



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

**PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE
CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS**

Manuel Adrian Jimenez Salacán

Asesorado por el Ing. Arturo Alejandro Cruz Castro

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MANUEL ADRIAN JIMENEZ SALACÁN

ASESORADO POR EL ING. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Ramos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Alfredo Moscoso Lira
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha febrero de 2010.


Manuel Adrían Jimenez Salacán

Guatemala, 08 de marzo de 2011.

Ingeniero Jonathan Requena Gómez
Supervisor Unidad de EPS
Unidad de prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de ingeniería, USAC

Respetable Ingeniero Requena Gómez.

Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado "**Propuesta de mejora, Evaluación de equipo y análisis de calidad de energía en UNAERC, Salas A, B y C de Hemodiálisis**".

Este trabajo lo desarrollo el estudiante **MANUEL ADRIAN JIMENEZ SALACÁN**, quien fue asesorado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley, solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,



Arturo Alejandro Cruz Castro
INGENIERO ELECTRICISTA
Col. No. 9331

Ing. Arturo Alejandro Cruz Castro
Col. 9331
Asesor



Guatemala, 15 de mayo de 2012.

Ref.EPS.DOC.707.05.12.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

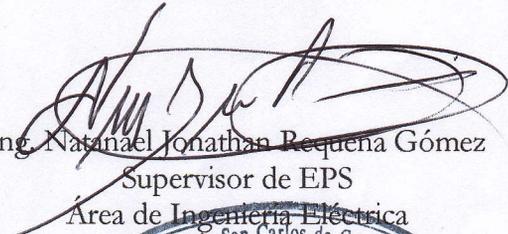
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manuel Adrian Jimenez Salacán** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **200313031**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez

Supervisor de EPS

Área de Ingeniería Eléctrica

Universidad de San Carlos de Guatemala

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
NJRG/ra



Guatemala, 15 de mayo de 2012.
Ref.EPS.D.507.05.12.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Puente Romero.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Manuel Adrian Jimenez Salacán**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Arturo Alejandro Cruz Castro y supervisado por el Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez.

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 del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



Ref. EIME 33.2012.
Guatemala, 20 de JUNIO 2012.

Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

**Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
“PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y
ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A,B
Y C DE HEMODIÁLISIS”, de la estudiante Manuel Adrián
Jimenez Salacán, que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Romeo Nefalí López Orozco
Coordinador Área Electrotécnica



RNLO/sro



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 42.2012.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Manuel Adrián Jimenez Salacán titulado: "PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS", procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romera



GUATEMALA, 26 DE JULIO 2012.

Universidad de San Carlos
de Guatemala

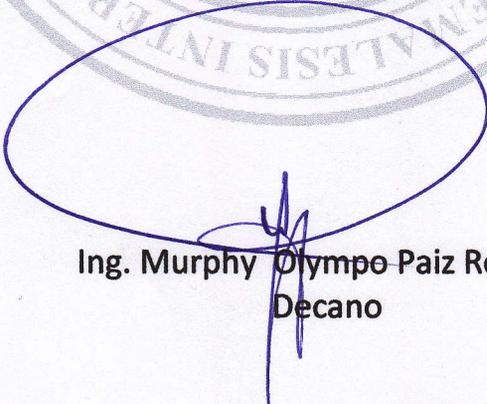


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 208 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE MEJORA, EVALUACIÓN DE EQUIPOS Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN UNAERC, SALAS A, B Y C DE HEMODIÁLISIS**, presentado por el estudiante universitario: **Manuel Adrián Jimenez Salacán**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 15 de marzo de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque en todo momento ha estado en mi vida, en mis momentos de alegría y tristeza.
- Mis padres** Martin Adrián Jimenez y Gloria Marina Salacán, por el gran amor que han brindado siempre.
- Mis hermanas** Ana, Silvia, Esperanza y Brenda Jimenez Salacán, por animarme, en todo momento.
- Mis cuñados** Gustavo Ambrosio y Otto Valencia por su gran apoyo.
- Mis sobrinos** Rut Ambrosio, David Ambrosio, Ester Ambrosio, Dulce Ambrosio, Daniel Valencia Noemí Valencia, Carlos Valencia y Fernando Jimenez, por ser una de las fuentes de alegría en mi vida.
- Mis amigos** Por haber creído siempre en mí.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una parte importante en el desarrollo de mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Por ser el hogar y casa de estudio en el desarrollo de mi carrera.
UNAERC	Por permitir el desarrollo del trabajo de graduación y brindarme el apoyo necesario.
Ing. Alejandro Cruz	Quien brindo sus conocimientos, siendo mi asesor de EPS.
Ing. Otto Andrino	Por ser el medio y abrir las puertas de UNAERC.
Ing. Héctor Tzoc	Por confiar en mí para realizar juntos el ejercicio profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES DE UNAERC.....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.1.1. Misión.....	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Objetivos.....	2
1.1.4. Valores de UNAERC.....	3
1.2. Actividades de la empresa.....	5
1.3. Estructura organizacional.....	8
1.4. Ubicación.....	10
1.5. Mercado objetivo.....	11
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	13
2.1. Generalidades de las instalaciones eléctricas.....	13
2.1.1. Conceptos básicos de una instalación eléctrica.....	13
2.1.2. Simbología eléctrica.....	24
2.1.3. Principales tipos de materiales eléctricos y mecánicos.....	29
2.1.4. Coordinación de protección.....	33

2.2.	Fase de levantamiento	34
2.2.1.	Identificación de tableros	35
2.2.1.1.	Tableros principales.....	39
2.2.1.2.	Tableros de distribución.....	45
2.2.2.	Identificación y medición de parámetros eléctricos de los circuitos de las salas de hemodiálisis.....	53
2.2.2.1.	Sala de hemodiálisis A.....	57
2.2.2.2.	Sala de hemodiálisis B.....	63
2.2.2.3.	Sala de hemodiálisis C	67
2.2.3.	Evaluación de estado de conexiones de alimentadores en general	68
2.2.4.	Medición de calidad de energía	71
2.2.5.	Elaboración de planos de la red eléctrica actual.....	93
2.2.6.	Recomendaciones para correcciones básicas del sistema.....	93
2.3.	Fase de diseño y propuesta de mejora	96
2.3.1.	Ubicación de cargas y equipos por ambientes.....	100
2.3.2.	Cálculos de circuitos.....	103
2.3.2.1.	Cálculo de circuitos de iluminación	108
2.3.2.2.	Cálculo de circuitos de fuerza	111
2.3.2.3.	Cálculo de circuitos de equipo médico.....	114
2.3.2.4.	Cálculo de circuitos de cámaras de seguridad.....	117
2.3.3.	Calculo de circuitos de alimentadores de equipo..	119
2.3.4.	Cálculo de alimentadores principales	120
2.3.5.	Cálculo de subestaciones y planta de emergencia.....	123

2.3.6.	Cálculo de tableros principales y secundarios.....	123
2.3.7.	Diseño de red de tierras.....	124
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE CONTINGENCIAS.....	133
3.1.	Aspectos legales	133
3.2.	Antecedentes.....	133
3.3.	Plan de contingencias ante sismos, incendios y accidentes laborales.....	134
3.3.1.	Evolución de riesgos	142
3.3.2.	Métodos de protección.....	143
3.3.2.1.	Medios técnicos	144
3.3.2.2.	Medios humanos.....	145
3.3.2.3.	Planos de edificación	146
3.4.	Descripción de funciones.....	148
3.4.1.	Funciones del responsable del plan.....	149
3.4.2.	Funciones del coordinador del plan.....	149
3.4.3.	Funciones de subcomisiones	150
3.5.	Plan de acción	151
3.5.1.	Objetivos del plan de acción	152
3.5.2.	Procedimiento de evaluación	152
3.6.	Factibilidad del plan de contingencias.....	153
3.6.1.	Costos asociados a la ejecución del plan.....	153
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	155
4.1.	Métodos de capacitación	155
4.1.1.	Objetivos de los métodos.....	156
4.1.2.	Métodos de presentaciones audiovisuales.....	157
4.1.3.	Método Magistral	160
4.1.4.	Método autodidáctico	161

4.1.5.	Método interactivo de enseñanza	161
4.1.6.	Generalidades	162
4.2.	Períodos de capacitación	162
4.2.1.	Generalidades	163
CONCLUSIONES		165
RECOMENDACIONES		167
BIBLIOGRAFÍA		169
ANEXOS		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	DPCA.....	5
2.	Programa de Hemodiálisis	6
3.	Estructura organizacional	9
4.	Estructura organizacional gerencia y unidades	9
5.	Ubicación de UNAERC	10
6.	Canalización eléctrica	19
7.	Simbología eléctrica.....	25
8.	Cintas <i>premium scotch super 33+</i> ™	32
9.	Cintas aislantes de goma autosoldables Scotch™ 23 y 43	33
10.	Planta de UNAERC.....	38
11.	<i>Breaker</i> principal 400 amperios.....	40
12.	Ubicación de los tableros principales	40
13.	Planta eléctrica de respaldo	42
14.	Transferencia automática de 400 amperios.....	43
15.	Tablero Principal (TP)	44
16.	<i>Sure test circuit analyzer</i>	54
17.	Circuito de fuerza e iluminación identificado.....	55
18.	Sala de hemodiálisis A	61
19.	TD 6, sala de hemodiálisis A	62
20.	TD 7, sala de hemodiálisis A	62
21.	TD 4, sala de hemodiálisis B y C.....	65
22.	TD 5, iluminación y auxiliares sala B de hemodiálisis.....	66
23.	Analizador de redes <i>power visión circuitor AR5</i>	73

24.	Índice de regulación de tensión	75
25.	Gráfica de voltajes de sala de hemodiálisis A	77
26.	Gráfica de voltajes de sala de hemodiálisis B y C.....	79
27.	Gráfica de corrientes sala A de hemodiálisis	82
28.	Gráfica de corrientes de sala B y C de hemodiálisis	84
29.	Gráfica de potencia de la sala A de hemodiálisis	86
30.	Gráfica de potencia de la sala B y C de hemodiálisis.....	88
31.	Planta de ambientes propuesta de mejora.....	99
32.	Fórmula para el método por corriente	103
33.	Fórmulas método por caída a) monofásico, b) trifásico.....	106
34.	Vista de tablero de una interconexión de <i>Bonding</i>	128
35.	Planos de edificación, para el plan de contingencias	147
36.	Elementos de las instalaciones eléctricas de UNAERC	157
37.	Tableros en deficientes condiciones en UNAERC	158
38.	Tableros en óptimas condiciones en UNAERC.....	159

TABLAS

I.	Capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos de cobre y aluminio, y factores de corrección	15
II.	Características de tipos de aislamientos.....	17
III.	Ambientes de UNAERC	37
IV.	Tablero Principal (TP).....	44
V.	Número y nombre de tableros de distribución	45
VI.	TD 4, sala de hemodiálisis B y C	47
VII.	TD 5, sala de hemodiálisis B	48
VIII.	TD 6, sala de hemodiálisis A	49
IX.	TD 7, sala de hemodiálisis A	49
X.	TD 8, sala de hemodiálisis A	50

XI.	TD 9. Pasillo <i>granumix</i> , central de equipos	51
XII.	TD 16, ventiladores sala de hemodiálisis A.....	51
XIII.	TD 19, cuarto eléctrico	52
XIV.	TD 21, cuarto de ósmosis	52
XV.	TD 22, <i>Granumix</i>	53
XVI.	Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala A	58
XVII.	Datos generales de iluminación e identificación, sala A	60
XVIII.	Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala B	63
XIX.	Datos generales de iluminación e identificación, sala B	65
XX.	Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala C	67
XXI.	Datos generales de iluminación e identificación, sala C	68
XXII.	Tableros de distribución en salas de hemodiálisis	69
XXIII.	Análisis de alimentadores en salas de hemodiálisis	70
XXIV.	Evaluación de alimentadores en salas de hemodiálisis.....	71
XXV.	Voltajes tomados por AR5 en sala A de hemodiálisis	76
XXVI.	Voltajes tomados por AR5 en salas B y C de hemodiálisis	78
XXVII.	Corrientes tomadas por AR5 en sala A de hemodiálisis.....	81
XXVIII.	Corrientes tomadas por AR5 en salas B y C	83
XXIX.	Potencia tomada por AR5 en sala A de hemodiálisis	85
XXX.	Potencia tomada por el AR5 en salas B y C de hemodiálisis	87
XXXI.	Medición de parámetros eléctricos de tomacorrientes	90
XXXII.	Ambientes para centro de carga TDH.....	98
XXXIII.	Distribución de cargas de TDH centro de carga.....	100
XXXIV.	Factores de corrección de temperatura.....	104
XXXV.	Factores de corrección, número de conductores	105
XXXVI.	Áreas de conductores	107
XXXVII.	Distribución de ambientes para circuitos de iluminación	108
XXXVIII.	Cálculo de circuitos de iluminación TDH	111
XXXIX.	Distribución de ambientes para circuitos de fuerza TDH.....	113

XL.	Calculo de circuitos de fuerza TDH	113
XLI.	Circuitos de equipo médico de sala de hemodiálisis A	116
XLII.	Circuitos de cámaras de seguridad	118
XLIII.	Cálculo de alimentadores de equipo	119
XLIV.	Cálculo de potencia aparente.....	121
XLV.	Cálculo de alimentadores de TDH.....	122
XLVI.	Selección de tablero TDH	124
XLVII.	Selección de calibre de conductores de tierra de equipo	130
XLVIII.	Dimensionamiento de conductores	132
XLIX.	Descripción de funciones	148
L.	Plan de acción	151

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
Al	Aluminio
AWG	Calibre de conductores americanos
Cmil	Área transversal el circular mil
Cu	Cobre
Crc	Circuito
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
IL1	Corriente de la Línea 1
IL2	Corriente de la Línea 2
IL3	Corriente de la Línea 3
IRT	Índice de Regulación de Tensión
KVA	Kilo Voltio Amperio
m	Metro
NEC	<i>National electrical code</i>
NTSD	Norma técnica del servicio de distribución
Ω	Ohm
Plgs	Pulgadas
PL1	Potencia de la Línea 1
PL2	Potencia de la Línea 2
PL3	Potencia de la Línea 3
PVC	Poli cloruro de vinilo
Rms	Valores Eficaces

TP	Tablero principal
TD	Tablero de distribución
VL1	Voltaje de la Línea 1
VL2	Voltaje de la Línea 2
VL3	Voltaje de la Línea 3
Δ	Variación de Voltaje
%	Porcentaje

GLOSARIO

<i>Breaker</i>	Interruptor principal termomagnético.
Catéter	Dispositivo que puede ser introducido dentro de un tejido o vena.
DPCA	Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria.
Diálisis	Proceso mediante el cual se extraen las toxinas que el riñón no elimina.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala.
Empalme	Unión entre conductores eléctricos.
Hemodiálisis	Método para eliminar residuos de la sangre.
Hemofiltración	Terapia de reemplazo renal similar a la hemodiálisis.
Infusión	Bebida saludable que ayuda al momento de depurar líquidos el cuerpo, útil para eliminar diferentes toxinas en el cuerpo.
Insuficiencia	Condición en la cual los riñones dejan de funcionar correctamente.

Riñones

Órganos glandulares, a los que incumbe la importante función de producir la orina.

UNAERC

Unidad de Atención al Enfermo Renal Crónico.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación encontrará información acerca de la propuesta de mejoramiento, evaluación de equipos y análisis de calidad de energía, orientado a las sala de hemodiálisis A, B y C, de la Unidad de Atención al Enfermo Renal Crónico, UNAERC.

El primer capítulo desarrolla una breve historia de UNAERC, enumerando aspectos importantes como la misión, visión, objetivos y valores, además de las actividades de la unidad, estructura organizacional, ubicación y mercado objetivo.

El ejercicio profesional supervisado, se basa en la propuesta de mejora de la red eléctrica y parámetros de las máquinas de Hemoultrafiltración de UNAERC, máquinas que desarrollan la función de un riñón dentro del cuerpo de los pacientes que atiende la unidad, parámetros eléctricos que deben de estar dentro de los niveles de calidad de energía estables y correctos, para el adecuado y óptimo funcionamiento del equipo y máquinas para el proceso de hemodiálisis.

El segundo capítulo desarrolla la fase técnico profesional del ejercicio profesional supervisado, realizando una fase de levantamiento, reconocimiento de los tableros y cargas eléctricas que inciden en el funcionamiento de las salas de hemodiálisis, que deben de tener todos los parámetros e instalaciones eléctricas en óptimas condiciones, y así poder diagnosticar como se encuentra la red y las instalaciones eléctricas de UNAERC.

Red eléctrica e instalaciones eléctricas que serán evaluadas por medio de un estudio de calidad de energía, voltaje, corriente y potencia para la alimentación de las máquinas para el proceso de hemodiálisis.

Finalmente se encontrará una propuesta para el mejoramiento de la red eléctrica de UNAERC, enfocándose principalmente en las salas de hemodiálisis, la cual servirá para que se unifique y centralicen todas las cargas eléctricas de dichas salas, además de las cargas que inciden en el proceso, generando así el concepto básico de centro de carga.

El tercer capítulo desarrolla un plan de contingencias ante sismos incendios y accidentes laborales, evaluando riesgos, métodos de protección técnicos y humanos, además de realizar un plan de acción sobre contingencias.

En el cuarto capítulo se desarrolla la fase de enseñanza aprendizaje, aplicando métodos de capacitación al personal de operaciones y mantenimiento acerca de las instalaciones eléctricas, la red eléctrica de la unidad y las mejoras que se deben de realizar, basados en el ejercicio profesional supervisado.

OBJETIVOS

General

Realizar una propuesta de mejora, evaluar equipos y análisis de calidad de energía en la red eléctrica de UNAERC, de tal manera conocer las instalaciones eléctricas en óptimas condiciones y las instalaciones eléctricas deficientes, con el fin de formular mejoras para poder tener una mejor calidad en la red eléctrica.

Específicos

1. Estudiar, evaluar y analizar las instalaciones eléctricas de UNAERC, especialmente las de las salas de hemodiálisis, con el fin de conocer el estado actual de las instalaciones eléctricas adecuadas e instalaciones eléctricas deficientes, con el fin de formular mejoras para poder brindar una mejor calidad de servicio.
2. Reconocimiento de todos los elementos que constituyen la red eléctrica de UNAERC, específicamente los de las salas de hemodiálisis y áreas que inciden en el proceso, así como de los tableros principales y tableros de distribución.
3. Identificación y etiquetado de los elementos existentes dentro de la red eléctrica de UNAERC.

4. Evaluación del estado de las conexiones en general, principalmente las acometidas de las máquinas de hemodiálisis.
5. Medición de calidad de energía, midiéndose los parámetros más relevantes el voltaje, corriente y potencia, realizándose la medición de calidad de energía exclusivamente para los tableros que energizan las máquinas de hemodiálisis.
6. Realizar planos de la red eléctrica actual y planilla de tableros, desde el diagrama unifilar actual hasta la identificación de las diferentes cargas existentes del sistema.
7. Realizar una propuesta de mejora para centralización de cargas y recomendaciones básicas del sistema.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los edificios que se ubican en la zona 1 capitalina, tienen años de construcción, debido a este factor las instalaciones eléctricas y los medios de canalización eléctricos existentes en UNAERC, también poseen varios años de estar instalados, por lo que surgió la necesidad de realizar un ejercicio profesional supervisado para evaluar y diagnosticar la situación actual de las instalaciones eléctricas con un criterio profesional.

Se efectuó un estudio de la red eléctrica actual, técnico profesional, para que aunado a los trabajos de la unidad se entregue un servicio de calidad a los pacientes que requieran hemodiálisis.

En el estudio se realizó una evaluación completa de las instalaciones eléctricas y canalización eléctrica, partiendo de los conceptos básicos, conexiones correctas, cálculos exactos, dimensionamientos de conductores y protecciones acordes al consumo de la carga respectiva, además se evaluó los parámetros eléctricos más importantes dentro de una red eléctrica, tales como el voltaje, la corriente y la potencia eléctrica.

Se realizó una fase de levantamiento de la red eléctrica, la cual nos dio a conocer el estado actual de toda la red eléctrica, principalmente en las salas de hemodiálisis que son las áreas más necesitadas de una evaluación y conclusión de su estado actual, para continuar dando un buen servicio a los pacientes sin correr el riesgo que alguno se vea afectado en dicho tratamiento por una deficiente instalación eléctrica, finalizando con una fase de propuesta de mejora para una futura implementación de la centralización de las cargas.

1. ANTECEDENTES DE UNAERC

1.1. Historia de la empresa

La Unidad Nacional de Atención al Enfermo Renal Crónico, cuya denominación se abrevia por sus siglas UNAERC, fue creada por medio del Acuerdo Gubernativo 323-97, de fecha 24 de abril de 1997. Con el objetivo de atender a pacientes que padezcan enfermedad renal crónica, brindando a la comunidad, a nivel nacional, servicios especializados de alta calidad, acorde a la moderna tecnología médico-quirúrgica en el campo de la nefrología.

Fue reestructurada mediante los Acuerdos Gubernativos 896-2002, de fecha 20 de diciembre 2002 y 275-2004 de fecha 7 de septiembre 2004, creando un Consejo de Administración como Autoridad Administrativa Superior; el cual está integrado por tres miembros titulares y tres suplentes, representantes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; así como dos miembros titulares y dos suplentes designados por la fundación de asistencia médica y ocupacional para la recuperación del enfermo renal.

1.1.1. Misión

“Brindar al enfermo renal crónico un trato digno y justo por medio de tratamientos médicos integrales que tomen en cuenta su condición física, su entorno familiar, y sus necesidades sociales. De acuerdo a estas consideraciones, se ofrecen tratamientos de diálisis peritoneal, hemodiálisis, y trasplante renal”.

1.1.2. Visión

“Ser líder, a nivel latinoamericano, en la atención de pacientes con insuficiencia renal crónica, a través de la excelencia profesional y la mejor tecnología médica disponible”.

1.1.3. Objetivos

Siendo el objetivo principal para UNAERC, el ser humano con insuficiencia renal crónica.

Generales

“Brindar atención médica especializada a los pacientes diagnosticados con insuficiencia renal crónica terminal en Guatemala, según nuestra capacidad instalada, de recurso humano y financiera”.

Específicos

- “Proporcionar a nuestros pacientes atención personalizada e integral, según sus necesidades específicas.
- Brindar terapias sustitutivas con la mejor tecnología.
- Proporcionar a nuestros pacientes, de manera oportuna y segura, insumos y medicamentos que necesitan para sus tratamientos (en nuestra sede, o en su domicilio -DPCA-), según nuestra disponibilidad financiera.

- Observar estrictamente las normas internacionales de higiene y bioseguridad para protección de nuestros pacientes, nuestro recurso humano y medio ambiente.
- Garantizar los estándares más altos de calidad en la selección y la integración de nuestro recurso humano”.

1.1.4. Valores de UNAERC

Los valores institucionales son el patrimonio que permite mantener y fortalecer nuestra misión, siendo estos el conjunto de cualidades que presenta la empresa a los empleados para brindar un clima de trabajo agradable, contribuyendo al bienestar físico y social de cada miembro.

Unidad

Solidarización con los pacientes y su familia, y conciencia de las situaciones cotidianas por las que atraviesan durante el proceso de la enfermedad y tratamiento.

Respeto

Cada miembro del equipo de trabajo es servicial, cortés, tolerante y atento, pues reconoce los derechos, libertades y cualidades inherentes de todas las personas que conforman UNAERC.

Calidad

El trabajo se hace con excelencia buscando la mejora continua.

Servicio

Siempre se está en la mejor disposición para dar respuesta al cuidado y atención de los pacientes y a la sociedad, con actitud de entrega y colaboración.

Lealtad

Todo el personal está comprometido con su labor, sintiendo confianza en su trabajo, y están orgullosos del servicio que brindan. Por eso, respetan y cumplen con la misión, los principios y objetivos de la unidad, y ofrecen su mejor esfuerzo en beneficio de la sociedad.

Honradez

Actúan de forma diligente y responsable, utilizando correcta y adecuadamente todos los recursos.

Integridad

Cumplen con las promesas de servicio y atención a los pacientes. Tratando con respeto y consideración a cada empleado y a los proveedores.

Responsabilidad

Cumplen a cabalidad sus compromisos. La obligación es con todos los miembros de la unidad, y se trabaja de manera coordinada, ordenada y eficiente, para lograr las metas establecidas.

1.2. Actividades de la empresa

Dentro de las actividades que UNAERC desarrolla para atender a los pacientes con insuficiencia renal, se encuentra el programa de diálisis peritoneal continua ambulatoria, programa de hemodiálisis, programa de nefrología pediátrica y programa de trasplante renal.

Programa de Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria (DPCA)

La DPCA, es tratamiento sustitutivo renal, el paciente no requiere de máquinas complicadas o de un acceso vascular como lo es una fístula arteriovenosa, ya que la sangre es purificada en el interior del cuerpo y no tiene en ningún momento que abandonar el sistema vascular, siendo un tipo de diálisis altamente desarrollada, concebida especialmente para el paciente con insuficiencia renal crónica, pudiendo ser realizada por el propio paciente.

En la figura 1, se muestra la forma y el proceso correcto de realizar la DPCA.

Figura 1. DPCA



Fuente: manuales de usuario UNAERC.

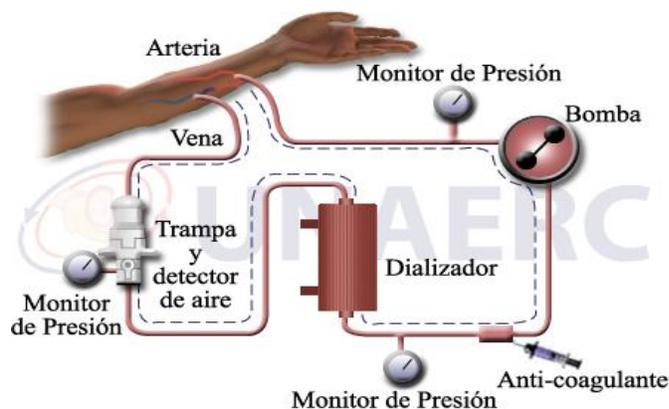
Sistema de visita y entrega de insumos para diálisis peritoneal a domicilio

El paciente que ya está en el Programa de Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria, asiste una vez al mes a consulta externa a la unidad, enviándole insumos para su tratamiento a domicilio, por medio de un proveedor.

Programa de Hemodiálisis

Se utiliza como alternativa de tratamiento sustitutivo de la función renal, es un procedimiento que requiere de un acceso vascular a través de una fístula arteriovenosa permanente o temporal, o de un catéter de doble lumen. El procedimiento consiste en hacer circular el volumen sanguíneo del paciente a través de una máquina de hemodiálisis y mediante una membrana semipermeable que pone en contacto la sangre con una solución dializante, lo que permite que en el organismo se intercambien sustancias de su interior y viceversa.

Figura 2. Programa de Hemodiálisis



Fuente: manuales de usuario UNAERC.

En la figura 2, se muestra la forma y el proceso que realiza la máquina de hemodiálisis, todo este proceso se realiza conectando una máquina de hemoultrafiltración la cual se conecta directamente a la circulación sanguínea del paciente.

Programa de Nefrología Pediátrica

La unidad nacional de atención al enfermo renal crónico cuenta también con un Programa de Nefrología Pediátrica, el cual va encaminado a la aplicación de un tratamiento especializado. Los niños con insuficiencia renal crónica terminal constituyen un porcentaje importante dentro de la patología pediátrica general, es por ello que surge la preocupación de contar con un programa que de atención a los niños que sufren dicha insuficiencia, así como a los padres de cada uno de ellos, para que aprenda a manejar la enfermedad de sus hijos.

Programa de Trasplante Renal

Un trasplante de riñón es un procedimiento quirúrgico, en el cual un riñón sano de un donador vivo o uno cadavérico, es colocado en la parte inferior de su abdomen. El trasplante no es una cura, sino un tratamiento para la insuficiencia renal crónica. Es el tratamiento de elección para aquellas personas que se consideran candidatos adecuados para un trasplante.

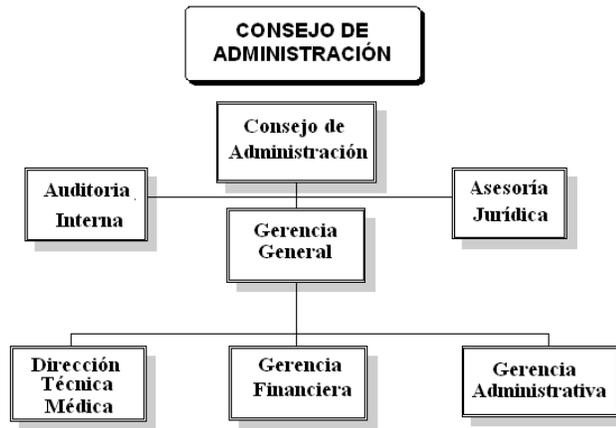
UNAERC cuenta con la colaboración del Hospital General San Juan de Dios (teléfono 2253-0447 Ext. 601) y la Fundación de Amor (teléfonos 2362-2039 y 2332-5311), ampliando la información en la Dirección Técnica Médica de esta unidad.

1.3. Estructura organizacional

UNAERC como toda una institución que tiende a pacientes, debe tener una estructura organizacional bien instituida, estructura que está integrada por los siguientes órganos:

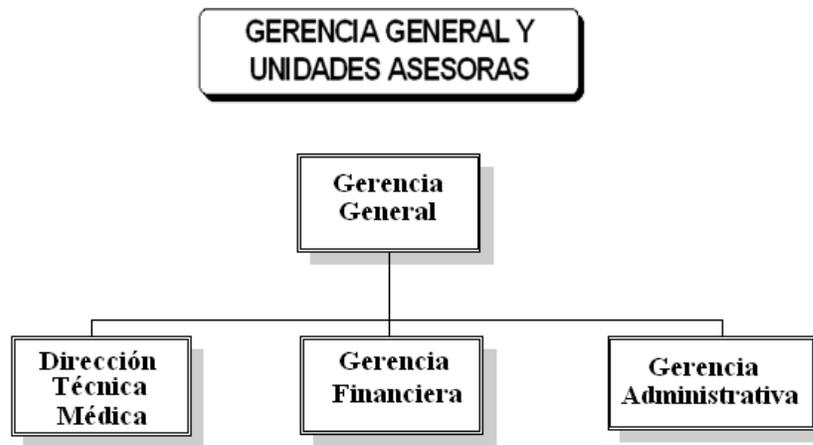
- Consejo de Administración
- Auditoría Interna
- Asesores
- Gerencia Gerencial
- Dirección Técnica Médica
- Gerencia Financiera
- Gerencia Administrativa

Figura 3. **Estructura organizacional**



Fuente: administración UNAERC.

Figura 4. **Estructura organizacional gerencia y unidades**



Fuente: administración de UNAERC.

1.4. Ubicación

Actualmente las instalaciones de UNAERC se ubican en la 9ª. Avenida 3-40 zona 1, Ciudad de Guatemala. La figura 5 muestra la ubicación de UNAERC desde una vista aérea.

Figura 5. Ubicación de UNAERC



Fuente: *Google Earth*. Consulta: junio del 2010.

1.5. Mercado objetivo

Brindar al enfermo renal crónico un trato digno y justo por medio de tratamientos médicos integrales que tomen en cuenta su condición física, su entorno familiar, y sus necesidades sociales. De acuerdo a estas consideraciones, ofrecer tratamientos de diálisis peritoneal, hemodiálisis, y trasplante renal, contando con un equipo de trabajo especializado: médicos, personal técnico-médico, enfermería.

Asimismo, se cuenta con los departamentos de Atención al Paciente, Psicología y Nutrición, para brindar apoyo integral al paciente. Laboratorio clínico, donde el paciente realiza los exámenes que necesiten de acuerdo a su tratamiento.

Además, proporciona financiamiento de exámenes especiales y compra de material especializado para subsidiar a pacientes de escasos recursos económicos, inversiones en obra física así como equipo necesario para la prestación de los servicios.

