



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

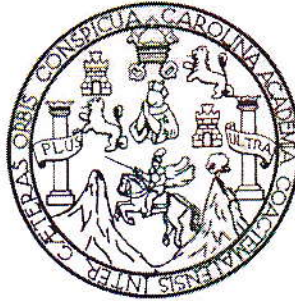
**PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE  
ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC**

**Héctor Hugo Tzoc Menchú**

Asesorado por el Ing. Arturo Alejandro Cruz Castro

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA  
RED ELÉCTRICA DE UNAERC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HÉCTOR HUGO TZOC MENCHÚ**

ASESORADO POR EL ING. ARTURO ALEJANDRO CRUZ CASTRO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armando Cortez Chanchavac
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **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 Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC**

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

Héctor Hugo Tzoc Menchú





Ref. EIME 59 2011  
Guatemala, 19 de SEPTIEMBRE 2011.

FACULTAD DE INGENIERIA

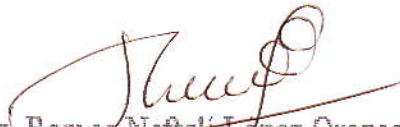
Señor Director  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
"PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE  
ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC", del  
estudiante HÉCTOR HUGO TZOC MENCHÚ, que cumple con los  
requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
D Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Romeo Nestali Lopez Orozco  
Coordinador de Electrotécnica

RNLO/sro





Guatemala, 31 de mayo de 2011.

Ref.EPS.DOC.714.05.11.

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 **Héctor Hugo Tzoc Menchu** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **200217844**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC”**.

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

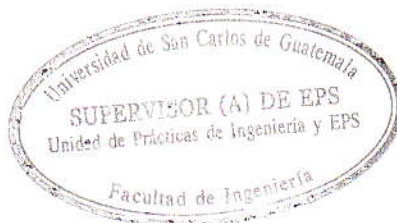
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Electrónica

c.c. Archivo  
NJRG/ra





Guatemala, 31 de mayo de 2011.  
Ref.EPS.D.453.05.11.

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 Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Héctor Hugo Tzoc Menchu**, 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 61. 2011.

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; HÉCTOR HUGO TZOC MENCHÚ titulado: "PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC", procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



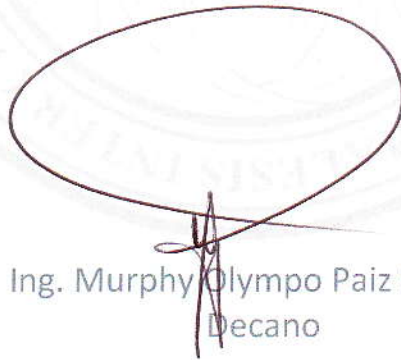
GUATEMALA, 11 DE OCTUBRE 2011.



DTG. 447.2011

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 Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Hugo Tzoc Menchú**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 2 de noviembre de 2011.

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Dios**

Por que en cada instante de mi vida y estudios me has dado la inteligencia, sabiduría y tu ayuda incondicional para poderlo lograr. Gracias por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y mi alegría en los momentos de triunfos.

### **USAC**

Porque no puede existir mejor universidad que nuestra Universidad de San Carlos y su muy prestigiosa Facultad de Ingeniería que me da hoy el orgullo y honor de poder decir que somos egresados de ella. Mi tarea más importante será llevar con especial tarea de cumplir el legado de id y enseñad.

### **UNAERC**

Con un especial agradecimiento al asesor del presente trabajo el Ingeniero Arturo Alejandro Cruz, quien en todo momento no dudo en proporcionar los elementos necesarios para poder realizar todas las actividades y a todos y cada uno de sus colaboradores por estar junto con él prestos a nuestros requerimientos y compartir en cada momento la alegría de estar culminando un camino tan





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	I
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES DE UNAERC .....	1
1.1. Identificación de la empresa.....	1
1.1.1. Misión .....	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Objetivos.....	2
1.1.4. Valores .....	3
1.2. Actividades de la empresa .....	5
1.3. Estructura organizacional.....	8
1.4. Ubicación .....	9
1.5. Mercado objetivo.....	10
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	11
2.1. Generalidades de las instalaciones eléctricas.....	11
2.1.1. Conceptos básicos de una instalación eléctrica .....	11
2.1.2. Simbología eléctrica .....	17
2.1.3. Principales tipos de materiales eléctricos y mecánicos ..	19
2.1.4. Coordinación de protecciones .....	20

2.2.	Fase de levantamiento .....	21
2.2.1.	Identificación de tableros.....	21
2.2.1.1.	Tableros principales .....	21
2.2.1.2.	Tableros secundarios o de distribución.....	26
2.2.2.	Identificación y medición de circuitos por ambiente .....	34
2.2.3.	Evaluación de estado de conexiones en general.....	46
2.2.4.	Medición de calidad de energía .....	49
2.2.5.	Elaboración de planos del sistema eléctrico actual.....	77
2.2.6.	Recomendaciones para correcciones básicas .....	79
2.3.	Fase de diseño y propuesta de mejora.....	84
2.3.1.	Ubicación de cargas y potencias por ambiente.....	86
2.3.2.	Cálculo del calibre del conductor para iluminación .....	91
2.3.3.	Cálculo de circuitos de fuerza .....	102
2.3.4.	Cálculo de alimentadores de circuitos de cámaras .....	107
2.3.5.	Cálculo de circuitos de alimentadores de equipos .....	110
2.3.6.	Cálculo de alimentadores principales.....	116
2.3.7.	Cálculo de tableros principales y secundarios .....	120
2.3.8.	Cálculo de subestación y planta de emergencia .....	125
2.3.9.	Diseño de red de tierras .....	126
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE CONTINGENCIA.....	135
3.1.	Aspectos legales .....	135
3.2.	Antecedentes.....	135
3.3.	Plan de contingencia ante sismos, incendios y accidentes laborales .....	137
3.3.1.	Evaluación de riesgos.....	137
3.3.2.	Métodos de protección.....	139
3.3.2.1.	Medios técnicos.....	140
3.3.2.2.	Medios humanos.....	140

3.3.2.3.	Planos de edificación.....	141
3.4.	Plan de acción.....	141
3.4.1.	Objetivos del plan acción.....	142
3.4.2.	Procedimiento de evaluación.....	142
3.5.	Descripción de funciones.....	146
3.5.1.	Funciones del responsable del plan.....	146
3.5.2.	Funciones del coordinador del plan.....	147
3.5.3.	Funciones de las subcomisiones.....	148
3.6.	Factibilidad del plan de contingencia.....	150
3.6.1.	Costos asociados a la ejecución del plan.....	150
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	151
4.1.	Métodos de capacitación.....	151
4.1.1.	Objetivos de los métodos.....	151
4.1.2.	Método de presentaciones audiovisuales.....	151
4.1.3.	Método magistral.....	152
4.1.4.	Métodos autodidácticos.....	153
4.1.5.	Método interactivo de enseñanza.....	153
4.1.6.	Generalidades.....	153
4.2.	Períodos de capacitación.....	157
4.2.1.	Generalidades.....	158
	CONCLUSIONES.....	169
	RECOMENDACIONES.....	171
	BIBLIOGRAFÍA.....	173
	APÉNDICES.....	175
	ANEXOS.....	192





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diálisis Peritoneal Continua Ambulatorio (DPCA).....	6
2.	Programa de hemodiálisis .....	7
3.	Estructura organizacional .....	8
4.	Ubicación de UNAERC .....	9
5.	Curva característica de un termo magnético .....	14
6.	Coordinación de protecciones.....	21
7.	Banco de transformadores.....	23
8.	Protección principal.....	24
9.	Transferencia automática .....	25
10.	Generador de emergencia .....	25
11.	Planta y ambientes principales de UNAERC .....	29
12.	Tablero de distribución 4.....	31
13.	<i>Switch</i> de cuchillas 1.....	32
14.	<i>Switch</i> de cuchillas 2.....	33
15.	Planta con tableros de distribución.....	34
16.	Analizador de redes 61-164 SureTest .....	35
17.	Circuito de iluminación identificado.....	37
18.	Circuito de fuerza identificado .....	38
19.	<i>Dymo LetraTag</i> .....	39
20.	Medidor de calidad de energía circuitor .....	51
21.	Voltajes de transferencia automática.....	55
22.	Voltajes de sala de hemodiálisis A.....	57
23.	Voltajes de sala de hemodiálisis B y C .....	59



24.	Voltajes de osmosis inversa .....	61
25.	Corrientes de transferencia automática .....	63
26.	Corrientes de sala de hemodiálisis A .....	65
27.	Corrientes de sala de hemodiálisis B y C .....	67
28.	Corrientes de osmosis inversa .....	69
29.	Potencias de transferencia automática.....	71
30.	Potencias de sala de hemodiálisis A .....	73
31.	Potencias de sala de hemodiálisis B y C .....	75
32.	Potencias de osmosis inversa .....	77
33.	Planta de distribución de áreas .....	85
34.	Formula corriente de diseño .....	92
35.	Formula caída de tensión .....	93
36.	<i>Bonding</i> TD-4 .....	131
37.	Zonas de Seguridad en Unaerc.....	145

## TABLAS

I.	Simbología eléctrica.....	18
II.	Listado de tableros de distribución.....	30
III.	Mediciones en tomacorrientes.....	39
IV.	Voltajes de transferencia automática.....	54
V.	Voltajes de sala de hemodiálisis A.....	56
VI.	Voltajes de sala de hemodiálisis B y C.....	58
VII.	Voltajes de osmosis inversa.....	60
VIII.	Corrientes de transferencia automática.....	62
IX.	Corrientes de sala de hemodiálisis A.....	64
X.	Corrientes de sala de hemodiálisis B y C.....	66
XI.	Corrientes de osmosis inversa.....	68

XII.	Potencias de transferencia automática .....	70
XIII.	Potencias de sala de hemodiálisis A.....	72
XIV.	Potencias de sala de hemodiálisis B y C .....	74
XV.	Potencias de osmosis inversa.....	76
XVI.	Distribución de cargas área 1 .....	86
XVII.	Distribución de cargas área 2 .....	89
XVIII.	Circuitos de iluminación área 1 .....	97
XIX.	Resumen de cálculos de circuitos de iluminación área 1.....	98
XX.	Circuitos de iluminación área 2.....	100
XXI.	Resumen de cálculos de circuitos de iluminación área 2.....	101
XXII.	Circuitos de fuerza área 1 .....	103
XXIII.	Resumen de cálculos de circuitos de fuerza área 1.....	104
XXIV.	Circuitos de fuerza área 2 .....	105
XXV.	Resumen de cálculos de circuitos de fuerza área 2.....	106
XXVI.	Circuitos de cámaras de seguridad área 1.....	107
XXVII.	Resumen de cálculos de circuitos de cámaras de seguridad área 1.....	108
XXVIII.	Circuitos de cámaras de seguridad área 2.....	119
XXIX.	Resumen de cálculos de circuitos de cámaras de seguridad área 2.....	109
XXX.	Circuitos de equipo médico sala de hemodiálisis A.....	111
XXXI.	Resumen de cálculos de equipo médico sala de hemodiálisis A .....	112
XXXII.	Circuitos de alimentadores de equipo área 1.....	113
XXXIII.	Cálculo de alimentadores de equipo área 1.....	114
XXXIV.	Circuitos de alimentadores de equipo área 2.....	115
XXXV.	Cálculo de alimentadores de equipo área 2.....	115
XXXVI.	Cálculo de potencia aparente para TD-1 .....	117
XXXVII.	Cálculo de alimentadores de TD-1.....	118

XXXVIII.	Cálculo de potencia aparente para TD-2.....	119
XXXIX.	Cálculo de alimentadores de TD-2 .....	120
XL.	Selección de tablero TD-1 .....	121
XLI.	Selección de tablero TD-2.....	122
XLII.	Reacondicionamiento de Tableros .....	123
XLIII.	Identificación de Tableros.....	124
XLIV.	Potencia aparente tableros de distribución.....	125
XLV.	Selección del calibre de tierra del equipo o de seguridad.....	134
XLVI.	Costos asociados al plan.....	150
XLVII.	Niveles de alerta.....	155
XLVIII.	Métodos de enseñanza utilizados en el plan .....	157
XLIX.	Períodos de capacitación.....	158

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
Ah	Amperio hora
Al	Aluminio
CF	Circuito de fuerza
CF-1	Circuito de fuerza uno
CI	Circuito de iluminación
CI -1	Circuito de iluminación uno
Cu	Cobre
I	Corriente
°C	Grados Celsius
$Z_L(\Omega)$	Impedancia de línea de fuerza
$Z_T(\Omega)$	Impedancia de línea de tierra



<b><math>Z_N(\Omega)</math></b>	Impedancia de línea neutral
<b>KV</b>	Kilo Voltio
<b>KVA</b>	Kilo Voltio Amperios
<b>m</b>	Metro
<b>MCM</b>	Mil Circular Mil
<b>mm</b>	Milímetro
<b><math>\Omega</math></b>	Ohmio
<b>%</b>	Porcentaje
<b><math>\Delta V</math> (%)</b>	Porcentaje de caída de tensión
<b>P</b>	Potencia activa
<b>Q</b>	Potencia reactiva
<b>R</b>	Resistencia
<b>Rt</b>	Resistencia de Tierra
<b>TD</b>	Tablero de distribución

<b>TD-1</b>	Tablero de distribución uno
<b>V</b>	Voltio
<b>VA</b>	Voltio Amperios
<b>W</b>	Watts



Tabelle de distribution des

TD-

Votre

V

Votre Argent

AV

Votre

W

## GLOSARIO

- Acometida** Conjunto de componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de EEGSA a la instalación eléctrica del inmueble servido.
- AEA** American Standard Asociation.
- Aislante** Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos, por lo tanto, tampoco el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo.
- Amperímetro** Instrumento que sirve para medir el número de amperios de la corriente eléctrica de carga del alternador.
- Amperio** Unidad de medida de la corriente eléctrica, que debe su nombre al físico francés André Marie Ampere, representa el número de cargas (coulombs) por segundo que pasan por un punto de un material conductor. (1 Amperio = 1 coulomb/segundo).

<b>Arco eléctrico</b>	Es una especie de descarga eléctrica de alta intensidad, la cual se forma entre dos electrodos en presencia de un gas a baja presión o al aire libre.
<b>AWG</b>	<i>American Wire Gage.</i>
<b>Barra de neutros</b>	Es la placa cuyo material suele ser de aluminio o cobre que se encuentra situada dentro del tablero o celda en la cual se conectan los conductores neutrales de la instalación.
<b>Barra de tierras</b>	Es la placa que cuyo material suele ser de aluminio o cobre que se encuentra situada dentro del tablero o celda en la cual se conectan los conductores de tierras de la instalación.
<b>Canalización eléctrica</b>	Son los elementos mecánicos utilizados para fijar o soportar los conductores de los circuitos a lo largo de la trayectoria de la instalación eléctrica.
<b>Conductor</b>	Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica, por lo tanto, cumplen la función de transportar la energía de un extremo al otro del cable.

<b>Corriente eléctrica</b>	Desplazamiento continuo de electrones en el interior de un conductor, cuya intensidad de medida se denomina amperio y se representan por la letra I.
<b>DPCA</b>	Diálisis Peritoneal Continua Ambulante.
<b>DPI</b>	Diálisis Peritoneal Interna.
<b>Energía</b>	Capacidad de los cuerpos o conjunto de estos para efectuar un trabajo. La energía eléctrica se mide en kilowatios-hora (kW/h).
<b>FEM</b>	Fuerza Electro Motriz.
<b>Generador</b>	Dispositivo electromecánico utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética.
<b>Hercio (Hz)</b>	Un hercio o hertz es la unidad de la frecuencia en las corrientes alternas y en la teoría de las ondas. Es igual a un ciclo por segundo.
<b>Interruptor</b>	Aparato o sistema de poder de corte, destinado a efectuar la apertura y/o cierre de un circuito eléctrico. Puede ser unipolar, bipolar, tripolar o tetrapolar.
<b>Kilovatio</b>	Es un múltiplo de la unidad de medida de la potencia eléctrica y representa 1 000 vatios.

- Luminaria** Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas, incluye todas las piezas necesarias para fijar, proteger y conectarlas al circuito de alimentación.
- Ohmio** Unidad de medida de la resistencia eléctrica. Equivale a la resistencia de paso de electricidad que produce un material por el cual circula un flujo de corriente de un amperio, cuando está sometido a una diferencia de potencial de un voltio.
- Osmosis inversa** Proceso de desalinización que permite obtener agua pura a partir de agua salada.
- Potencia** Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo, se mide en vatios (W).
- Resistencia** Cualidad de un material de oponerse al paso de una corriente eléctrica. La resistencia depende de la longitud del conductor, el material, de su sección transversal y de la temperatura del mismo.
- Resistencia de tierra** Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero, una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.
- SOSEP** Secretaría de Orientación Social del Paciente.



<b>Tensión</b>	Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en volt (V), y vulgarmente se la suele llamar voltaje.
<b>Transformador</b>	Máquina utilizada para elevar o reducir el voltaje. Está formado por dos bobinas acopladas magnéticamente entre sí, más sus conexiones de entrada y salida.
<b>Voltio (V)</b>	El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un amperio utiliza un watio de potencia. Unidad del Sistema Internacional.
<b>Watio (W)</b>	Es la unidad que mide potencia. Se abrevia con la letra w y su nombre se debe al físico inglés James Watt.



