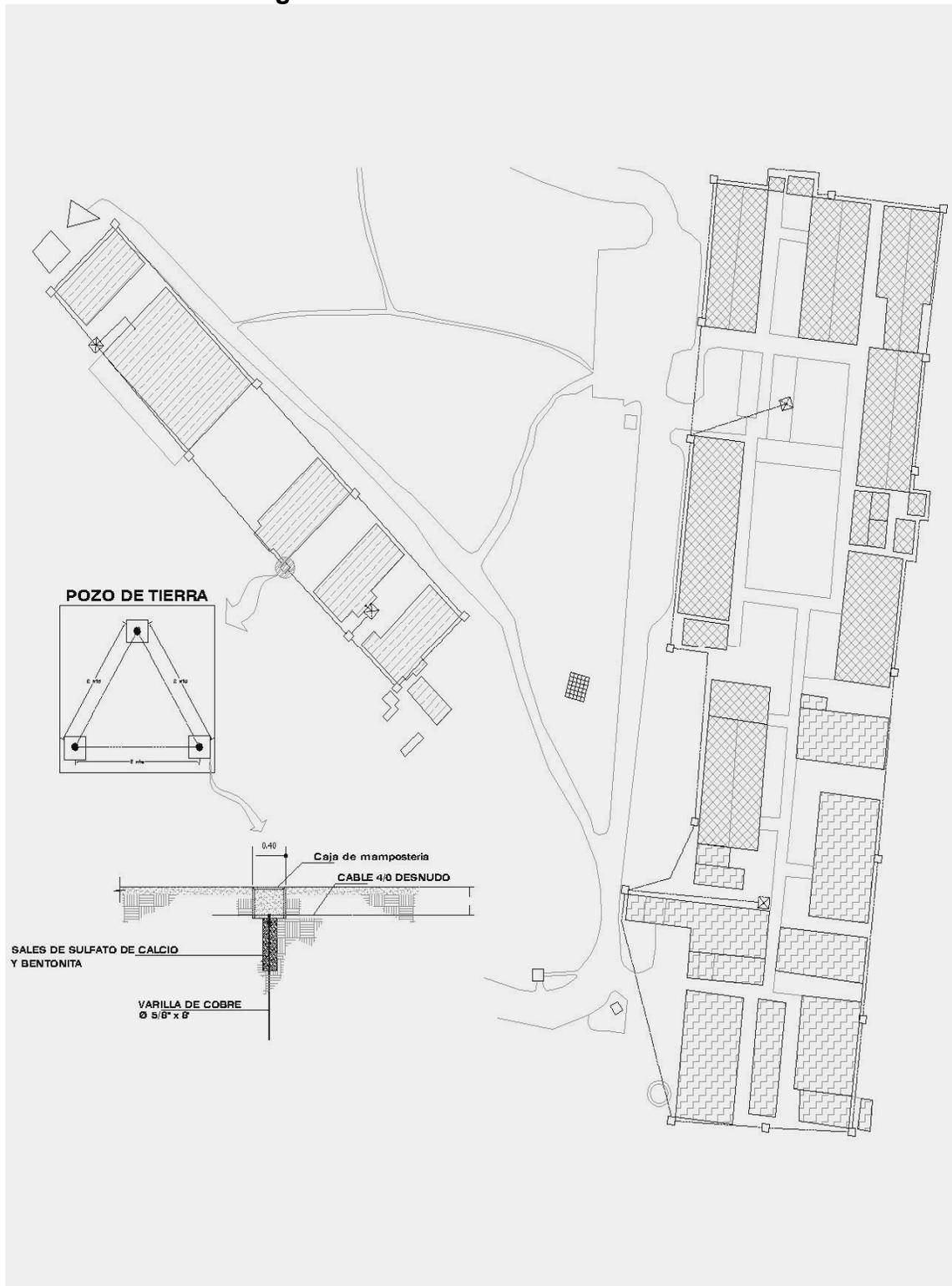
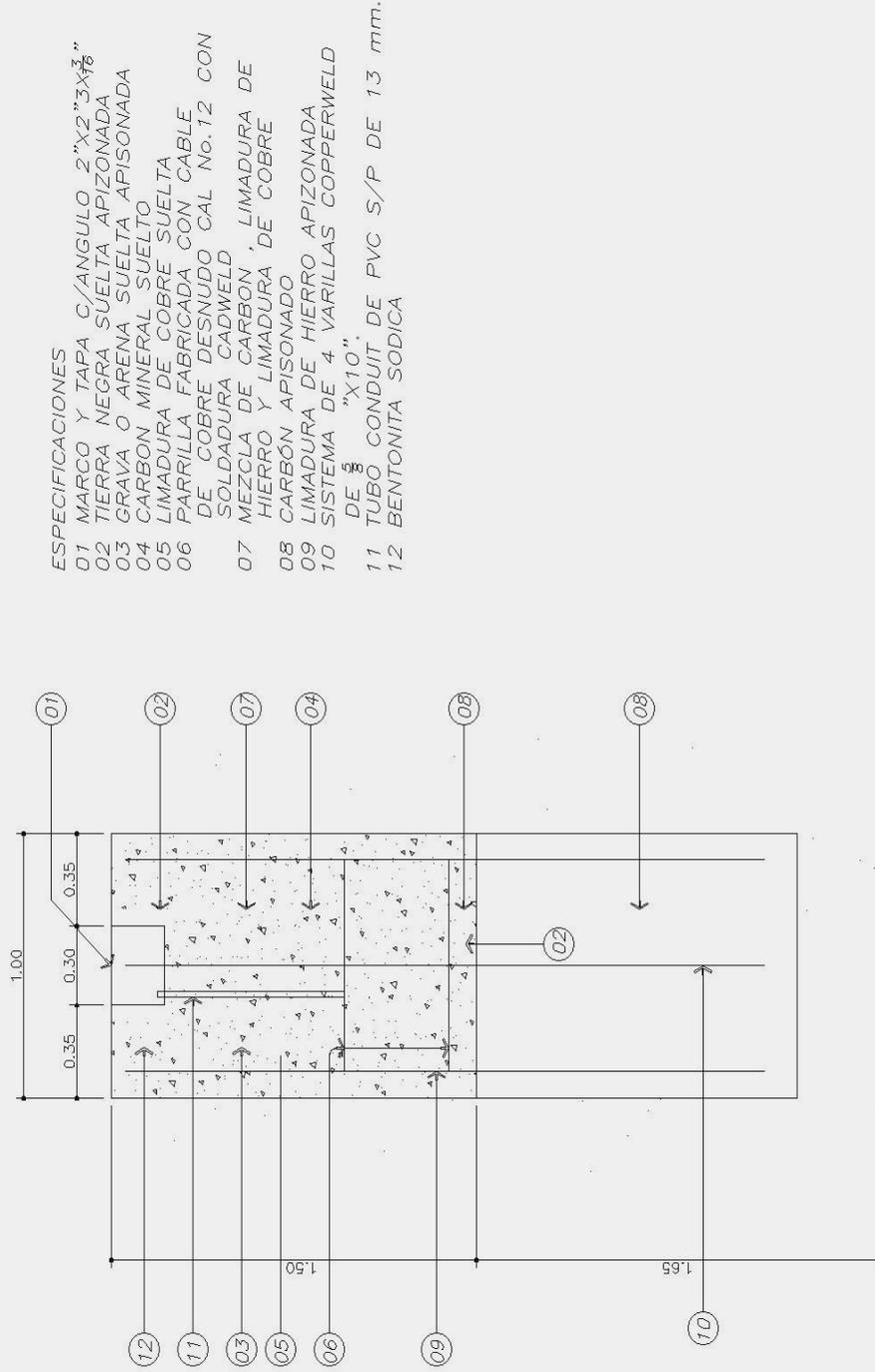


Figura 63. Detalles de los posos de tierras

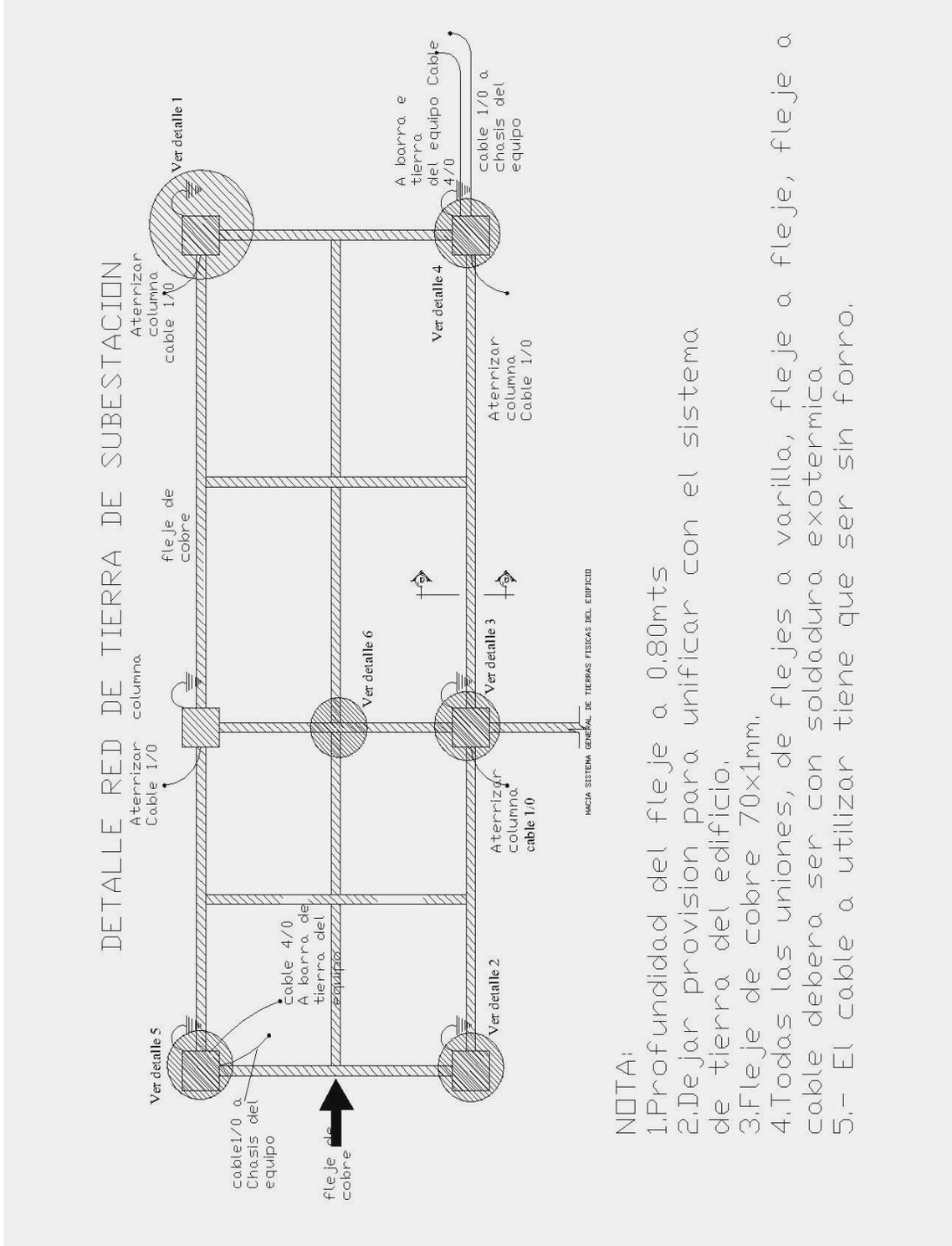
SECCIÓN DE SISTEMA DE TIERRAS



- ESPECIFICACIONES
- 01 MARCO Y TAPA C/ANGULO 2"x2"x3/8"
 - 02 TIERRA NEGRA SUELTA APISONADA
 - 03 GRAVA O ARENA SUELTA APISONADA
 - 04 CARBON MINERAL SUELTO
 - 05 LIMADURA DE COBRE SUELTA
 - 06 PARRILLA FABRICADA CON CABLE DE COBRE DESNUDO CAL No.12 CON SOLDADURA CADWELD
 - 07 MEZCLA DE CARBON, LIMADURA DE HIERRO Y LIMADURA DE COBRE
 - 08 CARBÓN APISONADO
 - 09 LIMADURA DE HIERRO APISONADA
 - 10 SISTEMA DE 4 VARILLAS COPPERWELD DE 5/8"x10"
 - 11 TUBO CONDUIT DE PVC S/P DE 13 mm.
 - 12 BENTONITA SODICA

DETALLE DE POZO DE TIERRA

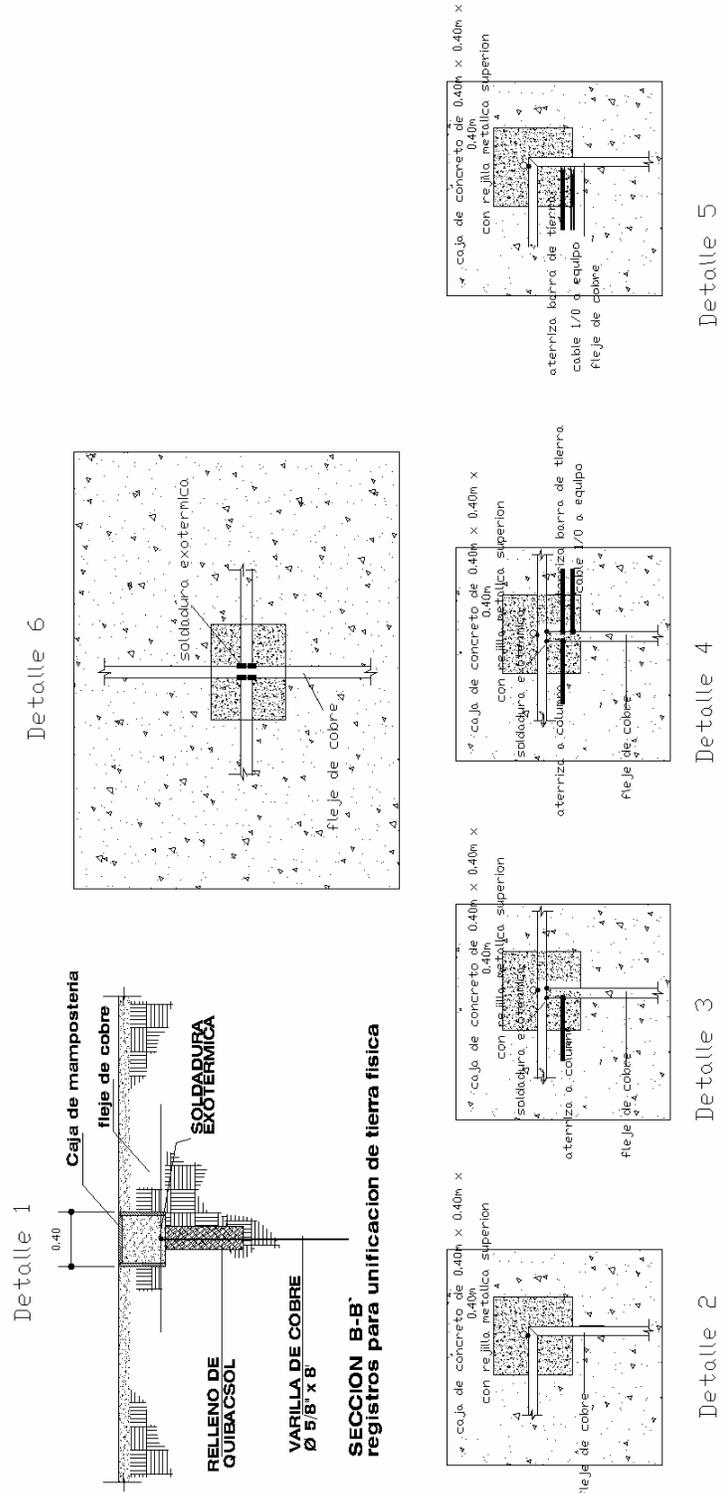
Figura 64. Red de tierras de la subestación



NOTA:

1. Profundidad del fleje a 0.80mts
2. Dejar provision para unificar con el sistema de tierra del edificio.
3. Fleje de cobre 70x1mm.
4. Todas las uniones, de flejes a varilla, fleje a fleje, fleje a cable debera ser con soldadura exotermica
- 5.- El cable a utilizar tiene que ser sin forro.

Figura 65. Detalles de red de tierras de la subestación

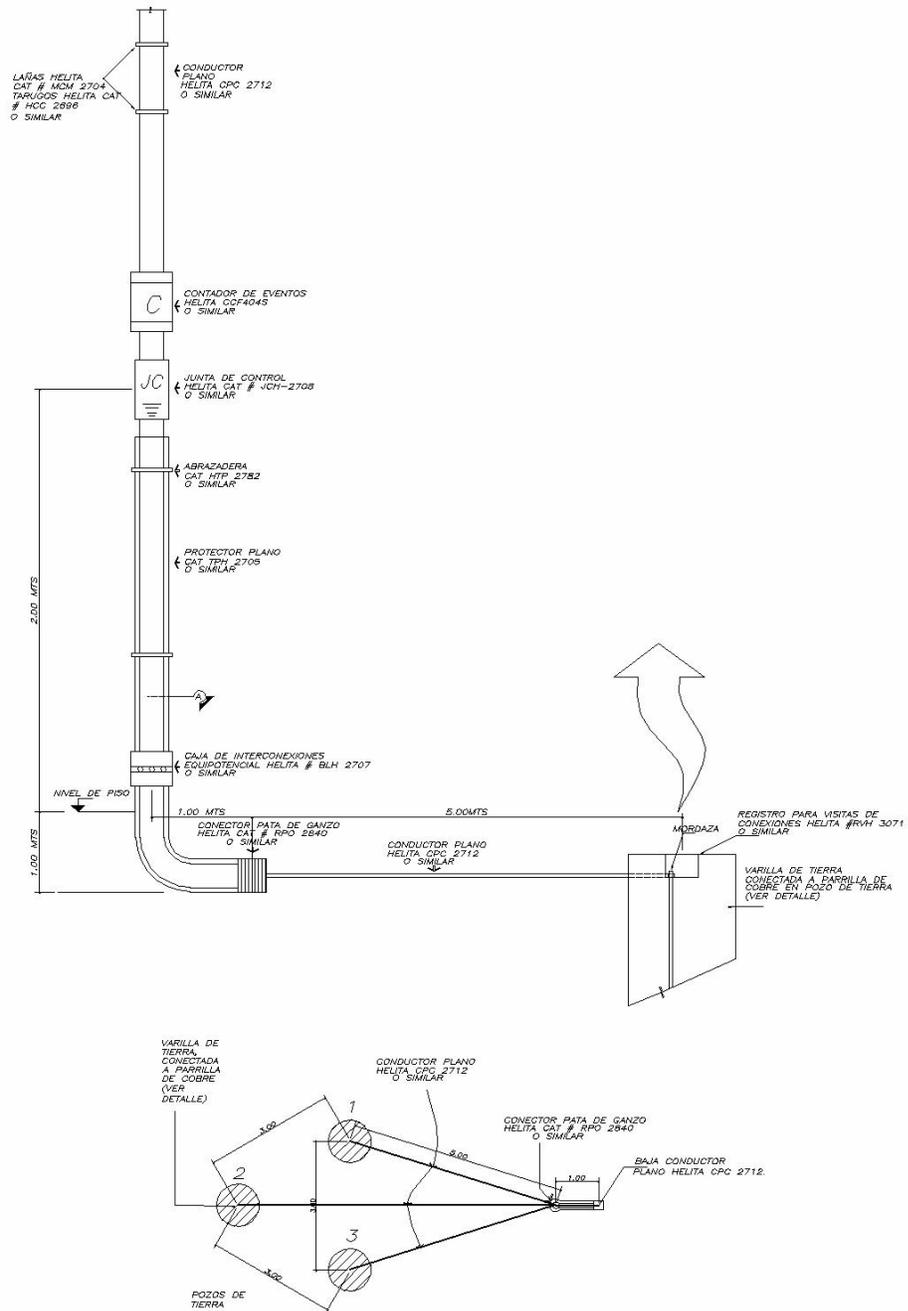


DETALLES DE CONEXION DE MALLA DE SUBESTACION

Figura 66. Alcance de protección de pararrayos

Figura 67. Detalle de bajada de pararrayos y conexión a tierra

DETALLE DE BAJANTE Y CONEXIÓN A TIERRA



11 ANÁLISIS ECONÓMICO

11.1. Incorporación al mercado de mayoristas

11.1.1. Requisitos para la incorporación al mercado de mayoristas

Los agentes del Mercado Mayorista, están definidos en el Artículo 5 del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, y son: Generadores, Distribuidores, Transportistas y Comercializadores. Además de los agentes, se define también a los Grandes Usuarios. Cualquier agente y gran usuario es llamado en general: participante.