Siendo una unidad de atención a pacientes que padecen de insuficiencia renal crónica se realiza dentro de las instalaciones de UNAERC el proceso denominado hemodiálisis el cual se utiliza como alternativa de tratamiento sustitutivo de la función renal, la hemodiálisis suele realizarse tres veces por semana, por 3 horas por sesión.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Generalidades de las instalaciones eléctricas

Se define como instalación eléctrica al conjunto de elementos que se utilizan para servir energía eléctrica desde el punto de suministro hasta el centro de consumo, de tal manera que se pueda tener un servicio garantizado y de calidad, tal como lo requiere las normas del ente distribuidor de energía eléctrica.

2.1.1. Conceptos básicos de una instalación eléctrica

Para realizar una instalación eléctrica óptima y bajo normas estándar, es necesario conocer los conceptos básicos, el tipo de material, cálculo, dimensionamiento e instalación. Definiéndose de la siguiente manera:

Conductores eléctricos

Son cuerpos que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad, transmiten ésta a todos los puntos de su superficie.

Existen dos tipos, alambres y cables, los alambres actualmente son poco utilizados ya que son sólidos de tal manera que la conducción eléctrica será solo por el centro de este material.

Los conductores se seleccionan a criterios de capacidad de conducción (ampacidad) y máxima caída de voltaje permisible.

Los cables son más utilizados, dado que son el producto de la unión de varios alambres de tal manera que su conducción será por el centro de cada uno de los alambres dentro de él, dicha unión de varios alambres de áreas pequeñas torna más fácil la manipulación física del conductor.

Los conductores se encuentran en diferentes calibres determinados por el tamaño del área transversal, los cuales están estipulados por la American Wire Gauge (AWG).

El área transversal circular mil (cmil) y milímetros cuadrados, la que determina la capacidad de corriente que puedan conducir. En instalaciones eléctricas se utiliza desde el calibre #14 (delgado) hasta el 1000 MCM. Generalmente se utilizan conductores de cobre y aluminio, en instalaciones eléctricas pequeñas se utilizan conductores de cobre porque posee mejor capacidad de conducción ante un conductor de aluminio.

En la tabla I, se muestra la capacidad de los conductores eléctricos en función de su calibre y aislamiento. Esta tabla está regida bajo el "*National Electrical Code*" (normas *NEC*), la tabla se encuentra en el artículo 310, siendo ésta la que rige la selección del conductor eléctrico de cobre o aluminio, donde también se anexan los factores de corrección por temperatura para los conductores eléctricos.

Tabla I. **Capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos de cobre y aluminio, y factores de corrección**

Clasificación por temperatura de conductores							
Tamaño (AWG O Kcmil)	Tipo TW, UF	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo THHN, THHW, THW2, THWN2, RHH, RWH2, XHHW, ZW	Tipo TW	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo THHN, THHW, THW2, THWN2, RHH, RWH2, XHHW, ZW	Tamaño (AWG O Kcmil)
		Cobre			Aluminio		
12	20	24	27	16	18	21	12
10	27	33	36	21	25	28	10
8	36	43	48	28	33	37	8
6	48	58	65	38	45	51	6
4	66	79	89	51	61	69	4
3	76	90	102	59	70	79	3
2	88	105	119	69	83	93	2
1/0	121	145	163	94	113	127	1/0
2/0	138	166	186	108	129	146	2/0
3/0	158	189	214	124	147	167	3/0
4/0	187	223	253	147	176	197	4/0
250	205	245	276	160	192	217	250
300	234	281	317	185	221	250	300
350	255	305	245	202	242	273	350
400	274	328	371	218	261	295	400
500	315	278	427	254	303	342	500
600	343	413	468	279	335	378	600
700	376	452	514	310	371	420	700
750	387	466	529	321	384	435	750
800	397	479	543	331	397	450	800
900	415	500	579	350	421	477	900
1000	448	542	617	382	460	521	1000
T (°C)	Factores de corrección						T (°C)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1	1	1	1	1	1	79-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	88-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	97-104
41-45	0.71	0.82	0.82	0.75	0.82	0.87	106-113

Fuente: NEC edición 2002.

Aislamientos de conductores

Los conductores eléctricos están forrados por diferentes materiales aislantes, por lo general materiales son orgánicos.

Los forros 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, y de la temperatura ambiente del local de operación. El calor excesivo, causado ya sea por condiciones externas, altas corrientes o ambas, puede provocar que el aislamiento se quemé.

El medio ambiente agresivo puede penetrar en el aislamiento y producir un cortocircuito. Los aislantes se clasifican por voltaje y tipo de material, por voltaje existen seis clasificaciones generales: 600, 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 voltios.

Por material o tipo de material existen diferentes clasificaciones, cada tipo tiene una letra de clasificación (inicial de la palabra correspondiente en inglés), la letra indica el material aislante, su aplicación o ambas.

Existen cinco letras por tipos de clasificación: R para hule, T para termoplástico, N para nylon, H para resistencia al calor y W para resistencia a los ambientes agresivo.

En la tabla II se muestra las características de los diferentes tipos de aislamientos en función del material, aplicación y temperatura de operación.

Tabla II. **Características de tipos de aislamientos**

Tipo	Material y característica	Aplicación	Temperatura máxima de operación °C
R	Hule	Ambiente seco	60
H	Hule resistencia al calor	Ambiente seco	75
RHH	Hule resistencia a las altas temperaturas	Ambiente seco	90
RHW	Hule resistencia al calor y al medio agresivo	Ambiente seco y húmedo	75
Tipo	Termoplástico	Ambiente seco	60
TH	Termoplástico resistencia al calor	Ambiente seco	75
THW	Termoplástico resistencia al calor y al medio agresivo	Ambiente seco y húmedo	75
THWN	Termoplástico con cubierta de nylon resistente al ambiente agresivo	Ambiente seco y húmedo	75

Fuente: ABC del alumbrado.

Canalización eléctrica

La canalización eléctrica se refiere a los elementos utilizados para transportar los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica.

Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo y seguridad a los conductores así como proporcionar el camino adecuado y ordenado donde colocar los conductores eléctricos.

Elementos que sirven para la protección mecánica de los conductores eléctricos, ya que los aísla físicamente y confina cualquier problema de calor o chispas producidas por fallas en aislamientos. En UNAERC se utiliza principalmente el PVC y canaleta metálica para uso general, utilizando el *Conduit* galvanizado para el área del cuarto eléctrico donde se encuentra la acometida.

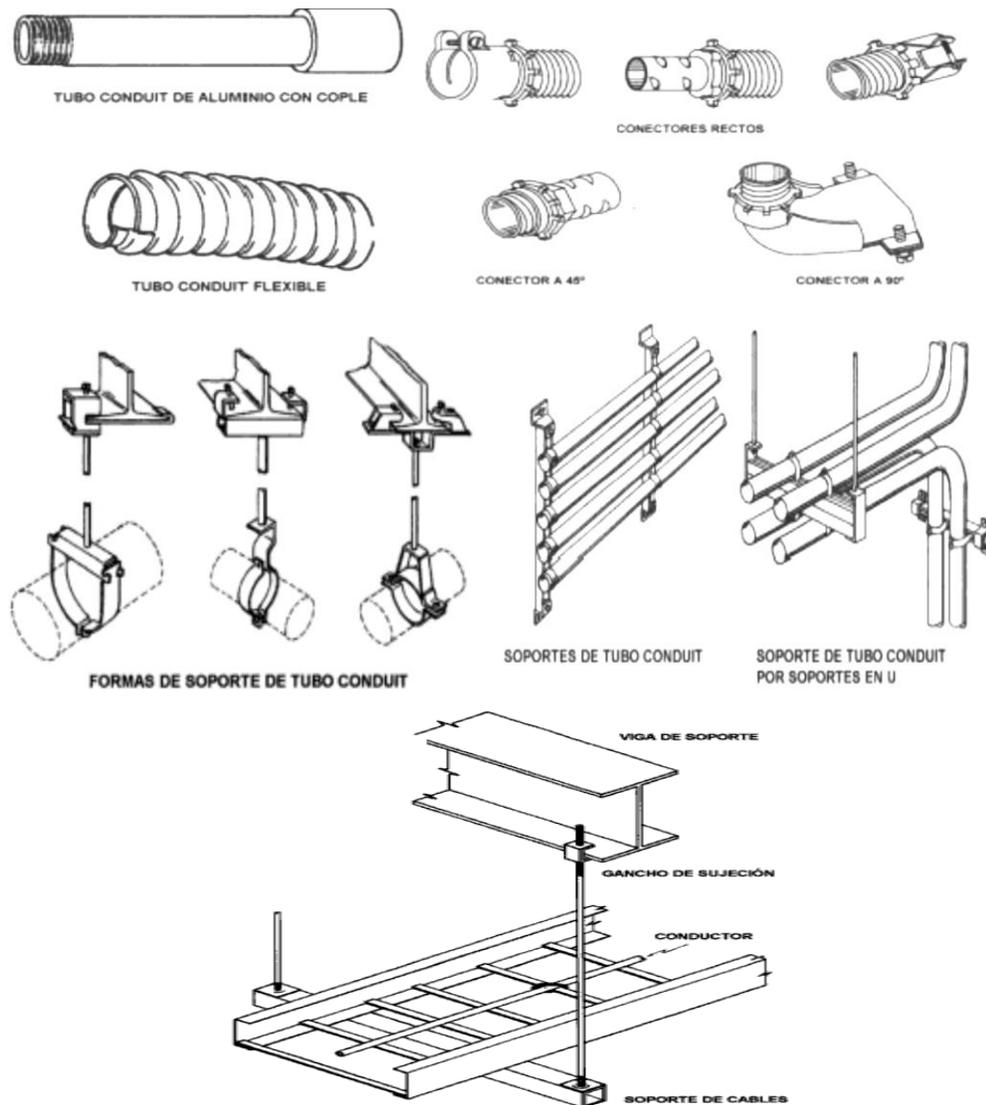
Tubo *Conduit* de acero galvanizado (fabricado de acero con un recubrimiento de zinc), es el medio de canalización más adaptable, aun en las peores condiciones (a la intemperie), toma alrededor de 30 años para que se deteriore, cuando están a la intemperie y se pintan, el tiempo de deterioro puede ser mayor, se fabrican en tramos de 3,0 metros.

Tubo *Conduit* Flexible, se usa por lo general para algunas aplicaciones específicas en tramos cerrados y específicamente en conexiones con movimiento mecánico, por ejemplo protección de la alimentación de las cajas de conexión de los motores eléctricos.

Tubo rígido de plástico, hecho de cloruro de polivinilo (pvc), es bastante usado en instalaciones eléctricas residenciales por su costo y facilidad de manejo, puede trabajar en atmósferas corrosivas o con líquidos. Se fabrican con diámetros de $\frac{1}{2}$ de pulgada hasta 4 pulgadas, con longitudes de 3 y 6 metros. Tiene la desventaja de ser altamente inflamable, pudiendo explotar produciendo cloruro de hidrógeno y fosgeno, compuestos tóxicos corrosivos de olor picante y sofocante.

En la figura 6, se muestra los diferentes tipos de canalización y soportes para conductores de electricidad, siendo estos de material pvc, *conduit* galvanizado, *conduit* flexible y canaletas metálicas.

Figura 6. **Canalización eléctrica**



Fuente: ABC del alumbrado.

Conexiones

Un empalme es la unión entre dos conductores eléctricos, que utiliza para mantener la continuidad del flujo eléctrico. Para realizar empalmes eléctricos seguros, se debe evitar los recalentamientos y falsos contactos entre conductores.

Los dispositivos adecuados para la unión de los conductores son los que ajustan los cables, sujetándolos por medio de tornillos o soldadura, y que además los mantienen aislados. Para un correcto empalme se necesitan elementos de unión como regletas, bornes, etc.

El empalme tradicional requería del entrelazado de los cables, que eran fijados por medio de soldadura y luego recubiertos por cinta aislante, esto provocaba frecuentes fallos y cortocircuitos que podían desembocar en un serio accidente eléctrico, por lo que se debe de realizar un empalme correcto y seguro, por lo tanto es conveniente conocer sus diferentes variantes.

Tipos de empalme

Unión Western: usado para unir dos conductores que van a prolongarse.

Cola de rata: es usado para derivaciones y prolongaciones. Se puede hacer con dos o más conductores.

Unión toma sencilla: para derivar una línea de la línea principal. Para instalaciones a la vista.

Unión toma doble: para derivar conductores del conductor principal, en un mismo punto.

Unión toma anudada: para derivar una línea tomada de la principal. Se le conoce como toma de seguridad y se usa para instalaciones vistas.

Tableros eléctricos

El tablero eléctrico es la parte principal de la instalación eléctrica, en el mismo se encuentran todos los dispositivos de protección de los circuitos eléctricos de la instalación. Consiste en un tablero donde se montan los interruptores termomagnéticos (*Breaker*), o fusibles, según sea la necesidad de la protección.

Tablero principal, es el lugar donde se encuentra el interruptor principal, así protegiendo toda la instalación eléctrica desde su alimentador hasta los tableros secundarios.

Tableros de distribución, son aquellos en los cuales se conectan los dispositivos de protección y de éstos se alimentan todos los circuitos de iluminación, como los circuitos de fuerza, tomacorrientes, bombas de agua, aire acondicionado, etc. Constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización con sus soportes correspondientes.

Pueden ser metálicos o plásticos que, además de rigidez mecánica, presentan características de inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. No deben tener partes bajo tensión accesibles desde el exterior. Entre las partes más importantes de un tablero eléctrico tenemos:

Partes de un tablero:

- Caja principal o gabinete
- Barras alimentadoras
- Protección principal
- Barra de neutro
- Barra de tierras

Dispositivos de protección

Existen diferentes dispositivos de protección, en UNAERC se utiliza el interruptor termomagnético (*breaker*), el cual se encarga de cambiar de estado cuando ocurre un corto circuito o sobrecarga, protegiendo la instalación y aislando al sistema de una falla.

El *breaker* se utiliza para protección ante la existencia de un corto circuito, al elevarse la falla a niveles de corrientes tales que al llegar a valor de su capacidad nominal dispara y abre el circuito aislando la falla del sistema, generalmente se dimensionan de tal manera que tengan un rango de protección, en los circuitos de iluminación y fuerza destinados para oficina, los *breaker* son de amperaje de 20 y 30 A, para circuitos especiales se colocan en función del consumo de la carga, actuando ante cualquiera de los casos que se presenten. La ventaja de este tipo de dispositivos es la facilidad de reposición del servicio y que evita el posible empleo de fusibles improvisados en caso de tener que reponerlos.

Puestas a tierra

La función de la puesta a tierra consiste en dar una dirección de descarga a las corrientes cuando existe una falla, además de limitar los diferenciales de voltaje que con respecto a tierra puedan llegar a presentar las masas metálicas; garantizando la actuación efectiva de las protecciones a personas y disminuir o anular el riesgo que supone algún tipo de avería en el material utilizado.

Puesta a tierra involucra toda ligazón metálica directa sin fusible ni otra protección, de sección suficiente, que vincula determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados, para lograr que en el conjunto de las instalaciones del edificio no existan diferencias de potencial riesgosas, y que además permitan el paso a tierra de corrientes de descarga o de falla.

Sistemas de tierra

Tierra física o sistema del electrodo de tierra, el cual cubre el sistema del electrodo de tierra y todas las conexiones hechas para realizar un sistema de puesta a tierra efectiva.

Tierra de protección contra rayos es un sistema separado que debe conectarse al sistema de tierra del edificio, la función específica es drenar la energía de rayo a tierra, en forma controlada, por medio de la varilla pararrayos, un conductor bajante y un electrodo de tierra separado.

Tierra del equipo o tierra de seguridad está destinado a la protección del personal y el equipo contra fallas o cortocircuitos.

Conductor conectado a tierra o conductor neutro, este sistema tiene la función de transportar la corriente de retorno del conductor de fase para un sistema monofásico y el retorno de la corrientes de fase que no se cancelaron, para un sistema trifásico y un sistema monofásico de fase dividida o sistema monofásico de tres hilos.

Tierra aislada este sistema ofrece una tierra libre de fluido eléctrico para equipo electrónico sensible y se usa esencialmente para salas de computadoras. También se conoce como tierra dedicada.

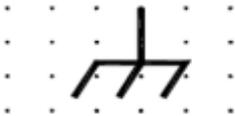
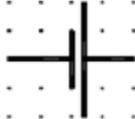
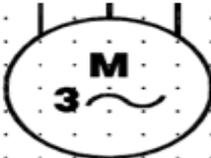
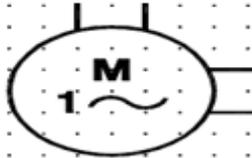
2.1.2. Simbología eléctrica

Como se sabe las definiciones y simbologías tienen un carácter fundamental cuando se transfiere a información, ya sea en la elaboración de un proyecto, ejecución, operación y mantenimiento.

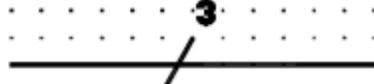
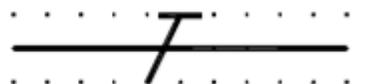
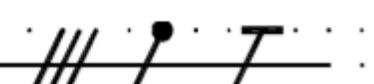
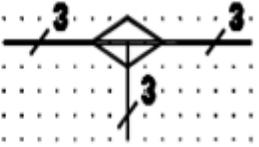
Tener una simbología gráfica en concordancia con lo establecido en las normas internacionales obedece a dar una aplicación no solo a nivel local, sino también de una manera internacional, lo cual permita el manejo de un lenguaje unificado.

En la figura 7, se muestra la diversidad de simbología eléctrica existente y la más utilizada en el proyecto de UNAERC.

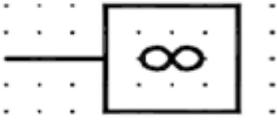
Figura 7. Simbología eléctrica

Definición	Símbolo
Corriente alterna	
Frecuencia a 60 Hertz	
Símbolo general de Tierra	
Masa	
Contactor	
Pila primaria	
Motor trifásico	
Motor Monofásico	

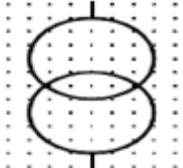
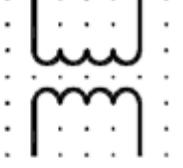
Continuación de la figura 7.

Definición	Símbolo
Falla o descarga	
Conductor o cable	
Tres conexiones (primera forma)	
Tres conexiones (segunda forma)	
Cable de neutro	
Cable de protección	
Combinación de cables	
Empalme, punto de conexión	
Conexión en T	
Caja de empalmes, derivación	

Continuación de la figura 7.

Definición	Símbolo
Tablero de Distribución	
Lámpara incandescente	
Lámpara Fluorescente	
Lámpara Fluorescente empotrada	
Interruptor Simple	
Interruptor Doble	
Interruptor tres vías	
Tomacorriente monofásico	
Toma corriente de cocina	
Ventilador	

Continuación de la figura 7.

Definición	Símbolo
Transformador	
Transformador	
Generador símbolo general	
Motor símbolo general	
Conexión trifásica delta	
Conexión estrella aterrizada	
Fusible	

Fuente: simbología IEC 60617.

2.1.3. Principales tipos de materiales eléctricos y mecánicos

Las instalaciones eléctricas deben realizarse con una perfecta canalización y soportaría en toda su trayectoria, por lo que se debe de conocer los materiales adecuados para cada instalación eléctrica.

Canaletas

Son tubos metálicos o de plástico que conectados de forma correcta proporcionan al cable una segunda protección, éstas se fabrican y se instalan de acuerdo a las exigencias del lugar, ambiente y espacio.

El efecto de la segunda protección de una canaleta metálica depende de la posición del cable, la mejor canaleta metálica es ineficaz si sus extremos están mal conectados. Los extremos de las canaletas deben estar atornillados de forma que la conexión sea la adecuada, tanto entre los tableros de distribución y las canaletas contiguas.

Tipos especiales, pueden ser colgantes o adosarse en la pared, pueden tener perforaciones para albergar salidas para interruptores, toma corrientes, señales de datos y cable tv. La pintura utilizada en este tipo de bandejas es electrostática en polvo dándole un acabado insuperable.

Tipo cerrada, bandeja en forma de U, utilizada con o sin tapadera superior, para instalaciones a la vista o en cielo falso, utilizadas para instalaciones eléctricas o de comunicación, tiene la ventaja de poder recorrer áreas sin techar si se cuenta con la tapadera adecuada.

Canaletas plásticas, se utilizan para fijación en paredes, chasis y paneles, tanto verticales como horizontalmente. Los canales en toda su longitud, están provistas de líneas de ruptura dispuestas en la base para facilitar el corte de un segmento de la pared para su acoplamiento con otras canales formando así una T, L, salidas de cable, según su requerimiento.

Lámparas

Las lámparas son elementos que sirven para dar iluminación en áreas de trabajos, llamados a su vez, bombillas o focos. Las cuales deben de cumplir eficientemente una diversidad de características entre las cuales están, las ópticas, en UNAERC es muy importante tener luz suficiente para las aplicaciones de los medicamentos a los pacientes.

Mecánicas, se refieren a estar y tener la forma correcta según su ubicación, no deben obstruir el paso de personas u objetos, siendo las características eléctricas las que debe cumplir con mayor precisión y ofrecer un servicio eficiente y de calidad, de tal manera que el gasto de electricidad sea menor y optimo, actualmente las lámparas que cumplen estas características son las lámparas *led*, aunque su costo es elevado.

Lámparas comunes

Lámparas incandescentes, son dispositivos compuestos por un componente principal llamado filamento, que cuando pasa corriente eléctrica a través de él, puede ser calentado como resistencia hasta el estado incandescente, manteniéndose en este estado por mucho tiempo.

El largo del filamento definirá el voltaje a utilizar, los cuales ya vienen contruidos de tal manera que los voltajes a utilizar son los que proporcionan el ente distribuidor de energía eléctrica, el grosor de este filamento determinara la corriente a circular dentro de él, de allí es que se determinan los valores de las lámparas incandescentes más utilizados y comercializados, valores dados en *watts*, dimensional que se le da a la potencia eléctrica, valores son de 25, 50, 75 y 100 *watts*. Generando un color de iluminación aproximadamente amarillo.

Lámparas fluorescentes, están formadas por un tubo cilíndrico (recto o curvado) de vidrio, recubierto interiormente por un material fluorescente al que se le ha practicado vacío parcial, (bajo presión interior). En los extremos del tubo se colocan filamentos recubiertos de un material emisor de electrones (generalmente mercurio), cuando se conecta a la corriente el encendedor está cerrado y los filamentos se calientan, por lo que el mercurio que los recubre comienza a emitir electrones que son atraídos por el filamento del otro extremo estableciéndose un arco eléctrico de electrodo a electrodo, generalmente son comercializadas las que emiten luz blanca, que se le llama también *day light* o luz de día.

Los valores de este tipo de lámpara dados en *watts*, siendo los más usados los valores de 11, 20, 32, 40 y 75 *watts*.

Lámparas *led*, lámparas de estado sólido que utilizan diodos emisores de luz, compuestas por agrupaciones de *led*, actualmente se puede utilizar en cualquier área comercial, destacando su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, soporte a los encendidos y apagados continuos y mayor tiempo de vida útil, la única desventaja es su elevado costo inicial.

Cintas aislantes

Cinta *Premium scotch super 33+*™

La cinta *scotch super 33+*, considerada de calidad premium, de uso profesional sugerido para todo tipo de aplicaciones. Película de pvc con adhesivo sensible a la presión, de color negro con dimensiones de 3/4" x 20 metros x 7 milímetros. Recomendada para uso a la intemperie, por su alta capacidad de resistencia a las inclemencias del clima. Mantiene una óptima protección entre los -18 y 105 grados centígrados. Además es retardante de la llama, auto extinguido, resistente a los rayos ultra violeta, abrasión, humedad, álcalis, ácidos y corrosión.

Figura 8. **Cintas *premium scotch super 33+*™**



Fuente: www.3M.com.gt. Consulta: 12 julio de 2010.

Cintas aislantes de goma autosoldables *scotch*™ 23 y 43

Las cintas *scotch 23* y *43* están construidas a base de hule etilenopropileno (EPR), altamente conformables, auto fundente y capaz de resistir temperaturas de 90° centígrados, de manera constante y una máxima de 130°centígrados en sobrecarga.

Su extraordinaria elongación de hasta 1 000 veces su estado normal, genera un excelente desempeño en trabajos que requieren de encintado. Posee un liner que se remueve con facilidad al aplicar la cinta. *Scotch 23* se utiliza como aislamiento primario en cables de hasta 69 kilo voltios y *scotch 43* se utiliza como aislamiento primario en cables de hasta 1000 voltios.

Figura 9. **Cintas aislantes de goma autosoldables Scotch™ 23 y 43**



Fuente: www.3M.com.gt. Consulta: 12 julio de 2010.

Las figuras 8 y 9, hacen referencia a la diversidad de cintas de aislar para electricidad, dependiendo de sus características y aplicaciones.

2.1.4. Coordinación de protección

El estudio de coordinación de protecciones consiste en realizar el esquema de protecciones contra sobre corrientes del sistema eléctrico. En éste se representa gráficamente el comportamiento de la corriente de operación de las protecciones en función del tiempo. Cada dispositivo tiene una gráfica de tiempo corriente que en algunos casos puede ser fija y en otras ajustable, con esto se busca lograr la máxima protección sin que se traslapen las curvas de operación de las protecciones.

Las fallas de sobre corrientes deben ser aisladas por la protección inmediata y no debe perderse la continuidad en todo el sistema eléctrico, teniendo un impacto directo sobre la seguridad eléctrica y la producción continua en la planta.

En caso de presentarse una falla por sobre corrientes, la protección deberá operar inmediatamente antes de que los cables o los equipos se dañen y se provoque un conato de incendio. El dispositivo que protege al circuito fallado deberá aislar la falla sin que las otras protecciones tengan que dispararse.

Para elaborar el estudio de coordinación de protecciones será necesario tener actualizado el diagrama unifilar del sistema eléctrico con los modelos y capacidades de todos los dispositivos de protección contra sobre corrientes. En instalaciones de baja tensión, la coordinación de protecciones se realiza desde los circuitos de distribución. Para coordinar un circuito deberá tenerse el valor de corriente de la carga para dimensionar el conductor y este a su vez determinar el valor de su protección. En el caso específico de los motores únicamente deberán agregarse a la coordinación los dispositivos de protección de sobre corriente y sobre carga los cuales son determinados por la potencia del motor a alimentar.

2.2. Fase de levantamiento

La fase de levantamiento se orienta al reconocimiento de todos los elementos que constituyen la instalación eléctrica de UNAERC, tablero principal, tableros de distribución secundarios y tableros para cargas especiales (máquinas de hemodiálisis), además de la identificación y etiquetado los tableros y sus respectivos circuitos.

Otro de los objetivos de la fase de levantamiento es la medición de los parámetros eléctricos existentes en las salas de hemodiálisis, orientándose a la evaluación del estado de las conexiones, principalmente las acometidas y alimentadores de las máquinas de Hemodiálisis.

En la fase de levantamiento interviene la medición de calidad de energía, así se obtendrá un dato exacto de los valores de todos los parámetro eléctricos que pueden afectar el óptimo funcionamiento de la red eléctrica de UNAERC, midiéndose los parámetros más relevantes: el voltaje, la corriente y la potencia, realizándose exclusivamente para los tableros de distribución que energizan las máquinas de hemodiálisis.

Como punto final de la fase de levantamiento, se proporcionarán planos de la red eléctrica actual de UNAERC, desde el diagrama unifilar hasta la identificación de las diferentes cargas existentes en el sistema, para así poder dar recomendaciones para correcciones básicas del sistema.

2.2.1. Identificación de tableros

La alimentación de la instalación inicia desde el suministro de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), que tiene instalado un banco de transformadores exactamente en el frente de UNAERC, con una conexión delta estrella, con capacidad 150 kilo voltio amperios, distribuidos en tres transformadores monofásicos de 50 kilo voltio amperios, voltaje de 120/208 trifásico. Luego de los transformadores se encuentra la medición de la empresa eléctrica utilizada para medir el consumo de energía de UNAERC.

Dentro de las instalaciones de UNAERC existe la sala de energía, área donde se encuentra la acometida de energía eléctrica y un motogenerador.

Motogenerador acoplado con la transferencia automática, dentro de la sala de energía se identificó: un *breaker* principal de 400 A, el primer punto de interconexión entre EEGSA y UNAERC, seguidos de una transferencia automática de 400 A, una Planta eléctrica trifásica 120/208 voltios y 150 kilo voltio amperios, un cuadro de registro asignado con el nombre de tablero principal TP.

Del tablero de distribución principal se derivan las protecciones de los tableros de distribución existentes, además se identificó alrededor de 22 tableros de distribución, centros de carga, 19 tableros de distribución y 3 registros que tienen un *breaker* para la alimentación de otro tablero.

Dentro de la red eléctrica de UNAERC se identificaron dos *switch* de cuchillas, que protegen a los tableros del área administrativa y atención al paciente.

UNAERC se divide en una serie de áreas de tal manera que se facilitara la ubicación de tableros y distribución de cargas, en la tabla III, se detallan las diferentes áreas que deben tener energía eléctrica.

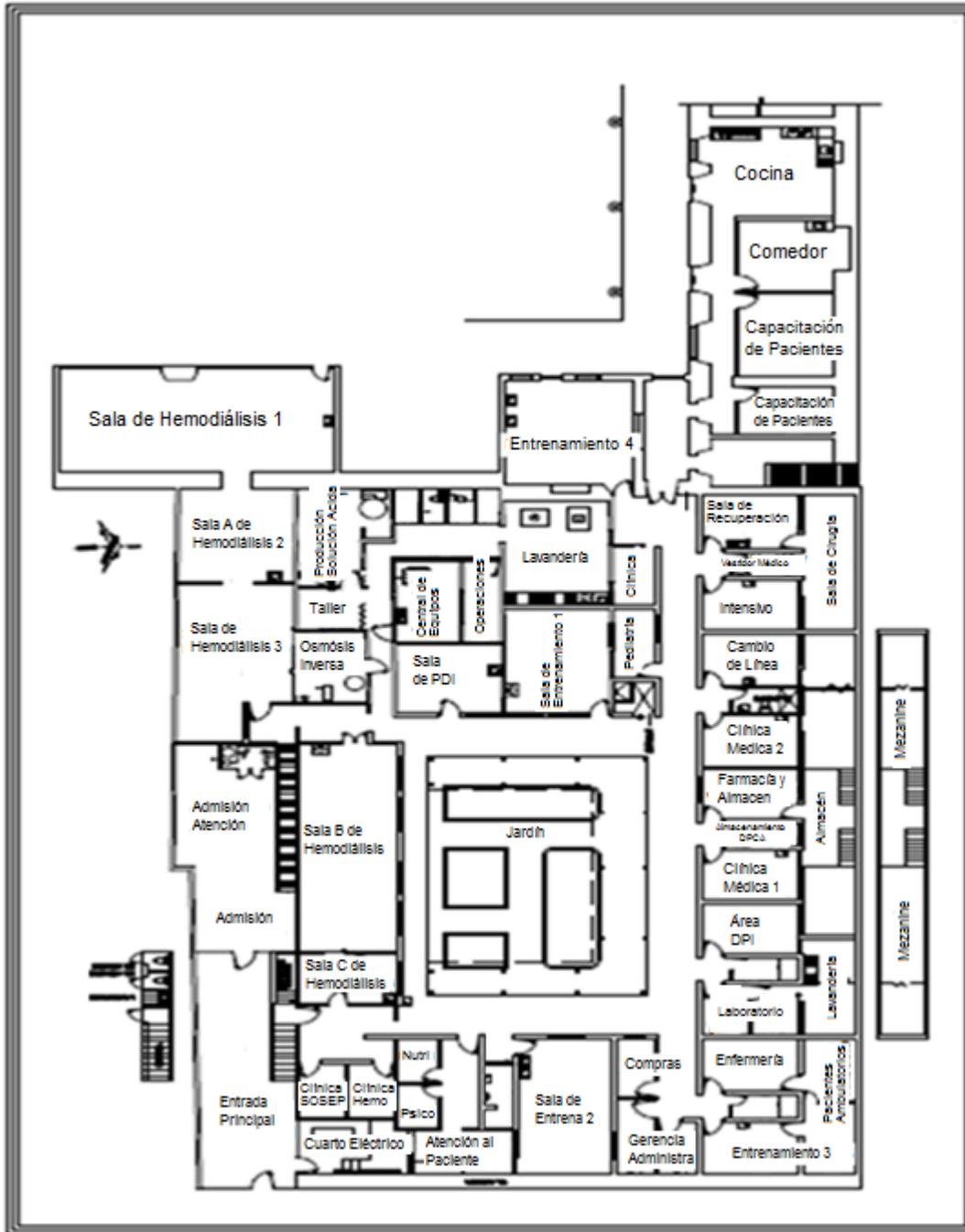
En la figura 10, se muestra la planta de UNAERC, observándose las diferentes áreas existentes donde se hará el levantamiento de la red eléctrica.