Par ailleurs, lorsque le vin est en circulation, il est soumis à des taxes et à des droits de douane. Ces taxes et droits de douane sont payés par le consommateur final. Les taxes et droits de douane sont payés par le consommateur final.

Tension

Enfin, il est important de noter que les taxes et droits de douane sont payés par le consommateur final. Les taxes et droits de douane sont payés par le consommateur final.

Transformation

Le vin est produit à partir de raisins. Les raisins sont cultivés dans des vignes. Les raisins sont récoltés et pressés. Le jus de raisin est fermenté et transformé en vin.

Vin (IV)

Le vin est produit à partir de raisins. Les raisins sont cultivés dans des vignes. Les raisins sont récoltés et pressés. Le jus de raisin est fermenté et transformé en vin.

Vin (VI)

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado de todo un esfuerzo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala por contribuir al desarrollo de nuestro país, al tomar como objetivo principal apoyar con profesionales capacitados a las entidades cuyas actividades primordiales son la salud, seguridad y bienestar de los habitantes de la República de Guatemala.

La Unidad Nacional de Atención al Enfermo Renal Crónico -UNAERC- es una unidad de salud dedicada a la atención de pacientes de todas las edades con deficiencias renales los cuales son su mercado objetivo. Atiende un promedio de 500 pacientes por mes y demanda un equipo de colaboradores de 60 personas, con instalaciones generales en condiciones un tanto desfavorables sin descartar en ellas las malas condiciones de las instalaciones eléctricas, como resultado del deterioro, malas prácticas de mantenimiento realizadas con anterioridad y falta de planificación de las mismas en los parámetros de diseño.

Este Ejercicio Profesional Supervisado propone a partir de un levantamiento técnico realizado, una propuesta de mejora de la red eléctrica en general. El levantamiento eléctrico permitió conocer las deficiencias de todo el sistema, las cuales se deben corregir para optimizar el objetivo primordial que es atender de manera continua y segura a cada uno de los pacientes.

La propuesta de mejora incluye no sólo temas eléctricos sino también temas de seguridad ante los desastres al que Guatemala es vulnerable como las catástrofes incluyendo riesgos laborales e incendios. Se presenta los métodos en los que se capacitará al equipo humano para lograr los objetivos de hacer de UNAERC un lugar seguro y eficiente para los pacientes en general.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir con Guatemala en la mejora continua de los servicios dedicados a la salud y bienestar de los habitantes, utilizando todos los recursos técnicos y humanos para la elaboración de propuestas de mejoramiento, como en este caso la mejora de la red eléctrica de UNAERC cumpliendo con los parámetros estándar de diseño eléctrico haciendo un sistema más eficiente y seguro, preparado para afrontar inclusive condiciones desastrosas, poniendo en todo momento como objetivo primordial la vida.

### **Específicos**

1. Realizar un levantamiento a nivel general de las instalaciones tomando como prioridad las áreas críticas como las salas de hemodiálisis.
2. Identificar cada dispositivo de salida como tomacorrientes y luminarias para poderlos reconocer de manera fácil y práctica; la identificación incluye el número de circuito al que está conectado en cada tablero de distribución que lo alimenta.
3. Elaborar los planos correspondientes a la red eléctrica, con un estado actual de cada uno de los elementos que la conforman; los planos deberán incluir toda la información que permita conocer todas las instalaciones.

4. A partir del reconocimiento, identificar las deficiencias del sistema eléctrico y generar soluciones de manera sencilla que permitan corregir dichas deficiencias.
5. Plantear una propuesta general que permita no sólo solucionar los problemas encontrados, sino que permita obtener el funcionamiento óptimo de todo el sistema eléctrico.
6. Crear un plan de respuesta ante los diversos desastres a los que puede estar sometida toda la unidad, entendiendo como principal valor, la vida de las personas, sean pacientes o colaboradores.



## INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica desde su descubrimiento ha hecho que el mundo no sea el mismo. Desde entonces todos los procesos han cambiado drásticamente y han fomentado un desarrollo para quienes la tienen disponible. Parte primordial de dicho desarrollo han sido las instalaciones eléctricas, las cuales juegan un papel importante siendo estas las encargadas de hacer llevar a cada punto donde se requiere la energía disponible para ser utilizada.

Como resultado de un estudio sobre la aplicación de soluciones para las instalaciones eléctricas surge la necesidad de desarrollar técnicas bajo estrictas normas de diseño, citadas en cada caso, que permitan resolver los distintos problemas que los circuitos internos de las instalaciones eléctricas puedan tener. UNAERC es una entidad cuya red eléctrica presenta problemas de diversa índole, proporcionando una oportunidad para desarrollar dichas técnicas. Por esta razón en el presente trabajo de graduación se detallan de forma puntual cada una de las acciones tomadas en el desarrollo de una propuesta de mejora para la red eléctrica de UNAERC.

La fase de implementación de la propuesta de mejora se basa en normas técnicas de nivel internacional como es el caso del National Electric Code - NEC- , así como también normas eléctricas aplicadas en Guatemala como lo son las Normas Técnicas de Servicio de Distribución -NTSD- emitidas por la Comisión Nacional de Energía -CNEE- y las Normas Técnicas de Acometidas Eléctricas de Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. -EEGSA-, garantizando con ello un funcionamiento óptimo de toda la red.



# **1. ANTECEDENTES DE UNAERC**

## **1.1. Identificación de la empresa**

La Unidad Nacional de Atención al Enfermo Renal Crónico (UNAERC) es una entidad que nace mediante Acuerdo Gubernativo No. 323-97 del 24 de abril de 1997. Posteriormente se emitieron Acuerdos Gubernativos de Modificación No. 852-97, 442-2000, 42-2001, 896-2002 y 275-2004 de modificación y regulación. UNAERC pertenece al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, fue creada con el objetivo de atender a pacientes de escasos recursos que padezcan enfermedades renales crónicas, 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.

### **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, ofrecer 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**

#### Generales

Dar 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**

Los valores institucionales son el patrimonio que nos permite mantener y fortalecer nuestra misión.

##### **Unidad**

Nos solidarizamos con los pacientes y su familia, somos sensibles a las situaciones cotidianas por las que atraviesan durante el proceso de la enfermedad y tratamiento.

##### **Respeto**

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

##### **Calidad**

Nuestro trabajo lo hacemos con excelencia buscando la mejora continua.

##### **Servicio**

Estamos siempre 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

Estamos comprometidos con nuestra labor, sentimos confianza en nuestro trabajo, estamos orgullosos del servicio que brindamos. Por eso, respetamos y cumplimos con la misión, los principios y objetivos de la UNAERC, y ofrecemos nuestro mejor esfuerzo en beneficio de la sociedad.

## Honradez

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

## Integridad

Cumplimos con las promesas de servicio y atención a los pacientes. Tratamos con respeto y consideración a cada empleado y a los proveedores. Actuamos de forma responsable, honesta y genuina logrando valor y unidad, fortaleciendo la confianza.

## Responsabilidad

Cumplimos a cabalidad nuestros compromisos. La obligación es con todos los miembros de UNAERC, y se trabaja de manera coordinada, ordenada y eficiente, para lograr las metas establecidas.

## 1.2. Actividades de la empresa

Se cuenta 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 un apoyo integral al paciente. Laboratorio clínico, donde el paciente se elabora los exámenes que requiere de acuerdo a su tratamiento.

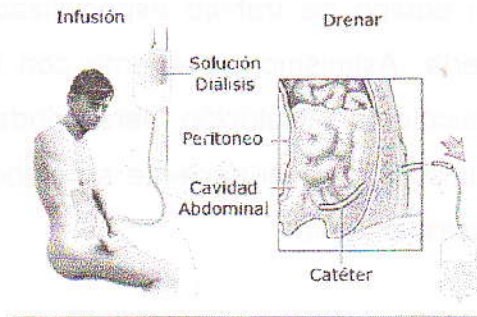
Todo lo anterior para poder brindar al paciente renal crónico los siguientes servicios:

### Programa de diálisis peritoneal continúa ambulatoria (DPCA)

La Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria, es una forma de 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. La Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria es un tipo de Diálisis altamente desarrollada, concebida especialmente para el paciente, que le permite realizar el tratamiento él mismo, otorgándole un máximo de libertad y una mejor calidad de vida.

En la figura 1, se muestra de manera general la forma de cómo se lleva a cabo el proceso de la Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria -DPCA-.

Figura 1. **Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria (DPCA)**



Fuente: 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 los insumos para su tratamiento a su domicilio, por medio de un proveedor.

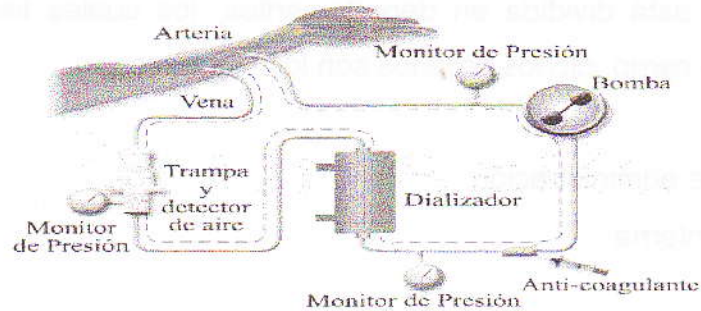
#### Programa de hemodiálisis

Se utiliza como alternativa de tratamiento sustitutivo de la función renal, es un procedimiento de diálisis que requiere de un acceso vascular a través de una fístula arteriovenosa permanente o temporal, o un catéter de doble lumen. En el procedimiento se hace 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.

En la figura 2, se muestra la forma y el proceso que se realiza en el programa de Hemodiálisis.



Figura 2. Programa de hemodiálisis



Fuente: UNAERC.

### 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 dé 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 un donador 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.





#### 1.4. Ubicación

Actualmente las instalaciones de UNAERC se ubican en la 9ª. Avenida 3-40 zona 1, ciudad de Guatemala.

La figura 2 muestra la ubicación de UNAERC desde una vista aérea, es fácil de localizar porque se ubica en el centro de la ciudad de Guatemala.

Figura 4. Ubicación de UNAERC



Fuente: <http://earth.google.com>, mayo 2010.

### 1.5. Mercado Objetivo

El mercado objetivo son todos los pacientes de la república de Guatemala con insuficiencia renal y 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.

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Generalidades de las instalaciones eléctricas**

#### **2.1.1. Conceptos básicos de una instalación eléctrica**

##### **Instalación eléctrica**

Se llama instalación eléctrica al conjunto de elementos necesarios que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta las máquinas y aparatos receptores para su utilización final dentro de un edificio, industria o vivienda. Entre estos elementos se incluyen:

##### **Conductores**

Son aquellos que permiten la circulación de la corriente eléctrica. Se requieren que éstos tengan una buena conductividad y cumplan con otros requisitos en cuanto a sus propiedades eléctricas y mecánicas, considerando desde luego el aspecto económico. Los de Cobre (Cu) y Aluminio (Al) son los de mayor conductividad y más económicos; otros materiales tienen mayor conductividad como la plata (Ag) y el platino (Pt) que son de mejor conductividad pero tienen un costo elevado.

Los conductores se han identificado por un número que corresponde a lo que comúnmente se conoce como el calibre. Normalmente se sigue el sistema americano AWG (*American Wire Gage*), siendo el más grueso el 4/0, 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 que es el más delgado usado en



instalaciones eléctricas. Para conductores mayores que el 4/0 se designa en función de su área en pulgadas y se utiliza el CIRCULAR MIL, un conductor de 250 MCM corresponderá a uno cuya sección es de 250 000 CM y así sucesivamente.

### Aislamiento en conductores

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

Los aislantes se clasifican por voltaje y por tipo de material. Por voltaje existen seis clasificaciones generales: 600, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000 y 5 000 voltios.

Por tipo de material existen diferentes clasificaciones. Cada tipo tiene una letra de clasificación (inicial de la palabra correspondiente en inglés), esta 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

W para resistencia a los ambientes agresivos

### Tableros eléctricos

Están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, comando, medición, protección, alarma y señalización con sus soportes correspondientes. Podrán ser metálicos o de materiales plásticos que, además de rigidez mecánica, presenten 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:

- Caja principal o gabinete
- Barras alimentadoras
- Protección principal
- Barra de neutro y barra de tierra

### Dispositivos de protección

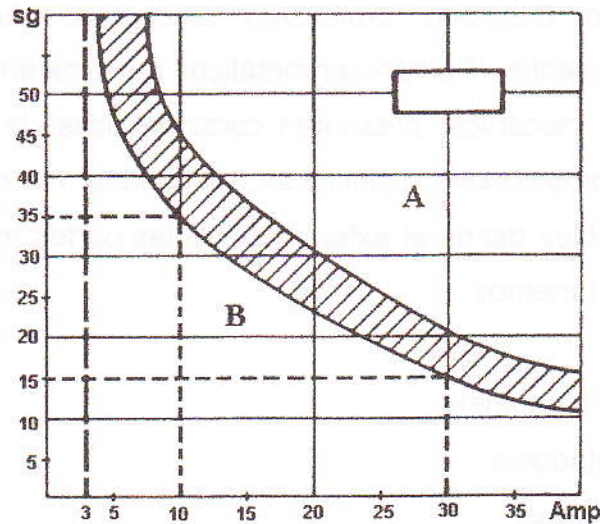
Los elementos que combinan las características de protección y maniobra pueden ser de tipo térmico, magnético o termomagnéticos. Los protectores térmicos se emplean para cortes lentos y sobrecargas, están constituidos por dos metales con distinto coeficiente de dilatación, soldados entre ellos en toda su superficie, que por efecto *Joule* sufren una curvatura que produce la desconexión de la instalación.

Los interruptores automáticos termomagnéticos son los de empleo más común; son una combinación de las protecciones magnéticas con las térmicas, actuando ante cualquiera de los casos que se presenten.



En la figura 5 se muestra la curva característica de disparo térmico de un interruptor termo magnético.

Figura 5. Curva característica de un termo magnético



Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

## Transformadores

El transformador es un elemento muy utilizado en los sistemas eléctricos, porque permite trabajar en cada situación con la tensión e intensidad más adecuadas. Un caso significativo es el de los sistemas de potencia, en los que hace posible que la generación, transporte y consumo de la energía eléctrica se realicen a las tensiones más rentables en cada caso.

Razones tecnológicas impiden que los alternadores de las centrales puedan proporcionar tensiones superiores a los 30 kilovoltios. Por ello es necesaria la transformación en las centrales de estas tensiones a las típicas de

transporte, generalmente inferiores a 400 kilovoltios (transformadores elevadores). Por otro lado, los aparatos consumidores de la energía eléctrica no están diseñados para tensiones tan elevadas (por seguridad de las personas), por lo que son normales las de 220 o 380 voltios, aunque también hay receptores de gran potencia con tensiones nominales del orden de unos pocos kilovoltios.

De nuevo se hace necesaria la reducción de la tensión mediante los llamados transformadores de distribución. Esta reducción se realiza en varias etapas, en función de los receptores y de las necesidades de la distribución.

El transformador también se utiliza en circuitos de baja potencia y tensión para otras aplicaciones como, por ejemplo, la igualación de impedancias de carga y fuente para tener máxima transferencia de potencia, el aislamiento de circuitos, o el aislamiento frente a la corriente continua, sin perder la continuidad de la corriente alterna. Otra aplicación es como dispositivo auxiliar de los aparatos de medida, reduciendo la tensión o corriente de un circuito para adecuarla a la que aceptan los aparatos de medida: son los llamados transformadores de medida.

### Medidores de energía

El vatímetro, contador eléctrico o medidor de consumo eléctrico es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo esta la aplicación usual.

Existen medidores electromecánicos y electrónicos. Los medidores electromecánicos utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos

magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula. Los medidores electrónicos utilizan convertidores analógico-digitales para hacer la conversión. Las conversiones las realiza por medio de señales de corriente las cuales atraviesan redes reóstáticas que son atravesadas por flujos de corriente directamente relacionados a un valor digital.

### Puestas a tierra de equipos

La tierra del equipo juega un papel muy importante en los circuitos de los sistemas eléctricos. Su función más importante es de seguridad y se define como el conductor que une las partes metálicas que no transportan corriente de un equipo, conducto eléctrico y otras cubiertas con el chasis al conductor conectado a tierra, al conductor del electrodo de tierra o ambos, en el tablero de servicio o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

La conexión a tierra del equipo tiene un doble propósito. El objetivo principal es salvar vidas, si ocurren descargas eléctricas, y evitar los riesgos de incendios. Durante las fallas a tierra, el conductor de tierra del equipo limita el voltaje a tierra en las cubiertas y otros elementos conductores del sistema eléctrico, los cuales no están destinados para transportar corriente.

Cuando se instala el conductor de tierra del equipo debe hacerse en paralelo, el calibre mínimo se basa en los interruptores que protegen a los conductores del circuito. La tabla de selección de calibre de conductor de tierra de equipo en los anexos se utiliza para seleccionar los calibres de los conductores que protegerán a los circuitos.



## Generación de emergencia

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (F.E.M.). Están basados en la ley de *Faraday*.