Para poder ser Gran Usuario del MM se debe cumplir con el siguiente requisito básico:

Grandes Usuarios: Demanda máxima de al menos 100 KW

Los participantes del Mercado Mayorista, tienen los siguientes derechos y obligaciones, definidos en el artículo 6 del Reglamento del AMM:

Obligaciones:

- No realizar actos contrarios a la libre competencia.
- Cumplir con las normas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

- Obedecer las instrucciones de operación del Administrador del Mercado Mayorista.
- Instalar y mantener en buenas condiciones, los equipos de medición que le sean requeridos por el AMM.
- Los consumidores deben tener contratos de potencia, que les permita cubrir sus requerimientos de demanda firme.

Derechos:

- Operar libremente en el mercado mayorista, de acuerdo a la Ley.
- Acceso a la información sobre modelos y metodología utilizados por el AMM para la programación y el despacho.

Para participar en el Mercado Mayorista deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. Presentar ante el AMM cuando se realicen transacciones en el Mercado a Término, de conformidad con la Norma de Coordinación Comercial No. 13, la siguiente información:
 - Una solicitud indicando que se desea incorporar al mercado a término, un contrato o modificación a un contrato vigente.
 - Declaración Jurada con el resumen de las condiciones contractuales más importantes, tales como: Tipo de Contrato, Precio, plazo, punto de entrega, fórmulas de ajuste, penalizaciones, acuerdos de programas de mantenimiento, acuerdos sobre el pago de peajes y cualquier otra información que las partes consideren conveniente con el objetivo de facilitar la administración del contrato al AMM, de conformidad con la NCC-13.

- Presentar la planilla correspondiente firmada por la parte compradora y vendedora.
- 2 Presentar la información correspondiente a la Norma de Coordinación Operativa No. 1 (NCO-1), Base de Datos, Norma de Coordinación Comercial No. 1 (NCC-1), Coordinación del Despacho de Carga, que le permitan al AMM incluir su operación en los modelos de programación y análisis de sistemas eléctricos de potencia, debiendo incluir la información correspondiente a la Programación de Largo Plazo, Programación Semanal y Despacho Diario.
 - 3 Presentar certificación de inscripción en el Registro del Ministerio de Energía y Minas, haciendo constar en la misma el requisito señalado en el artículo 5 del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista, de que tienen una demanda de potencia, entendida como Demanda Máxima, que exceda 100 kW o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro, en cada punto de medición.
 - 4 Contar con la habilitación por parte del AMM de los equipos de medición, de conformidad con lo establecido en la NCC14, Sistema de Medición Comercial.
 - 5 La información anterior debe ser presentada al AMM a más tardar dos días hábiles antes de la presentación de la información para la programación semanal, si se trata de contratos nuevos o los ya administrados por el AMM si presentan algún cambio en las condiciones del mismo.

- 6 Presentar cada año al AMM a partir de la fecha de inicio de operaciones en el Mercado Mayorista, una declaración jurada de que su demanda excede 100 kW o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro.

11.1.2. Factibilidad de incorporar al mercado de mayoristas el complejo Pamplona

Tabla XXX. Demanda en cada banco del complejo Pamplona.

BANCOS EXISTENTES	DEMANDA EN kw
REHABILITACION	36.4
PSIQUIATRIA	5.63
GINECOOBSTETRICIA 1	14.04
GINECOOBSTETRICIA 2	5.63
GINECOOBSTETRICIA 3	26.03
TOTAL DE DEMANDA	87.73

Dando un total de 87.73 kW, no cumpliendo así con el requisito de tener una demanda máxima de al menos 100 kW para poderse considerar un Gran Usuario y participar en el Mercado Mayorista.

Entonces, podemos afirmar que no es posible en este momento que los hospital de del IGSS se incorpore como miembro del Mercado Mayorista.

Es muy poco lo que hace falta para llegar al requisito básico para la incorporación al mercado de mayorista e incorporarse como un gran usuario ante la AMM.

11.2. Comparación de alimentación en 480 V y 208 V

11.2.1. Alimentación en 480 V

La opción de alimentar los tableros principales en 480 V implica que la subestación sea de este valor de salida e implica el uso de transformadores de tipo seco, 480/208 V, con los valores que se encuentran en las tablas XXI y XXII se puede observar la variación en costos de esta alternativa, el valor directo que implica esta opción asciende a la suma de Q1,309,207.64.

El uso de transformadores secos implica un mayor espacio físico en el área donde se dispone el tablero principal de cada hospital.

11.2.2. Alimentación en 208 V

La opción de alimentar los tableros principales en 208 es la que se eligió aunque es un valor más elevado en costos el cual asciende en el valor directo a esta opción a la suma de Q1,613,692.87.

La diferencia económica entre una y otra opción es de Q304,485.23. se emplea la opción de alimentar todo en 208 V debido a que el mayor problema que se tiene en estas instalaciones es la falta de espacio físico, y se deberían construir ambientes adecuados para la colocación de dichos transformadores secos.

CONCLUSIONES

1. Se hace necesario la remodelación de los alimentadores y tableros, en relación a que la vida útil en un cable radica en su aislamiento y la cantidad de corriente que pasa por el, los tableros de distribución se ven afectados y alterados en su diseño original por el crecimiento de circuitos cargados a estos afectando su operación nominal de sus barras.
2. Un porcentaje bastante alto de las instalaciones actuales se encuentran en mal estado, por lo que la remodelación es de carácter urgente para evitar que el sistema eléctrico de algún módulo u hospital colapsen.
3. Con la unificación de todas las acometidas en una sola subestación se contará con un único sistema eléctrico rentable y seguro que cumpla con las protecciones adecuadas y sea capaz de responder ante fallas tanto internas como externas y mejor calidad de energía.
4. La implementación de la propuesta del nuevo diseño conseguirá, un sistema que cuente con equipos de transformación de muy bajas pérdidas y con alimentadores de calibres y distancias adecuadas que se traducen en ahorro de energía lo cual implica ahorros económicos.
5. El costo económico de la obra se justifica con un sistema eléctrico que será capaz de crecer a medida que las necesidades de las unidades médicas lo requieran durante muchos más años.

6. La elección de una subestación con capacidad de 1 MVA garantiza un factor de crecimiento de un 20% de la carga instalada actual.

7. El uso de una subestación tipo unitaria o encapsulada en vez de una convencional es más rentable en función de seguridad y espacio físico, así también como el tipo de institución donde será instalada.

RECOMENDACIONES

1. No utilizar la canalización existente debido a que es tipo poliducto, y reemplazarla por tubo PVC de 125 PSI. Lo que si se sugiere es seguir las rutas o trazados existentes, ya que estos proporciona las distancias más cortas.
2. Dejar un tablero principal por cada unidad medica administrativamente distinta.
3. Una vez concluido el proyecto y siga creciendo la demanda por remodelaciones o ampliaciones y alcanzar el requisito básico, incorporar a la Asociación de Mercado de Mayoristas (AMM) como un gran usuario y así poder contratar compra de energía en bloque.
4. Mientras no se ejecute la remodelación, préstale atención a la caída de tensión que ocurren en una fase del banco de alimentación del hospital de Rehabilitación, la cual provoca problemas con la iluminación de tipo fluorescente.
5. Confiarle el mantenimiento de las instalaciones eléctricas a personal que tenga conocimientos y capacidad a modo de evitar abandonos o maltratos a tableros y otros componentes como ocurre en la actualidad.
6. Considera una segunda fase de remodelación encaminada a circuitos ramales del sistema eléctrico, como los son iluminación y fuerza.

BIBLIOGRAFÍA

1. Harper, Enrique Gilberto. **El ABC de las instalaciones** eléctricas. Editorial Limusa. Tercera edición, 1994.
2. Koenisberger, Rodolfo. Instalaciones eléctricas. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1982.
3. Méndez, Luis. **Guía para el manual de las instalaciones eléctricas.** Facultad de Ingeniería, 2000.
4. Méndez Celiz, Luis Alfonso. Guía para el diseño de instalaciones eléctricas. Tesis Ing. Mecánico Electricista. Guatemala, universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1992.
5. Díaz, Páblo. **Soluciones practicas.** Para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución. McGraw-Hill.
6. Méndez Celis, Luís Alfonzo. Guía para el diseño de Instalaciones Eléctricas. Ingeniero mecánico electricista. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: 1992.
7. Phelps dodge de Centro América S.A. **Manual eléctrico.** 2a. ed. México Proyección Publicitaria S.A., 1974.
8. **Normas para acometidas de servicio eléctrico.** 12va ed. Guatemala: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A., 1998. 117 pp.

APÉNDICE A

Tabla A-1. Demanda de energía hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	Energía: Act. E (kWh)	Energía: Reac L (kvarh)	Energía: Reac C (kvarh)	0	Fecha de la muestra	Energía: Act. E (kWh)	Energía: Reac L (kvarh)	Energía: Reac C (kvarh)	0
7/24/2006 7:29	0.009373	0.001682		0	7/24/2006 20:15	37.721278	8.112787		0
7/24/2006 7:30	1.03004	0.282571		0	7/24/2006 20:30	38.210044	8.180097		0
7/24/2006 7:45	2.344507	0.577846		0	7/24/2006 20:45	38.968591	8.257136		0
7/24/2006 8:00	3.490181	0.874038		0	7/24/2006 21:00	39.488896	8.331892		0
7/24/2006 8:15	4.501834	1.136128		0	7/24/2006 21:15	40.070772	8.403507		0
7/24/2006 8:30	5.496318	1.355935		0	7/24/2006 21:30	40.536936	8.480079		0
7/24/2006 8:45	6.498108	1.556512		0	7/24/2006 21:45	40.992269	8.55016		0
7/24/2006 9:00	7.499028	1.763702		0	7/24/2006 22:00	41.459907	8.641387		0
7/24/2006 9:15	8.389165	1.952373		0	7/24/2006 22:15	41.894963	8.721552		0
7/24/2006 9:30	9.358453	2.119913		0	7/24/2006 22:30	42.416037	8.822759		0
7/24/2006 9:45	10.286858	2.288507		0	7/24/2006 22:45	42.787119	8.917264		0
7/24/2006 10:00	11.057277	2.455911		0	7/24/2006 23:00	43.128225	9.00892		0
7/24/2006 10:15	11.82094	2.626912		0	7/24/2006 23:15	43.455942	9.116297		0
7/24/2006 10:30	12.574411	2.790442		0	7/24/2006 23:30	43.753014	9.216896		0
7/24/2006 10:45	13.393096	2.952715		0	7/24/2006 23:45	44.057329	9.322725		0
7/24/2006 11:00	14.160611	3.101976		0	7/25/2006 0:00	44.356238	9.425405		0
7/24/2006 11:15	14.919473	3.249192		0	7/25/2006 0:15	44.866232	9.524926		0
7/24/2006 11:30	15.611938	3.412149		0	7/25/2006 0:30	45.171873	9.632194		0
7/24/2006 11:45	16.297323	3.577213		0	7/25/2006 0:45	45.468946	9.732537		0
7/24/2006 12:00	17.131699	3.739983		0	7/25/2006 1:00	45.787361	9.840307		0
7/24/2006 12:15	17.796859	3.902522		0	7/25/2006 1:15	46.13974	9.940103		0
7/24/2006 12:30	18.488585	4.057139		0	7/25/2006 1:30	46.455157	10.055799		0
7/24/2006 12:45	19.269855	4.225691		0	7/25/2006 1:45	46.882811	10.166671		0
7/24/2006 13:00	20.075736	4.385831		0	7/25/2006 2:00	47.145729	10.282811		0
7/24/2006 13:15	20.895327	4.554272		0	7/25/2006 2:15	47.422113	10.400659		0
7/24/2006 13:30	22.124642	4.707768		0	7/25/2006 2:30	47.782348	10.505667		0
7/24/2006 13:45	23.53065	4.866234		0	7/25/2006 2:45	48.160546	10.616752		0
7/24/2006 14:00	24.505019	5.021163		0	7/25/2006 3:00	48.527093	10.720074		0
7/24/2006 14:15	25.296043	5.186707		0	7/25/2006 3:15	48.901347	10.828654		0
7/24/2006 14:30	26.048229	5.348752		0	7/25/2006 3:30	49.268804	10.931954		0
7/24/2006 14:45	26.827553	5.452614		0	7/25/2006 3:45	49.649063	11.026978		0
7/24/2006 15:00	27.717634	5.525988		0	7/25/2006 4:00	50.038046	11.128262		0
7/24/2006 15:15	28.313699	5.599714		0	7/25/2006 4:15	50.416306	11.222306		0
7/24/2006 15:30	28.933332	5.680934		0	7/25/2006 4:30	50.80436	11.322661		0
7/24/2006 15:45	29.535219	5.793169		0	7/25/2006 4:45	51.175213	11.418799		0
7/24/2006 16:00	29.992737	6.016814		0	7/25/2006 5:00	51.541191	11.522486		0
7/24/2006 16:15	30.439176	6.236521		0	7/25/2006 5:15	51.91543	11.626723		0
7/24/2006 16:30	30.897787	6.465496		0	7/25/2006 5:30	52.861463	11.705979		0
7/24/2006 16:45	31.356357	6.687805		0	7/25/2006 5:45	53.63523	11.792599		0
7/24/2006 17:00	31.838614	6.918967		0	7/25/2006 6:00	54.793267	11.856527		0
7/24/2006 17:15	32.26639	7.086982		0	7/25/2006 6:15	55.951455	11.924943		0
7/24/2006 17:30	32.688832	7.21894		0	7/25/2006 6:30	57.755144	11.981043		0
7/24/2006 17:45	33.433483	7.333077		0	7/25/2006 6:45	59.524863	12.058918		0
7/24/2006 18:00	34.048346	7.442471		0	7/25/2006 7:00	61.308243	12.339845		0
7/24/2006 18:15	34.51252	7.513049		0	7/25/2006 7:15	62.494476	12.618629		0
7/24/2006 18:30	35.206615	7.578373		0	7/25/2006 7:30	63.69286	12.911352		0
7/24/2006 18:45	35.633595	7.659571		0	7/25/2006 7:45	64.853273	13.228057		0
7/24/2006 19:00	35.907269	7.743597		0	7/25/2006 8:00	66.114271	13.563052		0
7/24/2006 19:15	36.239713	7.824976		0	7/25/2006 8:15	67.329281	13.884167		0
7/24/2006 19:30	36.560097	7.898662		0	7/25/2006 8:30	68.678511	14.146599		0
7/24/2006 19:45	36.887629	7.978172		0	7/25/2006 8:45	70.109253	14.406438		0
7/24/2006 20:00	37.268157	8.04509		0					