Tabla III. **Ambientes de UNAERC**

Ambientes de UNAERC	
Área de Admisión	Atención al Paciente y clínicas
Entrada Principal Admisión Admisión Atención	Atención al Paciente Sala de Entrenamiento 1 Sala de Entrenamiento 2 Sala de Entrenamiento 3 Sala de Entrenamiento nuevo Sala de DPI Área de DPI Enfermería Clínica médica 1 Clínica médica 2 Cambio de Línea Intensivo Laboratorio Sala de Recuperación y operaciones Capacitación de Pacientes Pediatria
Área de Operaciones	
Cuarto Eléctrico Sala de Osmosis Granumix Central de Equipos Operaciones Lavandería Cocina y Comedor	
Salas de Hemodiálisis	Área de Administración
Salas "A" de Hemodiálisis 1 Salas "A" de Hemodiálisis 2 Salas "A" de Hemodiálisis 3 Salas "B" de Hemodiálisis Salas "C" de Hemodiálisis	Gerencia Administrativa Compras Farmacia y Almacén

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Planta de UNAERC



Fuente: planos de UNAERC.

2.2.1.1. Tableros principales

Etapa de la fase de levantamiento en la que se identificó el interruptor termomagnético principal, la transferencia automática, la planta de emergencia y los registros principales que alimentan a los tableros de distribución secundarios y tableros especiales de las salas de hemodiálisis.

Se procedió a destapar los tableros, cuadros de registro, identificación de cables, tanto líneas vivas, neutros y tierras, de tal manera de conocer el estado actual de la red eléctrica, tanto sus eficiencias y deficiencia, así proponer las mejoras del sistema, a continuación se detallan las características de los elementos del sistema.

Breaker Principal 400 A

Dispositivo que da protección a toda la red de energía eléctrica de UNAERC. *Industrial circuit breaker*, con las características siguientes:

Voltaje 240 trifásico, Corriente 400 amperios. Corriente de corto circuito 22 kilo amperios. Conductor eléctrico 1 de 500 MCM THHN por fase. 1 conductor 500 MCM para neutro.

La figura 11 muestra la fotografía del Breaker principal, que proporciona la protección general de toda la red de energía eléctrica.

La figura 12 muestra la imagen de la ubicación física de los tableros principales en la sala de energía.

Figura 11. **Breaker principal 400 amperios**



Fuente: sala de energía de UNAERC.

Figura 12. **Ubicación de los tableros principales**



Fuente: sala de energía UNAERC.

Generación de emergencia

Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Un generador es una máquina eléctrica que realiza el proceso inverso que un motor eléctrico, proceso que se realiza alimentando un motor a base de combustible fósil, para la planta de UNAERC el combustible es Diesel. La planta de emergencia con capacidad de 150 kilo voltio amperios, capacidad equivalente al banco de transformadores de la unidad, de tal manera que al ocurrir un corte de energía eléctrica de parte del ente distribuidor, interactúa la planta de emergencia automáticamente, proceso que se realiza por medio de una transferencia automática de 400 amperios.

Datos de la planta de emergencia

Dale number: 920 75101 P	Dale model: <i>MF/159/DCE</i>
Revoluciones Por Minuto: 1 800	Frecuencia: 60 <i>Hertz</i>
Fases: 3	<i>Wire</i> : 4, FP 0,8
Corriente: 394,08 amperios	Voltaje: 220/127.
Potencia en kilo <i>watts</i> : 120,13	Potencia en kilo voltio amperios: 150,16

Datos del tanque de combustible SNYDER TANK CORP

Diesel fuel only, Mfg - Date: 6/74, Cap. U.S. Gals. Liquid85, Draw 80. Partnumber. 445041-C91.

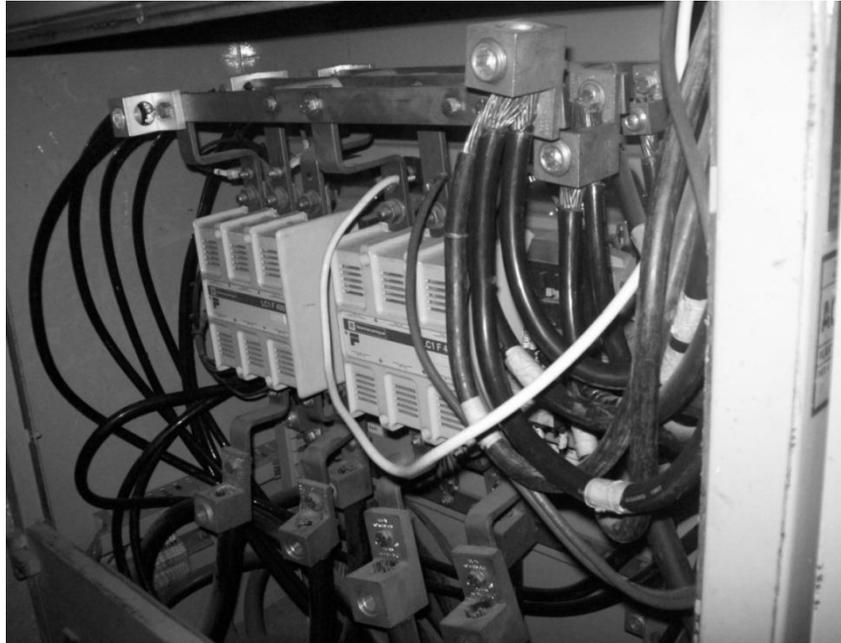
En la figura 13, se muestra la fotografía de la planta eléctrica de respaldo, ubicada en la sala de energía de UNAERC. En la figura 14, se muestran las partes de contactos de la transferencia automática que interactúa con el suministro de energía eléctrica de EEGSA, la carga y la planta de emergencia.

Figura 13. **Planta eléctrica de respaldo**



Fuente: motogenerador en sala de energía UNAERC.

Figura 14. **Transferencia automática de 400 amperios**



Fuente: transferencia en sala de energía UNAERC.

Tablero Principal (TP)

Primer punto de distribución y protección hacia las diferentes cargas de la unidad, cuadro de registro que se le asignó el nombre de tablero principal TP, que no es más que la primera protección después de la barra de transferencia hacia los otros tableros de distribución.

En la tabla IV, se muestra y especifican los datos técnicos, de los cuatro *breaker* ubicados dentro del TP, en la siguiente tabla se detallan: el voltaje, la corriente de los interruptores termomagnéticos, fases, conductores de alimentación y el tablero de distribución a proteger.

Tabla IV. **Tablero Principal (TP)**

TP					
Breaker	Voltaje	Corriente	Fase	Conductores de Fase	TD a Proteger
1	240/120	150	3	2/0 THHN	TD 8
2	240/120	150	3	2/0 THHN	TD 9
3	240/120	100	1	2/0 THHN	TD 5
4	240/120	100	1	2 THHN	TD 6

Fuente: elaboración propia.

En la figura 15, se muestran las fotografías del tablero principal TP, además se puede observar los *breakers* que se encuentran dentro del TP.

Figura 15. **Tablero Principal (TP)**



Fuente: sala de energía UNAERC.

2.2.1.2. Tableros de distribución

En UNAERC hay instalados 22 tableros de energía eléctrica, compuestos en 19 tableros de distribución y 3 cuadros de registro. En la tabla V, se muestra la cantidad de tableros de distribución existentes (TD), ubicación y tipo de tablero (centro de carga o registro de distribución).

Tabla V. **Número y nombre de tableros de distribución**

Tableros de distribución			
No.	Ubicación	Tipo	Tabla
TD1	Pasillo de servicios	Centro de carga	
TD2	Pasillo de servicios	Centro de carga	
TD3	Pasillo de servicios	Centro de carga	
TD4	SOSEP	Centro de carga	Tabla VI
TD5	Sala de hemodiálisis B	Centro de carga	Tabla VII
TD6	Sala de hemodiálisis B	Centro de carga	Tabla VIII
TD7	Sala de hemodiálisis A	Registro	Tabla IX
TD8	Sala de hemodiálisis A	Centro de carga	Tabla X
TD9	Pasillo <i>granumix</i> , central equipos	Centro de carga	Tabla XI
TD10	Sala de DPI	Centro de carga	
TD11	Sala de DPI	Centro de carga	
TD12	Sala de DPI	Centro de carga	
TD13	Entrenamiento nuevo	Centro de carga	
TD14	Pasillo comedor y cocina	Centro de carga	
TD15	Lavandería	Centro de carga	
TD16	Sala de hemodiálisis B	Registro	Tabla XII
TD17	Cuarto eléctrico	Centro de carga	
TD18	Cuarto eléctrico	Centro de carga	
TD19	Cuarto eléctrico	Caja de Registro	Tabla XIII
TD20	Laboratorio	Centro de carga	
TD21	Cuarto de <i>Osmosis</i>	Centro de carga	Tabla XIV
TD22	<i>Granumix</i>	Centro de carga	Tabla XV

Fuente: elaboración propia.

Planilla de tableros

La planilla de tableros se enfoca en la descripción de los circuitos y cargas de cada uno de los tableros de distribución, circuitos de iluminación, circuitos de fuerza y circuitos especiales para las máquinas de hemodiálisis, además se describen las características de los tableros de distribución, nombre, número, voltaje, barra, fases y cantidad de polos.

En la planilla de tableros se muestran las cargas que existen en los diferentes circuitos, divididos en los polos correspondientes de cada tablero de distribución.

En la tabla V, se detalla la cantidad de tableros de distribución y cajas de registro, identificándolos como TD, desde el número TD1 hasta el TD22, nombrándose de acuerdo a la ubicación dentro de la unidad, en la última columna se especifica la tabla de planilla de tablero, evaluando y estudiando para este proyecto los tableros que influyen en la instalación de equipo especial para el proceso de hemodiálisis.

Por lo tanto se evaluarán las planillas de los tableros TD4, TD5, TD6, TD7, TD8, TD9, TD16, TD19, TD21 y TD22, siendo los que intervienen en el funcionamiento del equipo médico y de hemodiálisis, detallándose a continuación.

Tabla VI. TD 4, sala de hemodiálisis B y C

Descripción			Voltaje 240/120					Barras 225		
Tablero de distribución TD4 SALA HEMODIÁLISIS B Y C			Alimentación					Polos 42		
			Consumo de corriente (A)					Sistema 3φ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec	A	B	C	Protec	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin carga			0					Sin carga	2
3	Máquina 1 sala C	3 THHN No. 12	1 x 20		14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 31 sala B	4
5	Máquina 2 sala C	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 32 sala B	6
7	Sin carga			0					Sin carga	8
9	Máquina 3 sala C	3 THHN No. 12	1 x 20		14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 33 sala B	10
11	Máquina 4 sala C	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 34 sala B	12
13				0					Sin carga	14
15					7		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 35 sala B	16
17						7	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 36 sala B	18
19				0					Sin carga	20
21					7		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 37 sala B	22
23						7	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 38 sala B	24
25				0						26
27					7		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 39 sala B	28
29						7	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 40 sala B	30
31				0					Sin carga	32
33					7		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 41 sala B	34
35						7	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 42 sala B	36
37										38
39										40
41	Sin carga								Sin carga	42

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla VII. TD 5, sala de hemodiálisis B

Descripción			Voltaje 240/120				Barras 200		
Tablero de distribución TD5 SALA HEMODIÁLISIS B			Alimentación				Polos 30		
			Consumo de Corriente (A)				Sistema 1φ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec	A	B	Protec	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin carga			0				Sin Carga	2
3	Sin carga				4	1 x 20	3 THHN No. 12	Toma Aux 1	4
5	Sin carga			0				Sin carga	6
7	Sin carga				0			Sin carga	8
9	Sin carga			4		1 x 20	3 THHN No. 12	Toma TV 1	10
11	Toma Aux 2	3 THHN No. 12	1 x 20		5			Sin carga	12
13	Sin carga			5		1 x 20	3 THHN No. 12	Ilum sala B	14
15	Toma TV 2	3 THHN No. 12	1 x 20		8		3 THHN No. 10	A/A sala B hemodiálisis	16
17	Sin carga			6		2 x 30			18
19	Sin carga							Sin carga	20
21	Sin carga							Sin carga	22
23	Sin carga							Sin carga	24
25	Sin carga							Sin carga	26
27	Sin carga							Sin carga	28
29	Sin carga							Sin carga	30

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla VIII. TD 6, sala de hemodiálisis A

Descripción			Voltaje				Barras 125		
Tablero de distribución TD6 SALA DE HEMODIÁLISIS A			Alimentación				Polos		
			Consumo de corriente (A)				Sistema 1 ϕ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec	A	B	Protec	Cableado	Descripción	Crc
1	Máquina 27 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 28 sala A	2
3	Máquina 26 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 25 sala A	4
5	Máquina 24 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 23 sala A	6
7					0			Sin carga	8
9	Máquina 29 sala A	3 THHN No. 12		7				Sin carga	10
11	Máquina 30 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		15		3 THHN No. 12	Ilum. atención	12
	Tomas Aux sala A					Ilum. admón.			
	Ventilador admón.					Toma 7 admón.			
13	Sin carga				1 x 20		Ilum. sala 3 hemo A		
15	Sin carga							Sin carga	
								Sin carga	

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla IX. TD 7, sala de hemodiálisis A

Descripción			Voltaje 120				Barras		
Tablero de Distribución TD7 SALA DE HEMODIÁLISIS A			Alimentación				Polos 5		
			Consumo de Corriente (A)				Sistema 1 ϕ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec	C	Protec	Cableado	Descripción	Crc	
1	Máquina 9 Sala A	3 THHN No. 12		12	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 13 Sala A	2	
3	Máquina 22 Sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	12	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 17 Sala A	4	

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla X. TD 8, sala de hemodiálisis A

Descripción			Voltaje 240/120					Barras 200		
Tablero de distribución TD 8 SALA DE HEMODIÁLISIS A			Alimentación					Polos 30		
			Consumo de corriente (A)					Sistema 3 φ		
Cr	Descripción	Cableado	Protec	A	B	C	Protec	Cableado	Descripción	Cr
1	Máquina 16 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	14			1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 10 sala A	2
3	Máquina 14 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		7				Sin carga	4
5	Máquina 12 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 15 sala A	6
7	Máquina 8 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	7					Sin carga	8
9	Toma 6 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 6 sala A	10
11	Máquina 7 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 5 sala A	12
13	Máquina 4 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	14				3 THHN No. 12	Máquina 3 sala A	14
15	Máquina 2 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 1 sala A	16
17	Toma 12 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 20 sala A	18
19	Máquina 21 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20	7					Sin carga	20
21	Sin Carga				0				Sin carga	22
23	Máquina 18 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20			14	1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 19 sala A	24
25	Illum sala A2	2 THHN No. 12	1 x 20	14			1 x 20	2 THHN No. 12	Illum sala A3	26
27	Toma 1,2 y 11 sala A	3 THHN No. 12	1 x 20		14		1 x 20	3 THHN No. 12	Máquina 13 sala A	28
29	Sin carga					7	1 x 20	3 THHN No. 12	Toma 7,8 y 9 sala A	30

Fuente: elaboración personal. Excel 2010.

Tabla XI. **TD 9. Pasillo granumix, central de equipos**

Descripción			Voltaje 120/240				Barras 200			
Tablero de distribución TD9 PASILLO GRANUMIX			Alimentación				Polos 30			
			Consumo de corriente (A)				Sistema 3 φ			
Crc	Descripción	Cableado	Protec.	A	B	C	Protec.	Cableado	Descripción	Crc
1	Alimenta TD21 Ósmosis	3 THHN No. 6	3 x 50	40			3 x 50	3 THHN No. 2	Alimenta TD15 lavandería	2
3					40					4
5						40				
7	Iluminación pasillo	3 THHN No. 12	1 x 20	1			1 x 20	3 THHN No. 12	Iluminación pasillo	8
9	Alimenta TD22	3 THHN No. 8	2 x 20		25		2 x 50	3 THHN No. 10	Autoclave	10
11	Granumix					35				12
13	A/A Central de equipos	3 THHN No. 10	2 x 30	8					Sin carga	14
15						8				Sin carga
17	A/A Sala 2 hemodiálisis	3 THHN No. 10	2 x 50			7			Sin carga	18
19	A			7				Sin carga	20	
21	A/A Sala 3 hemodiálisis	3 THHN No. 10	2 x 20		7				Sin carga	22
23	A					8			Sin carga	24
25	Sin carga								Sin carga	26
27	Sin carga								Sin carga	28
29	Sin carga								Sin carga	30

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla XII. **TD 16, ventiladores sala de hemodiálisis A**

Descripción			Voltaje 240/120				Barras			
Tablero de distribución TD 16 A/A, SALA DE HEMODIÁLISIS A			Alimentación				Polos 4			
			Consumo de corriente (A)				Sistema 1 φ			
Crc	Descripción	Cableado	Protec.	A	B	C	Protec.	Cableado	Descripción	Crc
1	A/A Sala 1 hemodiálisis	3 THHN No. 10	2 x 30		14		2 x 30	3 THHN No. 10	A/A Sala 2 hemodiálisis A	2
3	A					15				

Fuente: elaboración personal. Excel 2010.

Tabla XIII. TD 19, cuarto eléctrico

Descripción			Voltaje 120/240				Sin barra		
Caja de registro TD 19 CUARTOELÉCTRICO			Alimentación				1 Breaker trifásico		
			Consumo de Corriente (A)				Sistema 3 φ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec.	A	B	C			
1	Alimenta TD4 sala de hemo B y C	2 1/0 THHN P/F	3 x 200	0					
2					53				
3						50			

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla XIV. TD 21, cuarto de ósmosis

Descripción			Voltaje 240/120				Barras 125					
Tablero de distribución TD 21 CUARTO DE ÓSMOSIS			Alimentación 3				Polos 18					
			Consumo de corriente (A)				Sistema 3 φ					
Crc	Descripción	Cableado	Protec.	A	B	C	Protec.	Cableado	Descripción	Crc		
1	Bomba 1	3 THHN No. 8	3 x 40	30					Panel de control bomba ósmosis	2		
3					30		2 x 30			TSJ 3x10	4	
5						28	3 x 20		2 THHN No. 12	Filtros	6	
7									3 x 15	TSJ 3 X 10	Sin carga	8
9								4	2 x 30	TSJ 3 X 10	Bomba CIP	12
11												

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Tabla XV. TD 22, *Granumix*

Descripción			Voltaje 120/240					Barras 125		
Tablero de distribución TD22 GRANUMIX			Alimentación					Polos 8		
			Consumo de Corriente (A)					Sistema 1 ϕ		
Crc	Descripción	Cableado	Protec.	A	B	C	Protec.	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 1 <i>granumix</i>	3 THHN No. 12	1 x 20	12						2
3	Filtro UV	3 THHN No. 12	1 x 20		7		2 x 30	3 THHN No. 12	Toma 220V <i>granumix</i>	4
5	Iluminación <i>granumix</i>	2 THHN No. 12	1 x 20	10				3 THHN No. 12	Bombas loop	6
7	Sin carga					7	2 x 30			8

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.2.2. Identificación y medición de parámetros eléctricos de los circuitos de las salas de hemodiálisis

Las salas de hemodiálisis es el área dentro de UNAERC donde se debe tener la mayor atención en cuanto a las instalaciones eléctricas, esencialmente los circuitos que alimentan las máquinas que realizan el proceso de hemodiálisis, dado que las máquinas y equipos están conectados directamente al paciente, ya que al existir alguna falla en la red de energía eléctrica se vería reflejada en el paciente que estuviera conectado a la máquina.

Luego del reconocimiento de los tableros de distribución lo que resta es identificar que cargas alimenta cada tablero. Esta fase fue realizada en todos los ambientes tratando de localizar las fuentes de alimentación de los tomacorrientes, lámparas y equipos que estuvieran ubicados dentro del área a reconocer. Debido a que solo se estudiaron las áreas que alimentan e iluminan, el proceso de energizar las salas de hemodiálisis, solamente se detallara la información de los ambientes antes mencionados.

Este proceso se realizó de manera visual con multímetros para medir la tensión en cada tomacorriente, lámparas de prueba y un analizador de circuitos que nos proporcionó la caída de tensión, impedancia de cada circuito y corrientes de cortocircuito. Este analizador utiliza tecnología *Sure test* para identificar problemas de cableado que pueda suponer riesgos de choque eléctrico, problemas de desempeño de equipos por caídas de tensión, motivos falsos, protección contra fallas o tierra física, herramienta de mucha utilidad para realizar el trabajo apropiado.

Sure test circuit analyzer

Analizador para pruebas de circuitos seguros, dispositivo electrónico que muestra parámetros eléctricos de un tomacorriente, en la figura 16 se muestra el analizador de redes.

Figura 16. ***Sure test circuit analyzer***



Fuente: sala A de hemodiálisis.

Uno de los aspectos importantes en la fase de identificación fue etiquetar los dispositivos y elementos de la instalación eléctrica de las salas de hemodiálisis.

En las que se puede destacar el área de tomacorrientes, las placas que fijan el dispositivo, y en el caso de la iluminación, se identificó las bases de las lámparas y las placas en donde se encuentran los interruptores.

El proceso se le denominó rotulado de circuitos, realizado con la ayuda de un *Dymo letra tag* que es un rotulador electrónico, que imprime etiquetas adhesivas según se le introduzca,

El rotulador utiliza 4 baterías doble A y un cartucho de papel blanco adhesivo de 12 milímetros.

La figura 17 muestra, la forma como quedó identificado un circuito de fuerza y un circuito de iluminación, realizado con el *Dymo letra tag*.

Figura 17. **Circuito de fuerza e iluminación identificado**



Fuente: central de equipos.

Identificación y medición de parámetros eléctricos de tomacorrientes

Para detallar las características de los tomacorrientes se realizaron tablas llamadas, “Datos Generales de Tomacorrientes e identificación”, mostrando la cantidad existentes de tomacorrientes, marca, si es doble y polarizado.

En el segundo campo se detalla el estado actual de las conexiones correctas entre la línea viva y la línea neutral, si están correctamente conectadas entre ellas, si tienen conductor de protección o tierra y su calibre de conductor de alimentación.

El último campo muestra la identificación de cada uno de los tomacorrientes, mostrando el tablero al que está conectado como TD, si es circuito de fuerza CF y el circuito o polo que se encuentra del respectivo tablero, ejemplo: el tomacorriente número uno de la sala de hemodiálisis A se encuentra en el tablero número ocho del circuito o polo número diez y seis, por lo tanto la nomenclatura utilizada es: TD8-CF-16.

Identificación de circuitos eléctricos de iluminación en salas de hemodiálisis

Para detallar las características de iluminación más relevantes de las salas de hemodiálisis se utilizaron tablas llamadas: datos generales de iluminación e identificación, detalla las características de las luminarias, sus dimensiones, potencia, cantidad de luminarias y calibre de conductor de alimentación, el último campo muestra la identificación de cada una de las luminarias, mostrando el tablero al que está conectado como TD, si es circuito de iluminación CI y el circuito o polo que se encuentra del respectivo tablero, ejemplo: las luminarias de la sala A de hemodiálisis 1 se encuentra en el tablero número seis del circuito o polo número doce, TD6-CI-12.

2.2.2.1. Sala de hemodiálisis A

El estado actual de los tomacorrientes de la sala A de hemodiálisis, se detalla con claridad en la tabla XVI, observándose que existen 30 tomacorrientes dentro de los ambientes, proporcionando energía eléctrica a cada máquina de hemodiálisis con su respectivo número de identificación, actualmente las 30 máquinas tienen sus respectivos tomacorriente en buen estado, pero solamente 18 de las máquinas están correctamente conectadas en la línea de fase, neutral y tierra de seguridad, maquinas que actualmente se encuentran ancladas al tablero de distribución TD8, las restantes 12 maquinas se encuentran conectadas 8 al tablero TD6 y 4 al tablero TD7.

De las 8 máquinas conectadas al tablero TD6, 7 se encuentran con su respectiva protección y *breaker* dedicado, las máquinas 23, 24, 25, 26, 27, 28 y 29, se puede observar que la máquina 30 comparte su *breaker* con tomacorrientes auxiliares y hasta la iluminación del tercer ambiente de la sala de hemodiálisis A. De las 4 máquinas conectadas al tablero TD7, las cuatro se encuentran con su respectiva protección y *breaker* dedicado, que son las maquinas 9, 11, 17 y 22, estando dimensionadas correctamente con calibre de conductor de alimentación de energía eléctrica, pero su conductor de neutral y tierra de protección salen del tablero TD6, debido que el tablero TD7 es para el equipo de hemodiálisis.

De igual forma en la tabla XVI, se muestra el estado actual de los tomacorrientes del primer y segundo ambiente de la sala A de hemodiálisis, tomacorrientes que sirven como auxiliares, de tal manera que si llegara a fallar algún tomacorriente principal, los auxiliares darán respaldo de los principales, tomacorrientes que se encuentran en buen estado y con alimentaciones correctas.

Tabla XVI. Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala A

No.	Fuerza			Conexión correcta			Identificación
	Marca	Doble	Polarizado	L y N	Tierra	Cable	
Sala "A" de hemodiálisis 1							
1	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-16
2	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-15
3	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-14
4	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-13
5	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-12
6	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-10
7	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-11
8	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-7
9	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD7-CF-5
10	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-2
11	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD7-CF-2
12	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-5
13	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-28
14	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-3
15	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-6
16	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-1
Sala A hemodiálisis 1 auxiliares							
1	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-27
2	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-27
3	-	-	Inhabilitado	Inhabilitado	-	-	
4	-	-	Inhabilitado	Inhabilitado	-	-	
5	-	-	Inhabilitado	Inhabilitado	-	-	
6	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-9
7	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-30
8	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-30
9	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-30
11	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-27
12	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-17

Continuación de la tabla XVI.

No.	Fuerza			Conexión correcta			Identificación
	Marca	Doble	Polarizado	L y N	Tierra	Cable	
Sala A de hemodiálisis 2							
17	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD7-CF-4
18	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-23
19	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-24
20	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-18
21	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD8-CF-19
22	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD7-CF-3
Sala A de hemodiálisis 3							
23	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-6
24	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-5
25	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-4
26	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-3
27	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-1
28	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-2
29	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-9
30	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
Sala A hemodiálisis 2 auxiliares							
17	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
18	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
19	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
20	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
21	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
22	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11
23	-	-	Inhabilitado	Inhabilitado	-	-	
24	B ticino	Si	Si	Correcto	Si	12	TD6-CF-11

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

El estado actual de los circuitos de iluminación, se detallan en la tabla XVII, la cual muestra los datos generales de iluminación e identificación de los circuitos existentes para la respectiva iluminación de los tres ambientes de la sala de hemodiálisis A.

Tabla XVII. **Datos generales de iluminación e identificación, sala A**

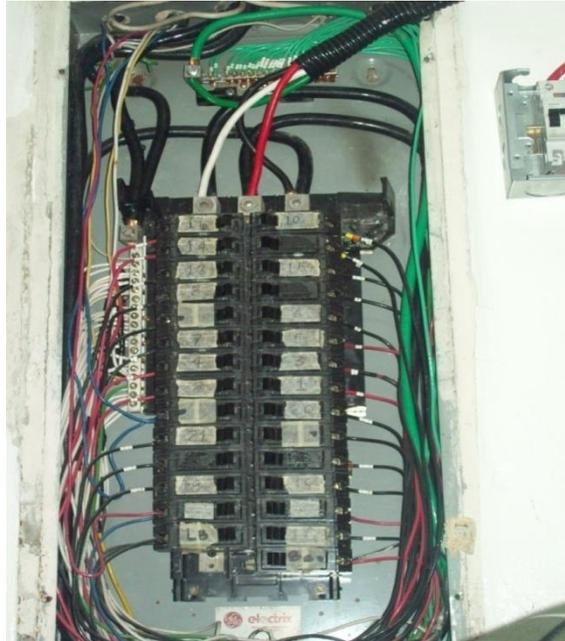
Iluminación				
Cantidad	Dimensión (ft)	Potencia (W)	No. Cable	Identificación
Sala A Hemodiálisis 1				
3	2 x 2	2 x 40	12 AWG	TD 6-CI-12
Sala A Hemodiálisis 2				
6	2 x 2	2 x 40	12 AWG	TD8-CI-25
Sala A Hemodiálisis 3				
12	2 x 2	2 x 40	12 AWG	TD8-CI-26

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

La figura 18, muestra el tablero de distribución, TD 8, ubicación donde se energizan las máquinas de hemodiálisis y la iluminación de los dos primeros ambientes de las sala A.

Para conocer exactamente que máquina y polo alimenta este tablero de distribución, ver planilla de tableros del tablero de distribución TD 8, ubicada en el capítulo 2.2.1.2.

Figura 18. **Sala de hemodiálisis A**



Fuente: sala A de hemodiálisis.

La figura 19, muestra el tablero de distribución, TD 6, de donde se energizan máquinas del tercer ambiente de la sala de hemodiálisis A, y también la iluminación del ambiente tres.

La figura 20, muestra el tablero de distribución, TD 7, de donde se energizan 4 máquinas de hemodiálisis de la sala A, este tablero se caracteriza por ser marca Siemens, el cual constituye solamente protección directa a las máquinas con un interruptor termomagnético, esta es una caja de registro, no tiene conexión a neutro ni barra de tierra. Para conocer exactamente que máquina y polo alimenta este tablero de distribución, ver planilla de tableros del tablero de distribución TD 6 y TD 7, ubicada en el capítulo 2.2.1.2.

Figura 19. **TD 6, sala de hemodiálisis A**



Fuente: sala A de hemodiálisis.

Figura 20. **TD 7, sala de hemodiálisis A**



Fuente: sala A de hemodiálisis.

2.2.2.2. Sala de hemodiálisis B

El estado actual de los tomacorrientes, se muestra en la tabla XVIII ubicados en la sala B de hemodiálisis, con un total de 12 tomacorrientes dentro del ambiente, proporcionando energía eléctrica a cada máquina de hemodiálisis con su respectivo número de identificación.

Tabla XVIII. Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala B

No.	Fuerza			Conexión correcta			Identificación
	Marca	Doble	Polarizado	L y N	Tierra	Cable	
Sala B de hemodiálisis							
31	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-4
32	<i>Eagle</i>	Si	Si	Incorrecto	Si	12	TD4-CF-6
33	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-10
34	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-12
35	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-16
36	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-18
37	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-22
38	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-24
39	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-26
40	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-30
41	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-34
42	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-36
Tv1	<i>Eagle</i>	Si	Si	Incorrecto	Si	12	TD5-CF-10
Tv2	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD5-CF-15
Aux1	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD5-CF-4
Aux2	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	No	12	TD5-CF-11

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Actualmente 11 máquinas tienen sus respectivo tomacorriente en buen estado y con conexión correcta, línea de fase, neutral y tierra de seguridad.

Únicamente la máquina 32 se encuentra en estado incorrecto de conexión (fases cambiadas), de tal manera que se debe efectuar un cambio a sus fases, para tener una confiabilidad en su conexión.

De igual forma se muestra el estado actual de los tomacorrientes auxiliares de la sala B de hemodiálisis, con un total de 4 los tomacorrientes dentro del ambiente, proporcionando energía eléctrica a 2 televisores y dos auxiliares en caso fallara alguno de los principales, tomacorrientes alimentados desde tablero de distribución TD 5, que es independiente al tablero de las salas de hemodiálisis B.

Se observó que 3 tomacorrientes se encuentran en buen estado y con conexión correcta, línea de fase, neutral y tierra de seguridad. Solamente el tomacorriente auxiliar 2 se encuentra en estado incorrecto de conexión con la línea de fase y neutral cambiado, además de no tener tierra de seguridad, de tal manera que se debe efectuar un cambio a sus fases, para tener una confiabilidad en su conexión.

En la tabla XIX, se muestra la iluminación de la sala B de hemodiálisis, con un total de 5 secciones de lámparas de 4 X 40 *watts* de potencia, lámparas que se encuentra en buen estado, los interruptores están diseñados de tal manera que activen la iluminación en secciones.