Un generador es una máquina eléctrica que realiza el proceso inverso que un motor eléctrico, el cual transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Aunque la corriente generada es corriente alterna, puede ser rectificadas para obtener una corriente continua.

### 2.1.2. Simbología eléctrica

Es la representación perceptible de una idea con rasgos asociados por una convención socialmente aceptada, es un signo sin semejanza ni contigüidad que solamente posee un vínculo convencional entre su significante y su denotado, además de una clase intencional para su designado. Los símbolos son pictografías con significado propio. Existen normas que las amparan y las clasifican en su diferente origen americano y europeo así como la internacional aplicada en el mundo.

El fin de la simbología eléctrica es que sea un lenguaje de comunicación visual con el propósito de transmitir desde funciones y conexiones hasta la

















identificación de las diferentes operaciones de las que se hayan plasmado en un plano o diagrama.

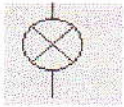
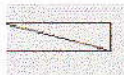


La aplicación de la simbología eléctrica es una interpretación fácil y sencilla en la cual se puede entender de manera práctica y objetiva.

En la tabla I se muestran algunos símbolos utilizados frecuentemente en instalaciones eléctricas.

Tabla I. **Simbología eléctrica**

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Línea de tierra		Timbre
	Línea Neutral		Caja de Teléfono
	Puente		Motor
	Retorno de Línea		Transformador
	Línea Viva		Circuito con tres conductores
	Interruptor		Caja de derivación
	Fusible		Tablero de distribución principal

Continuación tabla I...

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Lámpara		Tablero de distribución
	Bobina		Caja de medidor

Fuente: Manual de instalaciones eléctricas Pirelli.

### 2.1.3. Principales tipos de materiales eléctricos y mecánicos

Los materiales eléctricos están constituidos por conductores, cintas de aislamiento, dispositivos de conexión, interruptores, espigas, tableros eléctricos, tomacorrientes, generadores, lámparas tanto incandescentes como fluorescentes, transferencias automáticas, motores de bombas, temporizadores y todos los materiales que se vean dentro de los límites de utilización, transporte y transformación de energía.

Los materiales mecánicos son todos los elementos de fijación que no son parte de los elementos eléctricos pero que ayudan a estos para realizar la instalación eléctrica. Entre ellos podemos mencionar, tuberías tanto pvc como metálicas, conectores, uniones, rieles de soporte, tarugos, varillas roscadas, abrazaderas, canaletas, cajas de registro, postes de soporte, tornillos, tuercas, clavos y fulminantes de impacto.

#### 2.1.4. Coordinación de protecciones

El Estudio de Coordinación de Protecciones consiste en realizar el esquema de protecciones contra sobrecorrientes 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; en otras palabras, que las fallas de sobrecorrientes sean aisladas por la protección inmediata y no se pierda continuidad en todo el sistema eléctrico.

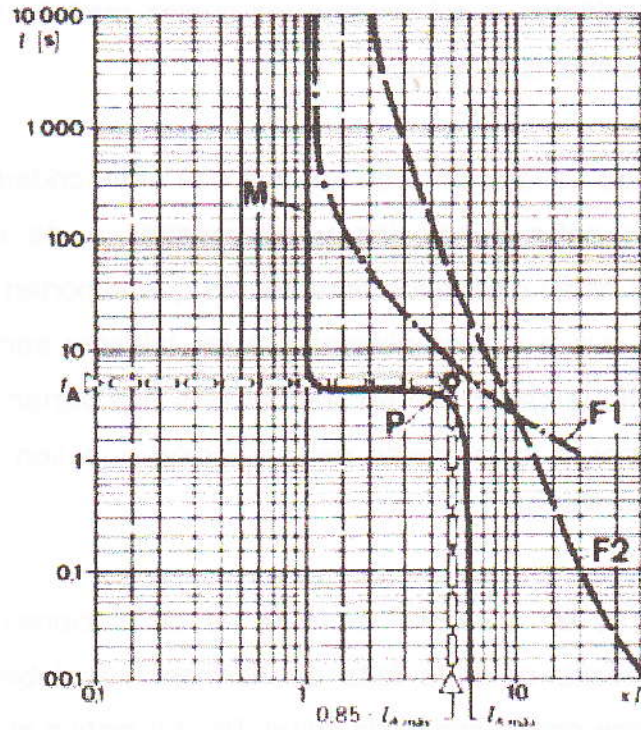
El estudio de coordinación de protecciones tiene un impacto directo sobre la seguridad eléctrica y la producción continua en la planta. En caso de presentarse una falla por sobrecorrientes, la protección deberá operar inmediatamente antes de que los cables o los equipos se dañen y se provoque un conato 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 la figura 6 se muestra el esquema de coordinación de protecciones, siendo estos por sobre corriente y sobrecarga.



Figura 6. Coordinación de protecciones



Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

## 2.2. Fase de levantamiento

### 2.2.1. Identificación de tableros

#### 2.2.1.1. Tableros principales

Esta fase fue elaborada de manera técnica en campo, el trabajo fue de reconocimiento y de levantamiento. Dicho reconocimiento se realizó destapando tableros, cajas de registro, verificación de cables, tomacorrientes e



interruptores con el fin de elaborar un punto de evaluación y corrección de las deficiencias en el sistema eléctrico en general, ya que esta unidad de salud no cuenta con planos eléctricos del sistema los cuales también se realizarán en este ejercicio profesional supervisado.

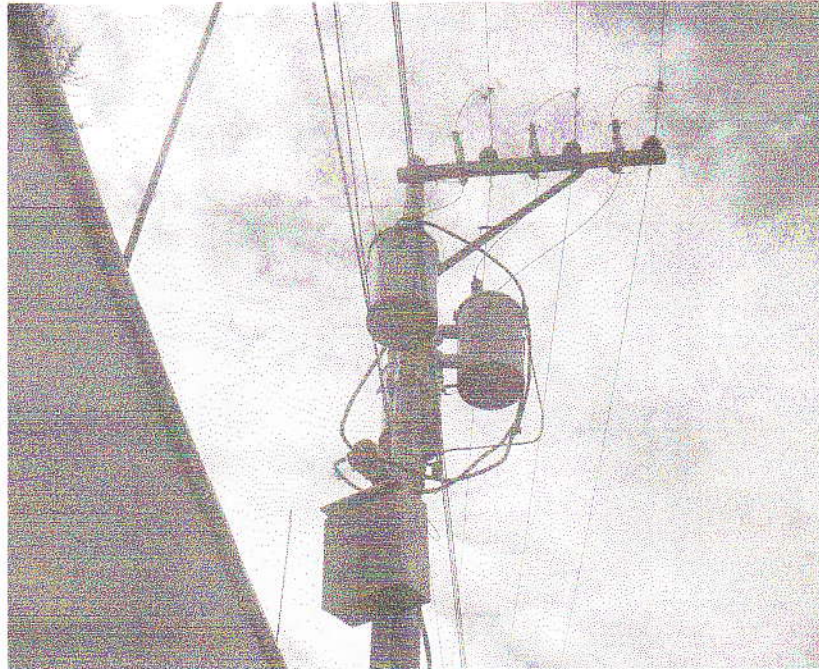
La definición de tablero eléctrico se hizo con anterioridad por lo que solo resta diferenciarlos entre principales y secundarios o de distribución. Los tableros principales están diseñados para ser los que soporten la corriente total de la instalación y que a su vez alimenten a los tableros secundarios en sus ramales. Por lo tanto la capacidad en sus barrajes que varían entre 200 y 250 amperios es superior a los ramales de derivación que son de magnitudes menores a las de las barras.

Un antecedente en UNAERC es que las instalaciones son de mucha antigüedad, haciéndose notar la falta de normas que debería tener por la importancia que tiene como unidad de salud. Por tal motivo el diseño de la red eléctrica de UNAERC carece de tablero principal. Utilizándose para tal propósito la transferencia automática de donde se aprovechan los puntos de conexión para ramificar a los tableros de distribución o secundarios.

La alimentación de la instalación empieza desde el suministro de la Empresa Eléctrica de Guatemala -EEGSA- que tiene instalado un banco de transformadores justo enfrente de la unidad, montado en el poste con una conexión delta estrella el cual tiene una capacidad 150 kVA distribuidos en tres transformadores monofásicos de 50 kVA cada uno proporcionando un voltaje de 120/208 voltios trifásico.

En la figura 7 se muestra el banco de transformadores y la medición secundaria, montados en el poste que se encuentra justo al frente de UNAERC.

Figura 7. Banco de transformadores



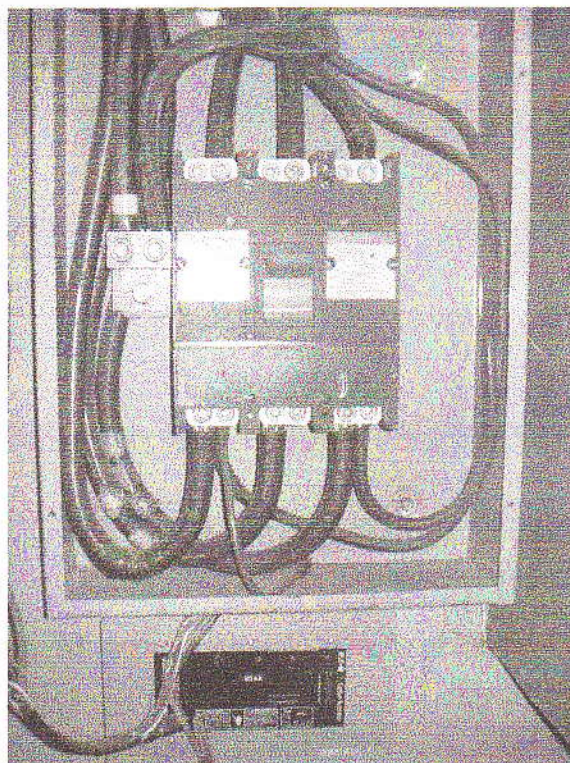
Fuente. UNAERC.

Luego de los transformadores se encuentra la medición en el lado secundario, la cual, EEGSA utiliza para medir el consumo de UNAERC; esta unidad de medición se encuentra instalada también en el poste. El primer punto de conexión dentro de la unidad es un Interruptor termomagnético el cual tiene una capacidad de 400 amperios y soporta un voltaje de 120/240 voltios. Este alimenta a la transferencia automática la cual tiene tres puntos de contacto, uno de ellos es el suministro de EEGSA, otro es la carga y el último es el suministro del motogenerador también de 150 kVA, quedando con este último protegidos contra emergencias cuando el suministro de la EEGSA tenga fallas.



En la figura 8 se muestra la protección principal ubicado en el cuarto eléctrico dentro de la unidad. El cual tiene una capacidad nominal de 400 amperios y está montado dentro de un gabinete eléctrico.

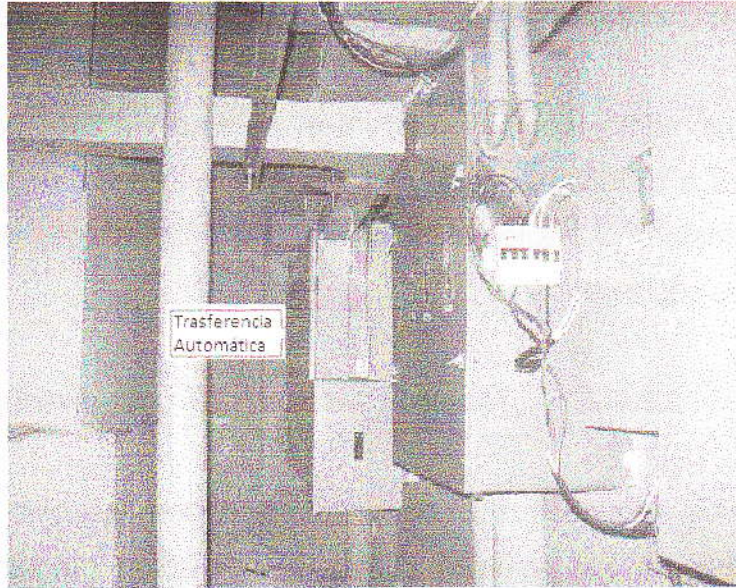
Figura 8. **Protección principal**



Fuente. UNAERC.

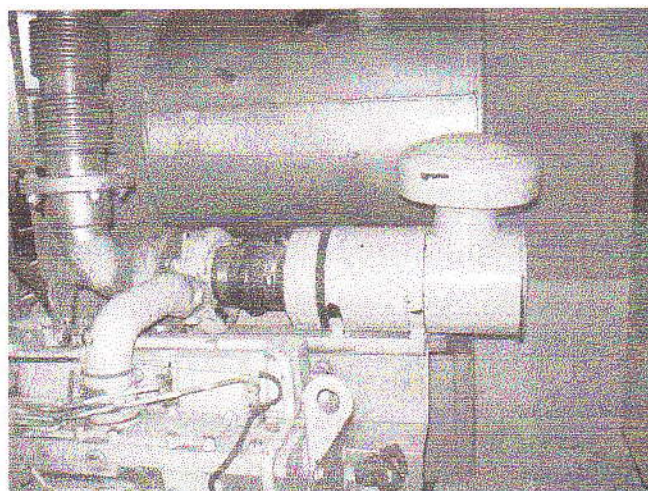
En la figura 9 se muestra al fondo la transferencia automática instalada al lado de la caja de protecciones de distribución.

**Figura 9. Transferencia automática**



Fuente: UNAERC.

**Figura 10. Generador de emergencia**



Fuente: UNAERC.



En la figura 10 se muestra el generador de emergencia de 150 kilovatios que es conectado por medio de la transferencia automática y además es abastecido por un tanque de almacenamiento de 80 galones de diesel.

Hasta el momento tenemos descrito el sistema eléctrico hasta el punto donde comienza a distribuirse dentro de las instalaciones. Esto se hace en el punto de la transferencia automática alimentado protecciones de distribución para los tableros secundarios.

#### **2.2.1.2. Tableros secundarios o de distribución**

Los tableros secundarios o de distribución son los que tienen como finalidad distribuir en sus ramales cargas finales como máquinas, motores, tomacorrientes, lámparas, ventiladores, lavadoras, secadoras y todas las cargas específicas de una instalación. Estos son conocidos con el nombre de centros de carga, los hay monofásicos y trifásicos con número de polos desde 4 hasta 42. Una característica técnica importante que hay que tomar en cuenta de un tablero secundario es que la barra de neutro y tierra no deben estar conectadas y si el fabricante monta un puente entre ellos habrá que desmontarlo antes de instalarlo.

Los tableros de distribución están en todo el edificio alimentando ciertas cargas que se encuentran en las cercanías de donde están montados. Todo punto de distribución dentro de la unidad fue tomado como un tablero de distribución aunque técnica y físicamente no cumpla con las definiciones de tablero secundario. Para entender que es un punto donde se distribuye energía y tener un ordenamiento para la elaboración de un diagrama unifilar y poder dar lineamientos de conexiones para el departamento de mantenimiento de UNAERC, se numeró como tablero de distribución.

Antes de enlistar los tableros de distribución se dará una breve descripción de las áreas más importantes dentro de la unidad, las cuales son:

**Atención y Admisión:** es donde entran todos los pacientes y trabajadores, esta es la entrada principal donde también los que acompañan a los pacientes pueden esperar.

**Salas de hemodiálisis:** es donde los pacientes entran a sus tratamientos y es donde se encuentran las máquinas de hemofiltración. Hay tres salas, esta la sala A que cuenta con 30 máquinas, sala B y C que entre ambas suman un total de 14 máquinas.

**Cuarto de osmosis inversa:** es donde se encuentra la máquina de osmosis inversa para filtración del agua que es llevada a las máquinas de hemodiálisis por medio de bombas y que a su vez incluye bombas de retro lavado con temporizadores.

**Granumix:** es donde se encuentran las bombas de mezclado de solución ácida que es necesaria para los tratamientos y que también son llevadas a cada máquina por medio de bombas.

**Central de equipos:** en esta área es donde se utiliza un equipo de esterilización de gases el cual es llamado autoclave. El autoclave es un equipo eléctricamente muy fuerte con una alimentación de 220 voltios y una carga en potencia de 7 kilovatios.

**Lavandería:** en la lavandería se encuentra una secadora híbrida que utiliza una alimentación eléctrica y una alimentación a gas propano. Juntamente con la

secadora se encuentra una lavadora que ambas se utilizan para el mantenimiento de sabanas y batas de las salas de hemodiálisis.

Laboratorio: este tiene como función el análisis de sangre que en muestras son llevadas y por medio de los equipos son analizados.