Tabla A-2. Corriente en cada línea hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	Corriente: L1 (A)	Corriente: L3 (A)	Corriente: III (A)	Fecha de la muestra	Corriente: L1 (A)	Corriente: L3 (A)	Corriente: III (A)
7/24/2006 7:29	27.898	25.689	17.862	7/24/2006 20:15	15.01	0	5.003
7/24/2006 7:30	34.873	34.101	22.991	7/24/2006 20:30	16.147	0	5.382
7/24/2006 7:45	44.198	60.851	35.016	7/24/2006 20:45	25.093	0	8.364
7/24/2006 8:00	39.043	47.968	29.003	7/24/2006 21:00	17.057	3.334	6.797
7/24/2006 8:15	34.721	45.922	26.881	7/24/2006 21:15	19.18	4.925	8.035
7/24/2006 8:30	34.115	44.482	26.199	7/24/2006 21:30	15.238	6.82	7.352
7/24/2006 8:45	34.267	42.057	25.441	7/24/2006 21:45	14.859	7.956	7.605
7/24/2006 9:00	34.115	38.799	24.304	7/24/2006 22:00	15.389	7.426	7.605
7/24/2006 9:15	30.248	41.679	23.975	7/24/2006 22:15	14.328	7.426	7.251
7/24/2006 9:30	32.75	19.323	17.357	7/24/2006 22:30	17.36	6.441	7.933
7/24/2006 9:45	31.537	13.64	15.059	7/24/2006 22:45	12.357	5.38	5.912
7/24/2006 10:00	26.458	8.79	11.749	7/24/2006 23:00	11.371	6.668	6.013
7/24/2006 10:15	26.306	3.334	9.88	7/24/2006 23:15	11.144	6.062	5.735
7/24/2006 10:30	26.003	3.106	9.703	7/24/2006 23:30	10.082	5.456	5.179
7/24/2006 10:45	28.05	0	9.35	7/24/2006 23:45	10.386	6.895	5.76
7/24/2006 11:00	26.306	0	8.768	7/25/2006 0:00	10.158	5.759	5.305
7/24/2006 11:15	26.003	0	8.667	7/25/2006 0:15	16.83	11.67	9.5
7/24/2006 11:30	23.956	0	7.985	7/25/2006 0:30	10.386	7.047	5.811
7/24/2006 11:45	23.501	0	7.833	7/25/2006 0:45	10.082	5.91	5.33
7/24/2006 12:00	28.202	0	9.4	7/25/2006 1:00	10.765	6.592	5.785
7/24/2006 12:15	22.819	0	7.606	7/25/2006 1:15	11.75	6.365	6.038
7/24/2006 12:30	23.577	0	7.859	7/25/2006 1:30	10.765	5.91	5.558
7/24/2006 12:45	26.61	0	8.87	7/25/2006 1:45	14.328	11.897	8.741
7/24/2006 13:00	27.443	0	9.147	7/25/2006 2:00	9.173	6.213	5.128
7/24/2006 13:15	27.898	0	9.299	7/25/2006 2:15	9.628	6.289	5.305
7/24/2006 13:30	41.317	4.849	15.388	7/25/2006 2:30	12.054	7.199	6.417
7/24/2006 13:45	47.23	4.698	17.309	7/25/2006 2:45	12.584	5.683	6.089
7/24/2006 14:00	33.129	0	11.043	7/25/2006 3:00	12.205	6.441	6.215
7/24/2006 14:15	27.216	0	9.072	7/25/2006 3:15	12.508	6.517	6.341
7/24/2006 14:30	26.003	0	8.667	7/25/2006 3:30	12.281	5.607	5.962
7/24/2006 14:45	26.61	0	8.87	7/25/2006 3:45	12.584	6.82	6.468
7/24/2006 15:00	30.097	0	10.032	7/25/2006 4:00	12.888	5.986	6.291
7/24/2006 15:15	20.165	0	6.721	7/25/2006 4:15	12.584	5.607	6.063
7/24/2006 15:30	20.924	0	6.974	7/25/2006 4:30	12.888	7.274	6.72
7/24/2006 15:45	20.393	0	6.797	7/25/2006 4:45	12.357	5.683	6.013
7/24/2006 16:00	16.754	0	5.584	7/25/2006 5:00	12.281	6.062	6.114
7/24/2006 16:15	16.375	0	5.458	7/25/2006 5:15	12.584	7.047	6.543
7/24/2006 16:30	16.83	0	5.61	7/25/2006 5:30	31.082	19.172	16.751
7/24/2006 16:45	16.754	0	5.584	7/25/2006 5:45	25.776	7.956	11.244
7/24/2006 17:00	17.512	0	5.837	7/25/2006 6:00	38.209	23.794	20.667
7/24/2006 17:15	15.162	0	5.054	7/25/2006 6:15	38.133	22.658	20.263
7/24/2006 17:30	14.555	0	4.851	7/25/2006 6:30	59.133	40.163	33.098
7/24/2006 17:45	24.638	0	8.212	7/25/2006 6:45	57.92	41.375	33.098
7/24/2006 18:00	20.469	0	6.823	7/25/2006 7:00	59.588	37.132	32.24
7/24/2006 18:15	15.389	0	5.129	7/25/2006 7:15	40.559	30.918	23.825
7/24/2006 18:30	22.743	0	7.581	7/25/2006 7:30	41.014	31.676	24.23
7/24/2006 18:45	14.252	0	4.75	7/25/2006 7:45	40.028	34.252	24.76
7/24/2006 19:00	9.324	0	3.108	7/25/2006 8:00	43.44	43.8	29.08
7/24/2006 19:15	11.22	0	3.74	7/25/2006 8:15	41.62	45.392	29.004
7/24/2006 19:30	10.841	0	3.613	7/25/2006 8:30	45.714	44.71	30.141
7/24/2006 19:45	11.068	0	3.689	7/25/2006 8:45	48.216	44.785	31
7/24/2006 20:00	12.736	0	4.245				

Tabla A-3. Voltaje de línea a neutro hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	Tension: L1 (V)	Tension: L3 (V)	Fecha de la muestra	Tension: L1 (V)	Tension: L3 (V)
7/24/2006 7:29	122	122	7/24/2006 20:15	121	122
7/24/2006 7:30	121	121	7/24/2006 20:30	122	122
7/24/2006 7:45	122	121	7/24/2006 20:45	122	123
7/24/2006 8:00	121	121	7/24/2006 21:00	123	123
7/24/2006 8:15	121	120	7/24/2006 21:15	123	123
7/24/2006 8:30	120	120	7/24/2006 21:30	123	123
7/24/2006 8:45	120	120	7/24/2006 21:45	123	123
7/24/2006 9:00	120	120	7/24/2006 22:00	123	123
7/24/2006 9:15	121	120	7/24/2006 22:15	123	123
7/24/2006 9:30	120	120	7/24/2006 22:30	122	123
7/24/2006 9:45	120	119	7/24/2006 22:45	122	123
7/24/2006 10:00	119	119	7/24/2006 23:00	122	123
7/24/2006 10:15	119	119	7/24/2006 23:15	123	123
7/24/2006 10:30	119	119	7/24/2006 23:30	123	123
7/24/2006 10:45	119	119	7/24/2006 23:45	122	123
7/24/2006 11:00	119	119	7/25/2006 0:00	123	123
7/24/2006 11:15	119	119	7/25/2006 0:15	123	123
7/24/2006 11:30	119	119	7/25/2006 0:30	123	123
7/24/2006 11:45	120	119	7/25/2006 0:45	123	123
7/24/2006 12:00	120	120	7/25/2006 1:00	123	123
7/24/2006 12:15	120	120	7/25/2006 1:15	123	123
7/24/2006 12:30	120	120	7/25/2006 1:30	123	123
7/24/2006 12:45	120	120	7/25/2006 1:45	123	123
7/24/2006 13:00	120	120	7/25/2006 2:00	123	123
7/24/2006 13:15	120	120	7/25/2006 2:15	123	123
7/24/2006 13:30	119	120	7/25/2006 2:30	123	123
7/24/2006 13:45	119	119	7/25/2006 2:45	123	124
7/24/2006 14:00	119	119	7/25/2006 3:00	123	123
7/24/2006 14:15	119	119	7/25/2006 3:15	123	123
7/24/2006 14:30	118	119	7/25/2006 3:30	123	123
7/24/2006 14:45	119	120	7/25/2006 3:45	123	123
7/24/2006 15:00	119	120	7/25/2006 4:00	123	123
7/24/2006 15:15	120	120	7/25/2006 4:15	123	123
7/24/2006 15:30	120	120	7/25/2006 4:30	123	123
7/24/2006 15:45	120	120	7/25/2006 4:45	122	123
7/24/2006 16:00	121	121	7/25/2006 5:00	122	123
7/24/2006 16:15	121	121	7/25/2006 5:15	122	122
7/24/2006 16:30	121	121	7/25/2006 5:30	121	122
7/24/2006 16:45	121	121	7/25/2006 5:45	121	122
7/24/2006 17:00	121	122	7/25/2006 6:00	121	121
7/24/2006 17:15	121	121	7/25/2006 6:15	121	121
7/24/2006 17:30	122	122	7/25/2006 6:30	121	122
7/24/2006 17:45	122	122	7/25/2006 6:45	121	122
7/24/2006 18:00	122	122	7/25/2006 7:00	121	121
7/24/2006 18:15	122	123	7/25/2006 7:15	120	121
7/24/2006 18:30	122	123	7/25/2006 7:30	120	120
7/24/2006 18:45	122	123	7/25/2006 7:45	120	120
7/24/2006 19:00	123	123	7/25/2006 8:00	120	120
7/24/2006 19:15	122	122	7/25/2006 8:15	121	121
7/24/2006 19:30	121	122	7/25/2006 8:30	120	120
7/24/2006 19:45	121	121	7/25/2006 8:45	121	121
7/24/2006 20:00	121	121			

Tabla A-4. Factor de potencia hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	Factor pot.: L1	Factor pot.: L3	Fecha de la muestra	Factor pot.: L1	Factor pot.: L3
7/24/2006 7:29	0.97	0.97	7/24/2006 20:15	0.98	0.97
7/24/2006 7:30	0.95	0.97	7/24/2006 20:30	0.98	0.96
7/24/2006 7:45	0.97	0.97	7/24/2006 20:45	0.98	0.99
7/24/2006 8:00	0.96	0.96	7/24/2006 21:00	0.98	0.98
7/24/2006 8:15	0.96	0.97	7/24/2006 21:15	0.98	0.99
7/24/2006 8:30	0.96	0.97	7/24/2006 21:30	0.98	0.99
7/24/2006 8:45	0.97	0.96	7/24/2006 21:45	0.98	0.96
7/24/2006 9:00	0.97	0.97	7/24/2006 22:00	0.98	0.96
7/24/2006 9:15	0.97	0.97	7/24/2006 22:15	0.98	0.96
7/24/2006 9:30	0.98	0.97	7/24/2006 22:30	0.97	0.96
7/24/2006 9:45	0.97	0.97	7/24/2006 22:45	0.97	0.97
7/24/2006 10:00	0.97	0.99	7/24/2006 23:00	0.97	0.98
7/24/2006 10:15	0.97	0.99	7/24/2006 23:15	0.95	0.98
7/24/2006 10:30	0.97	0.98	7/24/2006 23:30	0.95	0.98
7/24/2006 10:45	0.97	0.97	7/24/2006 23:45	0.95	0.98
7/24/2006 11:00	0.97	0.97	7/25/2006 0:00	0.95	0.98
7/24/2006 11:15	0.97	0.97	7/25/2006 0:15	0.98	0.98
7/24/2006 11:30	0.96	0.9	7/25/2006 0:30	0.95	0.98
7/24/2006 11:45	0.97	0.9	7/25/2006 0:45	0.95	0.96
7/24/2006 12:00	0.97	0.92	7/25/2006 1:00	0.95	0.96
7/24/2006 12:15	0.96	0.94	7/25/2006 1:15	0.97	0.96
7/24/2006 12:30	0.97	0.98	7/25/2006 1:30	0.94	0.96
7/24/2006 12:45	0.97	0.98	7/25/2006 1:45	0.96	0.97
7/24/2006 13:00	0.97	0.98	7/25/2006 2:00	0.92	0.97
7/24/2006 13:15	0.97	0.99	7/25/2006 2:15	0.92	0.97
7/24/2006 13:30	0.99	0.97	7/25/2006 2:30	0.96	0.97
7/24/2006 13:45	0.99	0.95	7/25/2006 2:45	0.96	0.97
7/24/2006 14:00	0.98	0.96	7/25/2006 3:00	0.96	0.95
7/24/2006 14:15	0.97	0.96	7/25/2006 3:15	0.96	0.97
7/24/2006 14:30	0.97	0.98	7/25/2006 3:30	0.96	0.96
7/24/2006 14:45	0.97	0.96	7/25/2006 3:45	0.97	0.96
7/24/2006 15:00	0.98	0.96	7/25/2006 4:00	0.97	0.96
7/24/2006 15:15	0.98	0.96	7/25/2006 4:15	0.97	0.97
7/24/2006 15:30	0.98	0.96	7/25/2006 4:30	0.97	0.97
7/24/2006 15:45	0.97	0.96	7/25/2006 4:45	0.97	0.97
7/24/2006 16:00	0.9	0.97	7/25/2006 5:00	0.97	0.98
7/24/2006 16:15	0.89	0.98	7/25/2006 5:15	0.96	0.97
7/24/2006 16:30	0.89	0.98	7/25/2006 5:30	0.99	0.97
7/24/2006 16:45	0.9	0.98	7/25/2006 5:45	0.98	0.97
7/24/2006 17:00	0.9	0.98	7/25/2006 6:00	0.99	0.94
7/24/2006 17:15	0.92	0.98	7/25/2006 6:15	0.99	0.96
7/24/2006 17:30	0.94	0.98	7/25/2006 6:30	1	0.92
7/24/2006 17:45	0.98	0.98	7/25/2006 6:45	1	0.92
7/24/2006 18:00	0.98	0.96	7/25/2006 7:00	0.98	0.96
7/24/2006 18:15	0.98	0.96	7/25/2006 7:15	0.96	0.96
7/24/2006 18:30	0.99	0.96	7/25/2006 7:30	0.96	0.96
7/24/2006 18:45	0.97	0.96	7/25/2006 7:45	0.96	0.96
7/24/2006 19:00	0.95	0.97	7/25/2006 8:00	0.96	0.92
7/24/2006 19:15	0.96	0.97	7/25/2006 8:15	0.96	0.92
7/24/2006 19:30	0.96	0.97	7/25/2006 8:30	0.97	0.96
7/24/2006 19:45	0.97	0.97	7/25/2006 8:45	0.98	0.96
7/24/2006 20:00	0.98	0.97			

Tabla A-5. Potencia activa en cada línea hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	P. Activa: L1 (kW)	P. Activa: L3 (kW)	P. Activa: III (kW)	Fecha de la muestra	P. Activa: L1 (kW)	P. Activa: L3 (kW)	P. Activa: III (kW)
7/24/2006 7:29	3.318	3.071	6.389	7/24/2006 20:15	1.807	0.000	1.807
7/24/2006 7:30	4.065	4.044	8.109	7/24/2006 20:30	1.946	0.000	1.946
7/24/2006 7:45	5.247	7.216	12.463	7/24/2006 20:45	3.023	0.000	3.023
7/24/2006 8:00	4.569	5.688	10.257	7/24/2006 21:00	2.067	0.385	2.452
7/24/2006 8:15	4.031	5.400	9.431	7/24/2006 21:15	2.311	0.569	2.880
7/24/2006 8:30	3.961	5.231	9.192	7/24/2006 21:30	1.859	0.789	2.648
7/24/2006 8:45	3.996	4.946	8.942	7/24/2006 21:45	1.807	0.920	2.727
7/24/2006 9:00	3.996	4.563	8.559	7/24/2006 22:00	1.859	0.868	2.727
7/24/2006 9:15	3.544	4.951	8.495	7/24/2006 22:15	1.737	0.868	2.605
7/24/2006 9:30	3.874	2.272	6.146	7/24/2006 22:30	2.067	0.753	2.820
7/24/2006 9:45	3.701	1.591	5.292	7/24/2006 22:45	1.476	0.622	2.098
7/24/2006 10:00	3.075	1.025	4.100	7/24/2006 23:00	1.355	0.771	2.126
7/24/2006 10:15	3.04	0.389	3.429	7/24/2006 23:15	1.303	0.708	2.011
7/24/2006 10:30	3.006	0.359	3.365	7/24/2006 23:30	1.181	0.631	1.812
7/24/2006 10:45	3.266	0.000	3.266	7/24/2006 23:45	1.216	0.806	2.022
7/24/2006 11:00	3.058	0.000	3.058	7/25/2006 0:00	1.181	0.680	1.861
7/24/2006 11:15	3.023	0.000	3.023	7/25/2006 0:15	2.032	1.364	3.396
7/24/2006 11:30	2.762	0.000	2.762	7/25/2006 0:30	1.216	0.815	2.031
7/24/2006 11:45	2.728	0.000	2.728	7/25/2006 0:45	1.181	0.705	1.886
7/24/2006 12:00	3.318	0.000	3.318	7/25/2006 1:00	1.268	0.795	2.063
7/24/2006 12:15	2.658	0.000	2.658	7/25/2006 1:15	1.407	0.759	2.166
7/24/2006 12:30	2.762	0.000	2.762	7/25/2006 1:30	1.251	0.691	1.942
7/24/2006 12:45	3.11	0.000	3.110	7/25/2006 1:45	1.702	1.405	3.107
7/24/2006 13:00	3.214	0.000	3.214	7/25/2006 2:00	1.042	0.734	1.776
7/24/2006 13:15	3.266	0.000	3.266	7/25/2006 2:15	1.094	0.743	1.837
7/24/2006 13:30	4.9	0.570	5.470	7/25/2006 2:30	1.424	0.850	2.274
7/24/2006 13:45	5.612	0.548	6.160	7/25/2006 2:45	1.511	0.677	2.188
7/24/2006 14:00	3.892	0.000	3.892	7/25/2006 3:00	1.459	0.768	2.227
7/24/2006 14:15	3.145	0.000	3.145	7/25/2006 3:15	1.494	0.770	2.264
7/24/2006 14:30	3.006	0.000	3.006	7/25/2006 3:30	1.459	0.662	2.121
7/24/2006 14:45	3.11	0.000	3.110	7/25/2006 3:45	1.511	0.814	2.325
7/24/2006 15:00	3.544	0.000	3.544	7/25/2006 4:00	1.546	0.722	2.268
7/24/2006 15:15	2.38	0.000	2.380	7/25/2006 4:15	1.511	0.669	2.180
7/24/2006 15:30	2.467	0.000	2.467	7/25/2006 4:30	1.546	0.868	2.414
7/24/2006 15:45	2.397	0.000	2.397	7/25/2006 4:45	1.476	0.685	2.161
7/24/2006 16:00	1.824	0.000	1.824	7/25/2006 5:00	1.459	0.731	2.190
7/24/2006 16:15	1.772	0.000	1.772	7/25/2006 5:15	1.494	0.843	2.337
7/24/2006 16:30	1.824	0.000	1.824	7/25/2006 5:30	3.77	2.292	6.062
7/24/2006 16:45	1.824	0.000	1.824	7/25/2006 5:45	3.092	0.951	4.043
7/24/2006 17:00	1.911	0.000	1.911	7/25/2006 6:00	4.622	2.821	7.443
7/24/2006 17:15	1.702	0.000	1.702	7/25/2006 6:15	4.622	2.659	7.281
7/24/2006 17:30	1.685	0.000	1.685	7/25/2006 6:30	7.211	4.753	11.964
7/24/2006 17:45	2.971	0.000	2.971	7/25/2006 6:45	7.072	4.896	11.968
7/24/2006 18:00	2.45	0.000	2.450	7/25/2006 7:00	7.124	4.403	11.527
7/24/2006 18:15	1.841	0.000	1.841	7/25/2006 7:15	4.726	3.666	8.392
7/24/2006 18:30	2.762	0.000	2.762	7/25/2006 7:30	4.778	3.687	8.465
7/24/2006 18:45	1.702	0.000	1.702	7/25/2006 7:45	4.622	3.905	8.527
7/24/2006 19:00	1.077	0.000	1.077	7/25/2006 8:00	5.039	5.046	10.085
7/24/2006 19:15	1.32	0.000	1.320	7/25/2006 8:15	4.847	5.328	10.175
7/24/2006 19:30	1.268	0.000	1.268	7/25/2006 8:30	5.386	5.258	10.644
7/24/2006 19:45	1.303	0.000	1.303	7/25/2006 8:45	5.716	5.256	10.972
7/24/2006 20:00	1.511	0.000	1.511				