El primer interruptor controla el primer y tercer conjunto de lámparas, mientras que el segundo interruptor controla el segundo, cuarto y quinto conjunto de lámparas.

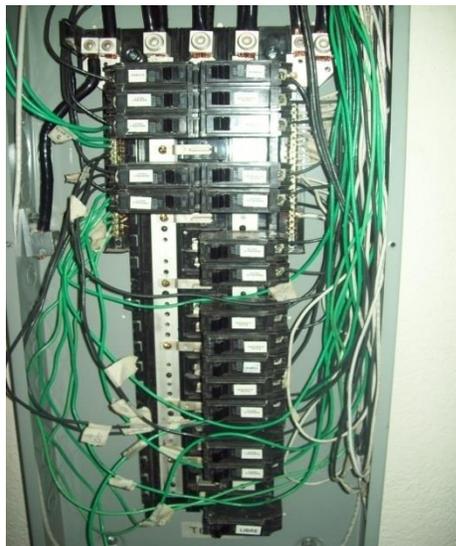
Tabla XIX. **Datos generales de iluminación e identificación, sala B**

Iluminación				
Cantidad	Dimensión (ft)	Potencia (W)	No. Cable	Identificación
Sala hemodiálisis B				
5	2 x 4	4 x 40	12 AWG	TD5-CI-14

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

La figura 21 muestra, el tablero de distribución TD 4, tablero que energiza las máquinas de las salas de hemodiálisis B y C, exclusivo para las máquinas de hemodiálisis, para conocer exactamente que máquina y polo alimenta este tablero de distribución, ver planilla de tableros del tablero de distribución TD 4, ubicada en el capítulo 2.2.1.2.

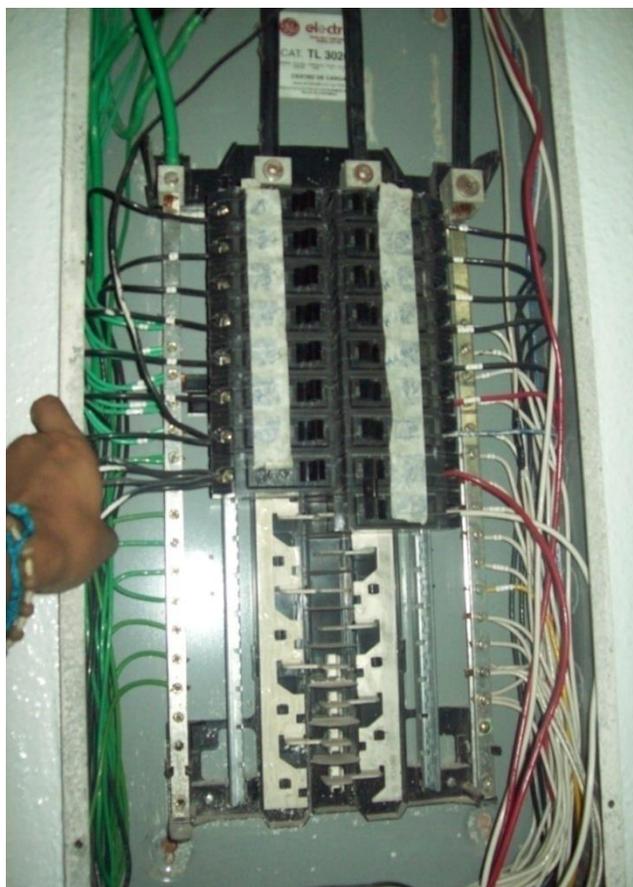
Figura 21. **TD 4, sala de hemodiálisis B y C**



Fuente: sala B de hemodiálisis.

La figura 22, muestra el tablero de distribución, TD 5, tablero que energiza los tomacorrientes auxiliares y de televisión para la sala B de hemodiálisis, iluminación y aire acondicionado. Para conocer exactamente que máquina y polo alimenta este tablero de distribución, ver planilla de tableros del tablero de distribución TD 5, ubicada en el capítulo 2.2.1.2.

Figura 22. **TD 5, iluminación y auxiliares sala B de hemodiálisis**



Fuente: sala B de hemodiálisis.

2.2.2.3. Sala de hemodiálisis C

En la tabla XX, se muestra el estado actual de los tomacorrientes de la sala C de hemodiálisis, con un total de 4 tomacorrientes dentro de la sala de C de hemodiálisis, energizando a cada máquina de hemodiálisis con su respectivo número de identificación.

Actualmente se observar que las 4 máquinas tienen sus respectivos tomacorriente en buen estado y con conexión correcta, línea de fase, neutral y tierra de seguridad. La observación que se hace consiste en que el neutral de cada tomacorriente y la seguridad de tierra es el mismo para todos los tomacorrientes, debiéndose independizar cada circuito tanto en su conductor de neutro y cable de seguridad de tierra.

Tabla XX. **Datos generales de tomacorrientes e identificación, sala C**

No.	Fuerza			Conexión correcta			Identificación
	Marca	Doble	Polarizado	L y N	Tierra	Cable	
Sala "C" de Hemodiálisis							
1	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-3
2	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-5
3	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-9
4	<i>Eagle</i>	Si	Si	Correcto	Si	12	TD4-CF-11

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

En la tabla XXI, se muestra la iluminación de la sala C de hemodiálisis, ubicada en una sección de lámpara de 4 X 40 *watts* de potencia, en buen estado, de tal manera que la sala de hemodiálisis C es pequeña, necesitando únicamente un conjunto de lámparas.

Tabla XXI. **Datos generales de iluminación e identificación, sala C**

Iluminación				
Cantidad	Dimensión (ft)	Potencia (W)	No. Cable	Identificación
Sala Hemodiálisis C				
1	2 x 4	4 x 40	12 AWG	TD5-CI-14

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.2.3. Evaluación de estado de conexiones de alimentadores en general

Los alimentadores son el medio para llevar energía eléctrica a los tableros de distribución, siendo de vital importancia que la selección del calibre de los alimentadores sea la correcta, para este análisis y evaluación se aplicaron dos métodos matemáticos llamados método por corriente y método por caída de tensión, métodos los cuales son explicados en la fase de diseño y cálculo en los apartados posteriores, por medio de estos dos métodos se encuentran los calibres en función de la corriente y en función de la distancia (método por caída).

Los alimentadores que se evaluaron son los que más intervienen en la alimentación de las áreas de las salas de hemodiálisis, tableros de distribución, TD 4, TD 6, TD 7 y TD 8. Tomando en cuenta su gran importancia debido que el TD 4 alimenta 18 máquinas de hemodiálisis e iluminación de las salas de hemodiálisis A, el TD 6 alimenta 8 máquinas de hemodiálisis y la iluminación del tercer ambiente de la sala de hemodiálisis A, el TD 7 alimenta 4 máquinas de hemodiálisis de la sala A y el TD 4 alimenta el 100 por ciento de las máquinas de las salas de hemodiálisis B y C.

En la tabla XXII se muestran las características principales de los tableros de distribución, voltaje, corriente de barras, fases, cantidad de hilos, polos, marca y tipo de tablero.

Tabla XXII. **Tableros de distribución en salas de hemodiálisis**

Características del tablero de distribución							Tipo
No.	Voltaje	Barra	Fase	Hilos	Polos	Marca	
TD4	120/208	225	3	5	42	G E	Centro de carga
TD6	120/208	125	1	4	16	G E	Centro de carga
TD7	120	-	1	2	5	Siemens	Registro
TD8	120/208	200	3	5	30	G E	Centro de carga

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Análisis y evaluación de alimentadores de tableros en salas de hemodiálisis

El análisis de los alimentadores de los tableros de distribución, se basó en la medición de las corrientes que circulan por fase de cada tablero, encontrando la potencia total en kilowatts, aplicando un factor de potencia de 0,9 para así tener la potencia total aparente en kilovoltios amperios, en función de la potencia total y el voltaje, se encontró la corriente aplicada para cada tablero, de la corriente calculada y la distancia medida obtenida, calculándose el tamaño necesario para el calibre del conductor por el método de caída de tensión.

La tabla XXIII muestra, los resultados de la corriente y el área respectiva de cada conductor necesario para la evaluación los calibres de los conductores actuales, en función de las corrientes medidas por fase de cada tablero.

Tabla XXIII. **Análisis de alimentadores en salas de hemodiálisis**

Análisis de Alimentadores en Salas de Hemodiálisis								
TD	Corriente Medida (A)			Potencia (kVA)	Voltaje (V)	Distancia (mts)	Corriente (A)	Área (mm ²)
	A	B	C					
TD4	2	47	35	11,2	120/208	5	34,58327	1,261578
TD6	50	55	0	14	120/208	25	43,22909	9,115446
TD7	0	0	18	2,4	120	25	7,410701	2,70859
TD8	42	23	45	14,67	120/208	40	45,28762	13,21653

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

En la tabla XXIV, se muestra el resultado de los calibres del conductor de los métodos por corriente y por caída aplicados a la corriente medida a los tableros, los calibres de conductor se encontraron comparando los valores de corriente con respecto a la tabla B.310.1 del artículo 310 del código *NEC*. Se observó que los calibres de los conductores actuales, cumplen con la exigencia de carga que se les aplica, debido a que el calibre de conductor actual es mucho mayor al calculado por los dos métodos y la distancia no incide en las características de conducción del alimentador, el conductor actual es capaz de cubrir la carga que permite la barra del tablero, así proporcionado un respaldo para colocar más máquinas de hemodiálisis en el tablero TD 4 y TD 8.

Los tableros TD 6 y TD 7 tienen un calibre correcto de alimentador, pero no cuentan con una tierra y neutral adecuados para sus requerimientos de equipo médico, se recomienda trasladar las alimentaciones de máquinas de hemodiálisis al tablero TD8.

Actualmente se pudo evaluar que sus alimentadores están en estado correcto. En el penúltimo campo se detalla la conexión que se llama *Bonding*, ésta se detallará en el estudio de protección de tierras y su necesidad de conexión.

Tabla XXIV. **Evaluación de alimentadores en salas de hemodiálisis**

Comparación y evaluación de alimentadores en salas de hemodiálisis							
Calculo de calibre de conductor, método		Calibre de cables de alimentadores			<i>Breaker</i> (A)	<i>Bonding</i>	Estado Actual
Corriente	Caída	Fase	Neutro	Tierra			
6	12	2 1/0 THHN	2 1/0 THHN	1 1/0 THHN	3 x 200	Si	Correcto
4	6	2 AWG	2 AWG	2 AWG	2 x 125	No	Correcto
12	12	6 TSJ	-	-	2 x 30	No	Correcto
4	4	2/0 THHN	2 1/0 THHN	2 AWG	3 x 150	No	Correcto

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.2.4. Medición de calidad de energía

La calidad de energía la se define como la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje eficaces suministradas al usuario; esto concierne a la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

El objetivo principal es encontrar caminos efectivos para corregir los disturbios y variaciones de voltaje en el lado del usuario y proponer soluciones integrales.

Para corregir las fallas que se presentan en el lado del sistema de las compañías, para así obtener un suministro de energía eléctrica de calidad.

En UNAERC, la medición de calidad de la energía es un tema muy profundo, dado que el equipo médico que se utiliza dentro de la unidad, es de vital importancia, puesto que al faltar más de alguna máquina, se está privando de tratamiento a cuatro pacientes diarios, por lo tanto este estudio de calidad de energía permitió mostrar las diferentes perturbaciones que podrían estar presentes de la red de energía eléctrica y mejoras que se deben realizar debido a estas perturbaciones.

Análisis de la red

El objetivo principal que se desea alcanzar al realizar un análisis de redes es obtener el comportamiento de los parámetros eléctricos principales de una red eléctrica en tiempos reales, mostrando así el estado actual. Para realizar el análisis de la red eléctrica de UNAERC, se utilizó un analizador de redes marca *circuitor* modelo AR.5, para realizar el análisis de la red se enfocó especialmente en los dos tableros de distribución que tienen mayor incidencia en el equipo médico dentro de las salas de hemodiálisis, siendo estos los tableros, TD8 que alimenta el 60 por ciento de las máquinas de hemodiálisis de la sala A, y el tablero TD4, que alimenta el 100 por ciento de las máquinas de hemodiálisis de las salas B y C. Realizándose una medición de tipo directa en intervalos de 5 minutos.

Circuitor modelo AR.5

Medidor y registrador de red trifásica tanto equilibrada como desequilibrada. Trabaja en los 4 cuadrantes.

Precisión en medida: 0,5 por ciento en Voltaje, corriente y 1 por ciento en kilo *watt*. Alimentación por batería. Autonomía: 4-10 horas. Portátil: comodidad, ergonomía, poco peso. multiprograma. *display* gráfico. Tensión Alimentación de red $230 V_{ca} \pm 15$ por ciento 50-60 *herz* (El equipo debe conectarse a un circuito de alimentación con toma de tierra). Tensión máxima en el circuito de medida: $500 V_{ca}$ fase – neutro $800 V_{ca}$ entre fases. Cuando la tensión de entrada supera la máxima, AR5 muestra indicación de fuera de rango.

En la figura 23, se muestra el analizador de redes AR5 y todos sus accesorios como: las mordazas para medición de voltaje y las donas para medición de corriente, de igual forma las partes para alimentación del AR5 y para la transmisión de datos

Figura 23. **Analizador de redes *power visión circuitor AR5***



Fuente: catálogo *circuitor AR5*.

Medición de parámetros eléctricos de los tableros de distribución en las salas de hemodiálisis

Los parámetros eléctricos principales a medir en el análisis de la red son: voltaje, corriente y potencia real. Además mediciones de parámetros en los tomacorrientes que alimentan las máquinas de hemodiálisis.

Voltaje

En el estudio de análisis de la red, el voltaje es uno de los parámetros eléctricos importantes, a continuación se presentan las gráficas de voltaje de cada fase y se determina una conclusión en función a la norma técnica del servicio de distribución (NTSD).

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 (VK) entre la media de los valores eficaces (RMS) de tensión (VK) y el valor de la tensión nominal (Vn), medidos del mismo punto, expresado como un porcentaje de la tensión nominal. La figura 24 muestra la fórmula del índice de regulación aplicada a la medición.

Donde:

VK, valor de tensión en un intervalo de medición K

Vn, valor de tensión nominal

IRT, índice de regulación de tensión

Figura 24. Índice de regulación de tensión

$$IRT(\%) = \frac{|V_k - V_n|}{V_n} \times 100$$

Fuente: norma NTSD, consulta marzo de 2012.

El resultado será evaluado bajo las normas NTDS, según el artículo 28, el cual describe la tolerancia para el desbalance de tensión por parte del distribuidor, estableciendo como ± 3 por ciento del valor máximo para la tolerancia del índice o indicador global durante el período de control, bajo esta norma y las mediciones del AR5 sirvieron para saber si se está entregando un nivel de voltaje adecuado y óptimo para el equipo médico.

Voltajes medidos en sala A de hemodiálisis, TD 8

El analizador de redes se aplicó al tablero de distribución TD 8 en rango de medición de voltaje, de tal manera de obtener los niveles de voltaje y caídas de tensión, el tablero TD8 cubre el 60 por ciento de las maquinas en la sala A de hemodiálisis.

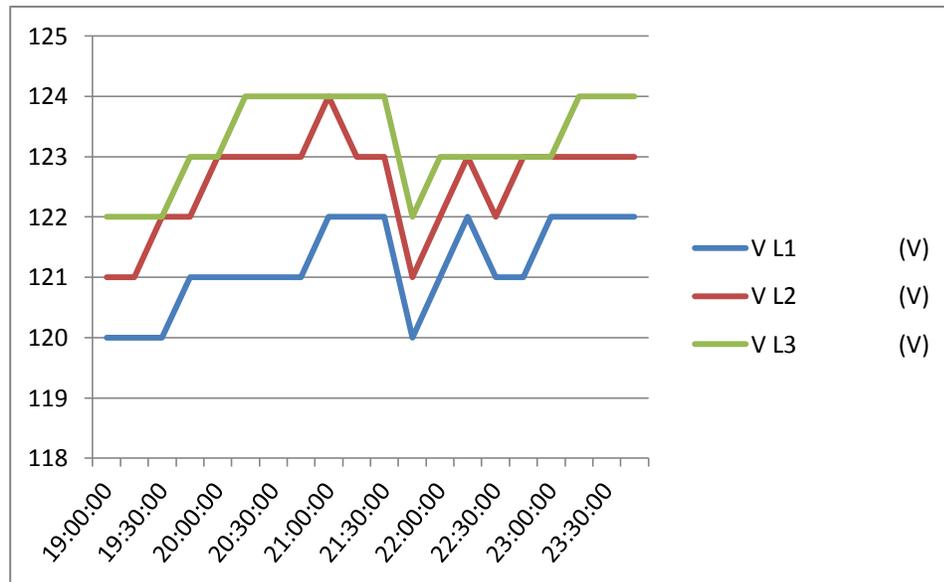
La tabla XXV muestra, los datos obtenidos en la medición de voltaje en la Sala A de hemodiálisis y el índice de regulación de voltaje de cada línea, por el analizador AR5.

Tabla XXV. Voltajes tomados por AR5 en sala A de hemodiálisis

Medición de Voltaje Sala De Hemodiálisis "A" (TD8)						
Tiempo	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	IRT (L1) %	IRT(L2) %	IRT(L3) %
19:00:00	120	121	122	0,00	0,83	1,67
19:10:00	120	121	122	0,00	0,83	1,67
19:30:00	120	122	122	0,00	1,67	1,67
19:40:00	121	122	123	0,83	1,67	2,50
20:00:00	121	123	123	0,83	2,50	2,50
20:10:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
20:30:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
20:40:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
21:00:00	122	124	124	1,67	3,33	3,33
21:10:00	122	123	124	1,67	2,50	3,33
21:30:00	122	123	124	1,67	2,50	3,33
21:40:00	120	121	122	0,00	0,83	1,67
22:00:00	121	122	123	0,83	1,67	2,50
22:10:00	122	123	123	1,67	2,50	2,50
22:30:00	121	122	123	0,83	1,67	2,50
22:40:00	121	123	123	0,83	2,50	2,50
23:00:00	122	123	123	1,67	2,50	2,50
23:10:00	122	123	124	1,67	2,50	3,33
23:30:00	122	123	124	1,67	2,50	3,33
23:50:00	122	123	124	1,67	2,50	3,33

Fuente: *datos power visión circuitor AR5.*

Figura 25. **Gráfica de voltajes de sala de hemodiálisis A**



Fuente: elaboracion propia. Excel 2010.

Del resultado de los datos observados en la tabla XXV y en la gráfica 25, se puede observar que en algunos casos el Índice de Regulación de Tensión - IRT- supera el valor normado en las NTSD como resultado de una variación en el sistema del distribuidor que a pesar de ser de 33 por ciento, por arriba del valor aceptado en períodos pequeños, siendo éstos nocturnos es necesario hacerle de conocimiento al distribuidor y exigir que la regulación de tensión este dentro de los parámetros aceptados.

Además se observa en la gráfica que los valores de voltaje son constates y oscilan entre valores muy leves manteniéndose rangos aceptables.

Voltajes medidos en salas B y C de hemodiálisis, TD4

El analizador de redes se aplicó al tablero de distribución TD4 en rango de medición de voltaje, de tal manera de obtener los niveles de voltaje y caídas de tensión, para el tablero TD4 que cubre el 100 por ciento de las máquinas en la sala B y C.

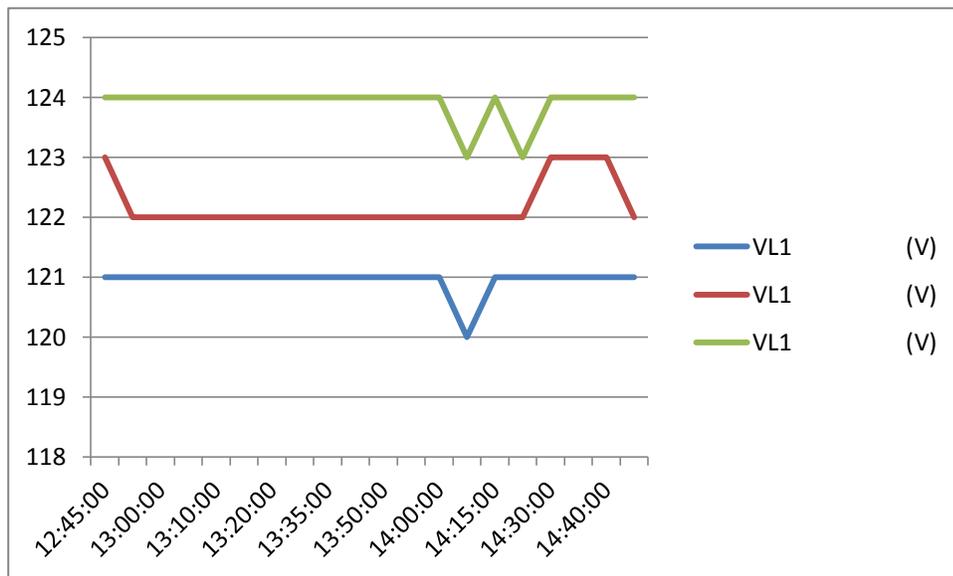
Tabla XXVI. Voltajes tomados por AR5 en salas B y C de hemodiálisis

Medición de voltaje sala de hemodiálisis B y C						
Tiempo	VL1 (V)	VL2 (V)	VL3 (V)	IRT (L1) %	IRT (L2) %	IRT (L3) %
12:45:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
12:50:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:00:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:05:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:10:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:15:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:20:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:30:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:35:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:40:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:50:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
13:55:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
14:00:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
14:10:00	120	122	123	0,00	1,67	2,50
14:15:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33
14:20:00	121	122	123	0,83	1,67	2,50
14:30:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
14:35:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
14:40:00	121	123	124	0,83	2,50	3,33
14:45:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33

Fuente: datos *power visión* circuitor AR5.

La tabla XXVI muestra, el resumen de los datos obtenidos en la medición de voltaje en la sala B y C de hemodiálisis y el índice de regulación de voltaje de cada línea.

Figura 26. **Gráfica de voltajes de sala de hemodiálisis B y C**



Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Del resultado de los datos observados en la tabla XXVI y en la gráfica 26, se puede observar que los niveles de voltaje se mantiene constante pero en la fase 3 el Índice de Regulación de Tensión (IRT) supera el valor normado en las NTSD como resultado de una variación en el sistema del distribuidor que a pesar de ser de 33 por ciento por arriba del valor aceptado en periodos pequeños, es necesario hacerle saber este error al distribuidor y exigir que la regulación de tensión este dentro de los parámetros aceptados

Corriente

Se define como el flujo de electrones en movimiento que circula por un cuerpo, es decir que es el movimiento de la electricidad a lo largo de un conductor, siendo su unidad de medida el amperio A.

La corriente es otro de los parámetros importantes en un análisis de calidad de energía, dentro de UNAERC se realizó en el proceso de calidad de energía y análisis de la red, las mediciones de las líneas trifásicas de corriente que alimentan las salas de hemodiálisis, tanto la sala A, B y C.

Corrientes medidas en sala A de hemodiálisis, TD 8

El analizador de redes se aplicó al tablero de distribución TD 8 en rango de medición de corriente, para obtener los niveles de corriente y desbalances de consumo dentro del tablero, siendo el tablero TD 8 el que cubre el 60 por ciento de las máquinas en la sala A de hemodiálisis. La tabla XXVII muestra, el resumen de los datos obtenidos en la medición de corriente de cada línea alimentada en la sala A de hemodiálisis.

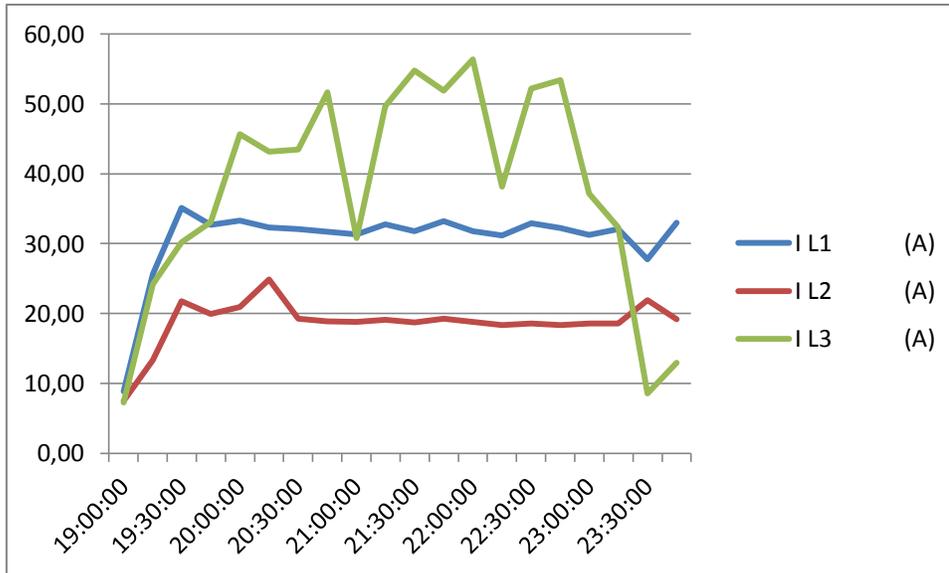
La gráfica 27 muestra, el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD8 el que alimenta al sistema de máquinas de hemodiálisis de la sala A, con esta gráfica y los datos tabulados se puede concluir que las corrientes de las tres fases están severamente desbalanceadas, por lo tanto se hace ver y recomendar un reacondicionamiento de las cargas existentes, esto implica mover alguno *breaker* de tal manera que las cargas estén bien distribuidas dentro del tablero.

Tabla XXVII. **Corrientes tomadas por AR5 en sala A de hemodiálisis**

Medición de corrientes sala de hemodiálisis A			
Tiempo	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
19:00:00	8,88	7,49	7,25
19:10:00	25,65	13,35	24,16
19:30:00	35,15	21,77	30,18
19:40:00	32,67	19,92	33,03
20:00:00	33,29	20,92	45,69
20:10:00	32,29	24,86	43,14
20:30:00	32,06	19,30	43,45
20:40:00	31,67	18,91	51,64
21:00:00	31,36	18,83	30,80
21:10:00	32,75	19,14	49,71
21:30:00	31,75	18,76	54,80
21:40:00	33,22	19,30	51,87
22:00:00	31,75	18,83	56,34
22:10:00	31,21	18,37	38,13
22:30:00	32,91	18,60	52,18
22:40:00	32,21	18,37	53,41
23:00:00	31,28	18,60	37,20
23:10:00	32,06	18,60	32,34
23:30:00	27,73	21,92	8,57
23:50:00	32,98	19,22	12,97

Fuente: datos *power visión* circuito AR5.

Figura 27. **Gráfica de corrientes sala A de hemodiálisis**



Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Corrientes medidas en salas B y C de hemodiálisis, TD 4

El analizador de redes se aplicó al tablero de distribución TD 4 en rango de medición de corriente, de tal manera de obtener los niveles de corriente y desbalances de consumo dentro del tablero, siendo el tablero TD 4 el que cubre el 100 por ciento de las maquinas en la sala B y C de hemodiálisis.

La tabla XXVIII muestra, el resumen de los datos obtenidos en la medición de corriente en cada línea alimentada en la sala B y C de hemodiálisis.

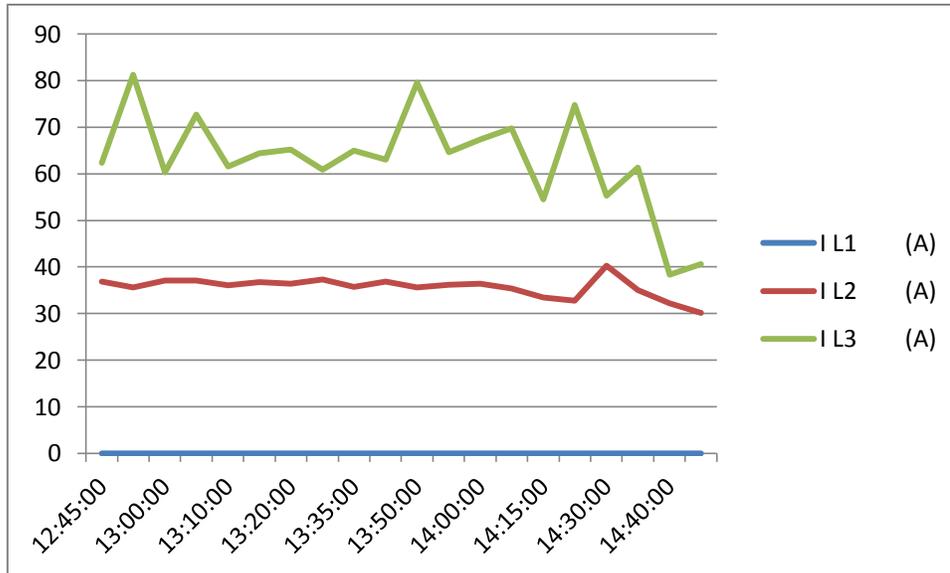
Tabla XXVIII. Corrientes tomadas por AR5 en salas B y C

Medición de corriente sala de hemodiálisis B y C			
Tiempo	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
12:45:00	0	36,898	62,364
12:50:00	0	35,586	81,27
13:00:00	0	37,054	60,356
13:05:00	0	37,13	72,706
13:10:00	0	36,05	61,592
13:15:00	0	36,744	64,37
13:20:00	0	36,358	65,142
13:30:00	0	37,284	60,82
13:35:00	0	35,74	64,91
13:40:00	0	36,898	62,982
13:50:00	0	35,586	79,572
13:55:00	0	36,126	64,68
14:00:00	0	36,436	67,38
14:10:00	0	35,354	69,696
14:15:00	0	33,424	54,49
14:20:00	0	32,73	74,79
14:30:00	0	40,218	55,34
14:35:00	0	35,046	61,36
14:40:00	0	32,19	38,36
14:45:00	0	30,182	40,598

Fuente: datos power visión circuítor AR5.

La gráfica 28 muestra, el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD4 el que alimenta al sistema de máquinas de hemodiálisis de toda las salas B y C, con esta gráfica y los datos tabulados puede concluir que las corrientes de las tres fases están severamente desbalanceadas, por lo tanto se hace ver y recomendar un reacondicionamiento de las cargas existentes, esto implica mover alguno *breaker* de tal manera que las cargas estén bien distribuidas dentro del tablero.

Figura 28. **Gráfica de corrientes de sala B y C de hemodiálisis**



Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Potencia

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado, siendo la unidad de medida el *watt*.

La medición de potencia al igual que el voltaje y la corriente dentro de UNAERC se realizó en las líneas trifásicas que alimentan las salas de hemodiálisis A B y C.

Potencia medida en sala A de hemodiálisis, TD 8

El analizador de redes se aplicó al tablero de distribución TD8 en rango de medición de potencia, de tal manera de obtener los niveles de potencia, los cuales se ven reflejados de la misma manera como la corriente es consumida dentro del tablero. La tabla XXIX muestra, el resumen de los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea alimentada en el tablero de la sala A de hemodiálisis.