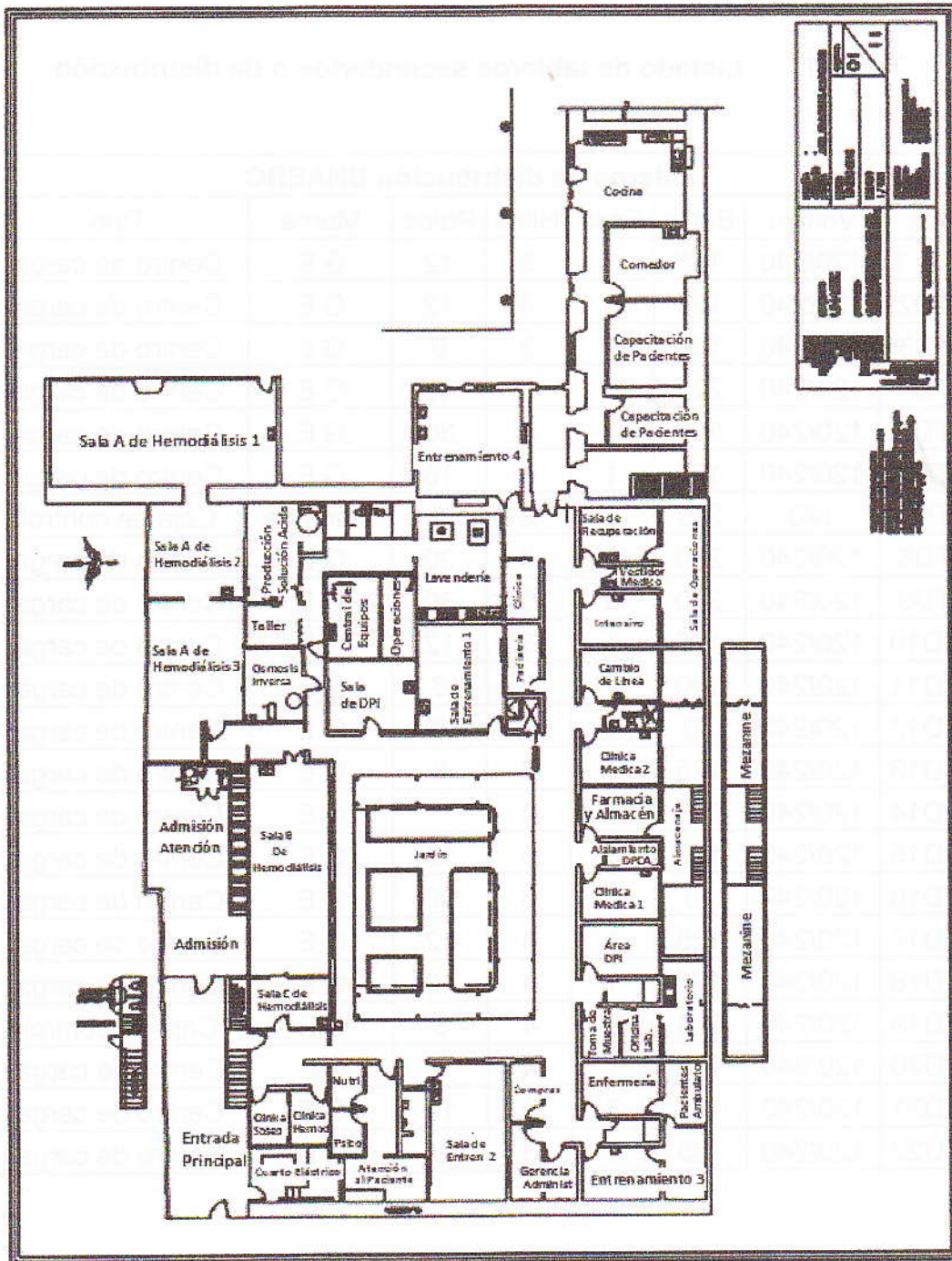
Salas de entrenamiento: es donde los pacientes de Diálisis Peritoneal Interna - DPI- reciben las instrucciones de cómo realizarse el tratamiento en sus casas sin necesidad de llegar a la unidad, para esto necesitan la ayuda de un familiar. Hay tres salas dentro de toda la unidad.

Otras áreas: las áreas restantes por mencionar son: Intensivo, gerencia administrativa, compras, farmacia, DPI, pediatría, operaciones, vestidor medico, comedor, cocina, clínica de hemodiálisis, atención al paciente, servicios sanitarios, vestidores, salas de capacitación y Secretaria de Orientación al Paciente (SOSEP).

En la figura 11 se muestra la planta de la unidad donde se muestran las ubicaciones de las áreas ya mencionadas.



Figura 11. Planta y ambientes principales de UNAERC



Fuente: UNAERC.



En la tabla II se enlistan todos los tableros de distribución con sus debidas características eléctricas.

Tabla II. Listado de tableros secundarios o de distribución

Tableros de distribución UNAERC							
No.	Voltaje	Barra	Fase	Hilos	Polos	Marca	Tipo
TD 1	120/240	125	1	3	12	G E	Centro de carga
TD2	120/240	125	1	4	12	G E	Centro de carga
TD3	120/240	100	1	3	8	G E	Centro de carga
TD4	120/240	225	3	5	42	G E	Centro de carga
TD5	120/240	200	1	4	30	G E	Centro de carga
TD6	120/240	125	1	4	16	G E	Centro de carga
TD7	120	S/B	1	2	5	Siemens	Caja de control
TD8	120/240	200	3	5	30	G E	Centro de carga
TD9	120/240	200	3	5	30	G E	Centro de carga
TD10	120/240	125	1	3	12	G E	Centro de carga
TD11	120/240	100	1	3	8	G E	Centro de carga
TD12	120/240	30	1	3	8	G E	Centro de carga
TD13	120/240	125	1	3	8	G E	Centro de carga
TD14	120/240	125	1	4		G E	Centro de carga
TD15	120/240	125	3	5	12	G E	Centro de carga
TD16	120/240	40	1	3	4	G E	Centro de carga
TD17	120/240	125	1	4	12	G E	Centro de carga
TD18	120/240	125	1	4	12	G E	Centro de carga
TD19	120/240	S/B	3	4	3	G E	Caja de control
TD20	120/240	125	1	4	16	G E	Centro de carga
TD21	120/240	125	3	5	18	G E	Centro de carga
TD22	120/240	125	1	3	8	G E	Centro de carga

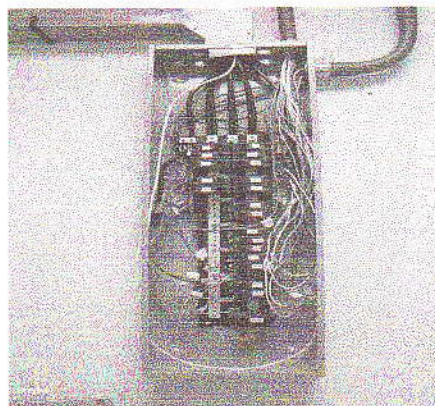
Fuente: elaboración propia.

Estos tableros de distribución están instalados según los requerimientos que se han dado con el crecimiento no programado eléctricamente hablando dentro de toda la unidad. Como se mencionó en el principio la razón de ser de UNAERC es la atención al paciente renal, el cual recibe su tratamiento con la ayuda de una máquina de hemofiltrado. Por tal motivo los tableros más importantes en este caso son todos los que contienen la distribución de todo el sistema de hemofiltración la cual empieza con las bombas de osmosis inversa, bombas de solución acida, sistema de filtración de agua y culminan con las máquinas propias de hemodiálisis.

Los tableros que contienen estos componentes del sistema son los de distribución ubicados en salas de hemodiálisis, solución acida y osmosis inversa. Los cuales están numerados con TD-4, TD-6, TD-7, TD-8, TD-22 respectivamente.

En la figura 12 se muestra el tablero TD-4 cuyas características eléctricas se encuentran en la tabla II.

**Figura 12. Tablero de distribución 4**



Fuente: UNAERC.

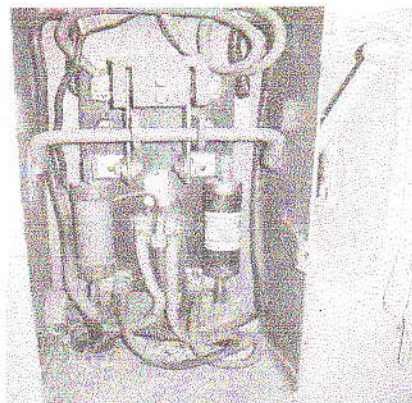


Los tableros de distribución restantes son similares, cambiarán en ellos nada más el número de polos e incluso la marca por lo que pondremos hacer referencia a la figura 12. Los tableros están distribuidos en la unidad alimentando las cargas aledañas. Esta distribución ha ido cambiando mediante las necesidades de proveer energía a cargas nuevas y algunos tableros como los de las salas de hemodiálisis se han ido mejorando con instalaciones nuevas evitando con ello caídas de tensión mayores a las permitidas.

Cabe mencionar que en los tableros TD-3 y TD-11 son alimentados por *switch* de cuchillas que son dispositivos fusibles de cartucho que poseen una cuchilla metálica en cada extremo del cilindro para hacer contacto con el fusible interior.

En la figura 13 se muestra el *switch* de cuchilla 1 que es alimentado por el TD-1 en uno de sus ramales dobles de 100 amperios. Es un *switch* monofásico de 120/240 voltios con fusibles de 100 amperios.

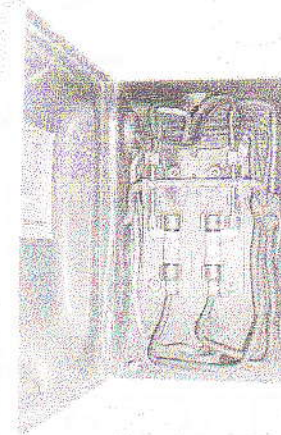
Figura 13. **Switch de cuchillas 1**



Fuente: UNAERC.

En la figura 14 se muestra el *switch* de cuchilla 2 que es alimentado por el *switch* de cuchillas 1 de 100 amperios. Es un *switch* monofásico de 120/240 voltios con fusible de 60 amperios.

Figura 14. **Switch de cuchillas 2**



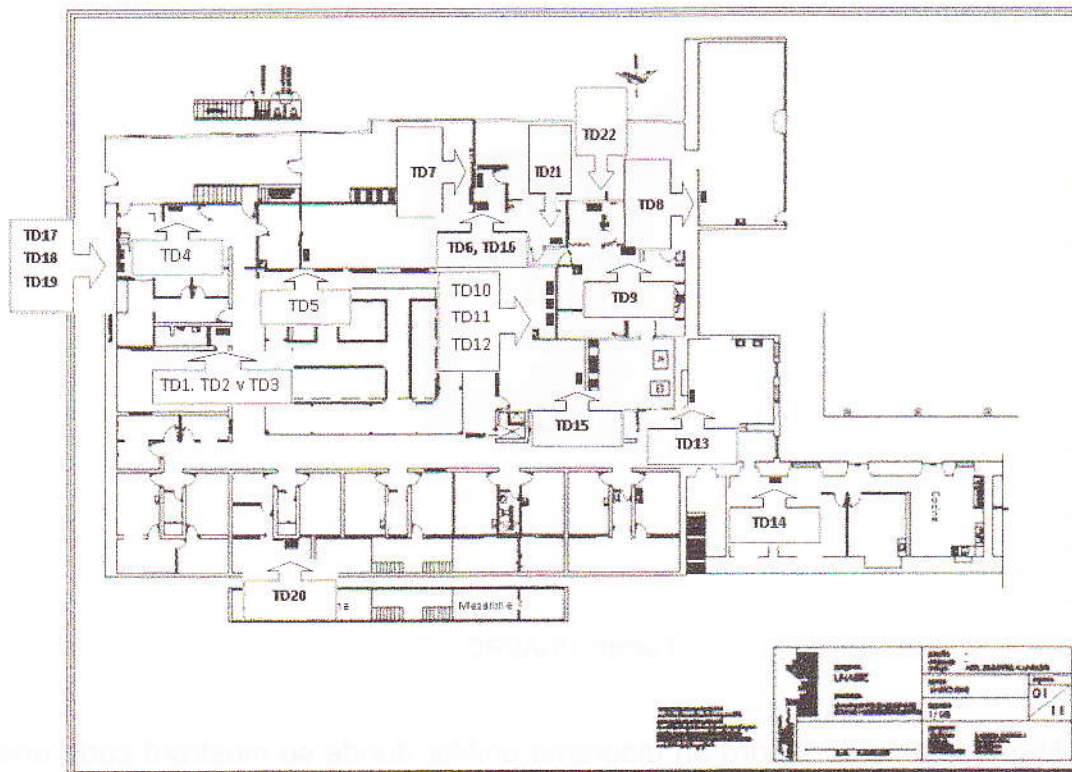
Fuente: UNAERC.

Más adelante se tendrá un diagrama unifilar donde se mostrará cada una de las conexiones no solo de los arriba mencionados, sino también de todos los tableros de distribución. Este reconocimiento que hasta ahora se ha descrito es lo que permitió visualizar y elaborar un diagrama en el que se tiene exactamente la manera de cómo están actualmente todas las instalaciones y nos permitirá dejar un esquema o diagrama del cual el departamento de operaciones puede basarse para realizar trabajos de mantenimiento y mejoras ya que no contaban con esta valiosa herramienta.



En la figura 15 se muestra la distribución de tableros en toda la unidad, la cantidad total es de 22 tableros de distribución.

Figura 15. **Planta con tableros de distribución**



Fuente: UNAERC.

### 2.2.2. Identificación y medición de circuitos por ambiente

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 a los tomacorrientes, lámparas y equipos que estuvieran ubicados dentro del área a revisar. 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 *SureTest* 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, razón por la cual nos fue de mucha utilidad para realizar nuestro trabajo.

En la figura 16 se muestra el analizador de redes *SureTest* 61-164 utilizado para el análisis de circuitos por ambientes, el cual tiene la cualidad de medir caídas de tensión en plena carga con 12, 15 y 20 amperios por circuito. Todas las medidas de caída de tensión fueron realizadas con 20 amperios.

Figura 16. **Analizador de redes**



Fuente: UNAERC.

Las instalaciones eléctricas tienen la peculiaridad que según la experiencia que se tenga se puede identificar cada carga de diversas formas. El procedimiento que se realizó fue el más sencillo pero seguro y es el de elegir un centro de carga y desconectar cada uno de los ramales del mismo y así verificar de forma visual cada una de las cargas que dejan de funcionar debido al corte de energía. Los equipos muy delicados tal como los que disponen de circuitos electrónicos fueron sustituidos por una lámpara de prueba, estas últimas son ni más ni menos lámparas incandescentes que funcionan con el voltaje nominal de los tomacorrientes al que fueron conectados siendo estos 120 V y 240 voltios.

Como resultado de esta identificación se elaboraron las planillas de tableros las cuales contienen información de cada una de las cargas a las que alimentan. Estas planillas además contienen información de los parámetros eléctricos de los fabricantes, tales como capacidad de amperaje de las barras, número de polos y los valores en amperios de cada uno de los ramales así como el nombre de las cargas que alimenta. Estas planillas se encuentran en el apéndice y están para cada centro de carga los cuales son 22 actualmente en la unidad.

Como parte de la identificación se encuentra la rotulación de cada elemento de conexión o de interrupción en el caso de la iluminación. La rotulación se deriva de cada planilla de tableros, cuyo procedimiento es generar un código estándar para la lectura de cada elemento. En este caso se desglosaron tres tipos de iniciales siendo estos los siguientes:

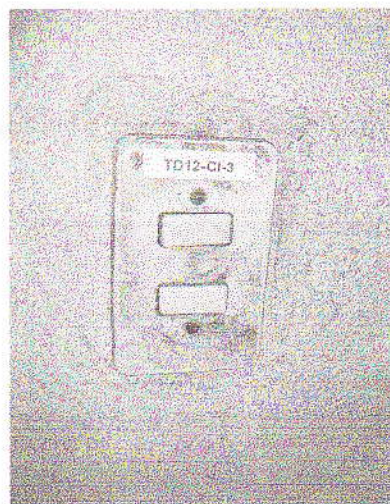
- TD - 1: para nombrar al tablero de distribución numero uno
- CF- 1: para nombrar al circuito de fuerza numero uno
- CI - 1: para nombrar al circuito de Iluminación uno



Con estas iniciales establecidas se procedió a etiquetar cada uno de los dispositivos en la instalación teniendo de esta manera un circuito debidamente identificado que para propósitos de mantenimiento es de vital importancia, por ejemplo, si se tiene un tomacorriente con una etiqueta TD3-CF-2, este corresponde al circuito de fuerza número dos del tablero de distribución tres, a diferencia si por otro lado, se tiene una etiqueta TD12-CI-3, esta corresponde al circuito de iluminación número tres del tablero de distribución doce.

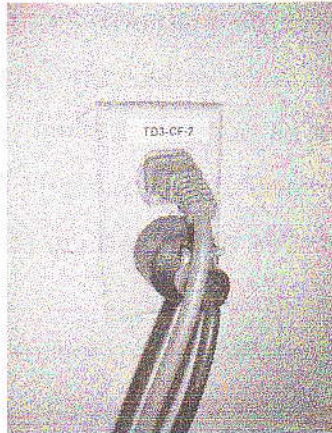
En la figuras 17 y 18 se muestran los circuitos anteriormente descritos que son una muestra de cómo quedaron identificados todos y cada uno de los elementos de iluminación y fuerza respectivamente, etiquetados con la ayuda de un rotulador electrónico.

Figura 17. **Circuito de iluminación identificado**



Fuente: UNAERC.

Figura 18. **Circuito de fuerza identificado**



Fuente: UNAERC.

En la figura 19 se muestra el rotulador electrónico Dymo LetraTag que utiliza 4 baterías doble AA y un cartucho de papel blanco adhesivo de 12 milímetros recargable.