Tabla A-6. Potencia reactiva en cada línea hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	POT. INDUCTIVA			POT. CAPACITIVA		
	L1 (kvar)	L3 (kvar)	III (kvar)	L1 (kvar)	L3 (kvar)	III (kvar)
7/24/2006 7:29	0.538	0.762	1.300	0	0	0
7/24/2006 7:30	1.112	1.003	2.115	0	0	0
7/24/2006 7:45	1.164	1.790	2.954	0	0	0
7/24/2006 8:00	1.181	1.625	2.806	0	0	0
7/24/2006 8:15	1.042	1.340	2.382	0	0	0
7/24/2006 8:30	0.868	1.298	2.166	0	0	0
7/24/2006 8:45	0.799	1.413	2.212	0	0	0
7/24/2006 9:00	0.816	1.132	1.948	0	0	0
7/24/2006 9:15	0.747	1.216	1.963	0	0	0
7/24/2006 9:30	0.66	0.564	1.224	0	0	0
7/24/2006 9:45	0.66	0.395	1.055	0	0	0
7/24/2006 10:00	0.66	0.148	0.808	0	0	0
7/24/2006 10:15	0.677	0.056	0.733	0	0	0
7/24/2006 10:30	0.642	0.074	0.716	0	0	0
7/24/2006 10:45	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 11:00	0.59	0.000	0.590	0	0	0
7/24/2006 11:15	0.573	0.000	0.573	0	0	0
7/24/2006 11:30	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 11:45	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 12:00	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 12:15	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 12:30	0.608	0.000	0.608	0	0	0
7/24/2006 12:45	0.66	0.000	0.660	0	0	0
7/24/2006 13:00	0.625	0.000	0.625	0	0	0
7/24/2006 13:15	0.66	0.000	0.660	0	0	0
7/24/2006 13:30	0.608	0.141	0.749	0	0	0
7/24/2006 13:45	0.625	0.175	0.800	0	0	0
7/24/2006 14:00	0.608	0.000	0.608	0	0	0
7/24/2006 14:15	0.66	0.000	0.660	0	0	0
7/24/2006 14:30	0.642	0.000	0.642	0	0	0
7/24/2006 14:45	0.399	0.000	0.399	0	0	0
7/24/2006 15:00	0.278	0.000	0.278	0	0	0
7/24/2006 15:15	0.278	0.000	0.278	0	0	0
7/24/2006 15:30	0.312	0.000	0.312	0	0	0
7/24/2006 15:45	0.434	0.000	0.434	0	0	0
7/24/2006 16:00	0.886	0.000	0.886	0	0	0
7/24/2006 16:15	0.868	0.000	0.868	0	0	0
7/24/2006 16:30	0.903	0.000	0.903	0	0	0
7/24/2006 16:45	0.886	0.000	0.886	0	0	0
7/24/2006 17:00	0.92	0.000	0.920	0	0	0
7/24/2006 17:15	0.66	0.000	0.660	0	0	0
7/24/2006 17:30	0.521	0.000	0.521	0	0	0
7/24/2006 17:45	0.451	0.000	0.451	0	0	0
7/24/2006 18:00	0.434	0.000	0.434	0	0	0
7/24/2006 18:15	0.278	0.000	0.278	0	0	0
7/24/2006 18:30	0.26	0.000	0.260	0	0	0
7/24/2006 18:45	0.312	0.000	0.312	0	0	0
7/24/2006 19:00	0.33	0.000	0.330	0	0	0
7/24/2006 19:15	0.312	0.000	0.312	0	0	0
7/24/2006 19:30	0.278	0.000	0.278	0	0	0
7/24/2006 19:45	0.312	0.000	0.312	0	0	0
7/24/2006 20:00	0.26	0.000	0.260	0	0	0
7/24/2006 20:15	0.26	0.000	0.260	0	0	0
7/24/2006 20:30	0.26	0.000	0.260	0	0	0
7/24/2006 20:45	0.295	0.000	0.295	0	0	0
7/24/2006 21:00	0.295	0.082	0.377	0	0	0
7/24/2006 21:15	0.278	0.085	0.363	0	0	0
7/24/2006 21:30	0.295	0.118	0.413	0	0	0
7/24/2006 21:45	0.278	0.274	0.552	0	0	0
7/24/2006 22:00	0.347	0.256	0.603	0	0	0
7/24/2006 22:15	0.312	0.256	0.568	0	0	0
7/24/2006 22:30	0.399	0.222	0.621	0	0	0
7/24/2006 22:45	0.364	0.161	0.525	0	0	0
7/24/2006 23:00	0.364	0.163	0.527	0	0	0
7/24/2006 23:15	0.417	0.148	0.565	0	0	0
7/24/2006 23:30	0.399	0.134	0.533	0	0	0
7/24/2006 23:45	0.417	0.169	0.586	0	0	0
7/25/2006 0:00	0.399	0.141	0.540	0	0	0
7/25/2006 0:15	0.382	0.286	0.668	0	0	0
7/25/2006 0:30	0.417	0.172	0.589	0	0	0
7/25/2006 0:45	0.399	0.204	0.603	0	0	0
7/25/2006 1:00	0.417	0.227	0.644	0	0	0
7/25/2006 1:15	0.382	0.219	0.601	0	0	0
7/25/2006 1:30	0.451	0.204	0.655	0	0	0
7/25/2006 1:45	0.434	0.356	0.790	0	0	0
7/25/2006 2:00	0.451	0.186	0.637	0	0	0
7/25/2006 2:15	0.469	0.188	0.657	0	0	0
7/25/2006 2:30	0.417	0.215	0.632	0	0	0
7/25/2006 2:45	0.434	0.171	0.605	0	0	0
7/25/2006 3:00	0.399	0.247	0.646	0	0	0
7/25/2006 3:15	0.417	0.195	0.612	0	0	0
7/25/2006 3:30	0.399	0.193	0.592	0	0	0
7/25/2006 3:45	0.364	0.235	0.599	0	0	0
7/25/2006 4:00	0.399	0.206	0.605	0	0	0
7/25/2006 4:15	0.364	0.168	0.532	0	0	0
7/25/2006 4:30	0.399	0.218	0.617	0	0	0
7/25/2006 4:45	0.382	0.170	0.552	0	0	0
7/25/2006 5:00	0.399	0.148	0.547	0	0	0
7/25/2006 5:15	0.399	0.209	0.608	0	0	0
7/25/2006 5:30	0.312	0.569	0.881	0	0	0
7/25/2006 5:45	0.33	0.236	0.566	0	0	0
7/25/2006 6:00	0.243	0.982	1.225	0	0	0
7/25/2006 6:15	0.26	0.768	1.028	0	0	0
7/25/2006 6:30	0.208	1.920	2.128	0	0	0
7/25/2006 6:45	0.295	1.978	2.273	0	0	0
7/25/2006 7:00	1.112	1.258	2.370	0	0	0
7/25/2006 7:15	1.112	1.048	2.160	0	0	0
7/25/2006 7:30	1.164	1.064	2.228	0	0	0
7/25/2006 7:45	1.251	1.151	2.402	0	0	0
7/25/2006 8:00	1.337	2.060	3.397	0	0	0
7/25/2006 8:15	1.268	2.153	3.421	0	0	0
7/25/2006 8:30	1.042	1.502	2.544	0	0	0
7/25/2006 8:45	1.025	1.517	2.542	0	0	0

Tabla A-7. Armónicos de voltaje y corriente en cada línea hospital de Psiquiatría

	%V L1 (%Vn)	%V L3 (%Vn)	%I L1 (%In)	%I L3 (%In)
Armónico 2	2.935	3.895	3.471	3.349
Armónico 3	1.626	1.599	12.959	13.605
Armónico 4	0.835	1.310	2.922	3.625
Armónico 5	1.959	1.995	3.590	3.831
Armónico 6	0.954	0.929	0.433	0.951
Armónico 7	0.250	1.520	1.329	1.105
Armónico 8	0.349	1.002	0.999	0.562
Armónico 9	0.882	0.523	1.009	1.928
Armónico 10	0.465	0.547	0.603	1.114
Armónico 11	0.387	0.630	0.346	1.017
Armónico 12	0.386	0.565	0.524	0.996
Armónico 13	0.301	0.436	0.305	0.467
Armónico 14	0.312	0.418	0.417	0.662
Armónico 15	0.319	0.427	0.176	0.448
Armónico 16	0.290	0.460	0.342	0.393
Armónico 17	0.265	0.376	0.164	0.535
Armónico 18	0.229	0.352	0.249	0.401
Armónico 19	0.269	0.344	0.193	0.483
Armónico 20	0.224	0.306	0.294	0.493
Armónico 21	0.235	0.370	0.148	0.431
Armónico 22	0.194	0.317	0.165	0.457
Armónico 23	0.157	0.318	0.168	0.346
Armónico 24	0.166	0.333	0.215	0.407
Armónico 25	0.191	0.283	0.171	0.381
Armónico 26	0.221	0.290	0.209	0.330
Armónico 27	0.270	0.321	0.165	0.390
Armónico 28	0.165	0.304	0.123	0.361
Armónico 29	0.206	0.300	0.168	0.361
Armónico 30	0.172	0.294	0.140	0.361

Tabla A-8.Tasa de distorsión armónica hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
7/24/2006 7:29	4.4	5.6	14.2	15.2
7/24/2006 7:30	1.8	1.7	15.1	17.9
7/24/2006 7:45	1.9	1.8	12.9	8.5
7/24/2006 8:00	1.9	1.9	14	16.8
7/24/2006 8:15	2	2	15.2	17.2
7/24/2006 8:30	2.1	2.2	15.7	12.3
7/24/2006 8:45	2.2	2.1	16.1	15.7
7/24/2006 9:00	2.2	2.4	15.5	16.8
7/24/2006 9:15	2.2	2.2	13.5	16.7
7/24/2006 9:30	2.2	2.4	12.1	16.3
7/24/2006 9:45	2.4	2.4	11.4	19
7/24/2006 10:00	2.3	2.3	14.1	17
7/24/2006 10:15	2.2	2.2	14.4	35.7
7/24/2006 10:30	2.3	2.4	14.3	38.6
7/24/2006 10:45	2.4	2.4	14.5	28.9
7/24/2006 11:00	2.3	2.4	14.5	50.4
7/24/2006 11:15	2.4	2.3	13.2	55.4
7/24/2006 11:30	2.4	2.3	14.3	54.5
7/24/2006 11:45	2.4	2.5	12.4	52.6
7/24/2006 12:00	2.2	2.2	10.6	55.1
7/24/2006 12:15	2.4	2.3	12.6	57
7/24/2006 12:30	2.2	2.3	13.3	53.6
7/24/2006 12:45	2.3	2.2	13.7	59.8
7/24/2006 13:00	2.4	2.5	12.8	53.4
7/24/2006 13:15	2.4	2.4	12.7	47.5
7/24/2006 13:30	2.5	2.5	12.3	55.5
7/24/2006 13:45	2.5	2.5	4.5	41.3
7/24/2006 14:00	2.4	2.3	4.7	41.7
7/24/2006 14:15	2.4	2.5	12.9	57.6
7/24/2006 14:30	2.4	2.4	13.8	54.2
7/24/2006 14:45	2.4	2.4	14.1	49
7/24/2006 15:00	2.4	2.4	21.8	57.6
7/24/2006 15:15	2.4	2.4	18.1	43.5
7/24/2006 15:30	2.4	2.4	15.9	46
7/24/2006 15:45	2.4	2.5	14.8	0
7/24/2006 16:00	2.3	2.4	10.9	0
7/24/2006 16:15	2.3	2.3	11.6	0
7/24/2006 16:30	2.3	2.2	11.2	0
7/24/2006 16:45	2.3	2.2	11	0
7/24/2006 17:00	2.2	2.2	11.1	0
7/24/2006 17:15	2.2	2.2	10.7	0
7/24/2006 17:30	2.2	2.2	18.6	0
7/24/2006 17:45	2.2	2.2	16.9	0
7/24/2006 18:00	2.2	2.3	12.2	0
7/24/2006 18:15	2.3	2.3	15.9	0
7/24/2006 18:30	2.2	2.2	11.6	0
7/24/2006 18:45	2.2	2.2	6	15.1
7/24/2006 19:00	2.2	2.2	14.9	13.2
7/24/2006 19:15	2.2	2.2	15.6	10
7/24/2006 19:30	2.3	2.2	16.6	0
7/24/2006 19:45	2.1	2.2	16.9	0

Fecha de la muestra	%V L1 (%V THD)	%V L3 (%V THD)	%I L1 (%I THD)	%I L3 (%I THD)
7/24/2006 20:00	1.9	2	17	0
7/24/2006 20:15	2.1	2	12.5	0
7/24/2006 20:30	2.1	2	11.6	0
7/24/2006 20:45	2.1	2.1	22.5	0
7/24/2006 21:00	2.3	2.2	16.7	0
7/24/2006 21:15	2.2	2.2	12.3	8.6
7/24/2006 21:30	2.3	2.2	11.8	12.2
7/24/2006 21:45	2.4	2.4	12.1	15.8
7/24/2006 22:00	2.2	2.2	12.3	14.8
7/24/2006 22:15	2.2	2.2	12	13.3
7/24/2006 22:30	2.2	2.1	11.8	10.4
7/24/2006 22:45	2	1.9	8.8	12.7
7/24/2006 23:00	1.8	1.9	6.9	11.5
7/24/2006 23:15	1.7	1.8	7	8.6
7/24/2006 23:30	1.6	1.5	7.3	12.7
7/24/2006 23:45	1.6	1.5	7.2	12.8
7/25/2006 0:00	1.4	1.3	6.1	8.5
7/25/2006 0:15	1.4	1.4	7.3	12.5
7/25/2006 0:30	1.5	1.5	6	8.7
7/25/2006 0:45	1.4	1.4	7.4	12.8
7/25/2006 1:00	1.3	1.4	7.4	12.7
7/25/2006 1:15	1.5	1.3	9.9	8.9
7/25/2006 1:30	1.5	1.4	6.1	12.8
7/25/2006 1:45	1.4	1.4	6.3	12.6
7/25/2006 2:00	1.4	1.4	7.7	8.8
7/25/2006 2:15	1.4	1.4	6.2	12.6
7/25/2006 2:30	1.4	1.3	7.6	8.6
7/25/2006 2:45	1.4	1.4	6.4	12.5
7/25/2006 3:00	1.4	1.4	6.2	12.5
7/25/2006 3:15	1.2	1.3	6.3	8.2
7/25/2006 3:30	1.4	1.3	5.3	12.4
7/25/2006 3:45	1.4	1.4	6.6	12.8
7/25/2006 4:00	1.5	1.4	5.4	8.5
7/25/2006 4:15	1.5	1.5	6.3	12.2
7/25/2006 4:30	1.4	1.4	6.3	12.5
7/25/2006 4:45	1.4	1.3	6.1	12.5
7/25/2006 5:00	1.4	1.4	6.1	12.3
7/25/2006 5:15	1.4	1.3	5	8.4
7/25/2006 5:30	1.5	1.5	6	13.1
7/25/2006 5:45	1.4	1.3	11.7	12.4
7/25/2006 6:00	1.5	1.4	12.2	8.9
7/25/2006 6:15	1.7	1.6	11.9	21.2
7/25/2006 6:30	1.7	1.7	3.5	4.2
7/25/2006 6:45	1.7	1.7	9.7	3.4
7/25/2006 7:00	1.7	1.7	6	4
7/25/2006 7:15	1.8	1.7	12.2	4.8
7/25/2006 7:30	2	1.9	12.5	9.3
7/25/2006 7:45	2.1	2	12.8	13
7/25/2006 8:00	2.1	2.1	12.4	15.7
7/25/2006 8:15	2.1	2	13.3	13.7
7/25/2006 8:30	2.2	2.1	8.9	11.7
7/25/2006 8:45	2.3	2.3	13.1	17.5

Tabla A-9. Valores RMS de voltaje y corriente hospital de Psiquiatría

Fecha de la muestra	V L1 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L3 (A)	Fecha de la muestra	V L1 (V)	V L3 (V)	I L1 (A)	I L3 (A)
7/24/2006 7:29	121	123	32.752	32.081	7/24/2006 19:45	121	122	10.901	0.000
7/24/2006 7:30	122	122	27.897	23.017	7/24/2006 20:00	121	122	10.889	0.000
7/24/2006 7:45	122	122	36.876	51.404	7/24/2006 20:15	122	122	14.729	0.000
7/24/2006 8:00	121	122	37.167	36.059	7/24/2006 20:30	122	123	15.412	0.000
7/24/2006 8:15	121	121	33.691	39.039	7/24/2006 20:45	122	123	29.422	0.000
7/24/2006 8:30	121	120	34.151	55.589	7/24/2006 21:00	123	123	28.836	0.000
7/24/2006 8:45	120	120	32.975	43.792	7/24/2006 21:15	124	124	15.655	5.459
7/24/2006 9:00	120	120	32.974	37.783	7/24/2006 21:30	123	123	15.081	4.643
7/24/2006 9:15	121	121	30.055	37.200	7/24/2006 21:45	123	123	14.948	6.684
7/24/2006 9:30	120	120	32.873	37.618	7/24/2006 22:00	123	123	15.016	7.574
7/24/2006 9:45	120	120	33.167	25.368	7/24/2006 22:15	123	123	14.763	7.744
7/24/2006 10:00	120	120	28.120	32.159	7/24/2006 22:30	123	123	12.632	8.818
7/24/2006 10:15	119	119	26.026	2.618	7/24/2006 22:45	122	123	13.677	5.251
7/24/2006 10:30	119	119	26.018	2.901	7/24/2006 23:00	123	123	11.508	5.701
7/24/2006 10:45	120	120	27.478	2.852	7/24/2006 23:15	123	123	11.169	7.217
7/24/2006 11:00	120	120	28.090	0.657	7/24/2006 23:30	123	123	10.164	5.482
7/24/2006 11:15	119	119	26.379	0.958	7/24/2006 23:45	123	123	10.137	5.416
7/24/2006 11:30	119	119	26.358	0.870	7/25/2006 0:00	123	123	10.914	7.353
7/24/2006 11:45	120	119	22.954	5.806	7/25/2006 0:15	123	123	10.175	5.872
7/24/2006 12:00	121	121	27.247	1.124	7/25/2006 0:30	123	123	11.014	7.778
7/24/2006 12:15	120	120	23.489	0.586	7/25/2006 0:45	123	123	10.124	5.821
7/24/2006 12:30	121	120	22.620	1.084	7/25/2006 1:00	123	123	10.134	5.738
7/24/2006 12:45	120	120	23.974	0.877	7/25/2006 1:15	123	123	12.253	7.233
7/24/2006 13:00	121	120	27.615	1.394	7/25/2006 1:30	124	124	12.242	5.921
7/24/2006 13:15	120	120	27.556	0.780	7/25/2006 1:45	123	123	9.934	5.963
7/24/2006 13:30	120	120	27.454	0.511	7/25/2006 2:00	123	124	9.146	7.884
7/24/2006 13:45	120	120	61.227	11.949	7/25/2006 2:15	123	124	10.046	6.097
7/24/2006 14:00	119	119	60.977	7.363	7/25/2006 2:30	124	124	9.177	8.034
7/24/2006 14:15	119	119	26.914	0.370	7/25/2006 2:45	124	124	12.300	5.718
7/24/2006 14:30	119	119	26.081	0.338	7/25/2006 3:00	124	124	12.301	5.751
7/24/2006 14:45	120	120	27.232	0.409	7/25/2006 3:15	123	124	12.227	7.631
7/24/2006 15:00	119	120	36.272	0.716	7/25/2006 3:30	123	124	13.014	5.734
7/24/2006 15:15	120	120	20.506	0.357	7/25/2006 3:45	124	124	12.625	5.700
7/24/2006 15:30	120	121	19.478	0.428	7/25/2006 4:00	123	124	13.455	7.483
7/24/2006 15:45	120	121	19.791	0.000	7/25/2006 4:15	123	124	12.624	6.015
7/24/2006 16:00	121	121	22.763	0.000	7/25/2006 4:30	123	123	12.584	5.696
7/24/2006 16:15	121	121	16.546	0.000	7/25/2006 4:45	123	123	12.579	5.747
7/24/2006 16:30	121	122	16.460	0.000	7/25/2006 5:00	122	123	12.168	5.772
7/24/2006 16:45	122	122	16.548	0.000	7/25/2006 5:15	123	123	13.005	7.730
7/24/2006 17:00	122	122	17.230	0.000	7/25/2006 5:30	122	123	12.899	6.290
7/24/2006 17:15	121	122	17.042	0.000	7/25/2006 5:45	122	122	20.209	5.750
7/24/2006 17:30	122	122	14.083	0.000	7/25/2006 6:00	122	122	20.646	9.785
7/24/2006 17:45	122	123	14.534	0.000	7/25/2006 6:15	121	122	21.898	8.752
7/24/2006 18:00	122	123	20.865	0.000	7/25/2006 6:30	121	122	61.125	40.908
7/24/2006 18:15	123	123	14.732	0.000	7/25/2006 6:45	122	123	69.341	41.393
7/24/2006 18:30	123	123	19.214	0.000	7/25/2006 7:00	121	122	70.399	41.473
7/24/2006 18:45	122	122	32.268	3.125	7/25/2006 7:15	121	121	35.628	26.759
7/24/2006 19:00	123	123	8.418	0.766	7/25/2006 7:30	121	121	39.387	33.555
7/24/2006 19:15	123	123	10.293	0.771	7/25/2006 7:45	120	121	40.764	33.133
7/24/2006 19:30	122	122	11.544	0.000	7/25/2006 8:00	120	120	40.801	37.245
					7/25/2006 8:15	121	121	41.904	43.868
					7/25/2006 8:30	120	121	56.402	53.662
					7/25/2006 8:45	121	121	39.618	36.061