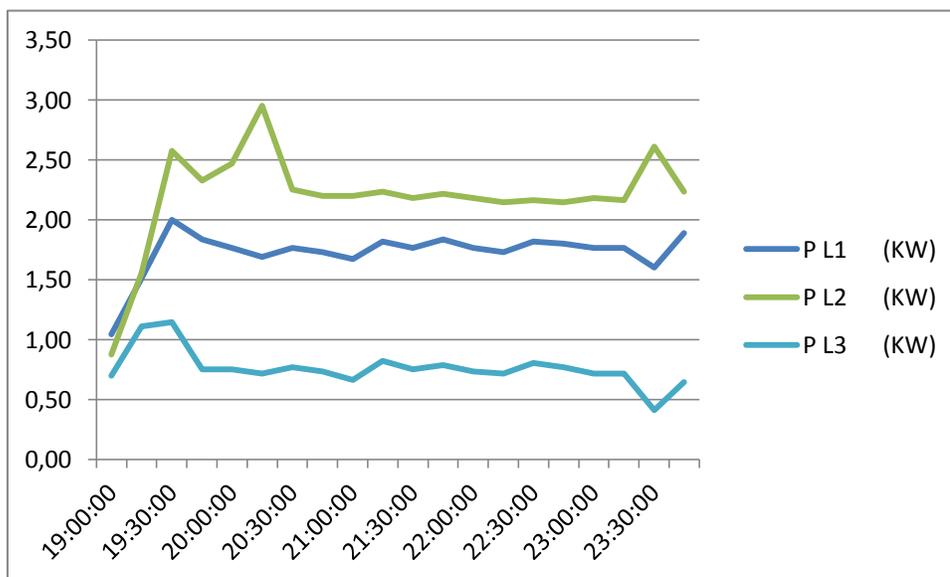
Tabla XXIX. **Potencia tomada por AR5 en sala A de hemodiálisis**

Medición de potencia sala de hemodiálisis A			
Tiempo	P L1 (KW)	P L2 (KW)	P L3 (KW)
19:00:00	104	0,88	0,70
19:10:00	1,51	1,56	1,11
19:30:00	2,00	2,58	1,15
19:40:00	1,84	2,33	0,75
20:00:00	1,76	2,47	0,75
20:10:00	1,69	2,95	0,72
20:30:00	1,76	2,25	0,77
20:40:00	1,73	2,20	0,73
21:00:00	1,67	2,20	0,66
21:10:00	1,82	2,24	0,82
21:30:00	1,76	2,18	0,75
21:40:00	1,84	2,22	0,79
22:00:00	1,76	2,18	0,73
22:10:00	1,73	2,15	0,72
22:30:00	1,82	2,16	0,80
22:40:00	1,80	2,15	0,77
23:00:00	1,76	2,18	0,72
23:10:00	1,76	2,16	0,72
23:30:00	1,60	2,61	0,41
23:50:00	1,89	2,24	0,64

Fuente: datos *power vision* circuito AR5.

La gráfica 29 muestra, el comportamiento de la potencia real en el tablero TD 8 de la sala de hemodiálisis A, el comportamiento de la potencia será similar al comportamiento de la corriente, debido a este factor se debe tener un consumo de potencia óptimo y balanceado para cada una de las fases, es necesario hacer un balance óptimo de la corriente, por lo tanto se puede observar en la gráfica que si la corriente tiene un severo desbalance en el tablero TD8, la potencia también será afectada con el mismo factor.

Figura 29. **Gráfica de potencia de la sala A de hemodiálisis**



Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Para corregir este problema es necesario partir del reacondicionamiento de cargas dentro de este tablero, como se marcó en la medición de corrientes de este tablero.

Potencia medida en salas B y C de hemodiálisis, TD 4

La tabla XXX muestra, los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea alimentada en el tablero de la sala B y C de hemodiálisis.

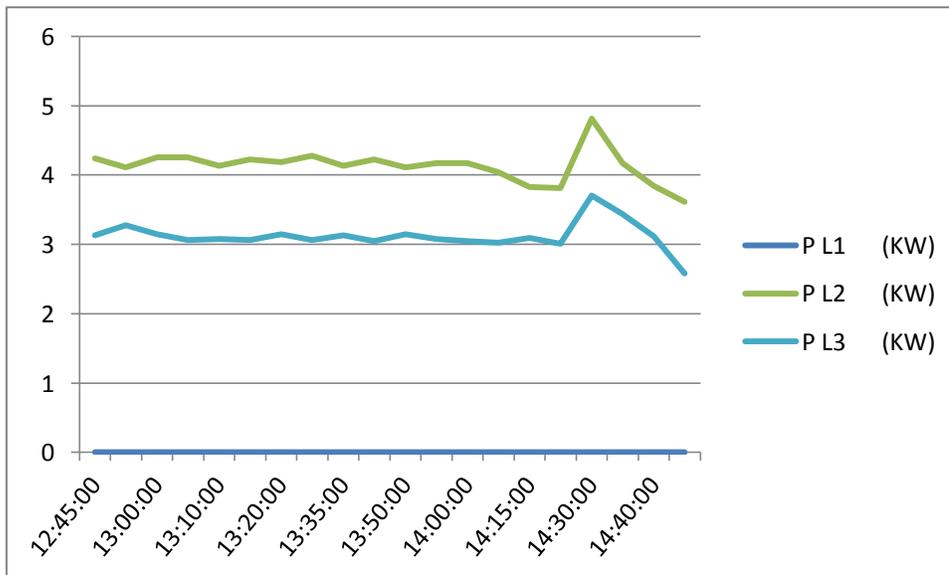
Tabla XXX. **Potencia tomada por el AR5 en salas B y C de hemodiálisis**

Medición de potencia Sala de hemodiálisis B y C			
Tiempo	P L1 (KW)	P L2 (KW)	P L3 (KW)
12:45:00	0	4,24	3,132
12:50:00	0	4,114	3,276
13:00:00	0	4,258	3,15
13:05:00	0	4,258	3,062
13:10:00	0	4,132	3,078
13:15:00	0	4,222	3,062
13:20:00	0	4,186	3,15
13:30:00	0	4,276	3,062
13:35:00	0	4,132	3,132
13:40:00	0	4,222	3,044
13:50:00	0	4,114	3,15
13:55:00	0	4,168	3,078
14:00:00	0	4,168	3,044
14:10:00	0	4,044	3,026
14:15:00	0	3,828	3,096
14:20:00	0	3,81	3,008
14:30:00	0	4,812	3,706
14:35:00	0	4,168	3,438
14:40:00	0	3,846	3,114
14:45:00	0	3,614	2,578

Fuente: datos *power visión* circuito AR5.

La gráfica 30 muestra, el comportamiento de la potencia real en el tablero TD4 de la sala de hemodiálisis B y C, el comportamiento de la potencia será similar al comportamiento de la corriente, debido a este factor se debe tener un consumo de potencia óptimo y balanceado para cada una de las fases, es necesario hacer un balance óptimo de la corriente, por lo tanto se puede observar en la gráfica que si la corriente tiene un severo desbalance en el tablero TD4, la potencia también será afectada con el mismo factor. Para corregir este problema es necesario partir del reacondicionamiento de cargas dentro de este tablero, como se enfatizó en la medición de corrientes de este tablero.

Figura 30. **Gráfica de potencia de la sala B y C de hemodiálisis**



Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Medición de parámetros eléctricos de tomacorrientes

Los tomacorrientes son dispositivos que tienen gran trascendencia en la alimentación de cualquier equipo eléctrico y electrónico, debido a su importancia se realizó un análisis del estado actual en el que se encuentran los tomacorrientes en los puntos más críticos de las instalaciones de UNAERC. El estado actual de los tomacorrientes se realizó por medio de un analizador de circuitos que nos proporcionó el valor de voltaje de línea a neutro, el porcentaje de caída de tensión, el voltaje de carga y las impedancias de cada circuito. El analizador que se utilizó fue el *sure test circuit analyzer*, la tabla XXXI muestra los datos obtenidos y definidos a continuación.

- Toma: valor numérico asignado al tomacorriente en cada ambiente.
- VLN: valor numérico del voltaje existente entre línea viva y neutro, con dimensional de voltios V.
- $\% \Delta V$: porcentaje de caída de voltaje en el tomacorriente.
- Vcarga: voltaje reflejado al momento de tener una carga presente.
- ZL: valor de la impedancia reflejada en la medición de la línea viva, dado en dimensional de resistencia ohm Ω .
- ZN: valor de la impedancia reflejada en la medición de la línea a neutro, dado en dimensionales de resistencia ohm Ω .
- ZT: valor de la impedancia reflejada en la medición de la línea de protección de tierra, dado en dimensional de resistencia ohm Ω .

Tabla XXXI. Medición de parámetros eléctricos de tomacorrientes

Datos generales e impedancias de tomacorrientes							
No.	Tierra	VLN (V)	ΔV (%)	Vcarga (V)	ZL	ZN	ZT
Sala A de hemodiálisis 1							
1	Si	123,4	6,5	115,4	0,21	0,19	0,21
2	Si	123,6	6,7	115,1	0,18	0,23	0,22
3	Si	124,2	6,9	115,8	0,22	0,21	0,21
4	Si	124,6	7,1	115,8	0,19	0,25	0,24
5	Si	122,4	8,8	111,8	0,34	0,20	0,33
6	Si	123,4	8,8	112,5	0,25	0,29	0,25
7	Si	122,7	8,8	111,9	0,35	0,19	0,36
8	Si	122,9	9	111,7	0,27	0,28	0,21
9	Si	122,4	10,3	109,9	0,37	0,26	0,21
10	Si	122,9	7,1	113,9	0,21	0,23	0,21
11	Si	122,5	11,4	108,5	0,39	0,31	0,23
12	Si	121,5	8,5	111,2	0,33	0,19	0,28
13	Si	123,9	9,4	112,6	0,34	0,24	0,21
14	Si	116,6	6,6	108,8	0,81	1,19	1,62
15	Si	115,8	7,6	107	0,40	0,84	1,71
16	Si	116,5	5,8	109,5	0,73	1,06	1,04
Sala A hemodiálisis 1 Auxiliares							
1	Si	123,6	9,5	109,61	0,52	0,06	5,24
2	Si	123,3	9,6	109,62	0,53	0,07	5,25
6	Si	123,2	9,10	109,66	0,57	0,11	5,29
7	Si	121,3	9,11	109,67	0,58	0,12	5,30
8	Si	120,6	9,5	109,61	0,52	0,06	5,24
9	Si	121,2	9,6	109,62	0,53	0,07	5,25
11	Si	122,6	9,7	109,63	0,54	0,08	5,26
12	Si	115,7	7,9	106,6	0,56	0,10	1,31

Continuación de la tabla XXXI.

Datos generales e impedancias de tomacorrientes							
No.	Tierra	VLN (V)	ΔV (%)	Vcarga (V)	ZL	ZN	ZT
Sala A de hemodiálisis 2							
17	Si	117,1	8,7	106,8	0,79	1,3	1,23
18	Si	115,5	7,9	106,5	0,73	0,98	1,76
19	Si	115,2	9,2	104,7	0,68	1,21	1,58
20	Si	115,0	7,5	106,5	0,55	0,98	2,26
21	Si	116,8	7,3	108,2	0,73	1,16	2,12
22	Si	116,7	9,8	105,4	0,65	1,22	1,78
Sala A de hemodiálisis 3							
23	Si	115,4	9,2	104,8	0,75	1,28	2,62
24	Si	115,5	8,6	105,5	0,63	1,13	2,17
25	Si	116,6	7,9	107,5	1,01	1,47	1,53
26	Si	116,7	7,7	107,8	1,06	1,5	1,75
27	Si	115,6	7,3	107,1	0,42	0,84	2,01
28	Si	115,6	7,7	106,6	0,46	0,91	2,14
29	Si	115,6	7,4	107,0	0,53	0,96	2,34
30	Si	106,5	8,4	106,0	1,05	1,54	1,88
Sala A de hemodiálisis 2 Auxiliares							
17	Si	116,4	9,8	104,9	1,17	1,74	1,79
18	Si	116,4	8,4	106,6	1,23	1,71	1,50
19	Si	116,6	8,2	106,9	1,19	1,67	1,19
20	Si	116,2	7,7	107,3	1,14	1,59	1,15
21	Si	116,1	7,7	107,4	1,14	1,59	1,12
22	Si	116,2	8,1	106,9	1,15	1,62	1,11
23	-	-	-	-	-	-	-
24	Si	116,4	8,5	106,5	0,90	1,40	1,34

Continuación de la tabla XXXI.

Datos generales e impedancias de tomacorrientes							
No.	Tierra	VLN (V)	ΔV (%)	Vcarga (V)	ZL	ZN	ZT
Sala B de hemodiálisis							
31	Si	115,6	10,6	103,1	0,71	1,32	2,21
32	Si	116,4	9,4	105,6	2,47	3	1,24
33	Si	115,1	6,6	107,8	0,88	1,26	1,98
34	Si	116,5	8,7	106,4	0,87	1,38	1,85
35	Si	115,7	7,9	106,3	0,67	1,13	1,46
36	Si	116,6	10,1	104,7	0,64	1,23	1,29
37	Si	115,7	8,1	106,4	0,9	1,36	1,89
38	Si	116,7	9,2	105,9	0,99	1,52	1,69
39	Si	116	10,1	104,1	0,9	1,49	1,8
40	Si	117,3	8,5	107,1	0,99	1,48	1,45
41	Si	116,7	10,9	103,3	0,68	1,31	1,29
42	Si	117,3	7,9	107,9	0,96	1,42	1,53
Sala B de hemodiálisis auxiliares							
Tv1	Si	115,4	8	106,1	1,37	3	1,23
Tv2	Si	114,6	7,9	105,1	0,19	0,64	1,56
Aux1	Si	114,2	6,3	106,3	0,57	0,93	2,55
Aux2	No	114,5	8,8	104,4	0,3	0,8	1,22
Sala C de hemodiálisis							
1	Si	115,5	7,7	106,3	0,89	1,39	1,76
2	Si	116,8	10,8	104,1	0,68	1,31	1,63
3	Si	115,6	6,4	108,1	0,9	1,27	1,41
4	Si	116,4	6,7	108,7	0,77	1,16	1,42

Fuente: Sure test circuit analizar.

2.2.5. Elaboración de planos de la red eléctrica actual

Los planos de de la red eléctrica de UNAERC son de vital importancia, de tal manera que en ellos se puede encontrar información importante que puede ser de gran ayuda al departamento de operaciones de la unidad, se elaboró una serie de planos eléctricos que se mostraran en el anexo, siendo un juego de 4 planos, dentro de los cuales se encuentran.

- Diagrama unifilar de la red eléctrica.
- Planos de iluminación de la red eléctrica.
- Planos de fuerza de la red eléctrica.
- Planos de equipo especial de la red eléctrica.

2.2.6. Recomendaciones para correcciones básicas del sistema

Dentro de las salas de hemodiálisis se realizaran varias correcciones básicas, para que la red eléctrica este en óptimas condiciones, las correcciones principales se deben de realizara en los tableros de distribución, balanceando las cargas y moviendo interruptores termomagnéticos, a continuación se describen las diferentes recomendaciones, enfocándose principalmente a las salas de hemodiálisis.

Sala de hemodiálisis A

Se recomienda en el tablero TD 8, el que energiza las máquinas de los ambientes de la sala de hemodiálisis A, independizar la iluminación, debido a que en este tablero están conectadas un 60 por ciento de las máquinas para el proceso de hemodiálisis y que la iluminación de la sala A es de 100 por ciento lámparas fluorescentes, siendo estas generadoras de corrientes armónicas en el sistema, por lo tanto se recomienda separar la iluminación del tablero TD8, para que sea exclusivo de equipo médico.

Se recomienda realizar un balance de cargas en todos los tableros, mover algunos *breaker* de tal manera que se logre un balance óptimo dentro del tablero de distribución, se hace un énfasis en el tableros de distribución TD 8, así al momento de tener balanceado el tablero no se correrá el riesgo de sobrecalentar una de las líneas del mismo. Balance de cargas, mover algunos *breaker* para lograr un balance óptimo dentro del tablero de distribución TD8.

Hacer la interconexión del *Bonding*, (unión mecánica eléctrica entre protección de tierra y parte metálica del tablero), en todas las partes metálicas de la instalación eléctrica, especialmente en el tablero de distribución de esta sala de hemodiálisis.

Sala de hemodiálisis B y C

En la sala de hemodiálisis C las 4 máquinas existentes por algún error quedaron independizadas en el tablero TD 4 con protecciones independientes pero compartiendo el mismo neutral y tierra de protección, por lo que se recomienda de manera especial corregir el error instalando tres líneas neutrales y tres líneas de tierra de protección para los tomacorrientes.

Las correcciones ayudaran a no sobrecargar la línea neutral existente y a proveer mayor seguridad a estos circuitos de vital importancia.

Se recomienda realizar un balance de cargas en todos los tableros, mover algunos *breaker* para lograr un balance óptimo dentro del tablero de distribución, se hace un énfasis en el tablero de distribución TD4, debido a que el alimenta el 100 por ciento del equipo médico utilizado en el proceso de hemodiálisis, así al momento de tener balanceado el tablero no se corre el riesgo de sobrecalentar las líneas del mismo.

Los cables que alimenta al tablero de distribución TD4, se encuentran empalmados con cables que alimentan a otros tableros, de tal manera que se recomienda dejar cables de alimentación exclusivos para este tablero de tal manera que no existan diferentes cargas conectadas hacia los alimentadores de las máquinas para el proceso de hemodiálisis.

Recomendaciones generales

La iluminación dentro de las salas de hemodiálisis y clínicas en general, siendo el caso de las lámparas fluorescentes en sus diferentes dimensiones y potencias, se debe enfocar planes de mantenimiento a los difusores durante el año. Lo recomendado sería tener por lo mínimo una limpieza de difusores cada dos meses, y el cambio de tubos en mal estado cuando justamente deje de funcionar.

El mantenimiento debe contener aspectos correctivos para ir generando paso a paso una instalación con menos errores, los cuales según el avance se pueden reducir al máximo, de ello depende ir reduciéndolos.

Los componentes de conexión y uso como lámparas, interruptores y tomacorrientes han quedado identificados con un número de circuito de alimentación así como también el número de tablero de distribución, en este caso se recomienda proteger y dar mantenimiento a dicha identificación para mantener esta designación tan necesaria para temas de mantenimiento.

Llevar la conexión de tierra física a los puntos que no están conectados, esto para tomacorrientes y tableros de distribución.

2.3. Fase de diseño y propuesta de mejora

La fase de diseño y propuesta de mejora se orienta al acondicionamiento, reacondicionamiento y diseño de los elementos que se encuentran en condiciones deficientes y no cumplen con los requerimientos básicos de una instalación eléctrica correcta. Se realizará un diseño de las áreas que interesan en gran medida a las salas de hemodiálisis de tal manera que todo el entorno este trabajando y proporcione los requerimientos aceptables para una instalación eléctrica.

De la misma forma se reestructuraran todos los elementos que actualmente se encuentran en las salas de hemodiálisis para obtener un centro de carga de todos los alimentadores que intervienen en el actual proceso de hemodiálisis, de la misma forma se reacondicionaran los alimentadores de máquinas de hemodiálisis que se encuentran fuera de las protecciones correctas.

Durante la elaboración del levantamiento de la red surgieron diferentes aspectos que mejora, por lo que a continuación se detallan los objetos para la fase de diseño y propuesta de mejora.

- Reidentificación de la red eléctrica, iniciando por tableros, alimentadores generales y equipo especial alimentado, que actualmente se encuentra en buen estado del entorno de las salas de hemodiálisis.
- Propuesta de diseño de un centro de carga, tablero de distribución para unificar las cargas se encuentran en salas de hemodiálisis.
- Reestructuración de algunas alimentaciones de máquinas de Hemodiálisis que se encuentran ancladas en tableros que están sobrecargados y con deficiencias.

Uno de los puntos de vista tomados para realizar los cambios es lograr no solo que cada uno de los circuitos cumpla técnicamente con los parámetros eléctricos si no también evitar la parte complicada de tener muchos puntos de distribución. La ubicación de estos nuevos puntos de distribución se realizó tomando en cuenta un punto céntrico a todas las cargas que se alimentaran en un tablero nuevo distribución, mejor conocidos como centros de carga, debido a que actualmente existen varios tableros los cuales se pueden unificar y realizar un centro eficiente de cargas a comparación de los que actualmente existen.

El tablero de distribución será el centro de carga para las salas de hemodiálisis y el entorno de las mismas, se ubicaron los ambientes que están cercanos a las salas, estos ambientes junto a las salas se alimentaran por un tablero el cual se ubicará frente a la sala de hemodiálisis B, debido que esta es un área de acceso fácil para cuando se necesite manipular las protecciones debidas.

La tabla XXXII, muestra los ambientes que serán respaldados, alimentados y protegidos por el tablero de distribución que se le asignará el nombre TDH.

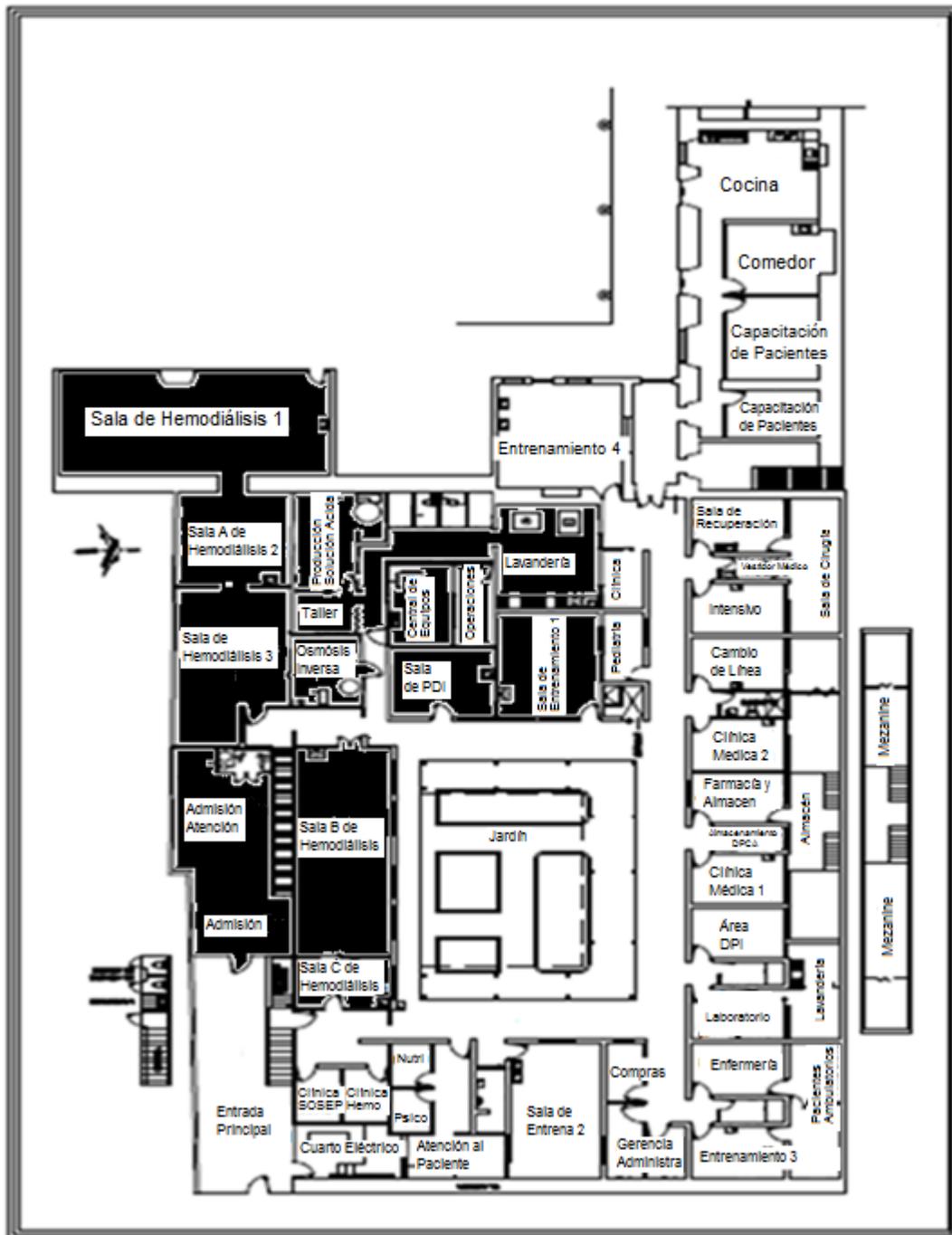
Tabla XXXII. **Ambientes para centro de carga TDH**

Ambientes para centro de carga
Sala de hemodiálisis A
Sala hemodiálisis B
Sala hemodiálisis C
Atención y admisión
Cuarto de Osmosis
Central de equipos
Oficina de operaciones
Intensivo
Lavandería
Clínica 3
Pasillo y lockers
Entrenamiento 1
Clínica pediátrica
Pasillo jardines

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

La figura 31, muestra la planta de los ambientes del diseño y propuesta de mejora para las salas de hemodiálisis y las áreas que también se pueden centralizar, para tener una red en óptimas condiciones. Debido a la prioridad y la incidencia solo se realizó el estudio para las salas de hemodiálisis y los ambientes que interviene en el funcionamiento de las mismas.

Figura 31. Planta de ambientes propuesta de mejora



Fuente: UNAERC, planos de construcción.

2.3.1. Ubicación de cargas y equipos por ambientes

El primero de los aspectos importante en el diseño, es ubicar las cargas y equipos en sus respectivos ambientes. La tabla XXXIII muestra, toda la distribución del TDH, donde la distribución se muestra en cada uno de sus ambientes conteniendo iluminación, fuerza, aires acondicionados y autoclave.

Tabla XXXIII. **Distribución de cargas de TDH centro de carga**

Distribución de carga por ambientes				
Descripción	Descripción de carga	Cantidad	Carga unitaria (W)	Carga total (W)
Sala de hemodiálisis A				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	21	160	3360
	Máquinas de hemodiálisis	30	1800	54000
Fuerza	Tomas generales	26	180	4680
Sala hemodiálisis B				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	5	160	800
	Máquinas de hemodiálisis	12	200	2400
Fuerza	Televisores	2	50	100
	Tomas sin carga	2	180	360
Sala hemodiálisis C				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Máquinas de hemodiálisis	4	200	800
Fuerza	Ventilador	1	50	50

Continuación de la tabla XXXIII.

Distribución de carga por ambientes				
Descripción	Descripción de carga	Cantidad	Carga unitaria (W)	Carga total (W)
Atención y admisión				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	5	160	800
	Lámparas de 20 W	2	125	250
	Computadoras	4	200	800
Fuerza	Ventilador	2	50	100
	Tomas sin carga	1	180	180
Cuarto de Ósmosis				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Bombas	1	3700	3700
Fuerza	Bomba SIP	1	3500	3500
	Tomas sin carga	2	180	360
Central de equipos				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	2	125	250
	Televisores	1	200	200
Fuerza	Autoclave	1	7500	7500
	Tomas sin carga	2	180	360
Oficina de operaciones				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	1	125	125
	Computadoras	2	200	400
Fuerza	Ventilador	1	50	50
	Tomas sin carga	1	180	180
Pasillo y lokers				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	5	125	625
Fuerza	Tomas sin carga	1	180	180

Continuación de la tabla XXXIII.

Distribución de carga por ambientes				
Descripción	Descripción de carga	Cantidad	Carga unitaria (W)	Carga total (W)
Intensivo				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	2	160	320
	Televisor	1	200	200
Fuerza	Microondas	1	50	50
	Tomas sin carga	1	180	180
Lavandería				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	2	160	320
	Lavadoras	1	200	200
Fuerza	Secadoras	1	50	50
	Tomas sin carga	4	180	720
Clínica 3				
Iluminación	Fluorescente 2x40 W	2	80	160
	Computadoras	1	200	200
Fuerza	Impresoras	1	50	50
	Tomas sin carga	1	180	180
Entrenamiento 1				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Microondas	1	200	200
Fuerza	Tomas sin carga	1	180	180
Clínica pediátrica				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Computadoras	1	200	200
Fuerza	Ventilador	1	50	50
	Tomas sin carga	1	180	180
Pasillo jardines				
Iluminación	Fluorescente 1x20 W	8	125	1000
Fuerza	Tomas sin carga	6	180	1080

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.2. Cálculos de circuitos

El estudio para el cálculo de circuitos se orienta a dos métodos muy completos los cuales se llaman: método por corriente y método por caída de tensión, estos métodos se aplican de tal manera que se obtenga un calibre de conductor que cumpla ante los factores y condiciones que rodean su medio de conducción.

Método por corriente

El método por corriente se basa en función de factores, siendo estos los que alteran la capacidad de conducción de corriente del alimentador del circuito, siendo estos el factor de servicio continuo, factor de material del tubo o canalización, el factor de la temperatura ambiente y el de cantidad de conductores dentro de la canalización, la fórmula que se aplica en el cálculo de este método se muestra en la figura 32, donde se puede concluir que los factores alteran de forma inversamente proporcional a la corriente nominal, lo cual ocasiona que para nuestro diseño la capacidad del conductor sea mayor al que se colocaría con el valor de la corriente nominal.

Figura 32. **Fórmula para el método por corriente**

$$I_t = \frac{I_n}{F_{sc} \times F_{mt} \times F_{ta} \times F_{nc}}$$

Fuente: ABC del alumbrado, p. 34.

Donde:

- It: corriente total calculada, que se usará para la selección del conductor.
- In: corriente nominal, la cual es la que se consume por todos los equipos instalados.
- Fsc: factor de servicio continuo, si la carga estará siempre conectada o por intervalos de tiempo este varía según el tipo de carga instalada.
- Fmt: factor del tipo del material, si es tubo metálico se utiliza valor de 1, si es plástico o PVC se utiliza valor de 0,8.
- Fta: factor de temperatura ambiente, valores según Tabla XXXIV.
- Fnc: factor número de conductores, valores según Tabla XXXV.

Tabla XXXIV. **Factores de corrección de temperatura**

Temperatura ambiente °C	Factor de corrección		Temperatura ambiente °F
21-25	1,08	1,04	70-77
26-30	1,00	1,00	79-86
31-35	0,91	0,96	88-95
36-40	0,82	0,91	97-104
41-45	0,71	0,87	106-113
46-50	0,58	0,82	115-122
51-55	0,41	0,76	124-131
56-60	-	0,71	133-140
61-70	-	0,58	142-158
71-80	-	0,41	160-176

Fuente: NEC edición.

Tabla XXXV. **Factores de corrección, número de conductores**

Número de cantidad de conductores	Valor del porcentaje para factor por temperatura
4 a 6	80
7 a 9	70
10 a 20	50
21 a 30	45
31 a 40	40
41 y mas	35

Fuente: NEC edición 2002.

El resultado final de la corriente total encontrada con la fórmula presentada en la figura 35, se compara con respecto a la tabla 310-16 del artículo 310 del código NEC, la cual muestra los calibres de conductores y su ampacidad de conducción de corriente, esta tabla se puede encontrar en la tabla número 1.

Método por caída de tensión

El método por caída de tensión está basado en la función de la distancia de la carga hacia donde llegara la alimentación, además del tipo de material del conductor, siendo cobre o aluminio, la fórmula que se utilizará en el cálculo de este método se muestra en la figura 33, donde se pueden observar los factores y datos que se necesitan para aplicarla y encontrar el área del conductor a utilizarse

Figura 33. **Fórmulas método por caída a) monofásico, b) trifásico**

$$\text{a) } A_{\text{mm}^2} = \frac{I_n * 2 * d}{e * k}$$
$$\text{b) } A_{\text{mm}^2} = \frac{I_n * 1.73 * d}{e * k}$$

Fuente. ABC del alumbrado.

A_{mm^2} : área en milímetros cuadrados a encontrarse del conductor, en función a este valor se selecciona el conductor.

I_n : corriente nominal, es el valor de la corriente de carga a instalarse.

d : distancia desde la ubicación del tablero hasta el punto de la carga.

e : porcentaje de caída * voltaje, donde la caída de voltaje debe de ser máxima del 5 por ciento, se utilizan valores de 2 por ciento si es alimentador y 3 por ciento si es ramal.

K : constante del material, 57 si es cobre y 36 si es aluminio, por aspectos de confiabilidad, rígidos y mejores propiedades eléctricas y mecánicas, en instalaciones eléctricas residenciales y hospitalarias se utilizará el conductor de cobre para la selección del calibre. Por lo tanto el valor de la constante K será de 57 para todos los cálculos.

El resultado final del método por caída de tensión se compara con respecto a la tabla XXXVI, y el valor del área en Amm^2 se obtiene el tamaño del conductor necesario para la instalación. Después de obtener los dos resultados tanto del método por corriente y por caída de tensión, se comparan los dos y se elige el conductor de mayor calibre para la instalación respectiva, el resultado se concluye que fue crítico por corriente o crítico por caída de tensión.

Tabla XXXVI. **Áreas de conductores**

Área de conductores (AWG o Kcmil)	Área	
	mm ²	<i>Circular mils</i>
18	0,823	1620
16	1,31	2580
14	2,08	4110
12	3,31	6530
10	5,261	10380
8	8,367	16510
6	13,30	26240
4	21,15	41740
3	26,67	52620
2	33,62	66360
1	42,41	83690
1/0	53,49	105600
2/0	67,43	133100
3/0	85,01	167800
4/0	107,2	211600

Fuente: NEC edición 2002.