Figura 19. **Dymo LetraTag**



Fuente: elaboración propia.



Luego de la identificación el segundo paso tan importante como el anterior es la medición de los parámetros eléctricos de los tomacorrientes al cual se le llamó medición de circuitos. Dichas mediciones fueron realizadas con el analizador de redes presentado en la figura 16, de las cuales se obtuvieron los datos presentados en la tabla III.

En la tabla III se muestran los valores reflejados a partir de la medición de los puntos de conexión o tomacorrientes en las diferentes áreas de UNAERC.

Tabla III. Mediciones en tomacorrientes

<b>Atención al paciente</b>									
No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
1	Eagle	Correcto	Si	121,22	9,5	109,61	0,52	0,06	5,24
2	Bticino	Inverso	No	121,23	9,6	109,62	0,53	0,07	5,25
3	Bticino	Inverso	No	121,24	9,7	109,63	0,54	0,08	5,26
4	Bticino	Inverso	No	121,25	9,8	109,64	0,55	0,09	5,27
5	Bticino	Inverso	No	121,26	9,9	109,65	0,56	0,1	5,28
6	Bticino	Inverso	No	121,27	9,1	109,66	0,57	0,11	5,29
7	Bticino	Inverso	No	121,28	9,11	109,67	0,58	0,12	5,3
<b>Psicología</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	121,6	6,9	113,4	0,01	0,41	0,39
2	Bticino	Correcto	No	122,2	8,4	112	0,44	0,07	0
<b>Nutrición</b>									
1	Bticino	Correcto	No	122,2	8,7	111,4	0,47	0,07	0
2	Eagle	Correcto	Si	122,6	8,6	112	0,12	0,4	0,21
<b>Sosep</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	115	10,9	102,7	1,25	1,87	2,71
2	Eagle	Correcto	Si	115	9,6	104	1,49	2,04	2,3
<b>Clínica de Hemodiálisis y Pasillo</b>									
1	Bticino	Correcto	No	115	11,1	102,3	0,24	0,4	0
2	Eagle	Correcto	Si	115	7,4	106,7	1,75	2,18	1,68
3	Bticino	Correcto	Si	115	8,8	104,7	1,64	2,15	2,1



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
<b>Operaciones (Mantenimiento)</b>									
1	Bticino	Inverso	Si	114,1	10,7	102,2	6,23	3	1,21
2	Bticino	Inverso	Si	114,8	10,2	103	9,54	3	1,22
<b>Sala A Hemodiálisis 1</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	123,6	9,5	109,61	0,52	0,06	5,24
2	Bticino	Correcto	Si	123,3	9,6	109,62	0,53	0,07	5,25
3	Bticino	Funciona	-	-	-	-	-	-	-
4	Bticino	N/Funciona	-	-	-	-	-	-	-
5	Bticino	N/Funciona	-	-	-	-	-	-	-
6	Bticino	Correcto	Si	123,2	9,1	109,66	0,57	0,11	5,29
7	Bticino	Correcto	Si	121,3	9,11	109,67	0,58	0,12	5,3
8	Bticino	Correcto	Si	120,6	9,5	109,61	0,52	0,06	5,24
9	Bticino	Correcto	Si	121,2	9,6	109,62	0,53	0,07	5,25
10	Bticino	Correcto	Si	122,6	9,7	109,63	0,54	0,08	5,26
12	Bticino	Correcto	Si	115,7	7,9	106,6	0,56	0,1	1,31
<b>Sala A Hemodiálisis 2</b>									
17	Bticino	Correcto	Si	116,4	9,8	104,9	1,17	1,74	1,79
18	Bticino	Correcto	Si	116,4	8,4	106,6	1,23	1,71	1,5
19	Bticino	Correcto	Si	116,6	8,2	106,9	1,19	1,67	1,19
20	Bticino	Correcto	Si	116,2	7,7	107,3	1,14	1,59	1,15
21	Bticino	Correcto	Si	116,1	7,7	107,4	1,14	1,59	1,12
22	Bticino	Correcto	Si	116,2	8,1	106,9	1,15	1,62	1,11
23	-	N/Funciona	-	-	-	-	-	-	-
24	Bticino	Correcto	Si	116,4	8,5	106,5	0,9	1,4	1,34
<b>Central de Equipos</b>									
1	Bticino	Correcto	No	114,7	10,9	109,61	0,1	0,53	1,23
2	Eagle	Correcto	No	114,8	12,1	109,62	0,2	0,51	1,23
3	Eagle	Línea Línea	Si	211,5	TSJ	-	-	-	-
<b>DPI</b>									
1	Eagle	Inverso	Si	115,4	30,9	109,61	3,35	3	1,2
2	Eagle	Inverso	Si	115,2	11,9	109,62	2,92	3	1,23
<b>Lavandería</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	112,7	10,2	101,3	1,27	1,84	1,41
2	Eagle	Correcto	Si	113	9,2	102,6	1,29	1,81	1,6
3	Eagle	Correcto	Si	113,4	9,1	103,2	1,52	2,03	1,58



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
4	Eagle	Correcto	Si	113,4	9,1	103,2	1,52	2,03	1,58
4	Eagle	Correcto	Si	113,5	11,4	100,6	1,19	1,84	2,36
5	Eagle	Correcto	Si	113,3	11,3	100,8	1,25	1,87	2,74
6	Eagle	Línea Línea	Si	220	-	-	-	-	-
<b>Clínica 3</b>									
1	Eagle	Inverso	No	115,2	11,4	101,2	4	3,01	1,21
<b>Atención y Admisión</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	120,8	9,3	109,5	0,78	1,34	0,92
2	Eagle	Correcto	Si	120,4	8,7	109,9	1,22	1,74	1,29
3	Eagle	Correcto	Si	120,1	10,9	107,8	1,38	2,03	1,98
4	Eagle	Correcto	Si	120,8	9,5	108,9	1,53	2,11	1,33
5	Bticino	Correcto	Si	121	15,7	102,2	1,28	2,23	2,22
6	Bticino	Correcto	No	119,7	14	102,8	0,47	0,36	1,26
7	Bticino	Correcto	No	119,1	1,3	104	0,43	0,35	0
<b>Entrada Principal y Sala de Espera</b>									
1	Eagle	Inverso	Si	115	8,8	104,9	1,14	3,01	1,22
<b>Entrenamiento Nuevo</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	200,3	3,1	194	0,05	0,56	2,13
2	Bticino	Inverso	Si	116,5	14,4	99,7	2,78	13	1,23
3	Bticino	Correcto	Si	116,1	14,4	99,4	1,81	2,64	1,24
4	Bticino	Inverso	Si	116,4	12,1	102,2	2,53	13	1,24
5	Bticino	Correcto	Si	115,8	12,7	101,2	1,62	2,36	1,23
6	Bticino	Correcto	Si	116,5	12,5	101,8	1,62	2,35	1,24
7	Bticino	Correcto	Si	116,5	13	101,4	2,75	13	1,24
<b>Pasillo Jardines</b>									
1	Eagle	Correcto	No	116,2	10,6	103,9	0,27	0,34	0
2	Bticino	Correcto	No	115,3	13,2	99,3	0,44	0,33	0
3	Eagle	Correcto	No	113,2	14,2	97,1	0,48	0,33	0
4	Eagle	Correcto	No	113,3	15,2	96,2	0,53	0,34	0
5	Eagle	Correcto	No	115,4	27,9	83,2	1,27	0,34	0
6	-	N/ Funciona	-	-	-	-	-	-	-
7	Bticino	Correcto	Si	114,8	6	107,5	0,43	0,77	1,03
<b>Sala de operaciones</b>									
1	Bticino	Correcto	No	113,1	17,1	93,9	0,45	0,52	0



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
2	Bticino	Correcto	No	113,5	18,7	92,3	0,7	0,36	0
3	Bticino	Correcto	No	113,4	15,4	96	0,45	0,42	0
4	Bticino	Correcto	No	112,8	17,4	93,3	0,55	0,43	0
5	Bticino	Correcto	Si	113,2	17,2	93,8	0,44	1,41	1,2
6	Bticino	Correcto	Si	113,2	16,7	94,2	0,46	1,4	1,2
<b>Entrenamiento 1</b>									
1	Bticino	Correcto	No	115	28	82,9	0,9	0,7	1,19
2	Eagle	Correcto	No	113,6	14,5	98	0,27	0,57	0
<b>Clínica Pediatría</b>									
1	Eagle	Correcto	No	114,2	18,7	92,8	0,69	0,37	1,2
2	Eagle	Inverso	Si	113,5	18,9	92,2	0,39	3	1,19
<b>Cocina</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	116,8	14,5	99,8	2,28	3	1,53
2	Bticino	Inverso	Si	117	13,3	101,4	2,94	3	1,24
3	Bticino	Inverso	Si	117	13,1	101,3	2,72	3	1,54
4	Bticino	Correcto	Si	116,1	13,9	100,1	2,64	3	1,57
5	Bticino	Correcto	Si	115,7	12,7	101,2	2,65	3	1,59
6	Bticino	Inverso	Si	115,7	13,8	99,6	6,59	3	1,56
7	Bticino	Inverso	Si	115,1	13,1	99,7	3,88	3	1,62
8	Bticino	Inverso	Si	115,2	14,1	100,1	3,56	3	1,51
9	Eagle	Linea Linea	No	214	-	-	-	-	-
10	Eagle	Line a Linea	No	215	-	-	-	-	-
<b>Pasillo y Rampa</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	116,5	10,1	104,7	0,31	0,89	1,03
2	Bticino	Correcto	Si	116,2	10,4	103,7	0,39	0,99	1,09
3	Bticino	Correcto	Si	115,7	12,5	101,2	0,24	0,97	1,41
<b>Sala Capacitación 1</b>									
1	Bticino	Inverso	Si	115,8	11,3	102,3	2,93	3	1,23
2	Eagle	N/Funciona	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sala Capacitación 2</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	115,7	12	101,3	0,62	1,32	1,42
2	Bticino	Correcto	Si	115,2	11,3	102,2	0,55	1,2	1,12
<b>Comedor</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	116	10,4	104	0,53	1,13	1,02
2	Bticino	Correcto	Si	116,7	11,4	103,6	0,47	1,14	1,2



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
3	Bticino	Correcto	Si	116,4	13,6	100,7	0,54	1,33	1,18
4	Bticino	Correcto	Si	116,5	10,7	103,2	0,52	1,14	1,43
5	Bticino	Correcto	Si	115,8	13,7	99,5	0,43	0,22	1,4
<b>Cuarto de Osmosis</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	117	8,5	107,2	1,35	1,84	1,87
2	Eagle	Correcto	Si	116,9	5,7	110,3	0,57	0,9	3
3	Eagle	Correcto	Si	116,2	7,3	111,2	0,9	1,32	2,81
4	Eagle	Correcto	Si	116	6,9	108	0,92	1,32	2,32
5	Eagle	Correcto	Si	116	7,6	107,4	0,92	1,36	2,4
6	Eagle	Correcto	Si	116,1	7,1	108	0,8	1,22	2,12
<b>Taller de Máquinas</b>									
1	Bticino	Correcto	No	116,6	9,6	105,6	0,19	0,36	0
2	Eagle	Correcto	Si	116,3	8,4	106,5	1,55	2,04	1,96
<b>Granumix</b>									
1	Bticino	Correcto	Si	115,8	7	107,2	1,12	1,56	3,71
2	Bticino	Correcto	Si	116,9	5,7	110,3	1,12	1,52	3,71
3	Eagle	Linea Linea	Si	240					
<b>Atención al paciente</b>									
1	Bticino	Correcto	No	115,8	6,8	107,9	1,12	1,56	3,71
2	Bticino	Inverso	Si	116,9	7,4	108,2	1,12	1,52	3,71
3	Bticino	Inverso	Si	120	6,9	111,7	0,22	0,21	0,21
<b>Gerencia Administrativa</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	120	7,9	110,5	1,12	1,52	3,71
<b>Secretaria</b>									
1	Bticino	Correcto	No	120	9,1	109,1	1,12	1,56	3,71
2	Bticino	Correcto	Si	120	8,5	109,8	1,55	2,04	1,96
3	Eagle	Correcto	Si	120	8,9	109,3	1,55	2,04	1,96
<b>Compras</b>									
1	Bticino	Correcto	No	120	6,9	108	0,92	1,32	2,32
2	Bticino	Correcto	Si	120	7,6	107,4	0,92	1,36	2,4
3	Bticino	Correcto	Si	120	7,1	108	0,8	1,22	2,12
<b>Sala de Entrenamiento 2</b>									
1	Eagle	Correcto	No	120	8,8	109,4	0,34	0,2	0,33
2	Eagle	Correcto	Si	120	9	109,2	0,18	0,23	0,22
3	Eagle	Correcto	Si	120	7	111,6	0,22	0,21	0,21



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
<b>Sala "A" de Hemodiálisis 1 (Maquinas)</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	123,4	6,5	115,4	0,21	0,19	0,21
2	Eagle	Correcto	Si	123,6	6,7	115,1	0,18	0,23	0,22
3	Eagle	Correcto	Si	124,2	6,9	115,8	0,22	0,21	0,21
4	Eagle	Correcto	Si	124,6	7,1	115,8	0,19	0,25	0,24
5	Eagle	Correcto	Si	122,4	8,8	111,8	0,34	0,2	0,33
6	Eagle	Correcto	Si	123,4	8,8	112,5	0,25	0,29	0,25
7	Eagle	Correcto	Si	122,7	8,8	111,9	0,35	0,19	0,36
8	Eagle	Correcto	Si	122,9	9	111,7	0,27	0,28	0,21
9	Eagle	Correcto	Si	122,4	10,3	109,9	0,37	0,26	0,21
11	Eagle	Correcto	Si	122,5	11,4	108,5	0,39	0,31	0,23
12	Eagle	Correcto	Si	121,5	8,5	111,2	0,33	0,19	0,28
13	Eagle	Correcto	Si	123,9	9,4	112,6	0,34	0,24	0,21
14	Eagle	Correcto	Si	116,6	6,6	108,8	0,81	1,19	1,62
15	Eagle	Correcto	Si	115,8	7,6	107	0,4	0,84	1,71
16	Eagle	Correcto	Si	116,5	5,8	109,5	0,73	1,06	1,04
<b>Sala "A" de Hemodiálisis 2 (Maquinas)</b>									
17	Eagle	Correcto	Si	117,1	8,7	106,8	0,79	1,3	1,23
18	Eagle	Correcto	Si	115,5	7,9	106,5	0,73	0,98	1,76
19	Eagle	Correcto	Si	115,2	9,2	104,7	0,68	1,21	1,58
20	Eagle	Correcto	Si	115	7,5	106,5	0,55	0,98	2,26
21	Eagle	Correcto	Si	116,8	7,3	108,2	0,73	1,16	2,12
22	Eagle	Correcto	Si	116,7	9,8	105,4	0,65	1,22	1,78
<b>Sala "A" de Hemodiálisis 3 (Maquinas)</b>									
23	Eagle	Correcto	Si	115,4	9,2	104,8	0,75	1,28	2,62
24	Eagle	Correcto	Si	115,5	8,6	105,5	0,63	1,13	2,17
25	Eagle	Correcto	Si	116,6	7,9	107,5	1,01	1,47	1,53
26	Eagle	Correcto	Si	116,7	7,7	107,8	1,06	1,5	1,75
27	Eagle	Correcto	Si	115,6	7,3	107,1	0,42	0,84	2,01
28	Eagle	Correcto	Si	115,6	7,7	106,6	0,46	0,91	2,14
29	Eagle	Correcto	Si	115,6	7,4	107	0,53	0,96	2,34
30	Eagle	Correcto	Si	106,5	8,4	106	1,05	1,54	1,88
<b>Sala "B" de Hemodiálisis (Maquinas)</b>									
31	Eagle	Correcto	Si	115,6	10,6	103,1	0,71	1,32	2,21



Continuación tabla III...

No.	Marca	Conexión L y N	Tierra	VLN (V)	$\Delta V$ (%)	Vcarga (V)	ZL ( $\Omega$ )	ZN ( $\Omega$ )	ZT ( $\Omega$ )
32	Eagle	Inverso	Si	116,4	9,4	105,6	2,47	3	1,24
33	Eagle	Correcto	Si	115,1	6,6	107,8	0,88	1,26	1,98
34	Eagle	Correcto	Si	116,5	8,7	106,4	0,87	1,38	1,85
35	Eagle	Correcto	Si	115,7	7,9	106,3	0,67	1,13	1,46
36	Eagle	Correcto	Si	116,6	10,1	104,7	0,64	1,23	1,29
37	Eagle	Correcto	Si	115,7	8,1	106,4	0,9	1,36	1,89
38	Eagle	Correcto	Si	116,7	9,2	105,9	0,99	1,52	1,69
39	Eagle	Correcto	Si	116	10,1	104,1	0,9	1,49	1,8
40	Eagle	Correcto	Si	117,3	8,5	107,1	0,99	1,48	1,45
41	Eagle	Correcto	Si	116,7	10,9	103,3	0,68	1,31	1,29
42	Eagle	Correcto	Si	117,3	7,9	107,9	0,96	1,42	1,53
Tv1	Eagle	Inverso	Si	115,4	8	106,1	1,37	3	1,23
Tv2	Eagle	Correcto	Si	114,6	7,9	105,1	0,19	0,64	1,56
Ax1	Eagle	Correcto	Si	114,2	6,3	106,3	0,57	0,93	2,55
Ax2	Eagle	Correcto	No	114,5	8,8	104,4	0,3	0,8	1,22
<b>Sala "C" de Hemodiálisis (Maquinas)</b>									
1	Eagle	Correcto	Si	115,5	7,7	106,3	0,89	1,39	1,76
2	Eagle	Correcto	Si	116,8	10,8	104,1	0,68	1,31	1,63
3	Eagle	Correcto	Si	115,6	6,4	108,1	0,9	1,27	1,41
4	Eagle	Correcto	Si	116,4	6,7	108,7	0,77	1,16	1,42

Fuente: elaboración propia.