Tabla A-10. Demanda de energía hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	Energía Act. E (kWh)	Energía Reac L (kvarh)	Energía Reac C (kvarh)	Fecha de la muestra	Energía Act. E (kWh)	Energía Reac L (kvarh)	Energía Reac C (kvarh)
7/25/2006 12:51	6.958	0.606	0.008	7/26/2006 0:45	206.135	39.502	1.307
7/25/2006 13:00	15.190	1.554	0.008	7/26/2006 1:00	208.643	40.463	1.307
7/25/2006 13:15	22.329	2.068	0.008	7/26/2006 1:15	211.176	41.423	1.307
7/25/2006 13:30	29.694	2.474	0.008	7/26/2006 1:30	213.826	42.330	1.307
7/25/2006 13:45	37.496	2.928	0.008	7/26/2006 1:45	216.446	43.252	1.307
7/25/2006 14:00	44.121	3.421	0.009	7/26/2006 2:00	218.827	44.190	1.307
7/25/2006 14:15	49.905	3.839	0.010	7/26/2006 2:15	221.406	45.149	1.307
7/25/2006 14:30	56.193	4.209	0.012	7/26/2006 2:30	223.923	46.091	1.307
7/25/2006 14:45	62.456	4.846	0.187	7/26/2006 2:45	226.450	47.020	1.307
7/25/2006 15:00	69.093	5.548	0.430	7/26/2006 3:00	229.012	47.963	1.307
7/25/2006 15:15	75.851	6.248	0.663	7/26/2006 3:15	231.607	48.893	1.307
7/25/2006 15:30	82.377	6.891	0.911	7/26/2006 3:30	234.083	49.821	1.307
7/25/2006 15:45	88.105	7.565	1.142	7/26/2006 3:45	236.662	50.783	1.307
7/25/2006 16:00	92.982	8.199	1.271	7/26/2006 4:00	239.238	51.747	1.307
7/25/2006 16:15	97.586	8.724	1.303	7/26/2006 4:15	241.731	52.743	1.307
7/25/2006 16:30	101.644	9.235	1.304	7/26/2006 4:30	244.493	53.743	1.307
7/25/2006 16:45	106.171	9.717	1.304	7/26/2006 4:45	247.527	54.724	1.307
7/25/2006 17:00	110.472	10.226	1.304	7/26/2006 5:00	250.161	55.700	1.307
7/25/2006 17:15	114.733	10.735	1.306	7/26/2006 5:15	252.712	56.669	1.307
7/25/2006 17:30	118.749	11.297	1.307	7/26/2006 5:30	255.445	57.656	1.307
7/25/2006 17:45	122.535	11.900	1.307	7/26/2006 5:45	258.504	58.741	1.307
7/25/2006 18:00	126.395	12.572	1.307	7/26/2006 6:00	262.188	59.831	1.307
7/25/2006 18:15	130.342	13.217	1.307	7/26/2006 6:15	266.578	60.993	1.307
7/25/2006 18:30	133.721	13.932	1.307	7/26/2006 6:30	270.825	61.938	1.307
7/25/2006 18:45	136.479	14.950	1.307	7/26/2006 6:45	276.050	62.785	1.307
7/25/2006 19:00	139.104	15.920	1.307	7/26/2006 7:00	281.240	63.671	1.307
7/25/2006 19:15	141.936	16.914	1.307	7/26/2006 7:15	286.492	64.527	1.342
7/25/2006 19:30	145.057	18.025	1.307	7/26/2006 7:30	292.995	65.514	1.415
7/25/2006 19:45	148.318	19.126	1.307	7/26/2006 7:45	299.857	66.536	1.525
7/25/2006 20:00	151.691	20.203	1.307	7/26/2006 8:00	307.197	67.801	1.541
7/25/2006 20:15	155.054	21.294	1.307	7/26/2006 8:15	315.274	68.923	1.583
7/25/2006 20:30	158.310	22.420	1.307	7/26/2006 8:30	324.389	70.448	1.583
7/25/2006 20:45	161.567	23.545	1.307	7/26/2006 8:45	332.928	71.672	1.625
7/25/2006 21:00	164.943	24.656	1.307	7/26/2006 9:00	341.469	73.180	1.628
7/25/2006 21:15	168.245	25.755	1.307	7/26/2006 9:15	349.298	74.337	1.646
7/25/2006 21:30	171.465	26.785	1.307	7/26/2006 9:30	357.132	75.667	1.646
7/25/2006 21:45	174.453	27.769	1.307	7/26/2006 9:45	364.735	76.423	1.646
7/25/2006 22:00	177.418	28.701	1.307	7/26/2006 10:00	373.514	77.559	1.669
7/25/2006 22:15	180.157	29.653	1.307	7/26/2006 10:15	382.288	78.445	1.807
7/25/2006 22:30	182.644	30.584	1.307	7/26/2006 10:30	389.979	79.545	1.815
7/25/2006 22:45	185.228	31.564	1.307	7/26/2006 10:45	397.142	80.244	1.850
7/25/2006 23:00	187.901	32.529	1.307	7/26/2006 11:00	405.909	81.242	1.923
7/25/2006 23:15	190.386	33.498	1.307	7/26/2006 11:15	413.181	81.879	2.035
7/25/2006 23:30	192.968	34.493	1.307	7/26/2006 11:30	420.719	82.967	2.078
7/25/2006 23:45	195.644	35.496	1.307	7/26/2006 11:45	427.626	83.539	2.117
7/26/2006 0:00	198.367	36.518	1.307	7/26/2006 12:00	434.967	84.605	2.129
7/26/2006 0:15	200.957	37.501	1.307	7/26/2006 12:15	441.660	85.434	2.129
7/26/2006 0:30	203.411	38.516	1.307				

Tabla A-11. Corriente en cada línea hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	Corriente: L1 (A)	Corriente: L2 (A)	Corriente: L3 (A)	Corriente: III (A)	Fecha de la muestra	Corriente: L1 (A)	Corriente: L2 (A)	Corriente: L3 (A)	Corriente: III (A)
7/25/2006 12:51	50.339	117.67	108.138	92.049	7/26/2006 0:45	32.978	41.297	21.597	31.957
7/25/2006 13:00	54.736	126.99	97.68	93.135	7/26/2006 1:00	33.66	40.994	14.095	29.583
7/25/2006 13:15	48.595	105.168	87.374	80.379	7/26/2006 1:15	34.418	40.237	14.625	29.76
7/25/2006 13:30	47.155	112.821	88.435	82.803	7/26/2006 1:30	33.887	41.222	17.353	30.82
7/25/2006 13:45	59.588	112.821	91.011	87.806	7/26/2006 1:45	33.963	43.343	14.246	30.517
7/25/2006 14:00	56.252	101.531	67.444	75.075	7/26/2006 2:00	35.1	36.448	12.503	28.017
7/25/2006 14:15	50.869	87.438	59.184	65.83	7/26/2006 2:15	35.631	38.948	15.989	30.189
7/25/2006 14:30	55.266	97.364	61.912	71.514	7/26/2006 2:30	34.57	37.963	15.459	29.33
7/25/2006 14:45	40.635	106.835	67.747	71.739	7/26/2006 2:45	34.342	39.782	14.17	29.431
7/25/2006 15:00	41.014	117.064	70.172	76.083	7/26/2006 3:00	34.418	41.449	13.64	29.835
7/25/2006 15:15	40.711	120.398	71.233	77.447	7/26/2006 3:15	34.721	39.024	16.671	30.138
7/25/2006 15:30	37.526	121.156	65.549	74.743	7/26/2006 3:30	34.191	39.024	13.488	28.901
7/25/2006 15:45	32.447	105.547	59.184	65.726	7/26/2006 3:45	34.646	41.297	14.398	30.113
7/25/2006 16:00	30.021	84.559	52.894	55.824	7/26/2006 4:00	36.01	38.191	16.216	30.139
7/25/2006 16:15	39.801	80.619	36.601	52.34	7/26/2006 4:15	34.191	38.115	15.686	29.33
7/25/2006 16:30	30.4	71.759	35.995	46.051	7/26/2006 4:30	33.281	40.919	22.279	32.159
7/25/2006 16:45	39.952	78.497	34.555	51.001	7/26/2006 4:45	33.205	47.738	24.249	35.064
7/25/2006 17:00	41.014	69.107	34.555	48.225	7/26/2006 5:00	32.523	44.253	16.52	31.098
7/25/2006 17:15	41.165	69.865	32.206	47.745	7/26/2006 5:15	33.281	41.07	15.989	30.113
7/25/2006 17:30	41.696	61.605	31.372	44.891	7/26/2006 5:30	35.328	41.752	19.323	32.134
7/25/2006 17:45	38.588	64.03	24.931	42.516	7/26/2006 5:45	40.407	49.405	18.414	36.075
7/25/2006 18:00	36.238	64.636	28.947	43.273	7/26/2006 6:00	45.79	63.651	18.717	42.719
7/25/2006 18:15	35.328	63.045	33.722	44.031	7/26/2006 6:15	55.494	73.654	22.355	50.501
7/25/2006 18:30	34.191	61.378	18.793	38.12	7/26/2006 6:30	49.05	73.275	22.051	48.125
7/25/2006 18:45	31.765	53.725	11.821	32.437	7/26/2006 6:45	49.96	80.467	44.634	58.353
7/25/2006 19:00	31.234	50.012	11.594	30.946	7/26/2006 7:00	57.313	91.227	32.054	60.198
7/25/2006 19:15	37.83	48.572	13.109	33.17	7/26/2006 7:15	57.617	103.274	23.491	61.46
7/25/2006 19:30	42.985	52.588	14.852	36.808	7/26/2006 7:30	61.938	121.383	42.815	75.378
7/25/2006 19:45	42.757	60.545	11.367	38.223	7/26/2006 7:45	65.425	122.292	50.469	79.395
7/25/2006 20:00	42.303	60.62	15.08	39.334	7/26/2006 8:00	77.477	125.702	53.728	85.635
7/25/2006 20:15	42.075	60.923	14.473	39.157	7/26/2006 8:15	73.537	137.295	69.414	93.415
7/25/2006 20:30	42.757	55.619	15.231	37.869	7/26/2006 8:30	82.026	155.783	81.69	106.499
7/25/2006 20:45	42.53	59.029	11.973	37.844	7/26/2006 8:45	76.492	144.038	78.129	99.553
7/25/2006 21:00	39.498	56.604	20.384	38.828	7/26/2006 9:00	81.495	143.811	76.992	100.766
7/25/2006 21:15	38.285	63.348	12.655	38.096	7/26/2006 9:15	73.765	127.899	74.87	92.178
7/25/2006 21:30	33.205	62.742	16.52	37.489	7/26/2006 9:30	76.113	134.794	71.308	94.071
7/25/2006 21:45	33.963	57.513	12.882	34.786	7/26/2006 9:45	72.476	127.672	71.005	90.384
7/25/2006 22:00	34.494	49.784	18.338	34.205	7/26/2006 10:00	81.571	151.085	82.903	105.186
7/25/2006 22:15	34.191	46.299	14.852	31.78	7/26/2006 10:15	73.689	154.798	84.494	104.327
7/25/2006 22:30	34.57	38.494	14.17	29.078	7/26/2006 10:30	63.833	143.584	71.233	92.883
7/25/2006 22:45	35.176	41.752	14.246	30.391	7/26/2006 10:45	53.902	131.991	74.415	86.769
7/25/2006 23:00	33.963	39.858	20.309	31.376	7/26/2006 11:00	68.685	161.92	87.829	106.144
7/25/2006 23:15	33.887	38.797	15.383	29.355	7/26/2006 11:15	56.176	127.596	76.689	86.82
7/25/2006 23:30	33.812	40.085	17.353	30.416	7/26/2006 11:30	59.967	139.795	75.022	91.594
7/25/2006 23:45	33.281	43.571	16.974	31.275	7/26/2006 11:45	56.783	122.217	70.02	83.006
7/26/2006 0:00	32.978	40.312	22.127	31.805	7/26/2006 12:00	56.859	135.097	73.051	88.335
7/26/2006 0:15	32.978	38.645	19.93	30.517	7/26/2006 12:15	61.635	115.549	60.624	79.269
7/26/2006 0:30	34.494	38.948	14.246	29.229					

Tabla A-12. Voltaje de línea a neutro hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	Tension: L1 (V)	Tension: L2 (V)	Tension: L3 (V)	Fecha de la muestra	Tension: L1 (V)	Tension: L2 (V)	Tension: L3 (V)
7/25/2006 12:51	120	119	120	7/26/2006 0:45	122	122	123
7/25/2006 13:00	119	118	120	7/26/2006 1:00	122	121	122
7/25/2006 13:15	119	119	120	7/26/2006 1:15	122	122	123
7/25/2006 13:30	119	118	119	7/26/2006 1:30	122	122	123
7/25/2006 13:45	119	118	119	7/26/2006 1:45	123	122	123
7/25/2006 14:00	118	118	119	7/26/2006 2:00	123	122	123
7/25/2006 14:15	118	118	119	7/26/2006 2:15	123	122	123
7/25/2006 14:30	118	117	119	7/26/2006 2:30	123	122	123
7/25/2006 14:45	118	117	119	7/26/2006 2:45	123	122	123
7/25/2006 15:00	118	117	119	7/26/2006 3:00	123	123	124
7/25/2006 15:15	118	117	119	7/26/2006 3:15	123	122	123
7/25/2006 15:30	118	117	119	7/26/2006 3:30	123	122	123
7/25/2006 15:45	118	117	119	7/26/2006 3:45	123	122	123
7/25/2006 16:00	119	118	119	7/26/2006 4:00	123	122	123
7/25/2006 16:15	119	118	120	7/26/2006 4:15	123	122	123
7/25/2006 16:30	119	118	120	7/26/2006 4:30	123	122	123
7/25/2006 16:45	120	119	121	7/26/2006 4:45	123	122	123
7/25/2006 17:00	120	120	121	7/26/2006 5:00	122	121	122
7/25/2006 17:15	120	120	121	7/26/2006 5:15	122	121	122
7/25/2006 17:30	121	120	122	7/26/2006 5:30	121	121	122
7/25/2006 17:45	121	120	122	7/26/2006 5:45	121	120	121
7/25/2006 18:00	122	121	122	7/26/2006 6:00	121	120	121
7/25/2006 18:15	122	121	122	7/26/2006 6:15	121	120	121
7/25/2006 18:30	122	121	123	7/26/2006 6:30	122	121	122
7/25/2006 18:45	123	122	123	7/26/2006 6:45	122	121	122
7/25/2006 19:00	122	121	123	7/26/2006 7:00	110	120	122
7/25/2006 19:15	122	121	123	7/26/2006 7:15	108	119	121
7/25/2006 19:30	121	120	122	7/26/2006 7:30	108	120	121
7/25/2006 19:45	121	120	122	7/26/2006 7:45	110	119	121
7/25/2006 20:00	121	120	122	7/26/2006 8:00	110	118	120
7/25/2006 20:15	122	120	122	7/26/2006 8:15	111	118	120
7/25/2006 20:30	122	121	123	7/26/2006 8:30	109	118	119
7/25/2006 20:45	123	121	123	7/26/2006 8:45	109	118	119
7/25/2006 21:00	123	122	124	7/26/2006 9:00	105	118	119
7/25/2006 21:15	123	122	124	7/26/2006 9:15	104	118	119
7/25/2006 21:30	122	121	122	7/26/2006 9:30	97	118	119
7/25/2006 21:45	122	121	123	7/26/2006 9:45	97	118	120
7/25/2006 22:00	123	122	123	7/26/2006 10:00	94	118	120
7/25/2006 22:15	123	122	123	7/26/2006 10:15	96	117	119
7/25/2006 22:30	123	122	123	7/26/2006 10:30	91	117	118
7/25/2006 22:45	123	122	123	7/26/2006 10:45	84	117	119
7/25/2006 23:00	122	121	122	7/26/2006 11:00	85	117	119
7/25/2006 23:15	122	121	123	7/26/2006 11:15	92	117	119
7/25/2006 23:30	122	122	123	7/26/2006 11:30	87	117	119
7/25/2006 23:45	123	122	123	7/26/2006 11:45	89	118	119
7/26/2006 0:00	123	122	123	7/26/2006 12:00	88	118	120
7/26/2006 0:15	122	122	123	7/26/2006 12:15	99	118	120
7/26/2006 0:30	122	122	123				