2.3.2.1. Cálculo de circuitos de iluminación

Circuitos de iluminación, son circuitos que llevan energía eléctrica a los diferentes dispositivos de iluminación, donde el tipo de luminarias consiste en lámparas fluorescentes de 4x40 *watts*, 2x40 *watts*, 4x20 *watts* y lámparas incandescentes de 125 *watts*. Dentro de los cálculos de iluminación para el diseño se estandarizo valores de potencia, donde existen lámparas fluorescentes ahorradoras, lámparas de 4x20 y lámparas de 2x20, con valor de 125 *watts* en general.

La tabla XXXVII muestra, la distribución de los circuitos de iluminación asignados al tablero de distribución TDH, donde los ambientes fueron nombrados como CI, debido a que son circuitos de iluminación conectados a este tablero de distribución.

Tabla XXXVII. **Distribución de ambientes para circuitos de iluminación**

Distribución de ambientes para circuitos de iluminación			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CI-1	Atención y admisión	CI-5	Sala hemodiálisis B y C
CI-2	Pasillo jardín	CI-6	Sala hemodiálisis A 1 y A2
CI-3	Pasillo locker, vestidores, central de equipos, operaciones e intensivo.	CI-7	Sala hemodiálisis A 3
CI-4	Entrenamiento 1, lavandería, clínica pediatría y clínica 3		

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Ejemplo de cálculo de circuitos de iluminación, circuito CI 5, sala de hemodiálisis B y C

Método por corriente

Potencia = $P = 960 \text{ watts}$, encontrando la Corrientes: $I_n = (960 \text{ watts} / 120 \text{ Voltios}) = 8 \text{ A}$. Aplicando el método por corriente, siendo los factores: con un valor de 0,64, corriente $I_t = 8 / 0,64 = 12,5 \text{ Amperios}$.

Utilizando el criterio por corriente se debe encontrar un conductor que soporte una corriente nominal de aproximadamente 12,5 amperios o es su defecto el de valor inmediato superior.

La tabla utilizada para la selección es la Tabla 1 (Tabla B.310.1 del NEC) tomando como valor estandarizado el aislante THWN a una temperatura de 30° centígrados, debido a que la temperatura ambiente en la ciudad capital esta a entre 25 grados y 30 grados centígrados aproximadamente. De la Tabla 1 se observa que el calibre recomendado es el conductor cable No. 12 AWG THWN con una capacidad de 20 A.

Método por caída de tensión

Utilizando la corriente nominal encontrada en el Método por Corriente y teniendo que una distancia de aproximada de 15 metros se sustituye en la fórmula monofásica de caída de tensión y se obtiene:

$$A_{mm^2} = (8 \text{ A} * 2 * 15 \text{ m}) / (0,03 * 120 \text{ V} * 57) = 1,16959 \text{ mm}^2.$$

Este valor es el calculado para las condiciones dadas, representa el área del conductor a utilizar. Para todos los cálculos de área por caída de tensión se utilizó la tabla 8 de área del Conductor del NEC.

Comparando el resultado del área obtenido, el cual es $1,16 \text{ mm}^2$, con los valores de la tabla 8 del NEC, se observa que el valor inmediato superior corresponde al calibre No. 16AWG THWN con un área de $A= 1,31 \text{ mm}^2$.

Para el ejemplo anterior se llega a la conclusión de que el circuito de iluminación calculado de es Crítico por corriente y el conductor seleccionado será el calibre No. 12AWG THWN con capacidad de conducción de 20 A. Para el cálculo de todos los circuitos se realizará el mismo procedimiento y los resultados se resumirán tabulándolos en tablas para su comprensión y aplicación.

Cálculo de circuitos de iluminación

Los parámetros eléctricos y de diseño correspondientes a cada circuito según la carga estimada y las características eléctricas óptimas de las instalaciones propiamente dicha, constara de cajas de registro en el entre cielo de la estructura del techo y para llegar hasta la lámpara se utilizará cable tipo TSJ 2x16 AWG proporcionando con esto una flexibilidad en la instalación de las luminarias.

Los factores a utilizar en el cálculo por el método de corriente para la iluminación fueron, balastro en las luminarias con valor de 1,25 aplicado a la potencia, temperatura ambiente de 1, número de conductores de 1 y el tipo de material del tubo que será de PVC de 0,8, servicio continuo de 0,8 para tener un factor total de 0,64, para aplicarlo al método por corriente.

La tabla XXXVIII, desglosa los valores aplicados para el cálculo de los circuitos de iluminación, siendo estos resueltos con el mismo procedimiento realizado en la fase de diseño de mejora del sistema.

Tabla XXXVIII. **Cálculo de circuitos de iluminación TDH**

Circuitos de Iluminación							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TDH-CI-1	1050	120	1Ø	14	1,56	
2	TDH-CI-2	1000	120	1Ø	25	1,56	
3	TDH-CI-3	1320	120	1Ø	26	1,56	
4	TDH-CI-4	1280	120	1Ø	26	1,56	
5	TDH-CI-5	960	120	1Ø	15	1,56	
6	TDH-CI-6	1600	120	1Ø	30	1,56	
7	TDH-CI-7	1600	120	1Ø	25	1,56	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm ²)	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
1	TDH-CI-1	13,65	1,1939	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
2	TDH-CI-2	13	2,0305	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
3	TDH-CI-3	17,16	2,7875	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
4	TDH-CI-4	16,64	2,7030	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
5	TDH-CI-5	12,48	1,1695	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
6	TDH-CI-6	20,8	3,8986	1 x 30 A	10	3/4"	Caída V.
7	TDH-CI-7	20,8	3,2488	1 x 30 A	10	3/4"	Caída V.

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.2.2. **Cálculo de circuitos de fuerza**

Los circuitos de fuerza son los que se utilizan para energizar los tomacorrientes de usos generales y especiales de quipo.

Tomacorrientes de uso general

Dispositivo que nos sirve para conectar o suministrar energía eléctrica a cualquier máquina, equipo o electrodoméstico, según *The National Electrical Code 2002 (NEC)*, en la sección 220-3 (b) (9), detalla que se puede conectar un total de 10 tomacorrientes dobles con una carga permisible de 180 VA cada uno, dado que no se conoce la carga que se conectará en ellos, siendo esta también no continua y variada.

Dentro de los circuitos de fuerza se integra la alimentación para los tomacorrientes de uso general con carga de 180 VA, equipo de computo y televisores, entre las características técnicas del equipo a evaluarse están, televisor plasma de menos de 29 pulgadas, con consumo de 120 *watts* promedio y equipo de cómputo con 200 *watts* de consumo de potencia promedio.

El procedimiento para el cálculo de los circuitos de fuerza se realizará aplicando los dos métodos anteriormente ejemplificado, aplicados a circuitos de fuerza, La tabla XXXIX muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al TDH, donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados al diseño de este tablero de distribución.

Los factores a utilizar en el cálculo por el método de corriente para los circuitos de fuerza fueron, factor de servicio continuo con valor de 0,9, temperatura ambiente de 1, número de conductores de 1 y el tipo de material del tubo que será de PVC de 0,8, para tener un factor total de 0,72.

Tabla XXXIX. **Distribución de ambientes para circuitos de fuerza TDH**

Distribución de Ambiente para Circuitos de Fuerza TDH			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CF – 8	Atención y admisión.	CF - 12	Sala B y C hemodiálisis
CF – 9	Pasillo jardín.	CF - 13	Sala hemodiálisis A1
CF – 10	Pasillo <i>locker</i> , vestidores, central de equipos, operaciones e intensivo.	CF - 14	Sala hemodiálisis A2
CF – 11	Entrenamiento 1, lavandería, clínica pediatría y clínica 3	CF - 15	Sala hemodiálisis A3

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

La tabla XL muestra, los cálculos de los circuitos necesarios para todo el sistema de fuerza para el tablero de distribución TDH.

Tabla XL. **Calculo de circuitos de fuerza TDH**

Circuitos de fuerza						
Parámetros eléctricos y físicos						
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores
1	TDH-CF-8	1260	120	1Ø	22	1,38
2	TDH-CF-9	1080	120	1Ø	20	1,38
3	TDH-CF-10	1620	120	1Ø	16	1,38
4	TDH-CF-11	1800	120	1Ø	8	1,38
5	TDH-CF-12	900	120	1Ø	15	1,38
6	TDH-CF-13	1620	120	1Ø	6	1,38
7	TDH-CF-14	1620	120	1Ø	10	1,38
8	TDH-CF-15	1440	120	1Ø	22	1,38

Continuación de la tabla XL.

Características eléctricas de las instalaciones							
No.	Circuito	Corriente diseño (A)	Área (mm ²)	Breaker	Conductor	Tubo	Método aplicado
1	TDH-CF-8	14,49	2,25	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
2	TDH-CF-9	12,42	1,75	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
3	TDH-CF-10	18,63	2,1	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
4	TDH-CF-11	20,7	1,16	1 x 30 A	10	3/4"	Corriente
5	TDH-CF-12	10,35	1,09	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
6	TDH-CF-13	18,63	0,78	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
7	TDH-CF-14	18,63	1,31	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
8	TDH-CF-15	16,56	2,57	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

Los parámetros eléctricos y de diseño corresponden a cada circuito según la carga estimada en el mismo obteniendo con estos las características eléctricas óptimas de las instalaciones.

2.3.2.3. Cálculo de circuitos de equipo médico

Los circuitos de fuerza son los que se utilizan para energizar los tomacorrientes de usos generales y especiales de equipo, para las máquinas de hemodiálisis.

Tomacorrientes dedicados o de equipo médico

Son tomacorrientes que estarán disponibles exclusivamente a la alimentación de las máquinas de hemodiálisis, estos contarán con su circuito propio e independiente tanto en la conexión de línea viva, línea neutra y de protección de tierra. Los tomacorrientes para equipo médico también tienen su protección dedicada con un interruptor termomagnético. Debido a que se conoce la carga, el calibre del conductor y su protección puede calcularse exactamente y dejarlo dentro de los valores correctos.

El equipo médico utilizado es una máquina de Hemodiálisis, el proceso consiste en conectar una máquina de hemoultrafiltración directamente al cuerpo, así se hace circular el volumen sanguíneo del paciente. Las características eléctricas de las máquinas de hemodiálisis, son 120 voltios de corriente alterna, con un consumo de 5 amperios.

Salas de hemodiálisis

Dentro de la sala de hemodiálisis A, existe un total de 30 máquinas, 18 se encuentran correctamente conectadas al tablero de distribución TD 8 el cual se encuentra en óptimas condiciones, mientras que las 12 máquinas restantes se encuentran conectadas a dos tableros que no se encuentran en condiciones correctas para alimentar este tipo de equipo médico.

Por lo tanto en la propuesta de mejora se plantea la conexión correcta de estas máquinas restantes en el tablero TD 8 siendo éste exactamente para las 30 máquinas de hemodiálisis.

Dentro de las sala de hemodiálisis B y C, el 100 por ciento de las máquinas se encuentran conectadas correctamente al tablero de distribución TD 4, siendo este otro de los tableros que cumplen con las condiciones correctas para alimentar este tipo de equipo médico, por lo tanto no se hará ningún cambio al respecto para este tablero de distribución y su respectivas máquinas conectadas.

La tabla XLI muestra, los circuitos necesarios las máquinas a conectarse correctamente al tablero de distribución TD8, siendo el primer campo asignado con el nombre de máquina el cual determinará el respectivo número de máquina en las que se debe hacer la conexión necesaria dentro del tablero de distribución. Donde los valores de los factores aplicados al método por corriente fueron de 0,8 por la tubería y 1 en los demás factores.

Tabla XLI. **Circuitos de equipo médico de sala de hemodiálisis A**

Circuitos de equipo médico						
Parámetros Eléctricos y de Diseño						
No.	Sala A de H.	P (W)	Vo (V)	Sistema	D (mts)	Factores
9	TD8-CM-9	720	120	1Ø	12	1,25
13	TD8-CM-13	720	120	1Ø	8	1,25
17	TD8-CM-17	720	120	1Ø	4	1,25
22	TD8-CM-22	720	120	1Ø	10	1,25
23	TD8-CM-23	720	120	1Ø	14	1,25
24	TD8-CM-24	720	120	1Ø	15	1,25
25	TD8-CM-25	720	120	1Ø	17	1,25
26	TD8-CM-26	720	120	1Ø	20	1,25
27	TD8-CM-27	720	120	1Ø	21	1,25
28	TD8-CM-28	720	120	1Ø	22	1,25
29	TD8-CM-29	720	120	1Ø	8	1,25
30	TD8-CM-30	720	120	1Ø	12	1,25

Continuación de la tabla XLI.

Características eléctricas de las instalaciones							
No	Sala A de hemodiálisis	I Dis. (A)	mm2	Breaker	Conductor	Tubo	Método
9	TD8-CM-9	7.5	0.88	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
13	TD8-CM-13	7.5	0.58	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
17	TD8-CM-17	7.5	0.29	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
22	TD8-CM-22	7.5	0.73	1 x 20 A	12	1"	Corriente
23	TD8-CM-23	7.5	1.02	1 x 20 A	12	1"	Corriente
24	TD8-CM-24	7.5	1.1	1 x 20 A	12	1"	Corriente
25	TD8-CM-25	7.5	1.24	1 x 20 A	12	1"	Corriente
26	TD8-CM-26	7.5	1.46	1 x 20 A	12	1"	Corriente
27	TD8-CM-27	7.5	1.54	1 x 20 A	12	1"	Corriente
28	TD8-CM-28	7.5	1.61	1 x 20 A	12	1"	Corriente
29	TD8-CM-29	7.5	0.58	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
30	TD8-CM-30	7.5	0.88	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.2.4. Cálculo de circuitos de cámaras de seguridad

Dentro de los puntos a considerar en una instalación eléctrica se tiene la seguridad del inmueble y lo que se encuentra dentro de él, considerando así todo equipo y maquinaria existente. Las cámaras de seguridad son equipos a considerarse para el diseño de una instalación, por lo tanto tendrán sus circuitos independientes dentro del tablero de distribución, entre las características técnicas se tiene alimentación de 12 voltios de corriente continua, se realiza con un transformador- convertidor de 120 voltios corriente alterna a 12 voltios corriente directa y 1,5 amperios de corriente alterna a corriente continua que es alimentado por tomacorriente de uso general.

Circuitos alimentadores para cámaras de seguridad

Son circuitos alimentadores que suministran la energía eléctrica a las cámaras de seguridad, en este caso serán calculados y dimensionados en función de su carga y ubicación.

La tabla XLII muestra, los circuitos necesarios para todo el sistema de cámaras de seguridad que comprenden las salas de hemodiálisis y su entorno, proporcionando dos circuitos donde podrán conectarse los transformadores de las cámaras.

Tabla XLII. **Circuitos de cámaras de seguridad**

Circuitos de Cámaras de Seguridad							
Parámetros Eléctricos y Físicos							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TDH-CF-16	1440	120	1Ø	22	1,38	
2	TDH-CF-17	1440	120	1Ø	20	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente diseño (A)	Área (mm ²)	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
1	TDH-CF-16	16.56	2.57	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
2	TDH-CF-17	16.56	2.33	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.3. Cálculo de circuitos de alimentadores de equipo

Circuitos alimentadores que suministran la energía eléctrica a los aires acondicionados, en este caso serán calculados y dimensionados en función de su carga y ubicación.

Circuitos alimentadores para aires acondicionados

Las cargas de aires acondicionados con consumo de 9 amperios a plena carga (*full load*), Autoclave 7 kilo *watt*. Para los alimentadores de los motores de los extractores de aires de los servicios sanitarios, se utilizaron valores de ¼ de caballo de fuerza.

Tabla XLIII. Cálculo de alimentadores de equipo

Circuitos Alimentadores de Equipo						
Parámetros Eléctricos y Físicos						
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores
1	TDH-CF-18/20	7000	208	1Ø	15	1,38
2	TDH-CF-19/21	5800	208	1Ø	13	1,38
3	TDH-CF-22/24	5800	208	1Ø	8	1,38
4	TDH-CF-23/25	1300	208	1Ø	14	1,38
5	TDH-CF-26/28	1300	208	1Ø	22	1,38
6	TDH-CF-27/29	6500	208	1Ø	10	1,38
7	TDH-CF-30/32	6500	208	1Ø	15	1,38

Continuación de la tabla XLIII.

Características eléctricas de las Instalaciones							
No	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm ²)	Breaker	Conductor	Tubo	Método
1	TDH-CF-18/20	46.44	2.84	2 x 50 A	8	1"	Corriente
2	TDH-CF-19/21	38.48	2.04	2 x 50 A	8	1"	Corriente
3	TDH-CF-22/24	38.48	1.25	2 x 50 A	8	1"	Corriente
4	TDH-CF-23/25	8.63	0.49	2 x 30 A	10	3/4"	Corriente
5	TDH-CF-26/28	8.63	0.77	2 x 30 A	10	3/4"	Corriente
6	TDH-CF-27/29	43.13	1.76	2 x 50 A	8	1"	Corriente
7	TDH-CF-30/32	43.13	2.64	2 x 50 A	8	1"	Corriente

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

La tabla XLIII muestra, los circuitos necesarios para los equipos de aire acondicionado ubicados en las salas de hemodiálisis A, B y central de equipos. Así como también la alimentación del equipo de esterilización de gasas autoclave, todos contenidos en el área.

2.3.4. Cálculo de alimentadores principales

Para saber el calibre correcto y las características eléctricas del tablero que alimentara el tablero de distribución TDH, se necesita saber la potencia aparente de consumo de dichas áreas.

Cálculo de potencia aparente

Los factores utilizados para este cálculo son: Factor de Potencia 0,9 y factor de demanda (variable según carga), según el artículo 220.13 del NEC edición 2002.

Tabla XLIV. **Cálculo de potencia aparente**

Calculo de Calibre de Alimentadores					
Ambiente	Potencia (W)	Factor de potencia	Potencia aparente (KVA)	Factor demanda	Potencia diseño (KVA)
Iluminación	5610	0,8	7,01	1	7,01
Fuerza(general + cámaras) primeros 10 KW	10000	0,8	12,50	1	12,50
Fuerza(general + cámaras) carga restante	2780	0,9	3,09	0,5	1,54
Aires acondicionados primeros 8 KVA	8000	0,88	7,04	1	7,04
Aires acondicionados KVA restantes	19743	0,8	15,79	0,4	6,32
Autoclave	7000	0,88	7,95	0,8	6,36
Total	53133		53,39		40,78

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLIV muestra los valores de potencia necesarios para el tablero TDH y los factores aplicados para conocer la potencia aparente a consumirse dentro del sistema en los alimentadores.

Cálculo de alimentadores principales para el TDH

En la tabla XLV, se muestra el calibre de conductor para este tablero que es el calibre 1/0 en cobre, con aislante THHN a 75 grados centígrados de temperatura del conductor, se aplicó el método por corriente por ser crítico por corriente.

Los parámetros eléctricos y de diseño corresponden a cada circuito según la carga estimada en el mismo obteniendo con estos, las características eléctricas óptimas de las instalaciones

Tabla XLV. **Cálculo de alimentadores de TDH**

Calculo de calibre de alimentadores							
Parámetros eléctricos y de diseño							
No.	Descripción	Potencia (KVA)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	Corriente diseño (A)
1	Tablero de distribución (TDH)	40,48	208	3Ø	30	1.25	140,45
Características eléctricas de las instalaciones							
No.	Descripción	Área (mm ²)	Breaker	Conductor	Tubo	Método aplicado	
1	Tablero de distribución (TDH)	24,62239	3 x 200 A	1/0 THHN	2"	Corriente	

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.5. Cálculo de subestaciones y planta de emergencia

La subestación y la planta de emergencia que cubre UNAERC, llena la demanda de carga debido a que tiene una capacidad de 150KVA, tanto del banco de capacitores y la planta de emergencia. A continuación se muestran los datos actuales de la planta de emergencia de UNAERC.

Datos de la planta de emergencia

Dale Number: 920 75101 P, *Dale model:* MF/159/DCE, revoluciones por minuto: 1800, frecuencia: 60 *hertz*, fases: 3 caballos de fuerza, *wire:* 4, potencia en kilo voltio amperios: 150,16, potencia en kilo *watts:* 120,13, voltaje: 220/127 voltios, corriente: 394,08 amperios, factor de potencia: 0,8.

Datos del tanque de combustible *Snyder tank corp*

Diesel fuel only MFG - date: 6/74, capacidad en galones, *liquid 85, Draw 80 part number:* 445041-C91.

2.3.6. Cálculo de tableros principales y secundarios

Para que exista un diseño adecuado se debe de cuantificar y separa los tableros principales y secundarios, detallándose de la siguiente manera, circuito de iluminación, fuerza y equipos especiales.

Para el cálculo y selección del TDH, se detallaran los datos en la tabla XLVI, el cálculo final y la selección del tablero de distribución en función de la potencia aparente y la cantidad de polos necesarios más un margen de crecimiento para el área de las salas de hemodiálisis y su entorno.

Tabla XLVI. Selección de tablero TDH

Cálculo de tablero		
Circuito	Cantidad	Ramales
Iluminación	7	6 1 x 20 A
		1 1 x 30 A
Fuerza	10	9 1 x 20 A
		1 1 x 30 A
Alimentación a equipos especiales	7	2 2 x 20 A
		2 2 x 40 A
		2 2 x 50 A
		1 2 x 60 A
Potencia total (KVA)	40,78	
Corriente de barras (A)	225	
Voltaje (V)	120/208	
Numero de polos	42	
Marca	<i>General electric</i>	

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

2.3.7. Diseño de red de tierras

En el capítulo 2.1.1, en la sección de conceptos de instalaciones eléctrica, en el párrafo de red de tierras, se puede ver que existen 6 tipos de tierra, pero para especificar las salas de hemodiálisis solamente se abordaran tres tipos de tierras, conductor conectado a tierra o conductor neutro, tierra del equipo o tierra de seguridad y tierra aislada.

Conductor conectado a tierra o conductor neutro

Este sistema la función de transportar la corriente de retorno en un sistema monofásico y el retorno de las corrientes de fase que no se cancelan.

Para un sistema trifásico y un sistema monofásico de tres hilos, siendo este conductor fundamental para el buen funcionamiento de los equipos electrónicos. Cuando el sistema de alimentación se conecta a tierra, existe un punto neutro y el conductor de circuito conectado a este punto se llama conductor neutro, siendo este el conductor que transporta la corriente que no se canceló, la sección 250-26(2) del NEC, identifica al conductor conectado a tierra como el neutro de un sistema monofásico de tres hilos.

La regla básica en la sección 250-24(a)(5) del código NEC, prohíbe utilizar el neutro como el conductor de tierra del equipo en el lado de la carga del medio de desconexión del servicio.

En el NEC el conductor neutro debe unirse al conductor del electrodo a tierra en la fuente de energía eléctrica de la planta, a su vez el conductor del electrodo de tierra se une a la barra de neutro en el tablero principal de distribución de servicio de la acometida del edificio, debiendo ser esta conexión accesible, siendo esto documentado en la sección 250-24(a). Esta sección también especifica que: no se hará ninguna conexión de puesta a tierra a ningún conductor del circuito en el lado de carga del dispositivo de desconexión de servicio o acometida. El conductor del circuito conectado a tierra es el conductor neutro, y el dispositivo de desconexión de servicio es el tablero principal de distribución.

Identificación y selección del conductor neutro

En la sección 200-6(a) del código NEC se especifica que la identificación del conductor neutro es el color blanco o gris, a la vez prohíbe utilizar el color blanco o gris para cualquier conductor que no sea el neutro.

La capacidad de corriente de operación de los conductores de fase y neutro debe ajustarse a un 80 por ciento de la capacidad de corriente listada para cumplir con los requisitos de la sección 310-15(b) (2) (a) del código NEC, a esto se puede añadir que el neutro en un sistema netamente monofásico la circulación de corriente será la misma que circula en el conductor de fase, por lo tanto en este sistema el calibre de conductor de neutro debe de ser igual al calibre de conductor de fase.

Selección del neutro para cargas no lineales

Cuando existen cargas no lineales como microprocesadores, computadoras o equipo computarizado, en este caso las máquinas que se utilizan para el proceso de hemodiálisis y equipo de procesamiento de datos, el neutro debe ser del mismo calibre AWG que los conductores de fase.

Tierra del equipo o tierra de seguridad

El artículo 100 del código NEC define a la tierra del equipo como el conductor que une las partes metálicas que no transportan corriente de un equipo, conducto eléctrico y otras cubiertas y el chasis al conductor conectado a tierra o a ambos, en el tablero de servicio o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

Destinado a la protección del personal y el equipo contra fallas o cortocircuitos, este sistema conecta todas las partes metálicas de los equipos (*bonding*), es decir, los gabinetes metálicos, los conductores metálicos y todo el equipo que puede ser energizado y entrar en contacto con personas, para mantener una misma referencia a tierra,.

Lo que se exige según código NEC que las conexiones sean efectivas, es decir, por lo tanto estas deben de tener continuidad en todo momento, así poder transportar la corriente de falla con seguridad.

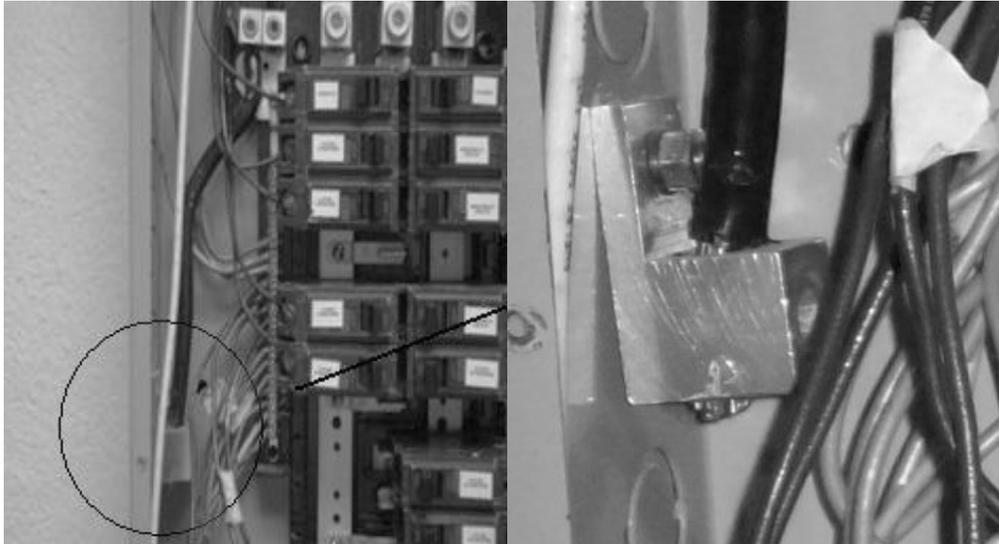
Bonding

Se define como la interconexión física, eléctrica y mecánica, entre el punto de protección de tierra del equipo o de seguridad y las partes metálicas de la instalación eléctrica, en primer lugar el chasis o gabinete de protección del tablero de distribución y las canaletas, tuberías, entradas y accesorios metálicos, si existieran en la instalación.

Esta conexión se realiza de tal manera de no generar diferencias de voltajes entre puntos que no estén al mismo nivel de referencia de tierra de del equipo, un ejemplo del daño que puede causar sería una falla en un tablero de distribución y si su estructura metálica no está referenciada o aterrizada como generalmente se le conoce, aplicando la ley de *Ohm*, la corriente que circula por la estructura por la impedancia del cuerpo humano que se encuentra en contacto con la masa, la diferencia de voltaje producido sería el producto de los dos valores anteriormente mencionados ocasionando un valor de voltaje mayor al entregado por la fuente, para evitar este tipo de falla se recomienda aplicar la interconexión del *bonding* en la mayoría de estructuras metálicas existentes en la instalación eléctrica.

La figura 34, muestra la interconexión del *bonding* en un tablero de distribución, la cual está conectada entre la tierra del equipo o seguridad y el chasis metálico del tablero

Figura 34. Vista de tablero de una interconexión de *Bonding*



Fuente: sala de nutrición.

Identificación del conductor de tierra del equipo

La sección 250-119(b) del código NEC, indica la regla básica para determinar el color del conductor de tierra del equipo cuando se instala en una canalización, cable o alambre.

El color verde se reserva para el conductor de tierra del equipo o tierra de seguridad. En la sección 250-126(b) permite el uso de un conductor de tierra de seguridad con aislamiento de diferente color, bajo diferentes condiciones en las cuales destacan, que su calibre sea mayor al número 6, que este hecho de cobre o aluminio, el cual debe estar permanentemente identificado como conductor de tierra del equipo, las marcas de identificación deben de colocarse en ambos extremos del conductor y en lugares accesibles.

Selección del calibre del conductor de tierra del equipo

Las regulaciones para calcular el calibre del conductor de tierra del equipo se encuentran en la sección 250-122 del código NEC y se enumeran de la siguiente manera.

- La tabla 250-122 se usa para seleccionar la sección transversal del conductor de tierra del equipo.
- Cuando los conductores se extienden en paralelo en más de un conducto, se permite que el conductor de tierra del equipo se extienda en paralelo. El calibre de cada uno de los conductores de tierra del equipo en paralelo se selecciona de acuerdo con la capacidad de amperaje del dispositivo de protección contra sobre corriente que protege a los conductores.
- Cuando el calibre de los conductores se ajusta para compensar la caída de voltaje, el calibre del conductor del electrodo de tierra debe ajustarse de manera correspondiente.
- Cuando se instala más de un circuito en un solo conductor, también debe instalarse un conductor de tierra del equipo; su calibre se elige considerando el dispositivo de protección de mayor amperaje que protege los conductores del conductor.
- Nunca se requiere que el calibre del conductor de tierra del equipo sea mayor que el de los conductores del circuito.

- Cuando el dispositivo de protección de los conductores sea un interruptor instantáneo o un protector de motor, el conductor de tierra del equipo se calibra según el amperaje del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

En la tabla XLVII, se muestra la tabla 250-122 del código NEC, la que nos indica la selección del calibre de conductor de tierra de equipo.

Tabla XLVII. **Selección de calibre de conductores de tierra de equipo**

Calibre mínimo del conductor de Tierra del Equipo				
Capacidad del interruptor termo magnético ubicado antes del equipo en Amperes	Sección Transversal			
	Cobre		Aluminio	
	mm2	AWG/Kcmil	mm2	AWG/Kcmil
15	2,082	14	3,307	12
20	3,307	12	5,26	10
30	5,26	10	8,367	8
40	5,26	10	8,367	8
60	5,26	10	8,367	8
100	8,367	8	13,3	6
200	13,3	6	21,15	4
300	21,15	4	33,62	2
400	27,67	3	42,41	1
500	33,62	2	53,48	1/0
600	42,41	1	67,43	2/0
800	53,48	1/0	85,01	3/0
1000	67,43	2/0	107,2	4/0
1200	85,01	3/0	126,7	250
1600	107,2	4/0	177,3	350
2000	126,7	250	202,7	400
2500	177,3	350	304	500
3000	202,7	400	304	700

Fuente: NEC Handbook 2002

Tierra aislada

Es un sistema que ofrece una tierra libre de ruido para equipo eléctrico sensible, que en el equipo médico es conocido como tierra dedicada, siendo este sistema independiente del sistema de tierra para todos los equipos comunes existentes, este se coloca individual a las demás cargas.

Con este conductor se pretende proteger exclusivamente a las máquinas de hemodiálisis este conductor está colocado desde el tablero de distribución hasta la alimentación del equipo, siendo llevado desde el punto de conexión de tierra física hasta la protección directa del equipo, sin pasar por otro punto o proteger otras cargas, este sistema se orienta de esta forma de tal manera que si existe una falla en una de las máquinas de hemodiálisis la falla sea exclusiva de la máquina y no afecte a ninguna de las máquinas contiguas.

Identificación y selección del conductor de tierra aislada

La sección 250-119(b) indica la regla básica para determinar el color del conductor de tierra aislada del equipo, siendo esta instalada exclusivamente a cada una de las máquinas de hemodiálisis.

Cuando el forro aislante de color verde se usa para la tierra de seguridad, debe utilizarse aislamiento de color verde con rayas amarillas para la tierra del sistema.

De la misma forma para seleccionar el calibre del conductor de tierra aislada se hace referencia a la tabla 250-122 del código NEC, tabla XLVII.

Dimensionamiento de conductores de neutro, tierra de seguridad y tierra aislada

En la tabla XLVIII, muestra el dimensionamiento de las conexiones de los conductores de neutro y tierra de seguridad a aplicarse para salas de hemodiálisis, según código NEC.