Donde:

- Conexión L y N: representa la conexión de la línea y neutro de los tomacorrientes en forma correcta o inversa.
- Tierra: representa la línea de tierra de cada tomacorriente debido a que algunos tomacorrientes no poseen esta línea de protección.



- $V_{LN}$  (V): representa el valor medido del voltaje en voltios entre línea y neutro de cada tomacorriente.
- $\Delta V$  (%): representa el valor en porcentaje de la caída de tensión en el circuito que alimenta dicho tomacorriente.
- $Z_L$  ( $\Omega$ ): representa el valor medido en ohmios de la resistencia distribuida de la línea activa que alimenta el circuito del tomacorriente desde el tablero de distribución.
- $Z_N$  ( $\Omega$ ): representa el valor medido en ohmios de la resistencia distribuida de la línea neutral que alimenta el circuito del tomacorriente desde el tablero de distribución.
- $Z_T$  ( $\Omega$ ): representa el valor medido en ohmios de la resistencia distribuida de línea de tierra que alimenta el circuito del tomacorriente desde el tablero de distribución.

### **2.2.3. Evaluación de estado de conexiones en general**

Para llegar al punto de evaluar las conexiones ya hemos pasado por los puntos anteriores que nos dan la base óptima para poder evaluar las conexiones en general. Los aspectos tomados en cuenta para determinar este punto son dos: el primero es la condición mecánica de la instalación y el segundo es la instalación eléctrica siempre de la instalación; esta última incluye los parámetros eléctricos tomados con los instrumentos.

La parte mecánica de la instalación es más conocida como soportería, tubería y accesorios de las instalaciones, tanto de iluminación como de fuerza de la cual se puede decir que se encuentra el 50 porciento empotrado y 50

por ciento sobrepuesto, ya que tiene una infraestructura que da lugar a este tipo de instalaciones por ser antigua. El techo de toda la unidad es de lámina a dos aguas lo que genera un espacio en el centro donde fueron conducidas las instalaciones con tubería pvc sobrepuesta en la madera, las paredes son de block donde fueron empotradas las tuberías de bajada que conducen a tomacorrientes e interruptores.

Las condiciones de todas las instalaciones han sido mantenidas por el departamento de operaciones, pero aun así las deficiencias encontradas son las siguientes:

- Los materiales de soportería han sido bien seleccionados pero de alguna manera el montaje o las instalaciones han sido las que dan problema, como por ejemplo tuercas y tornillos que no están en su lugar por estar mal atornillados.
- El no poseer planos eléctricos genera desorden cuando existe la necesidad de ir creciendo eléctricamente y se deriven circuitos de lugares no adecuados; tales como circuitos dedicados, alterando estos últimos, haciendo que llegue o sobrepase las capacidades de diseño tomadas en un principio.
- Muchos de los cables de neutro por ser de instalaciones que datan de mucho tiempo atrás, se encuentran desnudos, esto genera que los circuitos no provean de una alimentación adecuada generando conexiones falsas a lo largo de su trayectoria. Este problema se encuentra sobre todo en las instalaciones de las oficinas administrativas, sala de operaciones y salas de entrenamiento que son las instalaciones más antiguas.
- En las instalaciones eléctricas de las salas de hemodiálisis se cuenta con un sistema de red de tierras con un valor de cinco ohmios



aproximadamente según mediciones. Ésta se ha fortalecido a raíz de los problemas solucionados por el departamento de operaciones, pero es necesario que ese sistema de tierras se generalice en todos los ambientes para proveer de esta valiosa protección a todos los equipos instalados y con ello tener un sistema seguro.

- Muchos de los tomacorrientes, derivado del punto anterior, se encuentran sin conexión a tierra, aun siendo polarizados. Esto genera tener circuitos sin protección a tierra lo que implica que cada aparato eléctrico conectado a este circuito estará expuesto a una alimentación sin línea de tierra. El otro caso es que, aunque en menor número, existen tomacorrientes que no son polarizados y que aunque tuvieran un cable disponible de conexión a tierra no se podría realizar ya que el dispositivo de tomacorriente en sí, no posee el borne de tierra.
- Las conexiones de algunos tomacorrientes se ha hecho de manera incorrecta, de tal manera que tienen conectada la línea en el borne neutral y el neutral en el borne de línea.
- En las conexiones no se tiene identificado ninguno de los registros, esto produce incertidumbre en el proceso de expansión de las instalaciones y da lugar a conectar sin saber que circuito será afectado con la nueva conexión.
- Verificando algunas líneas de circuitos existentes se pudo observar que algunos circuitos poseen en una misma línea cables de diferente calibre, afectando no solo la capacidad sino también la impedancia total del circuito. Este caso también se repite en algunos puntos, en el cual, el cable de donde se empalma una nueva conexión es menor en calibre del cable que se conecta.
- En cuanto a las lámparas hay un factor muy importante debido a que la mayoría son lámparas fluorescentes por tener estas un dispositivo que



- comúnmente es llamado pantalla pero que su nombre verdadero es difusor. Este difusor, debido a las condiciones en las que se encuentra, se ve afectado por el polvo y la suciedad que se acumula en él y no permite que cumpla su función de difusión lumínica. Por esta razón necesitan mantenimiento para remover dicha suciedad y así cumplir con los requerimientos de nivel de iluminación.
- Los tableros, tomacorrientes, lámparas, interruptores y todos los equipos, ninguno cuenta con identificación. De vital importancia es saber de qué circuito se está hablando cuando se tiene un tomacorriente a disposición y que teniendo una identificación clara se puede evitar muchas fallas en todo el sistema.

#### **2.2.4. Medición de la calidad de energía**

Antes de cualquier comentario definiremos de una manera muy sencilla pero muy técnica el concepto de calidad de energía.

Hablar de calidad de energía es algo muy indeterminado, pero podemos definirla como una ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario, que puede ser desde una casa hasta un aparato o dispositivo eléctrico

Esta fase se realizó en dos partes, cubriendo con ello los puntos más importantes en lo que se refiere a calidad de energía.

La primera parte es la medición de los parámetros eléctricos en cada tomacorriente de la unidad; estas mediciones son las presentadas en la Tabla III donde se utilizó el analizador de redes (*SureTest*) ya mencionado. Las mediciones realizadas fueron con el objetivo de detectar los parámetros de

voltaje que se suministran en cada punto de conexión y así revelar los valores de caída de tensión en el sistema.

La segunda parte es la medición de los puntos de distribución como lo son los tableros de distribución y que para dichas mediciones se seleccionaron únicamente los puntos más importantes. Siendo estos la barra de transferencia automática, las salas de hemodiálisis A, B y C, y por último el tablero de servicios de osmosis inversa.

Para este proceso se utilizó el equipo de medición Circuitor modelo AR.5, que es un medidor y registrador de red trifásica tanto equilibrada como desequilibrada, el cual presenta las siguientes características técnicas:

- Trabaja en los 4 cuadrantes. Precisión en medida: 0,5 por ciento en voltaje, corriente y 1 por ciento en kilovatios. Alimentado por batería de 9 Voltios. Autonomía: 4-10 horas. Portátil: comodidad, ergonomía, poco peso. Multi programa. Display gráfico.
- Tensión Alimentación: red 230 voltios  $\pm 15$  por ciento 50-60 hertzios (El equipo debe conectarse a un circuito de alimentación con toma de tierra). Tensión máxima en el circuito de medida: 500 voltios fase – neutro 800 voltios entre fases. Cuando la tensión de entrada supera la máxima, el AR5 muestra indicación de "Fuera de Rango".

En la figura 20 se muestra el medidor de calidad de energía Circuitor AR.5, conjuntamente sus elementos de medición.



Figura 20. **Medidor de calidad de energía circuito**



Fuente: UNAERC.

El primer paso realizado para obtener las mediciones fue conectar las donas de medición a cada una de las líneas debidamente identificadas con colores y letras en el medidor, (negro línea uno, rojo línea dos y azul línea tres), para registrar las mediciones de corriente. Luego se conectaron los ganchos de sujeción en cada uno de los bornes de las líneas así como también en la referencia de neutro, para registrar las mediciones de voltaje. Las mediciones se tomaron en tiempo real con el medidor conectado un promedio de 5 horas en cada punto ya mencionado, considerándose para esto los tiempos de mayor demanda en cada punto, dentro de la unidad.

El procedimiento de medición de calidad de energía se concentró en las siguientes características:

- Magnitudes de Voltajes
- Magnitudes de Corrientes
- Magnitudes de Potencia Activa.



Los datos recopilados fueron retirados de la memoria de almacenamiento del Circuito AR.5 y trasladados a tablas de Excel para el análisis y representación gráfica de los valores obtenidos, de los cuales se presenta el siguiente análisis:

### Magnitud de Voltajes

En el punto de entrega de EEGSA a UNAERC se da directamente en la barra de transferencia luego del breaker principal, en este punto se considerará dos parámetros establecidos en las Normas Técnicas del Servicio de Distribución -NTSD- Resolución 9-99 de la Comisión Nacional de Energía -CNEE-, en los artículos 23 y 27 los cuales, respectivamente, son:

- Índice de regulación de tensión
- Índice de calidad de desbalance

### Índice de regulación de tensión

Evalúa las magnitudes de voltaje en el punto de entrega de EEGSA al UNAERC, 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:

$$IRT (\%) = \Delta V_k (\%) = (|V_k - V_n| / V_n) \times 100$$

Donde:

VK: valor de tensión en un intervalo de medición K

Vn: valor de tensión nominal

IRT: índice de regulación de tensión

Se establece como 3 por ciento el valor máximo para la tolerancia del índice o indicador global durante el periodo de control. El procedimiento es medir el punto de distribución más importante tal como lo es la barra de transferencia automática.

Índice de calidad de desbalance

El índice para evaluar el Desbalance de Tensión en servicios trifásicos, se determina sobre la base de comparación de los valores eficaces (RMS) de tensión de cada fase, medidos en el punto de entrega y registrados en cada Intervalo de Medición (k). Este índice está expresado como un porcentaje:

$$\Delta DTD (\%) = [3(V_{\text{máx}} - V_{\text{mín}})/(V_a + V_b + V_c)] \times 100$$

Donde:

$\Delta DTD (\%)$ : porcentaje de Desbalance de Tensión por parte del Distribuidor.

$V_{\text{máx}}$ : es la tensión máxima de cualquiera de las fases, registrada en el Intervalo de Medición k.

$V_{\text{mín}}$ : es la tensión mínima de cualquiera de las fases, registrada en el Intervalo de Medición k.

$V_a$ : es la tensión de la fase a, registrada en el intervalo de medición k.

$V_b$ : es la tensión de la fase b, registrada en el intervalo de medición k.

$V_c$ : es la tensión de la fase c, registrada en el intervalo de medición k.

Se realizaron mediciones de las líneas trifásicas de voltaje que alimentan la transferencia automática, los tableros de distribución de las salas de Hemodiálisis A, B, C y el cuarto de osmosis. Dentro de los intervalos de medición que se muestran en los datos.

La tabla IV muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de voltaje en la barra de transferencia y el índice de regulación de voltaje de cada línea que la alimenta.

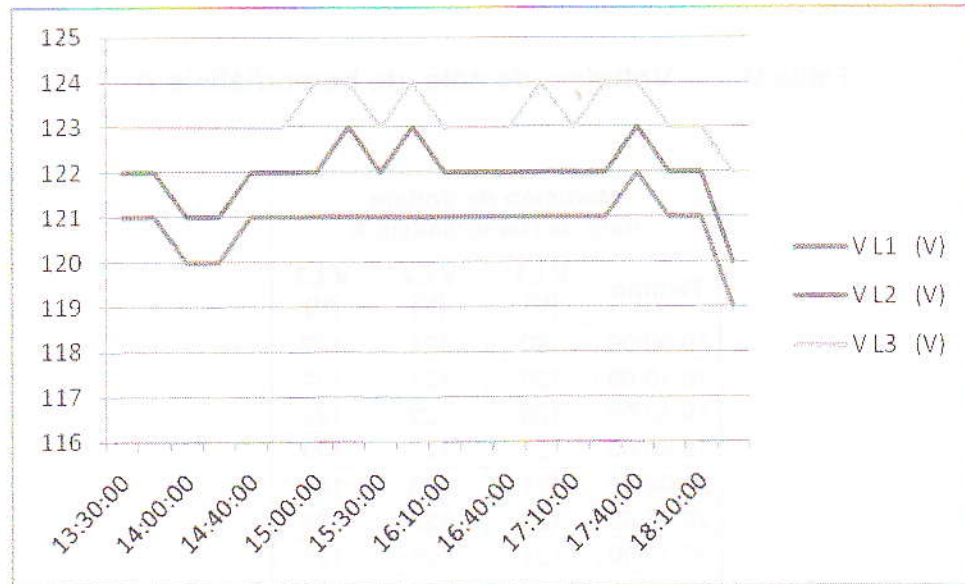
Tabla IV. Voltajes de transferencia automática

Medición de Voltaje Transferencia Automática							
Tiempo	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)	IRT (L1) %	IRT (L2) %	IRT (L3) %	DTD %
01:30:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
01:50:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
02:00:00	120	121	123	0,00	0,83	2,5	2,47
02:10:00	120	121	123	0,00	0,83	2,5	2,47
02:40:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
02:50:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
03:00:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33	2,45
03:10:00	121	123	124	0,83	2,5	3,33	2,45
03:30:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
03:50:00	121	123	124	0,83	2,5	3,33	2,45
04:10:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
04:20:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
04:40:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
16:50:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33	2,45
05:10:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
05:20:00	121	122	124	0,83	1,67	3,33	2,45
05:40:00	122	123	124	1,67	2,5	3,33	1,63
05:50:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
06:10:00	121	122	123	0,83	1,67	2,5	1,64
06:30:00	119	120	122	0,83	0	1,67	2,49

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.



Figura 21. Voltajes de transferencia automática



Fuente: elaboración propia.

Del resultado de los datos observados tanto en la Tabla IV como en la Figura 21, se puede observar que en algunos casos el índice de regulación de tensión -IRT- supera el valor normado en las NTSD. Ello como resultado de una variación en el sistema del distribuidor que a pesar de ser un leve incremento del 0,33 por ciento arriba del valor aceptado en periodos pequeños es necesario hacer mediciones constantes para determinar si este error supera el número permitido dentro del intervalo de medición K. En cuanto al desbalance total del distribuidor -DTD- los datos muestran que se encuentra dentro del rango aceptable del 3 por ciento establecido en el artículo 28 de las normas ya citadas.

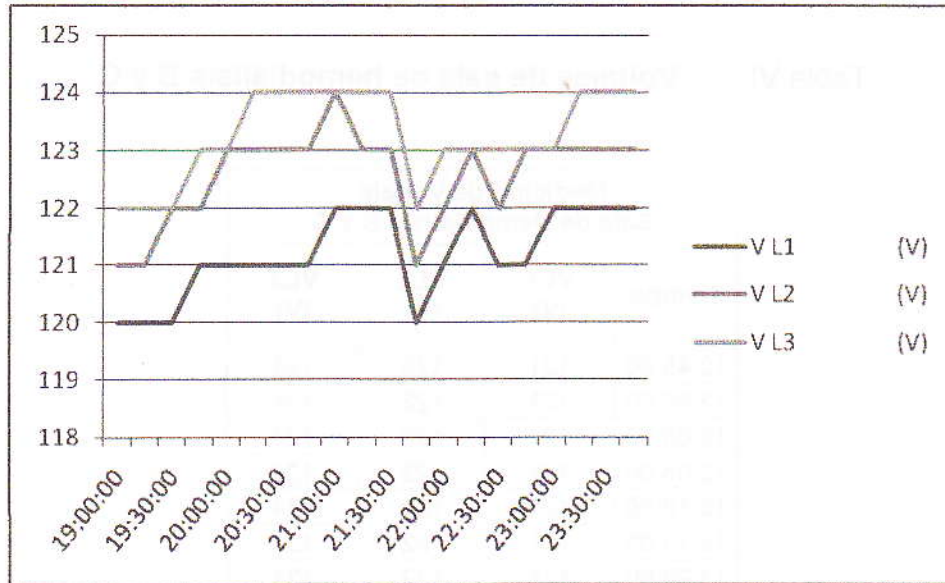
La tabla V muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de voltaje en la sala de hemodiálisis A.