Tabla A-13. Factor de potencia hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	Factor pot.: L1	Factor pot.: L2	Factor pot.: L3	Fecha de la muestra	Factor pot.: L1	Factor pot.: L2	Factor pot.: L3
7/25/2006 12:51	0.99	0.98	0.99	7/26/2006 0:45	0.83	0.97	0.97
7/25/2006 13:00	0.99	0.97	0.99	7/26/2006 1:00	0.84	0.97	0.93
7/25/2006 13:15	0.99	0.98	0.99	7/26/2006 1:15	0.85	0.97	0.95
7/25/2006 13:30	0.99	0.99	0.99	7/26/2006 1:30	0.85	0.97	0.98
7/25/2006 13:45	0.99	0.99	0.99	7/26/2006 1:45	0.85	0.97	0.97
7/25/2006 14:00	0.99	0.98	0.98	7/26/2006 2:00	0.84	0.97	0.96
7/25/2006 14:15	0.99	0.98	0.98	7/26/2006 2:15	0.84	0.97	0.98
7/25/2006 14:30	0.98	0.98	0.99	7/26/2006 2:30	0.85	0.97	0.97
7/25/2006 14:45	0.99	0.97	-0.98	7/26/2006 2:45	0.84	0.97	0.98
7/25/2006 15:00	0.99	0.97	-0.98	7/26/2006 3:00	0.84	0.97	0.96
7/25/2006 15:15	0.99	0.97	-0.98	7/26/2006 3:15	0.85	0.97	0.98
7/25/2006 15:30	0.99	0.98	-0.98	7/26/2006 3:30	0.85	0.97	0.97
7/25/2006 15:45	0.99	0.97	-0.98	7/26/2006 3:45	0.84	0.97	0.96
7/25/2006 16:00	0.98	0.97	-0.98	7/26/2006 4:00	0.84	0.97	0.98
7/25/2006 16:15	0.97	0.98	0.98	7/26/2006 4:15	0.84	0.97	0.94
7/25/2006 16:30	0.98	0.98	0.98	7/26/2006 4:30	0.83	0.97	0.97
7/25/2006 16:45	0.96	0.99	0.98	7/26/2006 4:45	0.83	0.98	0.98
7/25/2006 17:00	0.96	0.99	0.98	7/26/2006 5:00	0.83	0.98	0.94
7/25/2006 17:15	0.96	0.99	0.98	7/26/2006 5:15	0.84	0.97	0.95
7/25/2006 17:30	0.96	0.98	0.98	7/26/2006 5:30	0.86	0.97	0.96
7/25/2006 17:45	0.95	0.98	0.98	7/26/2006 5:45	0.86	0.97	0.96
7/25/2006 18:00	0.94	0.98	0.99	7/26/2006 6:00	0.89	0.98	0.96
7/25/2006 18:15	0.94	0.98	0.99	7/26/2006 6:15	0.91	0.98	0.98
7/25/2006 18:30	0.93	0.98	0.96	7/26/2006 6:30	0.92	0.98	0.97
7/25/2006 18:45	0.84	0.97	0.92	7/26/2006 6:45	0.94	0.99	0.99
7/25/2006 19:00	0.84	0.97	0.94	7/26/2006 7:00	0.94	0.99	0.97
7/25/2006 19:15	0.87	0.97	0.94	7/26/2006 7:15	0.95	0.98	0.98
7/25/2006 19:30	0.87	0.96	0.96	7/26/2006 7:30	0.95	0.98	-0.99
7/25/2006 19:45	0.88	0.97	0.94	7/26/2006 7:45	0.96	0.98	-0.98
7/25/2006 20:00	0.88	0.97	0.97	7/26/2006 8:00	0.97	0.98	0.98
7/25/2006 20:15	0.88	0.97	0.97	7/26/2006 8:15	0.96	0.98	-0.99
7/25/2006 20:30	0.88	0.96	0.97	7/26/2006 8:30	0.96	0.97	0.99
7/25/2006 20:45	0.87	0.97	0.96	7/26/2006 8:45	0.96	0.98	0.99
7/25/2006 21:00	0.87	0.96	0.98	7/26/2006 9:00	0.96	0.98	0.99
7/25/2006 21:15	0.86	0.97	0.96	7/26/2006 9:15	0.96	0.98	0.99
7/25/2006 21:30	0.84	0.97	0.98	7/26/2006 9:30	0.96	0.98	0.98
7/25/2006 21:45	0.85	0.98	0.96	7/26/2006 9:45	0.97	0.99	0.99
7/25/2006 22:00	0.85	0.98	0.98	7/26/2006 10:00	0.97	0.98	0.99
7/25/2006 22:15	0.84	0.98	0.97	7/26/2006 10:15	0.98	0.98	-0.99
7/25/2006 22:30	0.85	0.97	0.98	7/26/2006 10:30	0.99	0.98	0.99
7/25/2006 22:45	0.83	0.97	0.97	7/26/2006 10:45	0.99	0.98	0.99
7/25/2006 23:00	0.84	0.97	0.97	7/26/2006 11:00	0.99	0.98	-0.99
7/25/2006 23:15	0.85	0.97	0.93	7/26/2006 11:15	0.98	0.98	-0.99
7/25/2006 23:30	0.84	0.97	0.95	7/26/2006 11:30	0.98	0.97	0.99
7/25/2006 23:45	0.83	0.97	0.95	7/26/2006 11:45	0.99	0.98	0.99
7/26/2006 0:00	0.83	0.97	0.96	7/26/2006 12:00	0.99	0.97	0.99
7/26/2006 0:15	0.83	0.97	0.97	7/26/2006 12:15	0.98	0.98	0.99
7/26/2006 0:30	0.82	0.97	0.93				

Tabla A-14. Potencia activa en cada línea hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	P. Activa: L1 (kW)	P. Activa: L2 (kW)	P. Activa: L3 (kW)	P. Activa: III (kW)	Fecha de la muestra	P. Activa: L1 (kW)	P. Activa: L2 (kW)	P. Activa: L3 (kW)	P. Activa: III (kW)
7/25/2006 12:51	5.994	13.747	12.906	32.647	7/26/2006 0:45	3.353	4.925	2.584	10.862
7/25/2006 13:00	6.498	14.725	11.648	32.871	7/26/2006 1:00	3.492	4.891	1.619	10.002
7/25/2006 13:15	5.768	12.34	10.408	28.516	7/26/2006 1:15	3.596	4.805	1.705	10.106
7/25/2006 13:30	5.595	13.284	10.528	29.407	7/26/2006 1:30	3.544	4.925	2.102	10.571
7/25/2006 13:45	7.054	13.284	10.821	31.159	7/26/2006 1:45	3.544	5.183	1.705	10.432
7/25/2006 14:00	6.62	11.859	7.978	26.457	7/26/2006 2:00	3.666	4.342	1.481	9.489
7/25/2006 14:15	5.994	10.126	6.978	23.098	7/26/2006 2:15	3.683	4.651	1.947	10.281
7/25/2006 14:30	6.463	11.344	7.306	25.113	7/26/2006 2:30	3.631	4.548	1.861	10.04
7/25/2006 14:45	4.778	12.254	7.978	25.01	7/26/2006 2:45	3.596	4.771	1.705	10.072
7/25/2006 15:00	4.83	13.438	8.254	26.522	7/26/2006 3:00	3.596	4.977	1.637	10.21
7/25/2006 15:15	4.778	13.833	8.391	27.002	7/26/2006 3:15	3.648	4.685	2.016	10.349
7/25/2006 15:30	4.413	13.953	7.702	26.068	7/26/2006 3:30	3.579	4.668	1.619	9.866
7/25/2006 15:45	3.822	12.099	6.961	22.882	7/26/2006 3:45	3.614	4.942	1.723	10.279
7/25/2006 16:00	3.527	9.697	6.255	19.479	7/26/2006 4:00	3.753	4.565	1.964	10.282
7/25/2006 16:15	4.622	9.439	4.325	18.386	7/26/2006 4:15	3.562	4.548	1.826	9.936
7/25/2006 16:30	3.562	8.358	4.273	16.193	7/26/2006 4:30	3.423	4.908	2.688	11.019
7/25/2006 16:45	4.639	9.302	4.118	18.059	7/26/2006 4:45	3.423	5.749	2.929	12.101
7/25/2006 17:00	4.795	8.238	4.152	17.185	7/26/2006 5:00	3.318	5.286	1.895	10.499
7/25/2006 17:15	4.813	8.324	3.859	16.996	7/26/2006 5:15	3.44	4.874	1.861	10.175
7/25/2006 17:30	4.9	7.345	3.791	16.036	7/26/2006 5:30	3.701	4.925	2.274	10.9
7/25/2006 17:45	4.465	7.637	2.998	15.1	7/26/2006 5:45	4.222	5.835	2.154	12.211
7/25/2006 18:00	4.152	7.723	3.515	15.39	7/26/2006 6:00	4.986	7.534	2.188	14.708
7/25/2006 18:15	4.083	7.551	4.101	15.735	7/26/2006 6:15	6.151	8.684	2.688	17.523
7/25/2006 18:30	3.909	7.345	2.222	13.476	7/26/2006 6:30	5.542	8.77	2.636	16.948
7/25/2006 18:45	3.284	6.367	1.344	10.995	7/26/2006 6:45	5.768	9.679	5.41	20.857
7/25/2006 19:00	3.214	5.904	1.344	10.462	7/26/2006 7:00	5.977	10.949	3.808	20.734
7/25/2006 19:15	4.048	5.715	1.516	11.279	7/26/2006 7:15	5.925	12.22	2.808	20.953
7/25/2006 19:30	4.569	6.127	1.757	12.453	7/26/2006 7:30	6.429	14.382	5.152	25.963
7/25/2006 19:45	4.604	7.105	1.309	13.018	7/26/2006 7:45	6.95	14.382	6.048	27.38
7/25/2006 20:00	4.552	7.122	1.792	13.466	7/26/2006 8:00	8.323	14.657	6.341	29.321
7/25/2006 20:15	4.517	7.174	1.723	13.414	7/26/2006 8:15	7.923	16.03	8.323	32.276
7/25/2006 20:30	4.622	6.539	1.826	12.987	7/26/2006 8:30	8.705	17.986	9.718	36.409
7/25/2006 20:45	4.587	6.985	1.43	13.002	7/26/2006 8:45	8.079	16.716	9.305	34.1
7/25/2006 21:00	4.274	6.71	2.481	13.465	7/26/2006 9:00	8.288	16.699	9.15	34.137
7/25/2006 21:15	4.083	7.568	1.499	13.15	7/26/2006 9:15	7.489	14.914	8.874	31.277
7/25/2006 21:30	3.423	7.431	1.981	12.835	7/26/2006 9:30	7.124	15.738	8.443	31.305
7/25/2006 21:45	3.544	6.848	1.516	11.908	7/26/2006 9:45	6.898	15.034	8.443	30.375
7/25/2006 22:00	3.631	5.972	2.222	11.825	7/26/2006 10:00	7.506	17.677	9.891	35.074
7/25/2006 22:15	3.579	5.56	1.792	10.931	7/26/2006 10:15	7.002	18.038	10.029	35.069
7/25/2006 22:30	3.631	4.582	1.705	9.918	7/26/2006 10:30	5.786	16.51	8.409	30.705
7/25/2006 22:45	3.614	4.977	1.705	10.296	7/26/2006 10:45	4.535	15.257	8.822	28.614
7/25/2006 23:00	3.509	4.719	2.429	10.657	7/26/2006 11:00	5.82	18.741	10.459	35.02
7/25/2006 23:15	3.527	4.599	1.774	9.9	7/26/2006 11:15	5.143	14.811	9.098	29.052
7/25/2006 23:30	3.509	4.771	2.016	10.296	7/26/2006 11:30	5.195	16.013	8.908	30.116
7/25/2006 23:45	3.423	5.234	1.998	10.655	7/26/2006 11:45	5.021	14.228	8.34	27.589
7/26/2006 0:00	3.388	4.822	2.636	10.846	7/26/2006 12:00	4.952	15.652	8.719	29.323
7/26/2006 0:15	3.353	4.599	2.378	10.33	7/26/2006 12:15	6.029	13.472	7.237	26.738
7/26/2006 0:30	3.509	4.634	1.637	9.78					

Tabla A-15. Potencia reactiva en cada línea hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	POT. INDUCTIVA EN (Kvar)				POT. CAPACITIVA			
	L1	L2	L3	III	L1	L2	L3	III
7/25/2006 12:51	0.3	2.2	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 13:00	0.3	3.0	0.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 13:15	0.2	1.4	0.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 13:30	0.1	1.2	0.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 13:45	0.6	0.9	0.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 14:00	0.6	1.1	0.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 14:15	0.1	1.4	0.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 14:30	0.6	0.7	0.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 14:45	0.1	2.3	0.0	2.5	0.0	0.0	0.6	0.6
7/25/2006 15:00	0.3	2.5	0.0	2.8	0.0	0.0	1.0	1.0
7/25/2006 15:15	0.2	2.6	0.0	2.8	0.0	0.0	0.9	0.9
7/25/2006 15:30	0.2	2.4	0.0	2.5	0.0	0.0	0.9	0.9
7/25/2006 15:45	0.2	2.4	0.0	2.6	0.0	0.0	0.8	0.8
7/25/2006 16:00	0.3	2.2	0.0	2.4	0.0	0.0	0.4	0.4
7/25/2006 16:15	1.0	0.9	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 16:30	0.5	1.3	0.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 16:45	1.1	0.6	0.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 17:00	1.2	0.6	0.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 17:15	1.2	0.7	0.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 17:30	1.2	0.8	0.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 17:45	1.3	0.8	0.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 18:00	1.5	0.9	0.3	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 18:15	1.3	0.9	0.4	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 18:30	1.5	1.0	0.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 18:45	2.1	1.4	0.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 19:00	2.1	1.3	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 19:15	2.3	1.2	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 19:30	2.5	1.5	0.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 19:45	2.4	1.5	0.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 20:00	2.4	1.4	0.4	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 20:15	2.5	1.5	0.4	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 20:30	2.5	1.5	0.5	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 20:45	2.5	1.6	0.4	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 21:00	2.4	1.6	0.5	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 21:15	2.4	1.5	0.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 21:30	2.2	1.5	0.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 21:45	2.2	1.3	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 22:00	2.2	1.1	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 22:15	2.2	1.1	0.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 22:30	2.2	1.1	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 22:45	2.4	1.0	0.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 23:00	2.2	1.0	0.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 23:15	2.2	1.0	0.6	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 23:30	2.2	1.1	0.7	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25/2006 23:45	2.3	1.1	0.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 0:00	2.3	1.0	0.7	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 0:15	2.3	1.1	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 0:30	2.4	1.0	0.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 0:45	2.3	1.0	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 1:00	2.2	1.0	0.6	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 1:15	2.2	1.0	0.6	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 1:30	2.2	1.0	0.4	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 1:45	2.2	1.0	0.4	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 2:00	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 2:15	2.4	1.0	0.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 2:30	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 2:45	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 3:00	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 3:15	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 3:30	2.3	1.0	0.4	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 3:45	2.3	1.1	0.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 4:00	2.4	1.0	0.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 4:15	2.3	1.1	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 4:30	2.3	1.1	0.6	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 4:45	2.3	1.0	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 5:00	2.2	1.0	0.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 5:15	2.2	1.0	0.6	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 5:30	2.2	1.1	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 5:45	2.5	1.2	0.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 6:00	2.4	1.3	0.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 6:15	2.7	1.5	0.4	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 6:30	2.2	1.1	0.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 6:45	1.9	1.0	0.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 7:00	2.1	0.8	0.6	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 7:15	1.8	1.4	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 7:30	1.9	2.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.3	0.3
7/26/2006 7:45	1.8	2.3	0.0	4.1	0.0	0.0	0.4	0.4
7/26/2006 8:00	2.0	2.2	0.8	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 8:15	1.9	2.5	0.0	4.4	0.0	0.0	0.1	0.1
7/26/2006 8:30	2.1	3.6	0.3	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 8:45	1.9	2.8	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 9:00	2.2	3.1	0.6	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 9:15	1.8	2.1	0.6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 9:30	1.9	2.4	1.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 9:45	1.5	1.0	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 10:00	1.6	2.5	0.3	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 10:15	1.2	2.3	0.0	3.4	0.0	0.0	0.4	0.4
7/26/2006 10:30	0.6	3.1	0.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 10:45	0.2	2.3	0.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 11:00	0.8	3.2	0.0	4.0	0.0	0.0	0.3	0.3
7/26/2006 11:15	0.4	2.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.4	0.4
7/26/2006 11:30	0.6	3.5	0.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 11:45	0.2	1.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 12:00	0.5	3.1	0.6	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26/2006 12:15	0.7	2.2	0.5	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla A-16. Armónicos de voltaje y corriente en cada línea hospital de Rehabilitación

	%V L1 (%Vn)	%V L2 (%Vn)	%V L3 (%Vn)	%I L1 (%In)	%I L1 (%In)	%I L1 (%In)
Armonico 2	0.072	0.157	0.154	0.134	0.868	0.785
Armonico 3	1.512	2.365	1.652	8.971	8.815	8.009
Armonico 4	0.091	0.086	0.062	0.148	0.124	0.107
Armonico 5	1.291	1.767	1.699	9.693	7.927	6.444
Armonico 6	0.055	0.109	0.045	0.060	0.131	0.032
Armonico 7	0.417	0.488	0.520	1.908	0.339	0.695
Armonico 8	0.059	0.038	0.015	0.047	0.116	0.057
Armonico 9	0.508	0.657	0.435	2.367	1.381	1.438
Armonico 10	0.053	0.108	0.018	0.049	0.057	0.034
Armonico 11	0.115	0.100	0.290	0.875	0.534	0.750
Armonico 12	0.029	0.040	0.036	0.080	0.016	0.010
Armonico 13	0.184	0.159	0.143	0.428	0.459	0.462
Armonico 14	0.009	0.023	0.027	0.016	0.068	0.016
Armonico 15	0.100	0.098	0.133	0.099	0.243	0.109
Armonico 16	0.094	0.041	0.052	0.061	0.026	0.043
Armonico 17	0.055	0.074	0.036	0.600	0.091	0.259
Armonico 18	0.023	0.028	0.011	0.011	0.015	0.024
Armonico 19	0.041	0.064	0.040	0.408	0.120	0.080
Armonico 20	0.027	0.016	0.053	0.027	0.018	0.068
Armonico 21	0.054	0.057	0.123	0.114	0.210	0.077
Armonico 22	0.035	0.032	0.062	0.045	0.006	0.052
Armonico 23	0.012	0.065	0.082	0.117	0.077	0.079
Armonico 24	0.024	0.058	0.089	0.075	0.019	0.010
Armonico 25	0.041	0.058	0.039	0.072	0.042	0.007
Armonico 26	0.056	0.040	0.021	0.032	0.010	0.022
Armonico 27	0.136	0.097	0.040	0.038	0.020	0.046
Armonico 28	0.031	0.021	0.016	0.014	0.008	0.014
Armonico 29	0.057	0.025	0.027	0.054	0.061	0.069
Armonico 30	0.020	0.009	0.034	0.064	0.057	0.056