Tabla XLVIII. **Dimensionamiento de conductores**

Circuito	Protección	Calibre de conductores		
		Neutro	T. de seguridad	T. Aislada
Equipo medico	20 A	12	12	12
Cámara de seguridad	20 A	12	12	12
Tomas de televisión	20 A	12	12	12
Tomas de uso general	20 A	12	12	12
Circuitos aires acondicionado	50 A	10	10	10

Fuente: elaboración propia. Excel 2010.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE CONTINGENCIAS

Un plan de contingencia se orienta a procedimientos operativos específicos y preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta ante la manifestación o la inminencia de un fenómeno peligroso en una empresa o institución, cuyo fin es permitir el normal funcionamiento, aún cuando alguna de sus funciones se viese dañada por accidentes internos o externos, tales como incendios o terremotos.

3.1. Aspectos legales

El plan de contingencias deberá ser revisado semestralmente, así mismo ser revisado/evaluado cuando se materializa una amenaza, de tal manera de cuantificar los daños ocurridos y las mejoras que se puedan aplicar al plan. Incluyendo las reflexiones jurídicas generales en torno al mismo, en busca de aclarar el panorama legal y suministrar elementos de juicio en el proceso de limitación de las responsabilidades.

3.2. Antecedentes

UNAERC tiene aproximadamente una década de existencia y de atención al enfermo renal crónico, dentro de este intervalo de tiempo no existe ningún evento ocurrido en los últimos 10 años que sea de relevancia.

3.3. Plan de contingencias ante sismos, incendios y accidentes laborales

Dentro de UNAERC el departamento de operaciones actualmente elaboró un plan de contingencias, basándose en los conocimientos de la infraestructura y tipo de servicio que presta la unidad, siendo los pilares para evitar cualquier tragedia o desastre, humano y natural.

Prevención de desastres en caso de terremoto

Un terremoto es un movimiento de tierra el cual no es predecible en tiempo de duración y momento que ocurra, se deben tomar varios aspectos para prevenir cualquier desastre ante la ocurrencia del mismo, dividiéndose en sugerencias para prevenir un desastre, durante y después que ocurra el terremoto.

Acciones sugeridas para realizar antes que ocurra el terremoto

- Sujetar en forma segura los estantes, lámparas y sistemas de iluminación al techo, y todo lo que represente peligro.
- Poner los objetos pesados o que se quiebren fácilmente en lugares bajos.
- Evitar colgar objetos pesados sobre lugares de tránsito de personas.
- Asegurar o eliminar cualquier objeto que represente peligro en interiores y exteriores.

- Mantener en buen estado las instalaciones eléctricas o de gas, para evitar incendios.
- Guardar utensilios de limpieza, insecticidas y otros productos inflamables en gabinetes no muy altos y cerrados, para evitar su derrame.
- Si tiene grietas, hacer que un especialista indique si hay daños estructurales en el edificio.
- Solicitar una revisión técnica previa, para determinar si se requiere salir del edificio o hacer las reparaciones necesarias.
- Identifique los lugares seguros dentro del edificio y fuera del mismo (alejados de construcciones altas, árboles, tendido eléctrico u otro que presente riesgo) que puedan servir de resguardo en caso de necesidad.
- Todo el personal de la Unidad deben saber cómo actuar, cómo cortar el suministro de gas, luz y agua, y los números de emergencia a los que pueden llamar de ser necesario.
- Se debe tener a mano kits de emergencia para primeros auxilios, ubicados en lugares estratégicos.
- Establecer rutas de evacuación y un punto de reunión común para todos los ocupantes de las instalaciones. En el caso de la Unidad, los puntos de reunión son: a.) Patio central con área verde, b.) Patio de La Cruz Roja; en caso de incendio se establece como punto de reunión El Patio de La Cruz Roja, por ser el más alejado a las instalaciones.

Acciones sugeridas para realizar cuando ocurre el terremoto

La primera y primordial recomendación es la de mantener la calma y extenderla a los demás.

Si esta dentro de una sala de hemodiálisis

- Mantener la calma y buscar la ruta de evacuación establecida, Para la sala A, se debe salir hacia el patio de la cruz roja, para la sala B y C, se debe salir hacia el patio central con área verde.
- Auxiliar en lo posible a los pacientes que estén recibiendo su tratamiento.

Si está en una clínica u oficina

- No salga, salvo que la edificación así lo amerite.
- Mantener la calma y buscar la ruta de evacuación que ha sido establecida con anterioridad. De preferencia hacia el patio de la Cruz Roja.

Si está en la cocina

- Mantener la calma y cerrar llaves de suministro de gas.
- Dirigirse al patio central de La Cruz Roja para unirse al resto del grupo.

Si está en la lavandería.

- Mantener la calma y cerrar las llaves de gas.
- Dirigirse al patio central de la cruz roja para unirse al resto del grupo.

Si esta al aire libre

- Ubíquese en un lugar seguro. En este caso será el patio central con área verde.
- Aléjese de las partes altas, árboles, alumbrado eléctrico y cables de servicios.
- Permanezca en el exterior hasta que el movimiento pase.
- Mantener la calma y buscar la ruta de evacuación que hacia el patio de la Cruz Roja.

Acciones sugeridas para realizar después que ocurra el terremoto

- Evitar caminar descalzos, ya que puede haber vidrios y objetos cortantes en el suelo.
- Estar preparados para réplicas que pueden ocurrir momentos después del sismo, y que pueden provocar daño adicional a estructuras ya lesionadas.

- Procurar mantenerse fuera del edificio, puede correr peligro si desea ingresar al edificio. Ingrese sólo para brindar ayuda a posibles víctimas.
- Use el teléfono sólo para emergencias.
- Escuchar la radio o la televisión para obtener información sobre la emergencia, y posibles instrucciones de la autoridad a cargo.
- Ayudar a las personas heridas o que han quedado atrapadas. Si hay lesionados, pida ayuda de primeros auxilios a los servicios de emergencia. Ayude al resto del grupo especialmente personas de avanzada edad, impedidos o niños pequeños.
- Efectuar una revisión básica de la iluminación, agua, gas y teléfono, tomando las precauciones indicadas.
- Limpiar derrames de líquidos que presenten peligro.
- Abrir ventanas y abandonar el lugar si escucha ruidos, si percibe olor a gas u otros químicos, avise al personal responsable.
- Revisar el edificio para detectar grietas. Inspeccionar todas las áreas de riesgo. Un daño que pase desapercibido puede generar otro desastre.
- Una vez terminado el movimiento actúe con cautela. Evite pasar por lugares que pudieran haber quedado dañadas por los movimientos del terremoto.

Prevención de desastres en caso de un incendio

Siendo un incendio una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse, pudiendo afectar a estructuras y a seres vivos. La exposición a un incendio puede producir la muerte, generalmente por la inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves.

Precauciones a seguir durante un incendio

- Avisar a las autoridades del local, alertar a todos los ocupantes.
- Intentar apagar el fuego sólo si es pequeño y se puede controlar. Hacer uso de los extintores, según el tipo de fuego que se trate, recordar que cada extintor tiene su propio uso.
- Buscar las posibles vías de escape.
- Cortar la corriente eléctrica y las entradas de gas.
- Si es posible, retirar los productos químicos o inflamables próximos al fuego.
- De intentar apagarlo, situarse entre el fuego y la vía de escape.
- No utilizar agua, cuando pueda alcanzar instalaciones eléctricas o el incendio sea de líquidos inflamables (aceite, gasolina, etc.). En este caso debe usarse el extintor clase B.

- Si no se puede apagar el fuego, no correr riesgos inútiles, buscar un lugar seguro y abandonar la zona.
- Al abandonar el lugar incendiado, cierre las puertas al salir, si hubiese humo salga gateando y no empuje a otros afectados. Si las vías de salida están llenas de humo, no acceder a ellas y mantenerse dentro del edificio.

En caso de no poder abandonar el edificio por el fuego

- Encerrarse en una habitación y tapan las ranuras de la puerta para evitar que entre humo.
- Es recomendable que se haga ver por una de las ventanas, si es posible. Si se incendia la ropa hay que acostarse en el suelo y rodar sobre sí mismo, no correr.
- Igualmente, si se observa a alguien a quien se le ha incendiado la ropa, tenderlo en el suelo y cubrirlo con una manta grande y apretar hasta extinguir las llamas.
- Si se incendia el cabello, hay que tapan la cabeza rápidamente con un trapo húmedo.
- Las quemaduras que le sucedan a alguien, deben ser tratadas por personal capacitado.
- Un sistema de aspersión automática contra incendios en el edificio, facilitaría la labor de mitigación a la hora de un incendio.

Planificar rutas de salidas

- Identificar al menos dos formas de abandonar las instalaciones de la unidad. El lugar para reunión, en caso de necesitarse, será el patio central de la cruz roja o el parqueo posterior de la misma, esto es, si no tienen peligro para la estadía. Estas salidas deben estar señalizadas adecuadamente para guiar a las personas.
- Disponer de salidas de emergencia para las salas más complicadas de la unidad.
- Aprender a usar las salidas de emergencia y mantenerlas libres de objetos que obstruyan el paso, por lo que se debe velar porque no existan sillas de ruedas, bancas, basureros, etc.
- Ensayar el plan de salida como mínimo dos veces al año.

Recomendaciones para salir sin lesiones

- Si observa humo o llamas en una de las rutas de salida, usar las otras opciones de evacuación.
- Si el humo, el calor, o las llamas bloquean la ruta de salida, quedarse en la sala donde se encuentra y cerrar la puerta. Enviar señales de auxilio usando un trozo de tela de colores llamativos desde la ventana. Si hay un teléfono en la sala, utilizarlo para llamar al departamento de bomberos o compañeros y decirles dónde se encuentra.

- Si se tiene que salir por una puerta cerrada, palpar la puerta antes de abrirla. Si se nota que está caliente, usar otra opción de salida.
- Si se tiene que atravesar el humo, agacharse por debajo del humo mientras se dirige a la salida, ya que cuando existe un incendio, el oxígeno queda bajo el mismo por lo que se recomienda que esté agachado lo más que pueda.
- Una vez fuera, ¡Quedarse allí!. Llamar al Departamento de Bomberos desde un lugar sin riesgo y tratar de mantenerse en grupo.
- Recuerde que el fuego se alimenta de oxígeno, por lo que si existe incendio en el lugar dónde está, no rompa vidrios o ventanas, ya que esto ayudará a que el fuego se expanda de una manera más rápida.

3.3.1. Evolución de riesgos

¿Se esta preparado para un incendio o terremotos?

Los incendios son uno de los desastres más comunes. Causan más muertes que ningún otro tipo de desastre. Los incendios no deben resultar mortales si se escucha a tiempo la alarma de los detectores de humo, además, todos los ocupantes del edificio deben saber cómo abandonar con calma las instalaciones del mismo. Dentro de la unidad se maneja mucho equipo médico y máquinas de gas, tanto en la cocina como en la lavandería, además equipo eléctrico a base de gran temperatura como la autoclave.

Riesgos alrededor de las instalaciones

- El tendido eléctrico que pasa a orilla de la carretera.
- La probabilidad de que un vehículo se empotre en las paredes de las instalaciones ya que la entrada está ubicada sobre la 9ª avenida de la zona 1, siendo de mucho tránsito vehicular durante todo el día.
- Riesgo de tormenta durante la época de lluvia.

Precauciones a seguir antes de un incendio o un terremoto

- Proteger el edificio contra incendios.
- Planificar rutas de evacuación.
- Recomendaciones para salir sin lesiones.
- Verificar las instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de gas.

3.3.2. Métodos de protección

Dentro de los métodos de protección se encierran varios temas, desarrollándose los medios técnicos, medios humanos y los planos de edificación para el plan de contingencia.

3.3.2.1. Medios técnicos

Se debe instalar detectores de humo en los lugares cerrados o ambientes que se consideren necesarios, los detectores de humo salvan vidas.

Verificar que los detectores de humo funcionan adecuadamente, por lo menos una vez al mes, si es necesario, cambiar las pilas inmediatamente. Las pilas deben ser cambiadas, como mínimo, una vez al año.

Considerar tener uno o más extintores de incendios en cada ambiente, dependiendo de las dimensiones de las salas. Asimismo, capacitar a colaboradores de cómo utilizarlos y que sepan la ubicación de los mismos.

Artículos de Subsistencia que se deben tener al alcance inmediato

- Radio portátil con baterías.
- Linterna con baterías.
- Artículos de primeros auxilios, incluyendo medicinas necesarias para algún miembro del grupo.
- Libro de primeros auxilios.
- Extintor de fuegos.
- Herramientas para desconectar el agua y gas.
- Detector de humo, instalado debidamente.

- Escaleras para escape de fuego en lugares altos.
- Agua embotellada, suficiente para todos los miembros del grupo.
- Números telefónicos de la policía, bomberos, médicos y personas que puedan ser clave en caso de emergencia.

3.3.2.2. Medios humanos

- Limpiar el polvo, eliminar telarañas de cada detector mensualmente. Los detectores pierden la resistencia con el tiempo. Reemplazarlos cada 10 años.
- Verificar instalaciones eléctricas y velar porque químicos y productos inflamables se encuentren en lugares seguros y adecuados.
- Identificar al menos dos formas de abandonar las instalaciones de la unidad. El lugar para reunión, en caso de necesitarse, será: el patio central de La Cruz Roja o el parqueo posterior de la misma, esto es, si no tienen peligro para la estada. Estas salidas deben estar señalizadas adecuadamente para guiar a las personas.
- Disponer de salidas de emergencia para las salas más complicadas de la unidad.
- Ensayar el plan de salida como mínimo dos veces al año.

- Aprender a usar las salidas de emergencia y mantenerlas libres de objetos que obstruyan el paso, por lo que se debe velar porque no existan sillas de ruedas, bancas, basureros, etc, fuera de los lugares asignados.

3.3.2.3. Planos de edificación

Son los espacios abiertos a los cuales llegar, cuando se presente alguna emergencia de terremoto o incendio.

Jardín central

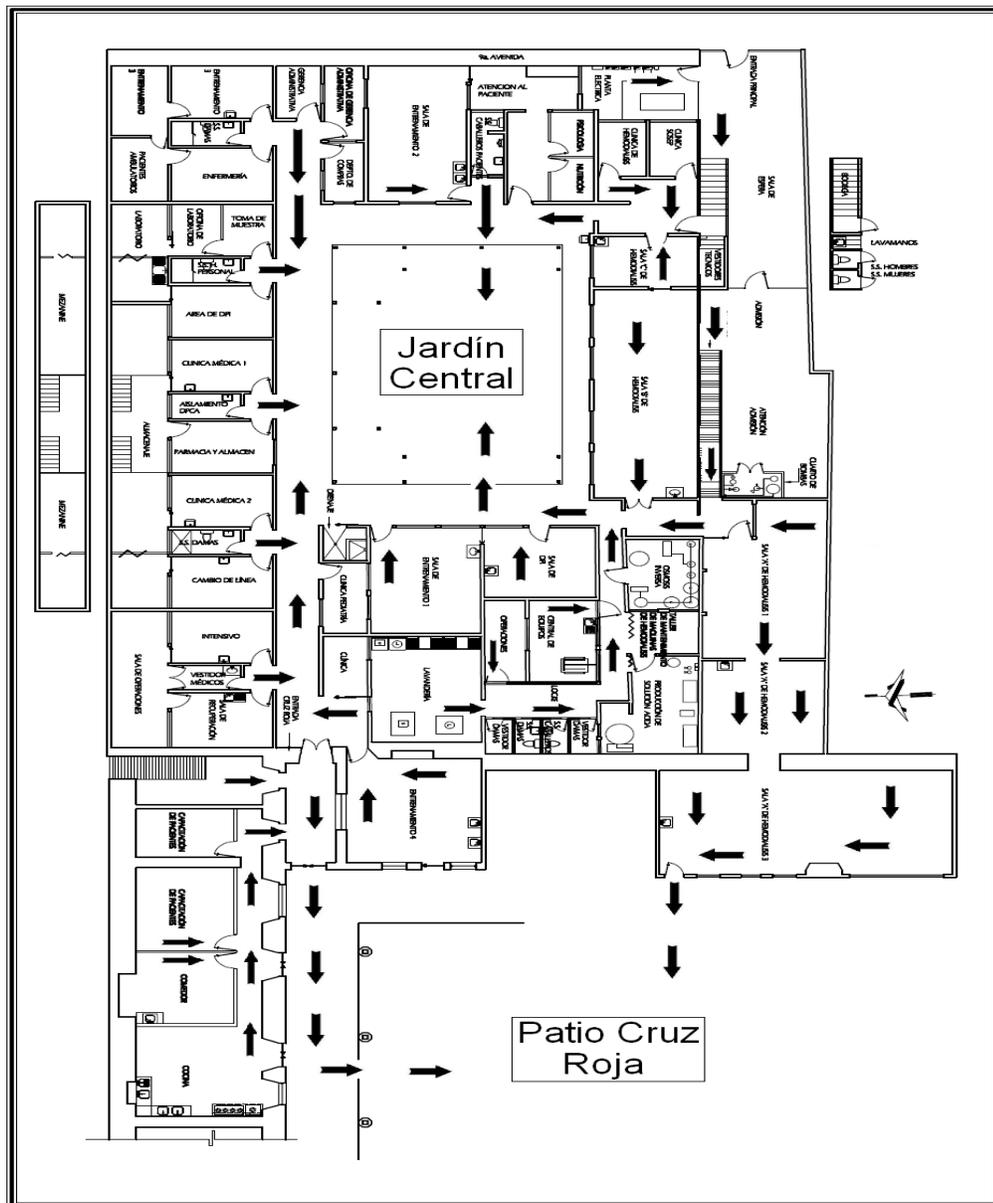
Se encuentra ubicado a un costado de las salas B y C de hemodiálisis. Este es el punto donde deben evacuar los colaboradores que pertenecen a las siguientes áreas: admisión, sala B y C de hemodiálisis, oficina administrativa, atención al paciente, entrenamiento 1 y 2, departamento de compras, secretaría de gerencia administrativa, gerencia administrativa, sala de recambio, enfermería, laboratorio, clínica 1 y 2, DPI, departamento de operaciones, lavandería y dirección técnica médica.

Patio de Cruz Roja

Se encuentra ubicado detrás de salas A de hemodiálisis y entrenamiento 3, o bien a un costado de la cocina de UNAERC. Este es el punto donde deben evacuar, por la puerta cerca de entrenamiento 3, los colaboradores que pertenecen a las siguientes áreas: cocina, comedor, salones de capacitación 1 y 2, intensivo, sala de operaciones, entrenamiento 3, clínica 3 y sala A de hemodiálisis. (Esta última lo hará por la puerta de emergencia en el fondo de la misma).

La figura 35, muestra la planta de los planos de edificación que se aplicaran al plan de contingencias.

Figura 35. Planos de edificación, para el plan de contingencias



Fuente: UNAERC planos de construcción.

3.4. Descripción de funciones

Las funciones para el plan de contingencia deben de aplicarse de tal manera de reducir el impacto en el momento de un accidente o terremoto, en la tabla XLIX, se muestra la descripción de funciones que aplica al plan de contingencias.

Tabla XLIX. Descripción de funciones

No.	Actividad	Lugar de ubicación	Responsables
1	Cómo desconectar el agua:		Departamento de operaciones y mantenimiento.
	Cerrar llave de ingreso principal.	Contador principal en la calle, frente a portón.	
	Balar los <i>breaker</i> de energía para las bombas.	Caja de registro eléctrico en cuarto de bombas por la rampa.	
2	Cómo desconectar la energía eléctrica.		Departamento de operaciones y mantenimiento.
	Bajar interruptor principal.	Cerca del portón Principal.	
	Apagar encendido del generador eléctrico.	La llave del cuarto eléctrico está en la oficina de operaciones.	
3	Cómo desconectar el gas.		Responsable de lavandería.
	Cerrar llaves de cilindros.	Cuarto especial en área de lavandería.	
4	Primeros auxilios.	Áreas preestablecidas en lugares seguros.	Técnicos y personal médico.
	Rescatar posibles víctimas.		
	Atender la necesidad que se presenten.		

Fuente: Manual de prevención y desastres UNAERC.

3.4.1. Funciones del responsable del plan

Dentro de sus funciones existe la actualización de los mecanismos de coordinación que garanticen la participación de forma activa, oportuna y eficaz, entre las diferentes dependencias y áreas dentro de la unidad, en la prevención y atención de desastres, siendo la figura responsable del plan tiene que ser de autoridad local.

Las acciones del responsable del plan, debe llevarse a cabo para cumplir los objetivos y fines de la aplicación del plan de contingencias tales como:

- Información y prevención
- Auxilio
- Recuperación

3.4.2. Funciones del coordinador del plan

Las principales funciones del coordinador del plan de contingencias conllevan una serie de actividades antes de la ocurrencia de cualquier desastre. Partiendo por la planificación de contingencias.

Planificación de contingencias

- Activar el plan parcial o totalmente según la evolución o gravedad del evento adverso, con las sub-comisiones que correspondan según el tipo de evento.

- Coordinar las capacitaciones de los integrantes de cada subcomisión y velar por su actualización.
- Coordinar todas las operaciones y decisiones dentro del puesto de mando según el nivel de toma de decisiones.
- Mantener informado al encargado del plan, de lo actuado y los requerimientos.
- Informar a toda la unidad acerca de la actualización o las variables acerca del plan.
- Crear simulacros de tal manera de que el plan de contingencias se aplique en un alto porcentaje en función de lo requerido.

3.4.3. Funciones de subcomisiones

Es el grupo de personas que se encargará directamente de actuar cuando exista una necesidad de alto riesgo. Son la parte operativa del Plan de contingencia, estos realizan las funciones operativas como búsqueda y rescate, evacuación, combate de incendios, seguridad, primeros auxilios, entre otras. A su vez forman el puesto de mando de las actividades y rinden informes al coordinador. Cuando la capacidad de respuesta instalada es sobrepasada, se hace pedir ayuda a las autoridades como los bomberos voluntarios, la cruz roja, la policía entre otras. Las subcomisiones son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlas de manera preventiva o ante eventualidades de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre. Para guardar personas y sus bienes.

3.5. Plan de acción

Para desarrollar un adecuado plan de acción la tabla L, muestra la descripción de funciones ante el plan de contingencias que se aplica a UNAERC, elaborado por el departamento de operación y mantenimiento.

Tabla L. Plan de acción

Meta	Actividades	Logros esperados	Recursos	Responsables
Crear una cultura en prevención de desastres en los colaboradores y usuarios de la unidad	Charlas de información por departamento y afiches informativos.	Conocimiento básico para una respuesta adecuada en caso de emergencia y reducción en el número de víctimas.	Material didáctico y afiches.	Jefatura de mantenimiento y operaciones.
Establecer rutas de evacuación a seguir en caso de emergencia dentro de las instalaciones de la unidad.	Señalizar rutas de evacuación establecidas, simulacros y socializar las rutas.	Al suceder un desastre se espera llevar a cabo una respuesta ordenada con el menor daño posible.	Señales de rutas de evacuación.	Jefatura de mantenimiento y operaciones.
Disminuir al máximo el riesgo de las instalaciones de la unidad.	Asegurar al máximo los objetos que presenten riesgo, mantener libres las rutas de evacuación.	Evitar daños graves al momento de llevar a cabo una respuesta en caso de desastre.	Evaluación constante del equipo y herramientas existentes.	Jefatura de mantenimiento y operaciones.

Fuente: manual de prevención y desastres de UNAERC.

3.5.1. Objetivos del plan de acción

Proporcionar las herramientas básicas para reducir al en alto porcentaje, el peligro que pueda presentarse ante cualquier desastre dentro de la unidad, brindando procedimientos y rutas a seguir durante una emergencia, provocada por terremoto o incendios.

Crear una cultura en prevención de desastres en los colaboradores y usuarios de la unidad, por medio de la orientación interna. Establecer rutas de evacuación a seguir en caso de emergencia dentro de las instalaciones de la unidad.

Disminuir al máximo el riesgo dentro de las instalaciones de la unidad. Establecer un plan de acción conjunta entre colaboradores y pacientes en caso de emergencia.

Conocer cuáles son los tres elementos que pueden provocar un incendio, y también conocer su comportamiento.

Utilización adecuada de los equipos para poder combatir cualquier tipo de incendio. Prevención con el uso de químicos, combustibles y otros que puedan provocar un incendio.

3.5.2. Procedimiento de evaluación

Se realizará recorridos permanentes para revisar visualmente que las áreas de la unidad estén en condiciones normales de operación.

Libres de obstáculos y condiciones que pudieran poner en riesgo la seguridad de los trabajadores. Esta función familiariza a los integrantes de las brigadas con la ubicación de las áreas, equipos y sus características.

3.6. Factibilidad del plan de contingencias

La disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos y metas deseados, se verán reflejados después de que se realicen las presentaciones y autorizaciones correspondientes ante los altos mandos, de parte del departamento de operaciones.

3.6.1. Costos asociados a la ejecución del plan

Material didáctico, afiches, señalización de rutas de evacuaciones marcadores y pizarra. El costo se asociara después de la apertura del plan de contingencias debido a la magnitud de información que se entregará a los trabajadores, médicos, técnicos y pacientes dentro de la unidad.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

4.1. Métodos de capacitación

La fase de enseñanza y aprendizaje se orienta a la capacitación y especialización del departamento de mantenimiento y operaciones, integrado actualmente, por el encargado de área, dos supervisores y un encargado del mantenimiento.

La capacitación nace por el hecho de que actualmente dentro de la red de energía eléctrica de UNAERC, se encuentran diversas áreas en deficientes condiciones, desde algunos tableros de distribución, tomacorrientes de uso general, conexiones e interconexiones de conductores eléctricos y dimensionamientos de dispositivos. Debido a que las instalaciones son muy antiguas y dentro del departamento de operaciones se carecen de algunos fundamentos y conceptos de instalaciones eléctricas adecuadas.

La capacitación se basa en la gestión integrada e integral del desarrollo personal de los trabajadores y demás colaboradores de la unidad.

Fortaleciendo su visión crítica, científica y profesional, propiciando la competitividad de la unidad, implicando la intervención planificada y participativa para el desarrollo de actitudes, valores, destrezas y conocimientos requeridos para el logro de objetivos de UNAERC.

Los métodos de capacitación a aplicarse dentro de la fase de enseñanza aprendizaje se encuentran.

- Método magistral
- Método autodidáctico
- Método interactivo de enseñanza

4.1.1. Objetivos de los métodos

Los métodos son parte fundamental del proceso de evaluación y finalización del ejercicio profesional supervisado, para que la parte técnica se especialice en las mejoras de la unidad, desglosándose la siguiente forma.

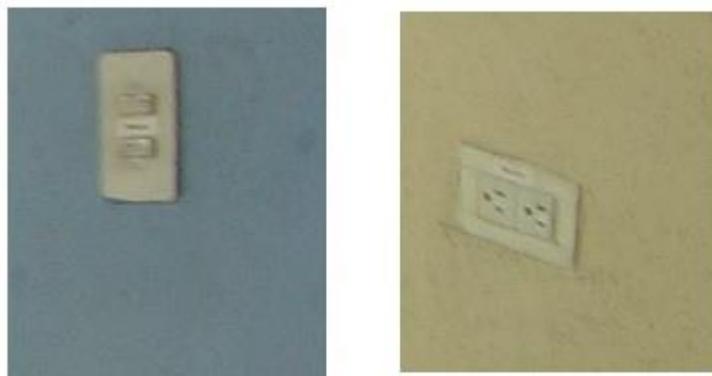
- Preparar a los colaboradores para la ejecución de las diversas tareas y responsabilidades del departamento de operaciones dentro de UNAERC.
- Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal, no sólo en sus cargos actuales sino también para otras funciones para las que el colaborador puede ser considerado y apliquen conocimientos, técnicas y procesos de mantenimiento, los cuales carecían de fundamentos técnicos.
- Cambiar la actitud de los colaboradores del departamento de operaciones, con varias finalidades, entre las que se encuentra crear un clima propicio y armonioso entre los colaboradores, aumentar su motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencial.

4.1.2. Métodos de presentaciones audiovisuales

El método de presentación de audiovisuales se basa en la presentación de imágenes de los tableros y elementos de la red eléctrica de UNAERC, en el que se puede observar la situación de las conexiones que actualmente se encuentran dentro de la unidad y las que están en deficientes condiciones.

La figura 36, muestra los elementos de una instalación eléctrica, tanto los tomacorrientes e interruptores, los cuales tienen especificaciones para su conexión correcta, tanto en materiales como conexiones.

Figura 36. **Elementos de las instalaciones eléctricas de UNAERC**

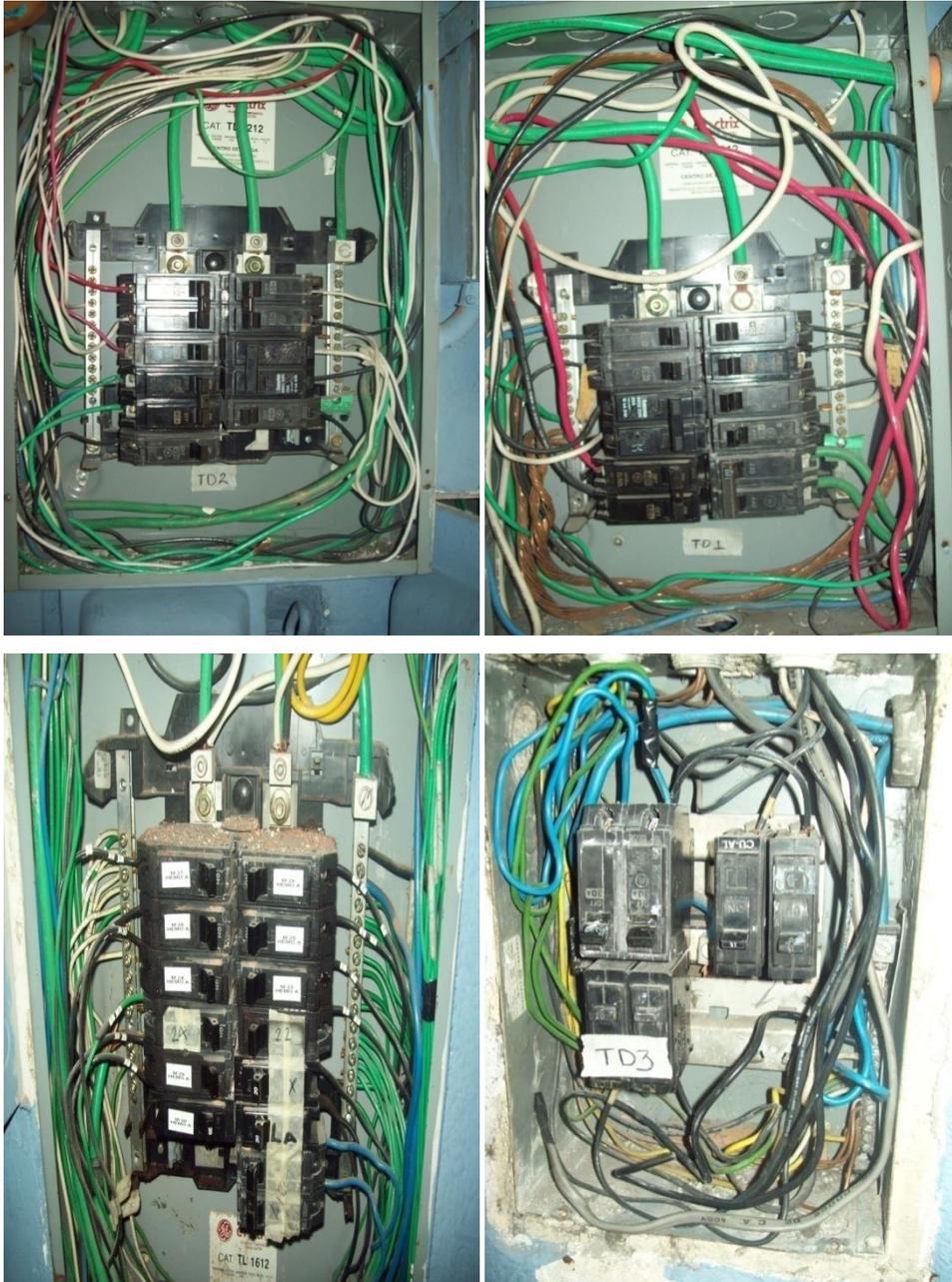


Fuente: sala de autoclave.