Tabla V. Voltajes de sala de hemodiálisis A

Medición de Voltaje Sala de Hemodiálisis A			
Tiempo	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)
19:00:00	120	121	122
19:10:00	120	121	122
19:30:00	120	122	122
19:40:00	121	122	123
20:00:00	121	123	123
20:10:00	121	123	124
20:30:00	121	123	124
20:40:00	121	123	124
21:00:00	122	124	124
21:10:00	122	123	124
21:30:00	122	123	124
21:40:00	120	121	122
22:00:00	121	122	123
22:10:00	122	123	123
22:30:00	121	122	123
22:40:00	121	123	123
23:00:00	122	123	123
23:10:00	122	123	124
23:30:00	122	123	124
23:50:00	122	123	124

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 22. Voltajes de sala de hemodiálisis A



Fuente: elaboración propia.

Del resultado de los datos observados tanto en la tabla V como en la figura 22, se puede observar que los niveles de tensión en la sala de hemodiálisis A se encuentran en los valores permitidos y dentro del valor nominal de 120 voltios.



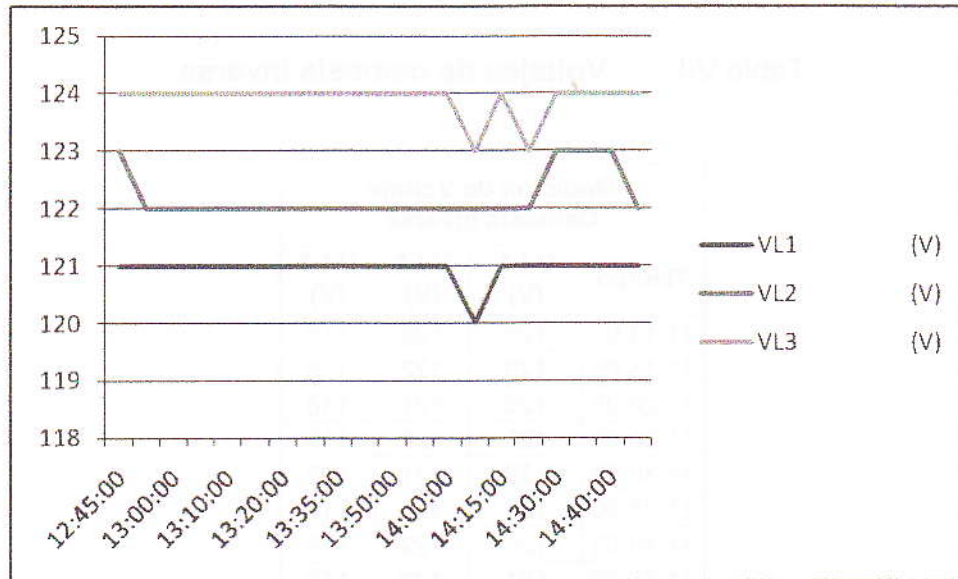
La tabla VI muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de voltaje en la salas de hemodiálisis B y C.

Tabla VI. Voltajes de sala de hemodiálisis B y C

Medición de Voltaje Sala de Hemodiálisis B y C			
Tiempo	VL1 (V)	VL2 (V)	VL3 (V)
12:45:00	121	123	124
12:50:00	121	122	124
13:00:00	121	122	124
13:05:00	121	122	124
13:10:00	121	122	124
13:15:00	121	122	124
13:20:00	121	122	124
13:30:00	121	122	124
13:35:00	121	122	124
13:40:00	121	122	124
13:50:00	121	122	124
13:55:00	121	122	124
14:00:00	121	122	124
14:10:00	120	122	123
14:15:00	121	122	124
14:20:00	121	122	123
14:30:00	121	123	124
14:35:00	121	123	124
14:40:00	121	123	124
14:45:00	121	122	124

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 23. Voltajes de sala de hemodiálisis B y C



Fuente: elaboración propia.

Del resultado de los datos observados tanto en la tabla VI como en la figura 23, se puede observar que los niveles de tensión en la sala de hemodiálisis B y C se encuentran en los valores permitidos y dentro del valor nominal de 120 voltios.

La tabla VII muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de voltaje del tablero de distribución ubicado en el cuarto de osmosis.

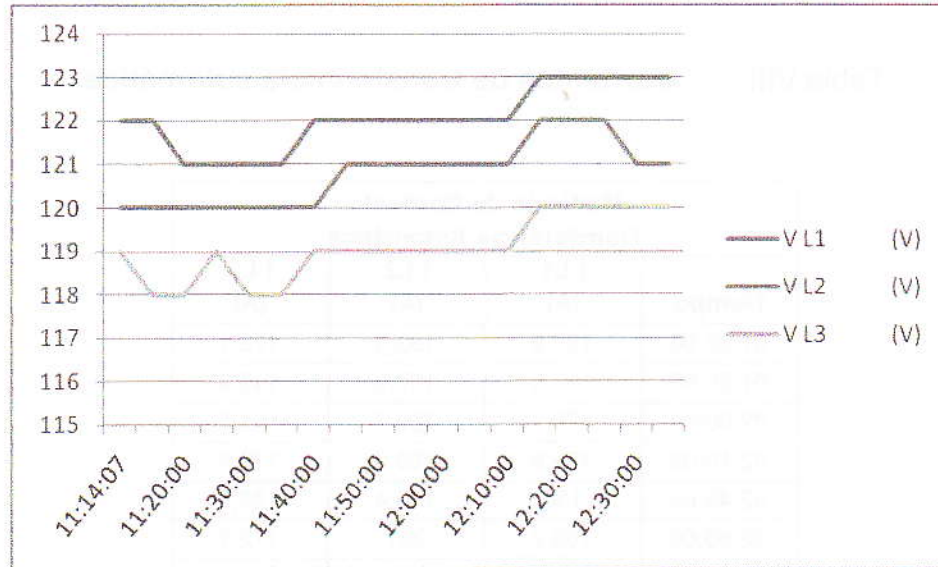
Tabla VII. Voltajes de osmosis inversa

Medición de Voltaje Osmosis Inversa			
Tiempo	V L1 (V)	V L2 (V)	V L3 (V)
11:14:07	120	122	119
11:15:00	120	122	118
11:20:00	120	121	118
11:25:00	120	121	119
11:30:00	120	121	118
11:35:00	120	121	118
11:40:00	120	122	119
11:45:00	121	122	119
11:50:00	121	122	119
11:55:00	121	122	119
12:00:00	121	122	119
12:05:00	121	122	119
12:10:00	121	122	119
12:15:00	122	123	120
12:20:00	122	123	120
12:25:00	122	123	120
12:30:00	121	123	120
12:35:00	121	123	120

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.



Figura 24. Voltajes de osmosis inversa



Fuente: elaboración propia.

Del resultado de los datos observados tanto en la tabla VII como en la figura 24, se puede observar que los niveles de tensión en tablero de osmosis inversa se encuentran en los valores permitidos y dentro del valor nominal de 120 voltios.

#### Medición de Corrientes

La corriente es otro de los parámetros importantes en un análisis de calidad de energía, por lo tanto se realizaron mediciones de las líneas trifásicas de corriente que alimentan la transferencia automática, las salas de hemodiálisis A B y C, y el tablero ubicado en la osmosis inversa.

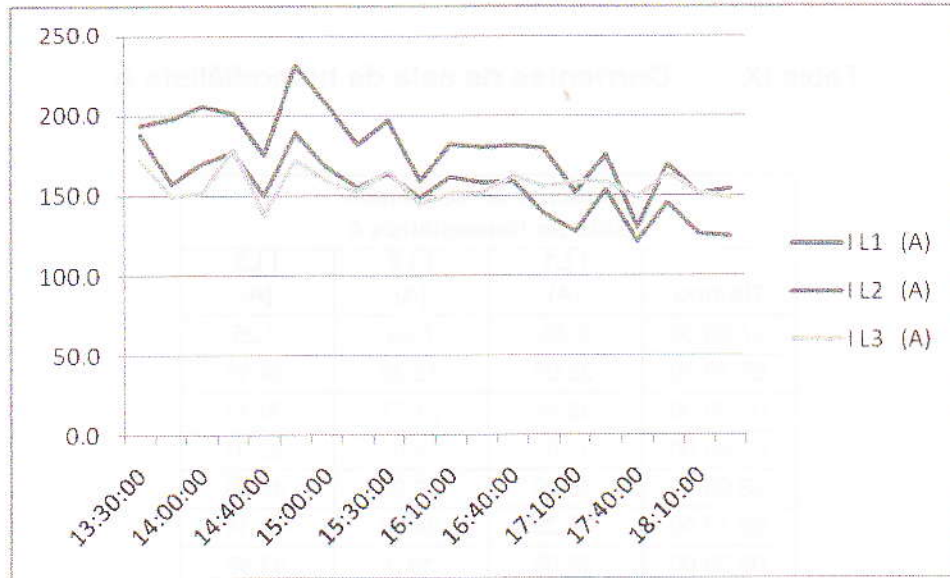
La tabla VIII muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de corriente de cada línea alimentada en la transferencia automática.

Tabla VIII. **Corrientes de transferencia automática**

Medición de Corriente Transferencia Automática			
Tiempo	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
01:30:00	187,9	193,5	172,1
01:50:00	157,6	197,9	149,3
02:00:00	170,1	205,7	151,5
02:10:00	176,9	200,9	179,4
02:40:00	150	175,4	138,8
02:50:00	189,2	231	172,7
03:00:00	167,7	207,5	158,9
03:10:00	154,6	182,2	152,5
03:30:00	163,8	196,7	165,2
03:50:00	148,4	159,1	144,6
04:10:00	161,4	182,1	151,3
04:20:00	158,2	180,1	152
04:40:00	158,9	180,8	161,8
04:50:00	139,5	179,7	155,7
05:10:00	127,7	152	157,9
05:20:00	153,6	175,9	159,1
05:40:00	120,6	129,9	148,6
05:50:00	145,4	169,2	164,1
06:10:00	125,7	151	151,5
06:30:00	124,3	154,2	148,7

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 25. Corrientes de transferencia automática



Fuente: elaboración propia.

La figura 25 muestra el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico de toda la red de UNAERC. Con esta gráfica y los datos tabulados podemos concluir que las corrientes de la fase uno y la fase tres están en un rango aceptable de balance, mientras que la fase dos esta desbalanceada con respecto a las otras dos fases. Esto implica que los alimentadores y protección de esta fase estén expuestos a condiciones desfavorables y desgastarse de una manera no equitativa, por lo tanto en la fase desbalanceada el tiempo de vida útil será menor con respecto a las de las otras dos fases.

El balance base para este análisis lo establece la carga total del tablero el cual bajo condiciones normales debe estar equilibrado en sus tres fases.



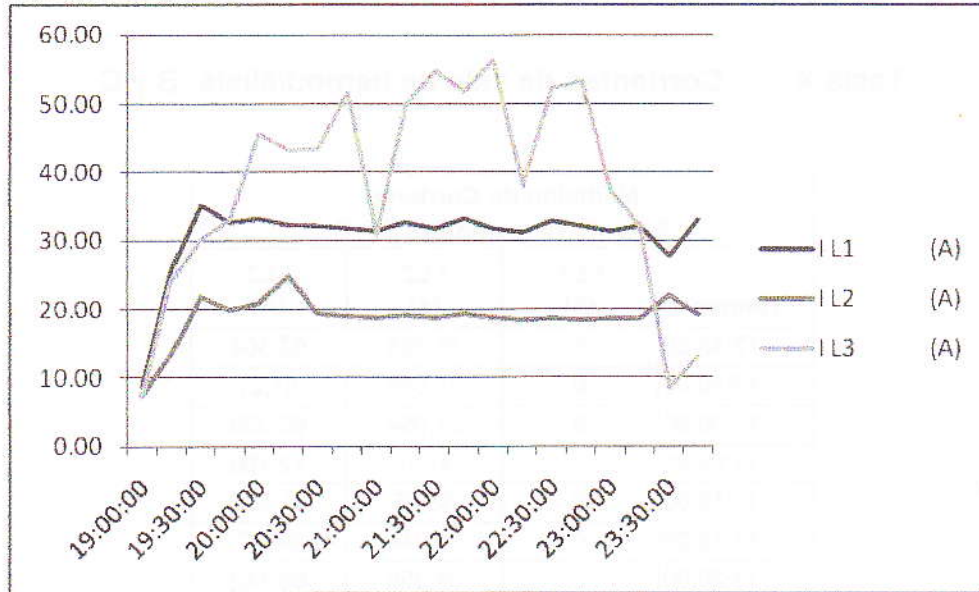
La tabla IX muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de corriente de cada línea alimentada en la sala de hemodiálisis A.

Tabla IX. **Corrientes de sala de hemodiálisis A**

Medición de Corrientes Sala De Hemodiálisis A			
Tiempo	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
07:00:00	8,88	7,49	7,25
07:10:00	25,65	13,35	24,16
07:30:00	35,15	21,77	30,18
07:40:00	32,67	19,92	33,03
08:00:00	33,29	20,92	45,69
08:10:00	32,29	24,86	43,14
08:30:00	32,06	19,3	43,45
08:40:00	31,67	18,91	51,64
09:00:00	31,36	18,83	30,8
09:10:00	32,75	19,14	49,71
09:30:00	31,75	18,76	54,8
09:40:00	33,22	19,3	51,87
10:00:00	31,75	18,83	56,34
10:10:00	31,21	18,37	38,13
10:30:00	32,91	18,6	52,18
10:40:00	32,21	18,37	53,41
11:00:00	31,28	18,6	37,2
11:10:00	32,06	18,6	32,34
11:30:00	27,73	21,92	8,57
11:50:00	32,98	19,22	12,97

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 26. Corrientes de sala de hemodiálisis A



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 muestra el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD8, el cual es el que alimenta al sistema de máquinas de hemodiálisis de toda la sala A. Con esta gráfica y los datos tabulados podemos concluir que las corrientes de las tres fases están severamente desbalanceadas, por lo tanto esto puede provocar fallas dentro del sistema que alimenta dicho tablero. El balance base para este análisis lo establece la carga total del tablero, el cual bajo condiciones normales debe estar equilibrado en sus tres fases.

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

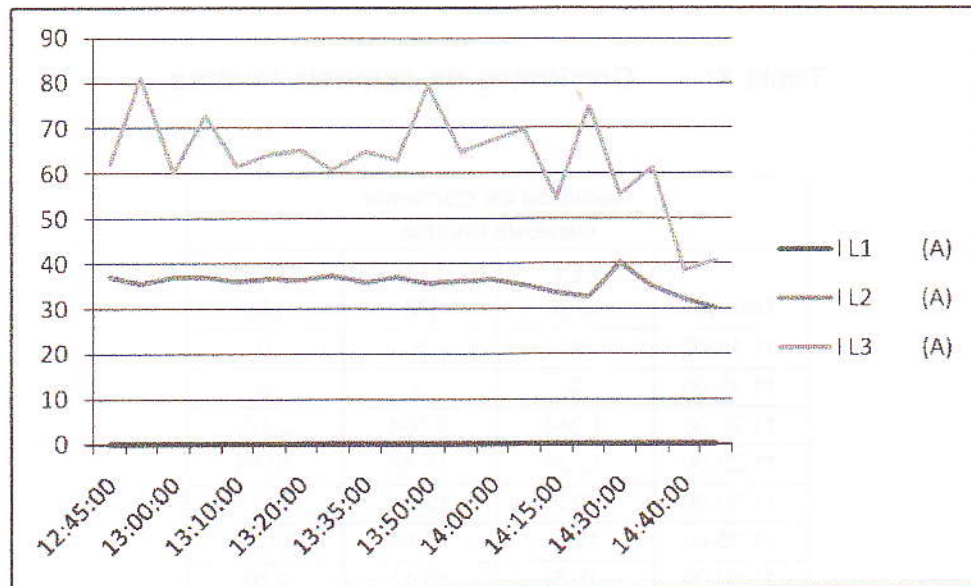
Tabla X. **Corrientes de sala de hemodiálisis B y C**

<b>Medición de Corriente Sala de Hemodiálisis B y C</b>			
<b>Tiempo</b>	<b>I L1 (A)</b>	<b>I L2 (A)</b>	<b>I L3 (A)</b>
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* CIRCUITOR AR5.



Figura 27. Corrientes de sala de hemodiálisis B y C



Fuente: elaboración propia.

La figura 27 muestra el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD4, el cual es el que alimenta todas las máquinas de las salas de hemodiálisis B y C. Con esta gráfica y los datos tabulados podemos concluir que las corrientes de la línea uno están en cero debido a que en esta línea no han cargado ningún solo ramal de distribución, lo cual genera un desbalance en la protección principal del mismo.