Tabla A-17. Tasa de distorsión armónica hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	%L1 (%THD)	%L2 (%THD)	%L3 (%THD)	%L1 (%THD)	%L2 (%THD)	%L3 (%THD)	Fecha de la muestra	%L1 (%THD)	%L2 (%THD)	%L3 (%THD)	%L1 (%THD)	%L2 (%THD)	%L3 (%THD)
7/25/2006 12:51	21	31	25	135	119	104	7/26/2006 0:45	16	14	13	52	114	52
7/25/2006 13:00	22	31	26	114	92	121	7/26/2006 1:00	14	13	13	58	85	56
7/25/2006 13:15	21	30	26	132	90	119	7/26/2006 1:15	14	14	12	63	112	57
7/25/2006 13:30	22	30	26	122	121	120	7/26/2006 1:30	14	15	13	63	113	72
7/25/2006 13:45	22	31	25	130	121	118	7/26/2006 1:45	14	14	12	63	102	57
7/25/2006 14:00	23	31	23	108	114	152	7/26/2006 2:00	15	15	13	56	77	58
7/25/2006 14:15	22	32	24	120	147	156	7/26/2006 2:15	14	13	13	59	117	74
7/25/2006 14:30	24	31	25	120	145	156	7/26/2006 2:30	15	15	12	59	118	30
7/25/2006 14:45	23	32	25	142	130	165	7/26/2006 2:45	17	14	13	57	116	39
7/25/2006 15:00	22	32	26	136	90	101	7/26/2006 3:00	15	14	12	63	79	25
7/25/2006 15:15	22	32	26	136	100	123	7/26/2006 3:15	16	14	13	64	89	61
7/25/2006 15:30	22	32	25	138	104	122	7/26/2006 3:30	16	14	12	63	102	71
7/25/2006 15:45	23	33	26	126	93	118	7/26/2006 3:45	15	15	12	64	120	40
7/25/2006 16:00	23	30	24	160	106	120	7/26/2006 4:00	15	14	12	59	91	71
7/25/2006 16:15	22	31	24	115	111	134	7/26/2006 4:15	15	13	12	58	117	42
7/25/2006 16:30	23	29	24	151	130	142	7/26/2006 4:30	17	14	13	58	106	44
7/25/2006 16:45	22	29	24	107	100	190	7/26/2006 4:45	15	13	13	58	101	43
7/25/2006 17:00	22	28	24	108	125	194	7/26/2006 5:00	14	13	11	52	88	28
7/25/2006 17:15	22	27	23	114	109	192	7/26/2006 5:15	15	13	13	56	90	33
7/25/2006 17:30	22	27	23	113	95	134	7/26/2006 5:30	14	13	12	62	92	67
7/25/2006 17:45	23	26	23	116	125	189	7/26/2006 5:45	14	16	12	70	92	35
7/25/2006 18:00	23	27	22	96	131	138	7/26/2006 6:00	16	14	13	89	130	49
7/25/2006 18:15	22	26	22	112	123	91	7/26/2006 6:15	15	16	14	104	108	68
7/25/2006 18:30	23	26	22	103	127	144	7/26/2006 6:30	15	17	15	111	122	133
7/25/2006 18:45	23	26	22	63	122	184	7/26/2006 6:45	17	18	16	139	126	163
7/25/2006 19:00	24	24	22	61	125	179	7/26/2006 7:00	18	20	17	160	129	184
7/25/2006 19:15	22	23	21	60	120	43	7/26/2006 7:15	22	24	19	130	99	143
7/25/2006 19:30	23	25	21	65	130	188	7/26/2006 7:30	19	24	19	141	74	150
7/25/2006 19:45	23	24	20	71	111	68	7/26/2006 7:45	22	26	20	126	108	124
7/25/2006 20:00	23	24	21	75	101	59	7/26/2006 8:00	21	28	21	98	97	139
7/25/2006 20:15	24	24	21	73	106	22	7/26/2006 8:15	22	31	22	119	93	102
7/25/2006 20:30	23	26	19	74	113	80	7/26/2006 8:30	23	30	24	120	87	119
7/25/2006 20:45	24	23	20	74	115	76	7/26/2006 8:45	23	31	25	109	90	149
7/25/2006 21:00	24	25	22	76	123	41	7/26/2006 9:00	24	31	25	114	86	140
7/25/2006 21:15	25	26	20	61	102	75	7/26/2006 9:15	23	31	25	110	91	120
7/25/2006 21:30	25	24	20	55	113	77	7/26/2006 9:30	24	31	25	110	78	95
7/25/2006 21:45	22	24	21	61	93	56	7/26/2006 9:45	28	30	25	112	77	116
7/25/2006 22:00	23	23	21	63	74	66	7/26/2006 10:00	26	33	26	116	103	135
7/25/2006 22:15	25	23	22	62	70	67	7/26/2006 10:15	24	33	25	97	73	95
7/25/2006 22:30	24	24	23	62	83	50	7/26/2006 10:30	35	32	24	124	78	99
7/25/2006 22:45	23	21	22	60	89	63	7/26/2006 10:45	26	32	23	126	98	99
7/25/2006 23:00	22	21	20	57	90	38	7/26/2006 11:00	24	32	25	91	77	85
7/25/2006 23:15	21	20	19	62	114	63	7/26/2006 11:15	22	31	25	101	75	92
7/25/2006 23:30	20	17	18	63	109	52	7/26/2006 11:30	33	31	25	137	81	81
7/25/2006 23:45	18	16	16	58	113	33	7/26/2006 11:45	29	31	25	125	80	109
7/26/2006 0:00	17	16	16	53	115	23	7/26/2006 12:00	25	31	24	141	87	104
7/26/2006 0:15	17	14	15	58	118	19	7/26/2006 12:15	23	30	25	98	99	86
7/26/2006 0:30	15	15	13	53	107	55							

Tabla A-18. Valores RMS de voltaje y corriente hospital de Rehabilitación

Fecha de la muestra	VL1 (V)	VL2 (V)	VL3 (V)	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)	Fecha de la muestra	VL1 (V)	VL2 (V)	VL3 (V)	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)
7/25/2006 12:51	120	119	120	47.13	109.23	97.68	7/26/2006 0:15	123	123	123	33.04	34.60	34.85
7/25/2006 13:00	120	119	120	52.51	125.28	102.86	7/26/2006 0:30	122	122	123	34.12	36.21	11.38
7/25/2006 13:15	120	119	120	44.59	127.53	82.60	7/26/2006 0:45	123	122	123	34.21	36.49	14.18
7/25/2006 13:30	120	119	120	48.20	103.10	98.63	7/26/2006 1:00	122	122	122	32.55	46.64	11.86
7/25/2006 13:45	120	119	120	45.83	104.28	81.05	7/26/2006 1:15	122	122	123	33.85	36.34	11.40
7/25/2006 14:00	119	118	120	76.10	109.61	56.57	7/26/2006 1:30	123	122	123	33.93	36.38	9.47
7/25/2006 14:15	119	118	119	50.15	81.70	54.87	7/26/2006 1:45	123	122	123	33.98	38.55	12.89
7/25/2006 14:30	118	118	119	53.13	84.34	54.37	7/26/2006 2:00	123	122	123	37.12	50.67	10.97
7/25/2006 14:45	118	117	119	39.97	91.10	52.08	7/26/2006 2:15	124	123	124	35.70	34.02	9.64
7/25/2006 15:00	119	117	119	41.11	127.16	71.51	7/26/2006 2:30	123	123	124	35.77	34.09	22.36
7/25/2006 15:15	119	117	119	40.10	118.32	65.55	7/26/2006 2:45	124	123	124	37.57	34.06	17.09
7/25/2006 15:30	118	117	119	38.94	120.07	63.65	7/26/2006 3:00	123	123	124	34.19	50.20	27.67
7/25/2006 15:45	119	117	120	39.76	131.40	60.97	7/26/2006 3:15	123	123	124	34.49	44.39	11.55
7/25/2006 16:00	119	118	120	29.89	96.89	56.82	7/26/2006 3:30	123	123	124	34.19	42.89	9.50
7/25/2006 16:15	119	119	120	50.19	79.68	45.47	7/26/2006 3:45	123	123	124	34.16	34.37	17.13
7/25/2006 16:30	120	119	121	28.66	68.40	39.29	7/26/2006 4:00	124	123	124	35.74	43.08	9.54
7/25/2006 16:45	119	119	121	39.46	77.97	31.59	7/26/2006 4:15	123	123	124	35.67	34.57	17.48
7/25/2006 17:00	120	120	122	39.68	64.85	29.60	7/26/2006 4:30	123	123	124	33.06	38.62	15.63
7/25/2006 17:15	121	120	122	41.34	70.40	28.99	7/26/2006 4:45	123	123	123	32.90	40.77	22.11
7/25/2006 17:30	121	120	122	41.01	78.03	35.01	7/26/2006 5:00	122	122	123	33.14	44.30	24.93
7/25/2006 17:45	122	121	123	41.32	60.93	25.77	7/26/2006 5:15	122	121	122	32.49	42.81	18.45
7/25/2006 18:00	122	121	123	34.53	58.63	26.21	7/26/2006 5:30	122	121	122	33.71	42.32	13.15
7/25/2006 18:15	122	121	123	35.52	64.86	36.73	7/26/2006 5:45	122	121	122	39.21	46.66	21.31
7/25/2006 18:30	122	121	123	33.32	60.55	25.99	7/26/2006 6:00	121	121	122	43.20	52.33	21.36
7/25/2006 18:45	123	122	123	31.40	59.02	11.19	7/26/2006 6:15	121	120	121	47.49	61.74	22.50
7/25/2006 19:00	123	122	124	31.48	49.27	6.63	7/26/2006 6:30	122	121	122	54.00	70.70	17.80
7/25/2006 19:15	123	122	123	31.32	51.06	21.59	7/26/2006 6:45	122	121	123	43.61	73.09	19.11
7/25/2006 19:30	122	121	123	40.53	51.56	5.88	7/26/2006 7:00	122	121	122	61.87	74.37	48.91
7/25/2006 19:45	121	120	122	43.18	59.67	10.11	7/26/2006 7:15	101	120	122	51.47	100.11	23.36
7/25/2006 20:00	122	121	123	42.08	66.38	10.75	7/26/2006 7:30	108	119	121	60.41	124.33	24.35
7/25/2006 20:15	122	120	122	41.92	62.36	29.08	7/26/2006 7:45	108	120	121	60.56	137.91	58.86
7/25/2006 20:30	123	121	123	42.32	59.13	9.82	7/26/2006 8:00	111	119	121	73.42	139.84	52.86
7/25/2006 20:45	123	122	124	42.50	55.57	10.40	7/26/2006 8:15	111	118	120	78.65	135.77	72.99
7/25/2006 21:00	123	122	124	42.69	54.04	17.58	7/26/2006 8:30	107	118	120	76.07	142.73	70.35
7/25/2006 21:15	124	122	124	39.15	65.40	9.96	7/26/2006 8:45	110	118	119	79.19	136.65	71.27
7/25/2006 21:30	123	122	123	33.08	58.66	9.96	7/26/2006 9:00	108	118	120	83.45	138.23	74.03
7/25/2006 21:45	122	121	123	33.81	67.36	11.32	7/26/2006 9:15	103	118	119	73.89	141.09	88.45
7/25/2006 22:00	123	122	123	33.96	51.45	9.90	7/26/2006 9:30	106	118	120	75.03	153.38	84.86
7/25/2006 22:15	123	122	124	34.11	50.12	10.05	7/26/2006 9:45	92	118	120	74.88	137.27	68.68
7/25/2006 22:30	123	122	124	34.18	41.98	12.25	7/26/2006 10:00	94	119	120	75.24	127.54	77.76
7/25/2006 22:45	124	123	124	35.48	39.65	9.44	7/26/2006 10:15	95	118	119	86.01	168.84	83.36
7/25/2006 23:00	122	122	123	34.97	42.52	21.45	7/26/2006 10:30	93	117	119	57.90	151.68	73.34
7/25/2006 23:15	122	122	123	33.61	34.73	12.89	7/26/2006 10:45	87	117	119	57.00	134.07	71.50
7/25/2006 23:30	122	122	123	33.63	36.87	14.55	7/26/2006 11:00	85	117	119	70.54	156.93	86.25
7/25/2006 23:45	123	122	123	32.86	37.15	19.10	7/26/2006 11:15	88	118	119	68.27	160.92	98.94
7/26/2006 0:00	124	124	124	36.38	35.53	26.04	7/26/2006 11:30	89	117	119	67.12	147.84	84.46
							7/26/2006 11:45	91	117	119	56.71	153.17	84.83
							7/26/2006 12:00	86	118	120	66.18	128.67	64.45
							7/26/2006 12:15	95	119	120	66.48	127.52	81.61

APÉNDICE B

Figura B-1. Resultados de la medición de resistencia de puestas a tierra
hoja 1

	<p>CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>	
		<p>O.T. 20221</p>
<p>INTERESADO: Edy Ottoniel Aguilar Rivas FECHA: 27 de junio de 2006 TELEFONO: 58671436 PROYECTO: Trabajo de graduación -E.P.S. DIRECCION: Modulo 18-20 D Apto. 205 Nimajuyú I. zona 21 MUESTRA/EQUIPO: Mediciones de puesta a tierra.</p>		
<p>TRABAJO A EFECTUAR: Medición de la resistencia de puestas a tierra en los hospitales de psiquiatría y rehabilitación del Instituto Guatemalteco del Seguro Social.</p>		
<p>Los resultados de las mediciones realizadas se describen en la tabla del anexo A.</p>		
<p>Atentamente,,</p>		
	<p>Br. César Augusto de Paz Sandoval</p>	<p>Ing. Francisco Javier González López Jefe Sección Metrología Eléctrica</p>
<p>Vo.Bo.</p>		<p>Ing. César Alfonso García Guerra Director CI/USAC</p>
<p>FACULTAD DE INGENIERIA -USAC Edificio I-5. Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993 Página web: http://cil.usac.edu.gt</p>		

Figura B-2. Resultados de la medición de resistencia de puestas a tierra hoja 2



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANEXO A

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

UBICACION	HOSPITAL	RESISTENCIA (Ω)
PARARRAYOS	PSIQUIATRIA	10,12
ARCHIVO	PSIQUIATRIA	19,3
CARPINTERIA	REHABILITACION	0,59
LAVANDRIA MEDICION 1	REHABILITACION	4,2
LAVANDRIA MEDICION 2	REHABILITACION	7,41
LAVANDRIA MEDICION 3	REHABILITACION	10,58
MODULO 1, VARILLA 1	REHABILITACION	4,33
MODULO 1, VARILLA 2	REHABILITACION	0,69
MODULO 2, VARILLA 1	REHABILITACION	2,48
MODULO 2, VARILLA 2	REHABILITACION	62,4
MODULO 4	REHABILITACION	37,2
MODULO 5, VARILLA 1	REHABILITACION	60,9
MODULO 5, VARILLA 2	REHABILITACION	6,3
MODULO 8	REHABILITACION	42,6
MODULO 9	GINECO- OBSTETRICIA	27,4
MODULO 12, VARILLA 1	GINECO- OBSTETRICIA	0,5
MODULO 12, VARILLA 2	GINECO- OBSTETRICIA	10,03
MODULO 14, EQUIPO CONECTADO	GINECO- OBSTETRICIA	1,04
MODULO 14, EQUIPO DESCONECTADO	GINECO- OBSTETRICIA	4,08
MODULO EMERGENCIA, RAYOS X	GINECO- OBSTETRICIA	2,26
CABAÑA 1 LABORATORIO, VARILLA 1	GINECO- OBSTETRICIA	1,4
CABAÑA 1 LABORATORIO, VARILLA 2	GINECO- OBSTETRICIA	24
CABAÑA 3 DOCENCIA MEDICA	GINECO- OBSTETRICIA	1,87

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura B-3. Resultados de la medición de nivel de iluminación hoja 1

 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA 

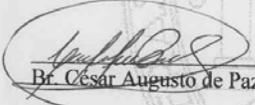
O.T. 20370

INTERESADO: Edy Ottoniel Aguilar Rivas
PROYECTO: Trabajo de Graduación E.P.S.
DIRECCION: Modulo 18-20 D Apto. 205. zona 21
MUESTRA/EQUIPO: Medición de niveles de iluminación
FECHA: 01 de agosto de 2006
TELEFONO: 24487148

TRABAJO A EFECTUAR: Medición de niveles de iluminación en los hospitales de rehabilitación y salud mental del Instituto Guatemalteco del Seguro Social.

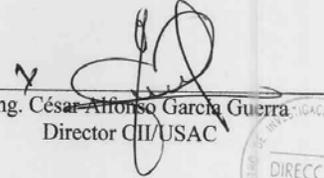
Los resultados de las mediciones realizadas se describen en la tabla del Anexo A.

Atentamente,


Br. César Augusto de Paz Sandoval

Vo.Bo.


Ing. Francisco Javier González López
Jefe Sección Metrología Eléctrica


Ing. César Adolfo García Guerra
Director CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura B-4. Resultados de la medición de nivel de iluminación hoja 2



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ANEXO A

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

No.	HOSPITAL	MODULO	UBICACIÓN	PIE- CANDELA	LUXES
1	Rehabilitación	1	Administración	9,2	98,72
2	Rehabilitación	1	Pasillos	4,6	49,36
3	Rehabilitación	1	Biblioteca	7,0	75,11
4	Rehabilitación	1	Trabajo Social	5,2	55,80
5	Rehabilitación	1	Salón de conferencias	4,2	45,07
6	Rehabilitación	2	Pasillos	2,4	25,75
7	Rehabilitación	2	Hidroterapia	4,5	48,29
8	Rehabilitación	2	Individuales	8,5	91,21
9	Rehabilitación	2	Laboratorio Secretaría	17,5	187,78
10	Rehabilitación	2	Laboratorio Equipos	10,5	112,67
11	Rehabilitación	2	Laboratorio Microbiología	18,0	193,14
12	Rehabilitación	3	Pasillos	3,4	36,48
13	Rehabilitación	3	Encamamiento	4,0	42,92
14	Rehabilitación	4	Pasillos	7,4	79,40
15	Rehabilitación	4	Sala de rehabilitación	8,5	91,21
16	Rehabilitación	5	Taller protesis punto 1	9,2	98,72
17	Rehabilitación	5	Taller protesis punto 2	10,2	109,45
18	Rehabilitación	5	Taller protesis punto 3	6,8	72,96
19	Rehabilitación	5	Pasillos	1,5	16,10
20	Rehabilitación	5	Afecciones cronicas	7,2	77,26
21	Rehabilitación	5	Carpintería	25,0	268,25
22	Rehabilitación	5	Afecciones de mano	20,0	214,60
23	Rehabilitación	5	Psicología	5,6	60,09
24	Rehabilitación	6	Pasillos	1,5	16,10
25	Rehabilitación	6	Encamamiento	4,0	42,92

Figura B-5. Resultados de la medición de nivel de iluminación hoja 3



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



26	Rehabilitación	6	Bodega general	11,2	120,18
27	Rehabilitación	6	Bodega general oficinas	6,0	64,38
28	Rehabilitación	8	Pasillos	3,0	32,19
29	Rehabilitación	8	Encamamiento	3,4	36,48
30	Rehabilitación	Inventario	Inventario	14,0	150,22
31	Rehabilitación	Lavandería	Punto 1	8,2	87,99
32	Rehabilitación	Lavandería	Punto 2	10,0	107,30
33	Salud Mental	Psiquiatría	Administración	11,0	118,03
34	Salud Mental	Psiquiatría	Pasillos	12,0	128,76
35	Salud Mental	Psiquiatría	Secretaría de admón.	6,4	68,67
36	Salud Mental	Psiquiatría	Secretaría	11,0	118,03
37	Salud Mental	Psiquiatría	Archivo	7,5	80,48
38	Salud Mental	Psiquiatría	Encamamiento	6,5	69,75
39	Salud Mental	Psiquiatría	Clínica	10,0	107,30
40	Salud Mental	Hospital de día	Dirección	32,0	343,36
41	Salud Mental	Hospital de día	Admisión	24,0	257,52
42	Salud Mental	Hospital de día	Pasillos	11,0	118,03
43	Salud Mental	Hospital de día	Taller de manualidades	8,0	85,84
44	Salud Mental	Hospital de día	Gimnasio	22,0	236,06
45	Salud Mental	Hospital de día	Terapia de grupo	25,0	268,25