La figura 37, muestra los tablero de distribución principales deficientes, dentro de la red de energía eléctrica de la unidad, punto del que nace la necesidad de afianzar los conceptos de una instalación eléctrica correcta.

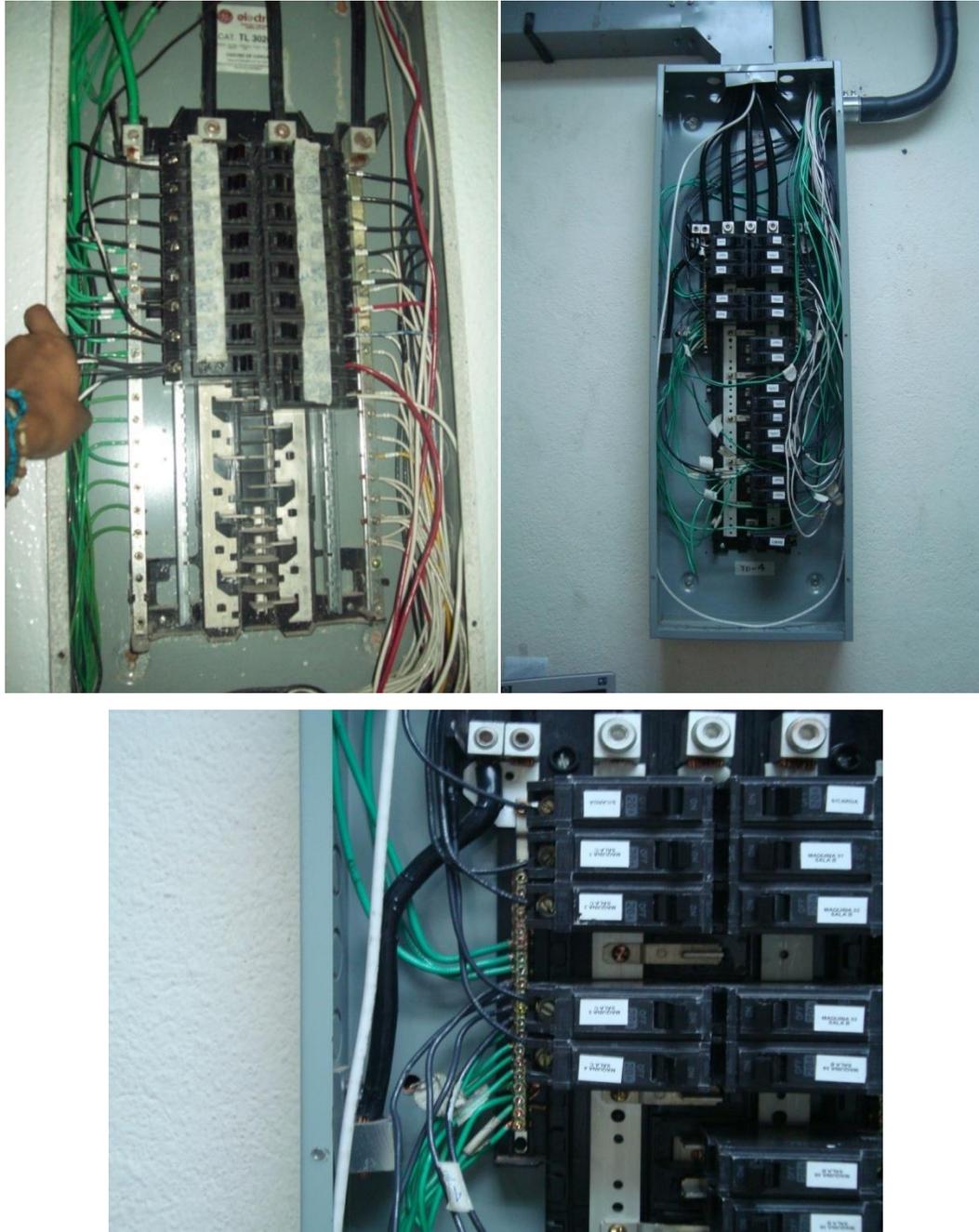
La imagen 38, muestra los tableros de distribución en óptimas condiciones existentes dentro de la red de energía eléctrica de la unidad.

Figura 37. **Tableros en deficientes condiciones en UNAERC**



Fuente: pasillo clínica 1 y 2.

Figura 38. **Tableros en óptimas condiciones en UNAERC**



Fuente: sala de hemodiálisis A.

4.1.3. Método Magistral

El Método Magistral es la forma de enseñanza que se centró en la transmisión de conocimientos adquiridos dentro de la carrera de ingeniería eléctrica y que son aplicables a los integrantes del Departamento de Operaciones en el área de mantenimiento dentro de UNAERC, se trató principalmente de una exposición continua de un conferencista, por consiguiente un método expositivo, en el que el conferencista actuó en casi la totalidad del tiempo y en el transcurso de la exposición se dio pauta a preguntas y soluciones de problemas aplicados al cálculo de circuitos, además de sugerencias aplicables a las mejoras de las instalaciones actuales y nuevas dentro de la unidad.

Los temas que se trataron en el método magistral fueron los que más se aplican en la red eléctrica de UNAERC, temas que se fundamenten en instalaciones eléctricas correctas.

Conceptos básicos de una instalación eléctrica: voltaje, corriente, resistencia, ley de Ohm, potencia, corriente directa y corriente alterna.

Conexiones eléctricas y mecánicas de conductores eléctricos: que es un empalme eléctrico, que es un empalme mecánico, la correcta conexión de un empalme con características eléctricas y mecánicas, empalmes de compresión, empalmes entre conductores eléctricos, cables y alambres.

Tipos de materiales aplicados a una instalación eléctrica: tubería eléctrica, *conduit* galvanizado, ducto eléctrico y poliducto. Canaletas metálicas y plásticas, accesorios de fijación, lámparas y tipos de cintas eléctricas aislantes.

Circuitos eléctricos: simbología y nomenclatura eléctrica, circuitos serie y circuitos en paralelo, conexiones correctas de tomacorrientes, conexiones de luminarias y dimensionamientos de sus potencias, conexiones de circuitos de interrupción de tres vías y circuitos de tomacorrientes dedicados.

Cálculos de conductores eléctricos y protecciones: métodos de cálculos de conductores eléctricos, método por corriente y método por caída de tensión, aplicados a los estudios de la red eléctrica de UNAERC, cálculo y dimensionamientos de los elementos de protección de los circuitos eléctricos.

4.1.4. Método autodidáctico

El método autodidacta se basa en que los integrantes del departamento de operaciones apliquen los conocimientos adquiridos y complementados dentro de la fase de enseñanza aprendizaje, se les impartieron las bases acerca de instalaciones eléctricas correctas, desde los conceptos básicos, la conexión de un circuitos y el dimensionamiento correcto de los mismos, así mismo crear un criterio propio en el cual elijan las características ideales del dimensionamiento y protección de los circuitos.

4.1.5. Método interactivo de enseñanza

El método interactivo de enseñanza se basó en que el integrante del departamento de operaciones, preguntó y se diluyeron sus dudas en el momento de la clase magistral, de la misma manera se sentaron problemas y diálogos aplicados, en los que ellos tenían que resolver problemas: de la misma forma en el proceso de ejercicio profesional supervisado se asesoraba en los trabajos del departamento de operaciones.

En el momento que se estaban realizando mejoras, cambios e instalación de circuitos eléctricos o tableros de distribución nuevos, aplicándose así método interactivo en donde aprendían y ponían en práctica los conceptos científicos y específicos de las instalaciones eléctricas correctas la red eléctrica de UNAERC.

4.1.6. Generalidades

En la actualidad al departamento de operaciones se le generó un informe, donde están los conceptos y temas aplicados al ejercicio profesional supervisado, de la misma forma de los planos de la red eléctrica actual, donde se puede partir para resolver los problemas actuales y aplicar los conocimientos adquiridos de parte del departamento de operaciones, y así poder tener en óptimas condiciones la red eléctrica de UNAERC y especialmente tener en mejores condiciones las salas de hemodiálisis, que son las que requieren atención especial en cuanto a dimensionamientos y protecciones de las máquinas de hemodiálisis. De la misma forma a los integrantes del departamento de operaciones se les proporcionó un pequeño folleto con la información básica relacionado con las instalaciones eléctricas correctas.

4.2. Períodos de capacitación

Los períodos de capacitación se dividieron en dos etapas, en una clase magistral y períodos de capacitación presencial. La etapa de la clase magistral se desarrolló dentro del departamento de operaciones, donde estuvo presente el ingeniero Alejandro Cruz, los supervisores encargados de toda las operaciones dentro de UNAERC, siendo así de vital importancia para el enriquecimiento de los conocimientos de los participantes, la clase magistral duro alrededor de 2 horas 45 minutos.

Impartiéndose los temas descritos en el método magistral. La etapa de capacitación presencial se respaldó cuando se realizaron trabajos el día domingo, donde se instalaban tableros de distribución nuevos y se mejoraban los dimensionamientos de los circuitos, de la misma forma se realizaban mantenimientos preventivos y correctivos, de los tableros que actualmente estaban muy cargados de circuitos eléctricos.

4.2.1. Generalidades

En la realización del ejercicio profesional supervisado, la implementación de una fase de enseñanza aprendizaje fue de vital importancia, debido a que se interactúa con el personal del departamento de operaciones, aplicando los conocimientos fundamentales que les impartieron y de la misma forma adquiriendo conocimientos del manejo, uso y protección, del equipo y maquinaria que actualmente se usa en el proceso de hemodiálisis dentro de UNAERC.

CONCLUSIONES

1. UNAERC es una institución que se dedica a la atención y cuidados de pacientes con insuficiencia renales crónica, por lo tanto es indispensable tener una red de energía eléctrica en óptimas condiciones, se hace necesaria la remodelación de algunos alimentadores y tableros, siendo estos afectados por el tiempo de estar instalados, el crecimiento y el poco mantenimiento que se les da.
2. La fase de levantamiento permitió al Departamento de Operaciones y Mantenimiento, tener una base de datos actualizada, donde se ubican las cargas y unidades ancladas a los diferentes tableros que intervienen en el proceso de hemodiálisis.
3. En la actualidad los tableros de distribución TD 4 y TD 8 de las salas de hemodiálisis se encuentran en óptimas condiciones y los calibres de alimentación dimensionados en forma correcta y bajo las normas específicas.
4. La instalación eléctrica lumínica se encuentra en buenas condiciones, en los tableros de distribución TD 4 y TD 8 se deben independizar los circuitos de iluminación, porque existe equipo médico y especial en dichos tableros.
5. El estudio y análisis de parámetros eléctricos, voltaje y corriente, demostraron, que los niveles de voltaje se encuentran en los valores regulados dentro de las normas NTDS.

6. Para tener las corrientes balanceadas se deben de mover algunos *breakers* de los tableros de las salas de hemodiálisis.

7. En la sala de hemodiálisis C las 4 máquinas existentes, por algún error quedaron independizadas en el tablero TD-4 con protecciones independientes pero compartiendo el mismo neutral y tierra de protección.

RECOMENDACIONES

1. El tablero TD8 que energiza el 60 por ciento de las máquinas de hemodiálisis de la sala A, debe de ser exclusivo de equipo médico, por lo tanto de deben de retirar los circuitos que no sean alimentadores de máquinas de hemodiálisis.
2. En el tablero TD 8 se debe independizar la iluminación que consiste en 100 por ciento lámparas fluorescentes, siendo estas generadoras de corrientes armónicas en el sistema.
3. Se hace un énfasis para balancear las cargas en el tablero de distribución TD8, moviendo *braeker*, así al momento de tener balanceado el tablero no corre el riesgo de sobrecalentar una de las fases.
4. Independizar la alimentación de energía eléctrica del tablero TD4 y TD 18, cableado que energiza a la vez a los dos tableros de distribución, por lo tanto se debe dejar cables de alimentación exclusiva e independiente para los dos tableros.
5. En el tablero TD 4 de manera especial se debe independizar los neutrales y tierras que energizan los tomacorrientes de las máquinas de hemodiálisis de la sala C, esto ayudará a no sobrecargar la línea neutral existente y a proveer mayor seguridad a estos circuitos de vital importancia.

6. Debe realizarse períodos de mantenimiento corto a los tubos de lámparas fluorescentes, a los difusores y pantallas de todas las lámparas de la unidad, especialmente a las salas y clínicas de hemodiálisis.

7. Hacer la interconexión del *Bonding*, (unión mecánica eléctrica entre protección de tierra y parte metálica del tablero), en todas las partes metálicas de la instalación eléctrica, especialmente en los tableros de distribución de las salas de hemodiálisis.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica, *Normas técnicas del servicio de distribución -NTSD-* Guatemala.
[http://www.comegsa.com.gt/comegsa/files/Resolución_No._CNEE__0999 Normas_Técnicas_del_Servicio_de_Distribución-NTSD-.pdf](http://www.comegsa.com.gt/comegsa/files/Resolución_No._CNEE__0999_Normas_Técnicas_del_Servicio_de_Distribución-NTSD-.pdf)
[Consulta: marzo de 2012]
2. DÍAZ, Pablo. Soluciones prácticas para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución. McGraw-Hill, México 2002. Páginas 331.
3. ENRIQUEZ, Gilberto, *El ABC de la calidad de la Energía Eléctrica*, LIMUSA.1999.Páginas 351.
4. NATIONAL ELECTRICAL CODE, NEC 2002 Hand Book, 9th ed. Mexico version español 2002, páginas711.
5. *Manuales e identificaciones de tipos de cintas aislantes*,
http://www.scotch.com.gt/wps/portal/3M/es_GT/GlobalScotchBrand/Scotch, [Consulta: marzo de 2011].

ANEXOS

Figura A.1. Diagrama Unifilar de UNAERC.

Figura A.2. Plano de Iluminación de UNAERC.

Figura A.3. Plano de Fuerza de UNAERC.

Figura A.4. Plano de Equipo Especial de UNAERC.

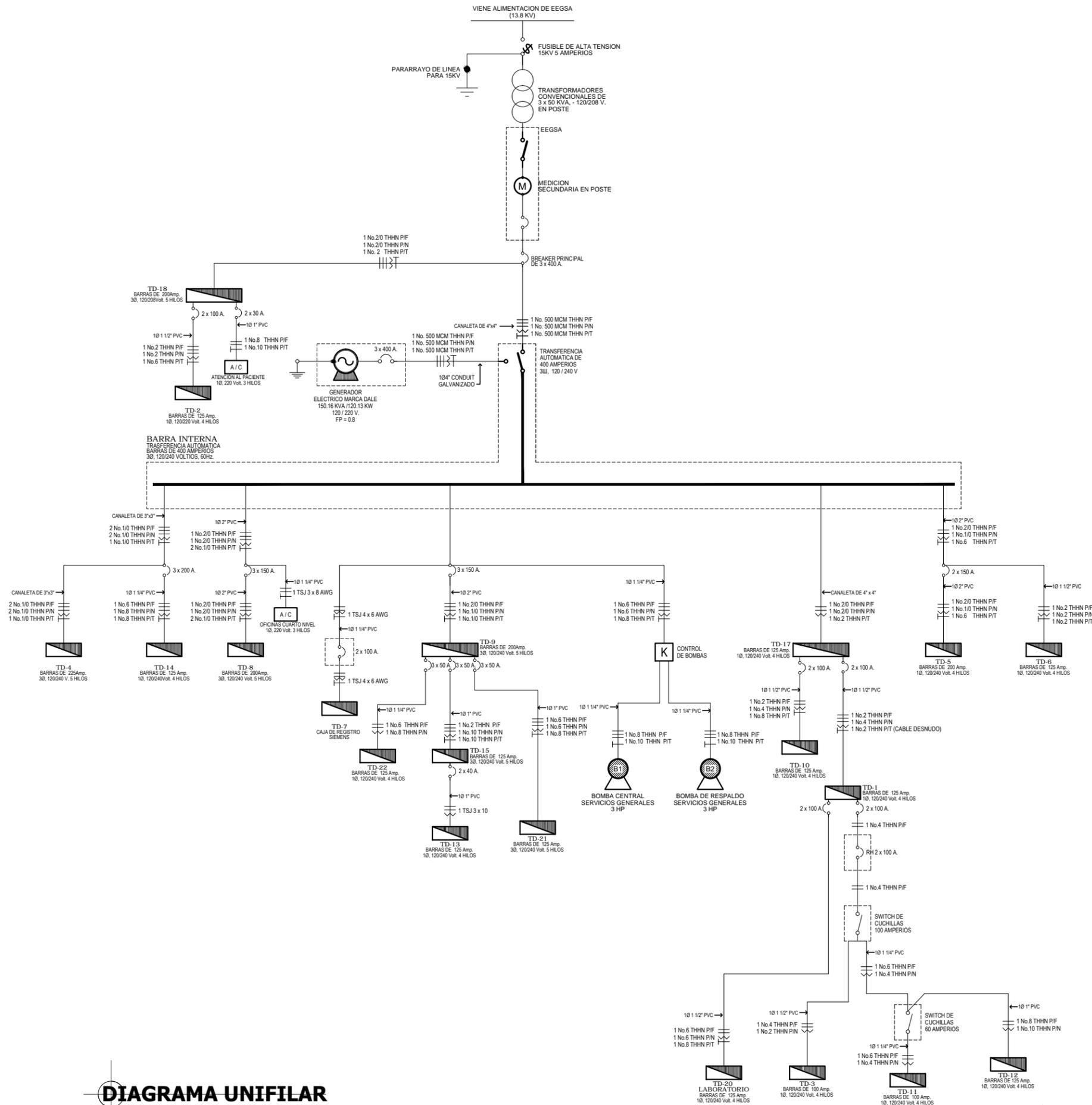
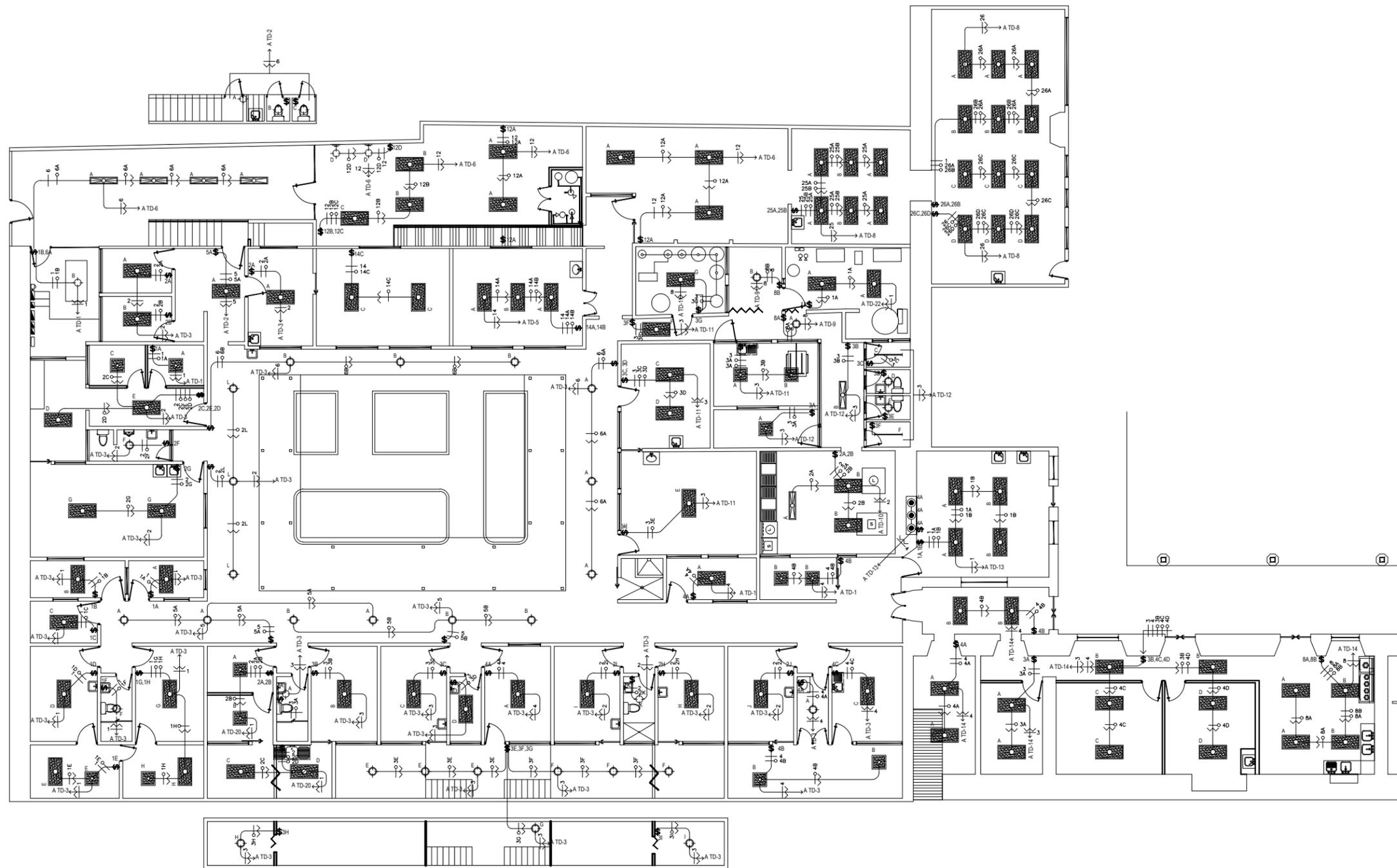


DIAGRAMA UNIFILAR
UNAERC

Sin Escala



PROYECTO:		"PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC"	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Marzo de 2011
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	H.H.T.M.	CONTENIDO:	DIAGRAMA UNIFILAR
NOMBRE Y CARNE:	Manuel Jimenez 2003-13031		
DISEÑO Y CALCULO:	Manuel Jimenez		
Vo. Bo. _____		Ing. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO	



SIMBOLOGIA PARA CIRCUITOS DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LÁMPARA 125 W
	LÁMPARA DE PARED
	LÁMPARA 2 X 20W
	LÁMPARA 4 X 40W
	TABLERO DE DISTRIBUCION TD1, TD2
	CAJA DE REGISTRO DE 4 X 4"
	TUBERIA DE 4"
	TUBERIA DE 1"
	LINEA VIVA
	LINEA NEUTRO
	LINEA DE RETORNO
	INTERRUPTOR

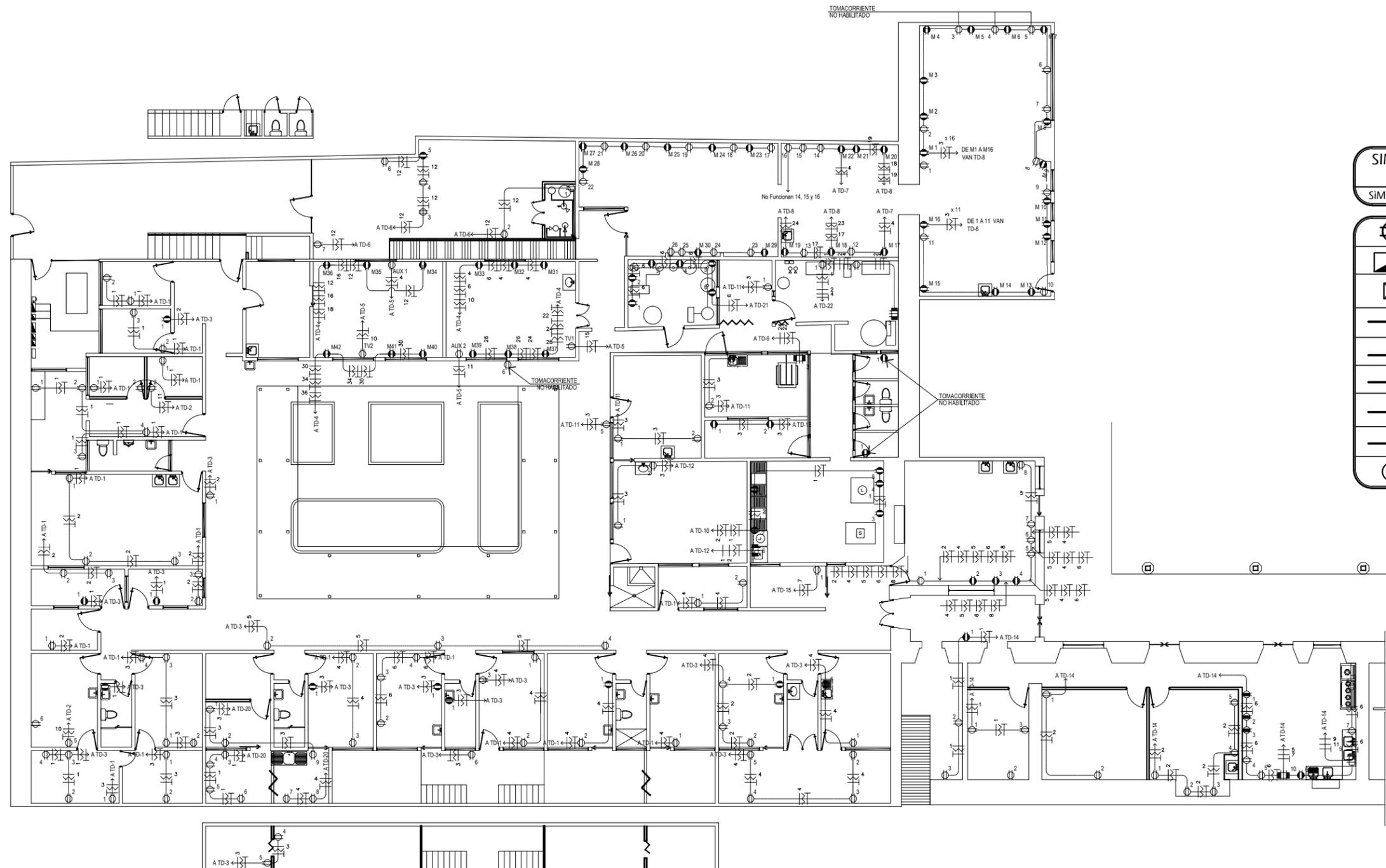
PLANTA DE ILUMINACIÓN

UNAERC

Escala 1:100



PROYECTO: "PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC"		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	HOJA 1-2
ESCALA: INDICADA	FECHA: Marzo de 2011		
DIBUJO: H.H.T.M.		CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION	2/4
NOMBRE Y CARNE: Manuel Jimenez 2003-13031			
DISEÑO Y CALCULO Manuel Jimenez			
Va. Bo.	Va. Bo. ASESOR	ING. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO	



SIMBOLOGÍA PARA CIRCUITOS DE FUERZA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TOMACORRIENTES
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD1, TD2
	CAJA DE REGISTRO DE 4 X 4"
	TUBERÍA DE 3/4"
	TUBERÍA DE 1/2"
	LÍNEA VIVA
	LÍNEA NEUTRO
	LÍNEA DE TIERRA
	CAJA OCTOGONAL

PLANTA DE FUERZA

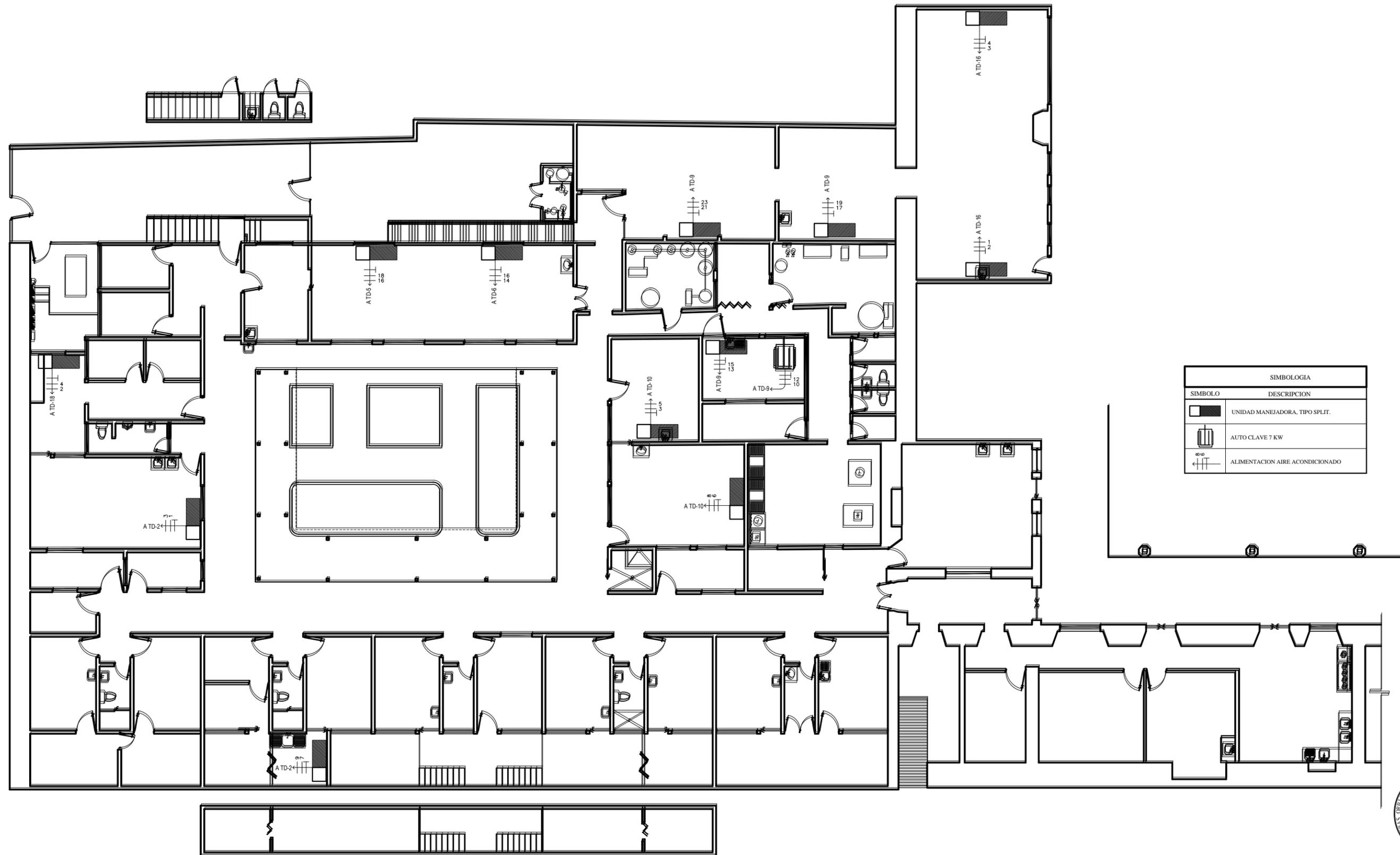
UNAERC

Escala 1:100



PROYECTO:		"PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC"	
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Marzo de 2011
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS	
DIBUJO:	H.H.T.M.	CONTENIDO:	PLANTA DE FUERZA
NOMBRE Y CARNE:			
Manual Jimenez 2003-13031			
DISEÑO Y CALCULO:			
Manual Jimenez			
Va. Bn.		Va. Bn. ASESOR	
		ING. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO	

HOJA
1-3
3/4



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	UNIDAD MANEJADORA, TIPO SPLIT.
	AUTO CLAVE 7 KW
	ALIMENTACION AIRE ACONDICIONADO

ALIMENTADORES A EQUIPOS

UNAERC

Sin Escala



PROYECTO:		"PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIÁ DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC"							
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Marzo de 2011						
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EPS							
DIBUJO:	H.H.T.M.	CONTENIDO:	ALIMENTADORES A EQUIPOS						
NOMBRE Y CARNE:		<table border="1"> <tr> <td>Manuel Jimenez</td> <td>2003-13031</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DISEÑO Y CALCULO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Manuel Jimenez</td> </tr> </table>		Manuel Jimenez	2003-13031	DISEÑO Y CALCULO		Manuel Jimenez	
Manuel Jimenez	2003-13031								
DISEÑO Y CALCULO									
Manuel Jimenez									
Vo. Bo.		Vo. Bo. ASESOR							
f. _____		f. _____							
		ING. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO							
			<table border="1"> <tr> <td>HOJA</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4/4</td> </tr> </table>	HOJA	1-4		4/4		
HOJA	1-4								
	4/4								