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

APÉNDICE C

Tabla C-1. Censo de cargas hospital de Psiquiatría
HOSPITAL DE PSIQUIATRÍA

<i>Ubicación</i>	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Administración	2182.00	1208.40	2424.44	1342.67
Adjunto Administración	1265.00	784.60	1405.56	871.78
Cuarto de Limpieza	2520.00	1176.00	2800.00	1306.67
Trabajo Social	747.00	562.60	830.00	625.11
Clínica 11	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica 12	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica 14	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica 15	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica 16	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica 20	160.00	160.00	177.78	177.78
Clínica	160.00	160.00	177.78	177.78
Registros Médicos	2100.00	892.00	2333.33	991.11
Secretaría	2349.00	1423.60	2610.00	1581.78
Emergencia	900.00	532.00	1000.00	591.11
Pasillos	6510.00	4476.00	7233.33	4973.33
Baño Pacientes	400.00	400.00	444.44	444.44
Archivo	190.00	147.00	211.11	163.33
Médicos de Turno	575.00	490.50	638.89	545.00
Jefatura Hospital de Día	2137.00	1348.60	2374.44	1498.44
Cocina	6450.00	2552.00	7166.67	2835.56
Taller de Manualidades	1155.00	869.00	1283.33	965.56
Trabajo de Grupo	320.00	320.00	355.56	355.56
Baños Hospital de Día	200.00	200.00	222.22	222.22
Biblioteca	3775.00	1477.00	4194.44	1641.11
Laboratorio Encefalograma	1580.00	739.50	1755.56	821.67
Gimnasio	640.00	640.00	711.11	711.11
Estación de Enfermería	6865.00	2525.00	7627.78	2805.56
Encamamiento	11040.00	5256.00	12266.67	5840.00
Baños Encamamiento	600.00	600.00	666.67	666.67
Sección Nueva	200.00	200.00	222.22	222.22
Baños Personal	800.00	800.00	888.89	888.89
Cuarto de Aislamiento	320.00	320.00	355.56	355.56
Comedor	160.00	160.00	177.78	177.78
Jardín	750.00	750.00	833.33	833.33
Baños Médicos	320.00	320.00	355.56	355.56
Patio	1800.00	1800.00	2000.00	2000.00
Terapia de Grupo	320.00	320.00	355.56	355.56
Sala de Juntas	80.00	80.00	88.89	88.89
Jefatura de Farmacia	2080.00	996.00	2311.11	1106.67
Perímetro	1500.00	1500.00	1666.67	1666.67
Bodega y Farmacia	570.00	519.00	633.33	576.67
Bodega 2	310.00	267.00	344.44	296.67
Salón de Usos Múltiples	785.00	559.00	872.22	621.11
Dirección	980.00	612.00	1088.89	680.00
Iluminación externa	2400.00	2400.00	2666.67	2666.67
	68995.00	41342.80	76661.11	45936.44

TOTAL 68995.00 41342.80 76661.11 45936.44

Tabla C-2. Censo de cargas hospital de Rehabilitación

HOSPITAL DE REHABILITACIÓN

MÓDULO 1

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Administración	6078.00	3320.90	6753.33	3689.89
Prestaciones	3711.00	2001.10	4123.33	2223.44
Pasillos	2400.00	2400.00	2666.67	2666.67
Admisión	1363.00	928.90	1514.44	1032.11
Sub-Dirección	9871.00	4461.10	10967.78	4956.78
Registros Médicos	9333.00	4803.70	10370.00	5337.44
Biblioteca	953.00	681.90	1058.89	757.67
Baños Personal	300.00	300.00	333.33	333.33
Trabajo Social	6227.00	3178.40	6918.89	3531.56
Sala de Conferencias	2065.00	1308.50	2294.44	1453.89
Jefatura de médicos Residentes	2815.00	1686.00	3127.78	1873.33
Archivo	2913.00	1547.80	3236.67	1719.78
Planta telefónica	1097.00	819.60	1218.89	910.67
Sanitarios	620.00	620.00	688.89	688.89
Vestidores	16040.00	7070.00	17822.22	7855.56
Alumbrado Externo	900.00	900.00	1000.00	1000.00
66686.00	36027.90	74095.56	40031.00	

MÓDULO 2

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Admisión	533.00	439.90	592.22	488.78
Jefatura fisioterapia	210.00	185.00	233.33	205.56
Baños Personal	320.00	320.00	355.56	355.56
Clinica 1 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 2 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 3 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 4 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 5 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 6 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Clinica 7 C. E. Medicina Física	220.00	178.00	244.44	197.78
Admisión C. E. Medicina Física	1405.00	573.50	1581.11	637.22
Individuales	2850.00	2785.00	3166.67	3094.44
Hidroterapia	5420.00	4539.00	6022.22	5043.33
Empaques	15000.00	8060.00	16666.67	8955.56
Anexo Medicina Física	958.00	586.90	1064.44	629.89
Pasillos	4915.00	4793.50	5461.11	5326.11
Baños Pacientes	160.00	160.00	177.78	177.78
Clinica Consulta Externa	750.00	530.00	833.33	588.89
Sala de Ultrasonidos	620.00	494.00	688.89	548.89
Central de Equipos	20490.00	10601.50	22766.67	11779.44
Odontología	7340.00	4416.60	8155.56	4907.33
Laboratorio	29958.00	14702.90	33286.67	16336.56
Electroterapia	2220.00	1337.00	2466.67	1485.56
Clinica de Psiquiatría	160.00	160.00	177.78	177.78
Clinica 8	113.00	89.90	125.56	99.89
Clinica 9	80.00	80.00	88.89	88.89
Clinica Electroneurografía	1230.00	795.00	1366.67	883.33
Clinica Medicina Interna	2700.00	1324.00	3000.00	1471.11
Alumbrado Externo	450.00	450.00	500.00	500.00
Iluminación Pasillos	1160.00	1160.00	1288.89	1288.89
Rayos "X"	52900.00	31581.00	58777.78	35900.00
153482.00	91390.70	170535.56	101545.22	

MÓDULO 3

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Comedor	400.00	400.00	444.44	444.44
Pasillos	1400.00	1376.00	1555.56	1528.89
Encamamiento Hom bres	1600.00	1536.00	1777.78	1706.67
Baño P acientes	160.00	160.00	177.78	177.78
Bodega Fisioterapia	1020.00	670.00	1133.33	744.44
Estación de Enfermería	575.00	540.00	638.89	600.00
Encamamiento Mujeres	760.00	736.00	844.44	817.78
Diversas	670.00	611.00	744.44	678.89
Baños	390.00	355.00	433.33	394.44
Clínica	660.00	310.00	733.33	344.44
Alumbrado Externo	450.00	450.00	500.00	500.00
	8085.00	7144.00	8983.33	7937.78

MÓDULO 4

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Piscina	6704.00	5510.40	7448.89	6122.67
Pasillos	2500.00	2152.00	2777.78	2391.11
Bodega	200.00	200.00	222.22	222.22
Gimnasio	3627.00	3573.60	4030.00	3970.67
Sala para pacientes	2920.00	1578.00	3244.44	1753.33
Sala 12	710.00	675.00	788.89	750.00
Sala 13	480.00	480.00	533.33	533.33
Baños y bodega	600.00	600.00	666.67	666.67
Sala 16	550.00	515.00	611.11	572.22
Sala 11	1185.00	1152.50	1316.67	1280.56
Alumbrado Externo	900.00	900.00	1000.00	1000.00
iluminación Pasillos	7540.00	3520.00	8377.78	3911.11
	27916.00	20856.50	31017.78	23173.89

MÓDULO 5

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Afecciones Medulares	710.00	696.00	788.89	773.33
Terapia del Habla	909.00	734.70	1010.00	816.33
Radioterapia	2170.00	1215.00	2411.11	1350.00
Peluquería	226.00	219.40	287.78	243.78
Taller de Zapatería	1160.00	460.00	1288.89	511.11
Psicología	3613.00	2083.90	4014.44	2315.44
Afecciones Crónicas	800.00	768.00	888.89	853.33
Carpintería	1280.00	0.00	1422.22	0.00
Farmacia	6345.00	3213.00	7050.00	3570.00
Afecciones de Mano	1305.00	1232.00	1450.00	1368.89
Terapia Ocupacional	1280.00	1280.00	1422.22	1422.22
Servicios Varios Jefatura	1778.00	906.90	1975.56	1007.67
Baños	800.00	800.00	888.89	888.89
Pasillos	2080.00	2080.00	2311.11	2311.11
Bodega	160.00	160.00	177.78	177.78
Jefatura de Prótesis	2483.00	1356.90	2758.89	1507.67
Taller de Ortopedia	2200.00	792.00	2444.44	880.00
Bodega	2545.00	1450.00	2827.78	1611.11
Baños	200.00	200.00	222.22	222.22
Prótesis	52533.00	33157.30	58370.00	36841.44
iluminación Pasillos	800.00	800.00	888.89	888.89
Alumbrado Externo	900.00	900.00	1000.00	1000.00
ANEXO MODULO 5	3967.00	2011.60	4407.78	2235.11
	90244.00	56516.70	100307.78	62796.33

MÓDULO 6

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Sala 1	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 2	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 3	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 4	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 5	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 6	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 7	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Sala 8	2210.00	2146.00	2455.56	2384.44
Pasillos	7570.00	4224.00	8411.11	4693.33
Bodega 1	490.00	390.00	544.44	433.33
Clínica	160.00	160.00	177.78	177.78
Bodega 2	184.00	174.40	204.44	193.78
Baños Pacientes	640.00	640.00	711.11	711.11
Bodega Sótano modulo 6	14333.00	9033.90	15925.56	10037.67
Alumbrado Externo	900.00	900.00	1000.00	1000.00
Sala 18 (gimnasio)	490.00	390.00	544.44	433.33
Superintendencia de Enfermería	3513.00	1586.90	3903.33	1763.22
Carpintería	11829.00	6907.40	13143.33	7674.89
Dormitorio de Médicos	3035.00	1826.00	3372.22	2028.89
Sección de Inventario	1600.00	1107.60	1777.78	1230.67
62424.00	44508.20	69360.00	49453.56	

TERAPIA OCUPACIONAL

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Administración	2317.00	1368.60	2574.44	1520.67
2317.00			2574.44	1520.67

MÓDULO 8

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Baños personal ypacientes	480.00	480.00	533.33	533.33
Sala 1	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 2	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 3	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 4	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 5	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 6	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 7	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 8	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 9	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 10	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 11	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 12	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 13	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 14	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Sala 15	920.00	920.00	1022.22	1022.22
Pasillos	6520.00	5170.00	7244.44	5744.44
Sala de Conferencias	2360.00	1532.00	2622.22	1702.22
Iluminación Pasillos	640.00	640.00	711.11	711.11
Alumbrado Externo	900.00	900.00	1000.00	1000.00
24700.00	22522.00	27444.44	25024.44	

ILUMINACIÓN EXTERIOR Y GARITA

Ubicación	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Iluminación	4050.00	4050.00	4500.00	4500.00
4050.00	4050.00	4500.00	4500.00	

SERVICIOS REHABILITACIÓN

<i>Ubicación</i>	C. Instalada (W)	C. Demandada(W)	C. Instalada (VA)	C. Demandada(VA)
Ropería	1045.00	774.00	1161.11	860.00
Lavandería	23900.00	14696.00	26555.56	16328.89
Mantenimiento	25448.00	3154.80	28275.56	3505.33
	50393.00	18624.80	55992.22	20694.22

TOTAL **490297.00** **142171.70** **255678.89** **159489.22**

**TOTAL EN ESTOS
DOS HOSPITALES** **559292.00** **183514.50** **332340.00** **205425.67**

ANEXO A

Tabla A-1. Niveles de reflexión de colores

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Fuente: Carlos Arriaga, Manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas.

Tabla A-2. Niveles de factor de mantenimiento

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente: Carlos Arriaga, Manual para el laboratorio de instalaciones eléctricas.

Tabla A-3. Cables de unión a tierra para acometidas
Fuente: Departamento de climatología INSIVUMEH

ACOMETIDA		ANCLAJE	
mm ²	AWG	mm ²	AWG
35 mm ² o menor	2 y menor	10 mm ²	8
50 mm ²	1/0	16 mm ²	6
70 - 95 mm ²	2/0 - 3/0	25 mm ²	4
120 - 150 mm ²	4/0 - 350 MCM	35 mm ²	2
400 - 507 mm ²	750 - 1000 MCM	70 mm ²	1/0
185 - 240 mm ²	350 - 500 MCM	50 mm ²	2/0
más de 507 mm ²	más de 100 MCM	95 mm ²	3/0

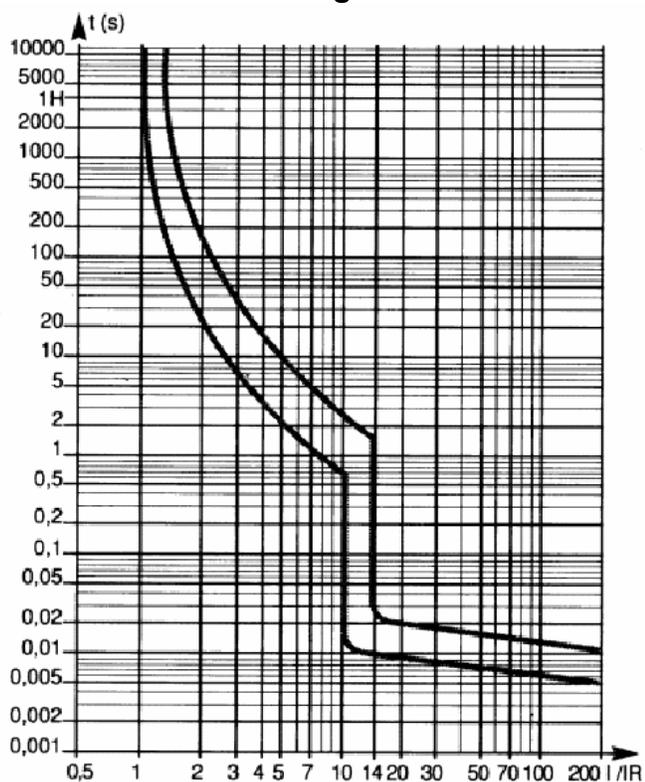
Fuente: www.es.wikipedia.org

Tabla A-4. Cables de unión a tierra para equipos

DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN	ANCLAJE	
	(mm ²)	(AWG)
15	1.5	14
20	4.0	12
30-40-60	6.0	10
100	10.0	8
200	16.0	6
400	35.0	2
600-800	50.0	1/0
1000	70.0	2/0
1200	95.0	3/0
1600	120.0	4/0
2000	150.0	250 MCM
2500	185.0	350 MCM
3000	240.0	400 MCM
4000	240.0	500 MCM

Fuente: www.es.wikipedia.org

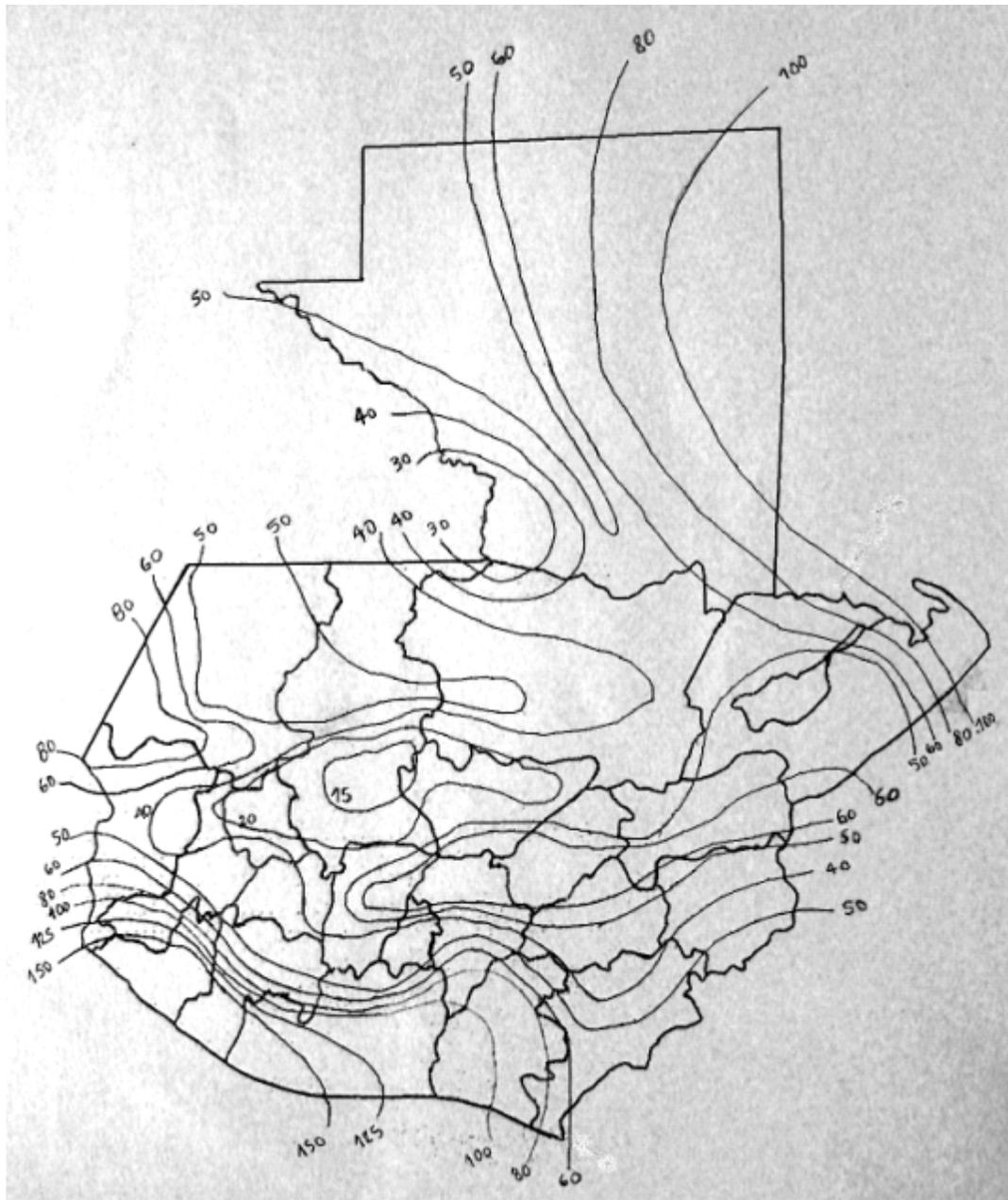
Figura A-5. Curvas de operación tiempo-corriente de interruptor termomagnético



Fuente: www.elprisma.com/ingelectrica/interruptorestermomag0.12.pdf

ANEXO B

Figura B-1. Mapa ceráunico de la republica de Guatemala



Fuente: Departamento de climatología INSIVUMEH

Figura 68. Área que beneficiará el proyecto.



Fuente: software google earth.