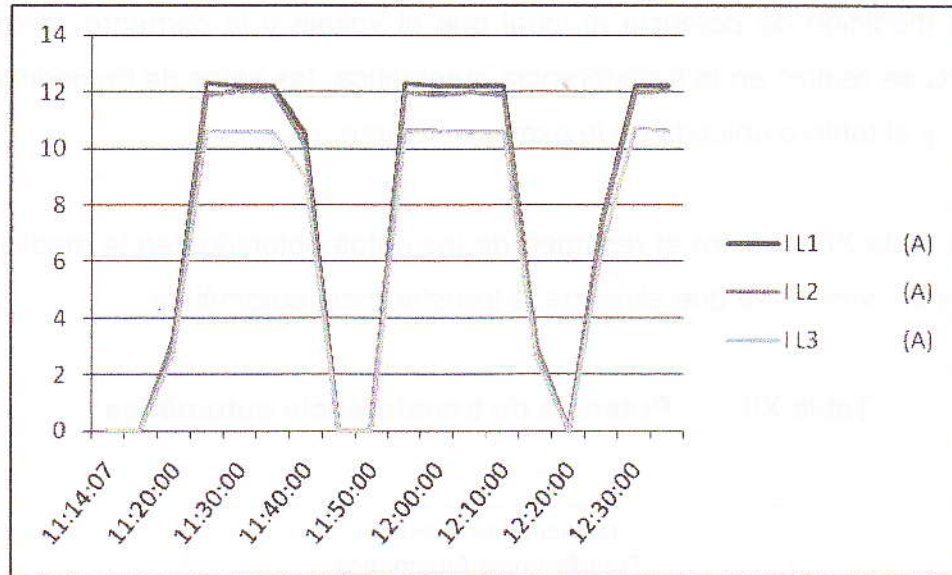
La tabla XI muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de corriente de cada línea alimentada en el tablero de osmosis inversa.

Tabla XI. **Corrientes de osmosis inversa**

Medición de Corriente Osmosis Inversa			
Tiempo	I L1 (A)	I L2 (A)	I L3 (A)
11:14:07	0	0	0
11:15:00	0	0	0
11:20:00	3,244	3,164	2,778
11:25:00	12,28	11,89	10,65
11:30:00	12,2	12,04	10,57
11:35:00	12,2	12,04	10,57
11:40:00	10,5	10,11	9,03
11:45:00	0	0	0
11:50:00	0	0	0
11:55:00	12,28	11,96	10,65
12:00:00	12,2	11,89	10,65
12:05:00	12,2	11,96	10,57
12:10:00	12,2	11,89	10,57
12:15:00	3,012	3,01	2,624
12:20:00	0	0	0
12:25:00	7,492	7,41	6,482
12:30:00	12,2	11,96	10,73
12:35:00	12,2	12,04	10,65

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 28. Corrientes de osmosis inversa



Fuente: elaboración propia.

La figura 28 muestra el comportamiento de la corriente en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD21, el cual es el que alimenta al sistema de osmosis inversa (Sistema que filtra y purifica el agua para el proceso de hemodiálisis). Con esta gráfica y los datos tabulados podemos concluir que las corrientes de las tres fases muestran un balance adecuado, debido a que este tablero es exclusivamente para las bombas trifásicas de osmosis inversa.

La leve diferencia de corriente que se observa entre las líneas dentro de la gráfica es por los filtros que se utilizan, los cuales son monofásicos. Por lo tanto se llega a la conclusión que este tablero se encuentra en óptimas condiciones.



## Medición de potencias

La medición de potencia al igual que el voltaje y la corriente dentro de UNAERC se realizó en la transferencia automática, las salas de hemodiálisis A, B, y C, y el tablero ubicado en la osmosis inversa.

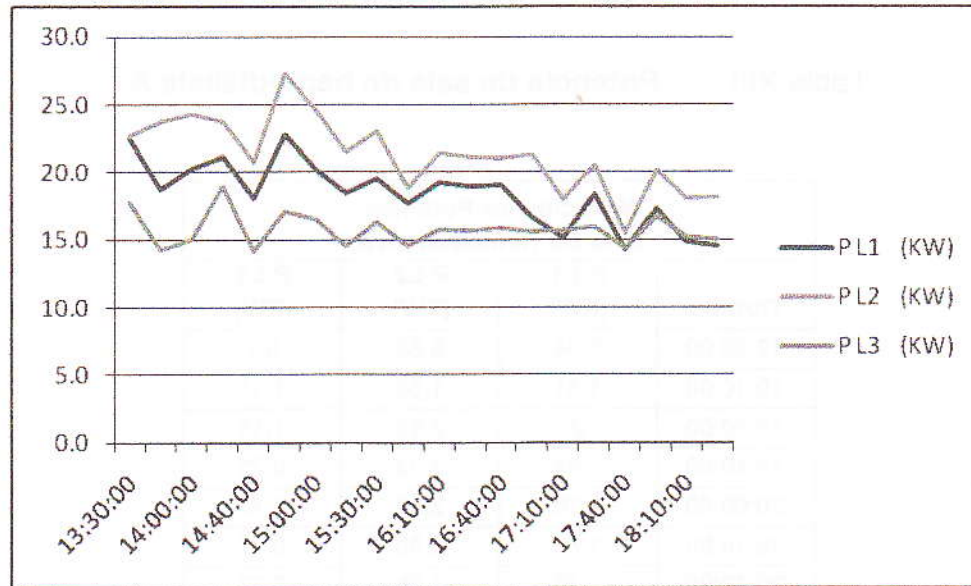
La tabla XII muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea que alimenta la transferencia automática.

Tabla XII. **Potencia de transferencia automática**

Medición de Potencia Transferencia Automatica			
Tiempo	P L1 (KW)	P L2 (KW)	P L3 (KW)
13:30:00	22,5	22,7	17,8
13:50:00	18,7	23,7	14,3
14:00:00	20,2	24,2	15
14:10:00	21,1	23,7	19
14:40:00	18	20,7	14,1
14:50:00	22,8	27,3	17,1
15:00:00	20,2	24,6	16,5
15:10:00	18,5	21,5	14,5
15:30:00	19,5	23,1	16,3
15:50:00	17,7	18,8	14,5
16:10:00	19,3	21,4	15,8
16:20:00	19	21,1	15,7
16:40:00	19,1	21	15,9
16:50:00	16,7	21,3	15,6
17:10:00	15,1	18	15,7
17:20:00	18,4	20,5	15,9
17:40:00	14,3	15,5	14,3
17:50:00	17,3	20,1	16,7
18:10:00	14,8	18,1	15,2
18:30:00	14,6	18,1	15

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 29. Potencia de transferencia automática



Fuente: elaboración propia.

La figura 29 muestra el comportamiento de la potencia real de toda la red de energía eléctrica de UNAERC, debido a que la potencia real demandada depende de la corriente consumida en el sistema y el voltaje (siendo el voltaje un valor constante). El comportamiento de la potencia será similar al comportamiento de la corriente, debido a este factor para tener un consumo de potencia óptimo y balanceado para cada una de las fases y del banco de transformadores.

La tabla XIII muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea alimentada en el tablero de la sala de hemodiálisis A.

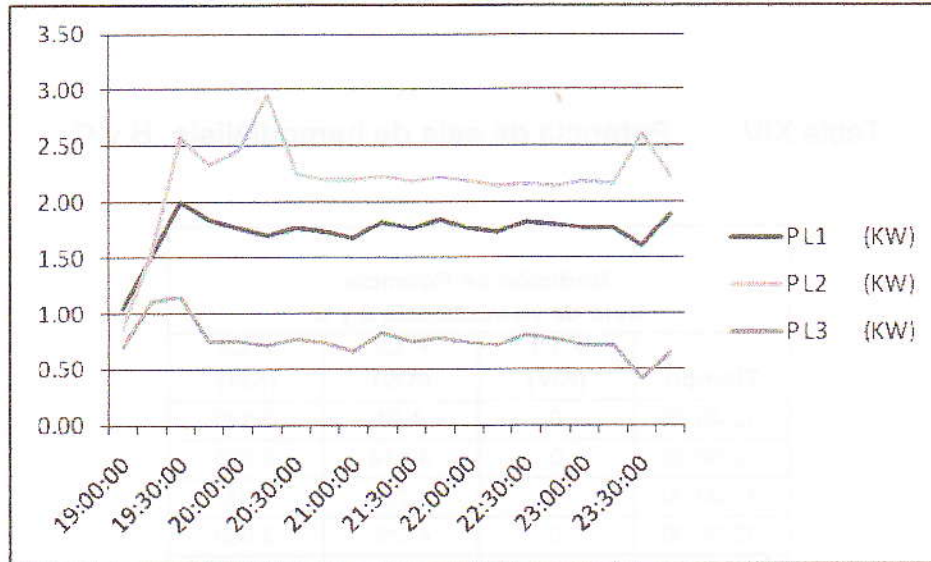
Tabla XIII. **Potencia de sala de hemodiálisis A**

<b>Medición de Potencia Sala De Hemodiálisis A</b>			
<b>Tiempo</b>	<b>P L1 (KW)</b>	<b>P L2 (KW)</b>	<b>P L3 (KW)</b>
19:00:00	1,04	0,88	0,7
19:10:00	1,51	1,56	1,11
19:30:00	2	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	2,2	0,73
21:00:00	1,67	2,2	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	0,8
22:40:00	1,8	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	1,6	2,61	0,41
23:50:00	1,89	2,24	0,64

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.



Figura 30. **Potencia de sala de hemodiálisis A.**



Fuente: elaboración propia.

La figura 30 muestra el comportamiento de la potencia real en el tablero TD8 de la sala de hemodiálisis A. El comportamiento de la potencia será similar al comportamiento de la corriente, debido a este factor para tener un consumo de potencia óptimo y balanceado para cada una de las fases.

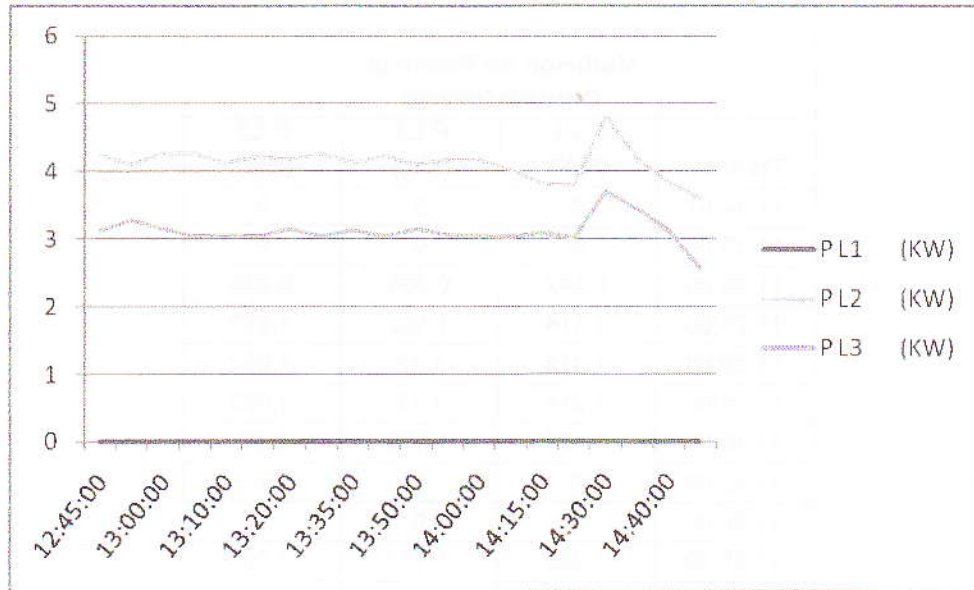
La tabla XIV muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea alimentada en el tablero de las salas de hemodiálisis B y C.

Tabla XIV. **Potencia de sala de hemodiálisis B y C**

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* CIRCUITOR AR5.

Figura 31. Potencia de la sala de hemodiálisis B y C



Fuente: elaboración propia.

La figura 31 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 para tener un consumo de potencia óptimo y balanceado para cada una de las fases.

La tabla XV muestra el resumen de los datos obtenidos en la medición de potencia de cada línea alimentada en el tablero de distribución del cuarto de osmosis inversa.

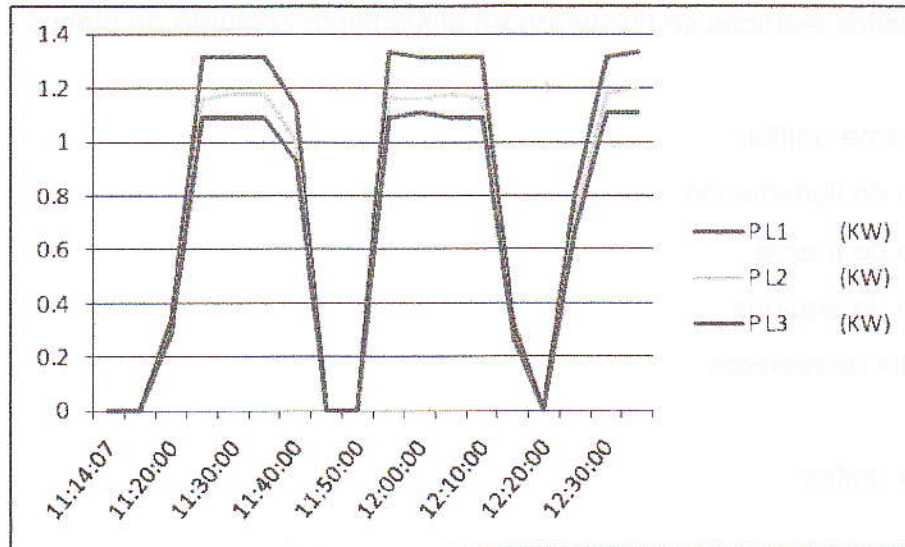


Tabla XV. Potencia de osmosis inversa

Medición de Potencia Osmosis Inversa			
Tiempo	P L1 (KW)	P L2 (KW)	P L3 (KW)
11:14:07	0	0	0
11:15:00	0	0	0
11:20:00	0,342	0,304	0,286
11:25:00	1,314	1,162	1,092
11:30:00	1,314	1,18	1,092
11:35:00	1,314	1,18	1,092
11:40:00	1,134	1,002	0,93
11:45:00	0	0	0
11:50:00	0	0	0
11:55:00	1,332	1,162	1,092
12:00:00	1,314	1,162	1,11
12:05:00	1,314	1,18	1,092
12:10:00	1,314	1,162	1,092
12:15:00	0,324	0,286	0,268
12:20:00	0	0	0
12:25:00	0,81	0,714	0,662
12:30:00	1,314	1,18	1,11
12:35:00	1,332	1,198	1,11

Fuente: datos *Power Visión* CIRCUITOR AR5.

Figura 32. Potencia de osmosis inversa



Fuente: elaboración propia.

La figura 32 muestra el comportamiento de la potencia real en cada una de las líneas del sistema trifásico del tablero de distribución TD21, el cual es el que alimenta al sistema de osmosis inversa. Debido a que este tablero si tiene un balance correcto en sus tres fases de corriente podemos concluir que la potencia también se encuentra en un balance correcto de sus tres fases, por lo tanto este tablero se encuentra en sus excelentes condiciones.

### 2.2.5. Elaboración de planos del sistema eléctrico actual

Los planos eléctricos o diagramas de las instalaciones de la unidad como se mencionó con anterioridad son de vital importancia en toda la instalación. Son como un mapa en donde se ubican características eléctricas, datos técnicos, detalles de instalación, en fin todo un conjunto de información que permiten tener un buen control de un sistema eléctrico.

En los planos de levantamiento actual se tomó como prioridad obtener la mayor información real de todos los equipos eléctricos conectados, los cuales por propósitos técnicos se dividieron en el siguiente conjunto de planos:

- Diagrama unifilar
- Plano de iluminación
- Plano de fuerza
- Plano de equipos
- Planilla de tableros

#### Diagrama unifilar

En el diagrama unifilar se encuentra detallada toda la instalación eléctrica. Contiene cada una de las acometidas con las características de cables de alimentación, número total de tableros de distribución, generador y transferencia automática. Este plano se encuentra en la página 201.

#### Plano de iluminación

En el plano de iluminación encontramos la planta de la unidad con sus respectivos ambientes, en los cuales se han puesto cada una de las luminarias instaladas con sus dispositivos de interrupción. También se encuentra identificada con el tablero de distribución al que pertenece, así como su respectivo circuito. Este plano se encuentra en el anexo en la página 202.

#### Plano de fuerza

Al igual que el anterior, el plano de fuerza es una planta de la unidad dispuesto con cada uno de los puntos de tomacorriente, identificados de la



misma manera que el plano de iluminación, con su tablero de distribución y número de circuito. Este plano se encuentra en el anexo en la página 203.

#### Plano de alimentadores de equipos

En estos se incluyen todos los equipos instalados dispuestos cada uno en los lugares en los cuales están montados, con identificación del número de tablero de distribución como del número de circuito. Este plano se encuentra en el anexo en la página 204.

#### Planilla de tableros

En este último están identificados todos los tableros de distribución existentes, con las características eléctricas de cada uno, así como las capacidades de sus ramales y nombres de las cargas conectadas a cada ramal. Estas planillas se encuentran en los anexos para cada tablero de distribución debidamente identificados.

### **2.2.6. Recomendaciones para correcciones básicas**

- La distribución lumínica cumple con los parámetros de iluminación, pero en el caso de las lámparas fluorescentes en sus tres diferentes dimensiones 2'X4', 1'X4' y 2'X2' deben enfocarse planes de mantenimiento a los difusores durante el año. UNAERC es un lugar dedicado en todos sus ambientes a la salud, por lo mismo casi en todo mantiene un ambiente en constante mantenimiento de limpieza. Pero por su ubicación en la ciudad (centro zona 1), se encuentra inmersa en constante contaminación de polvo y humo que se acumula en los difusores y en los mismos tubos, lo que

- genera que los ambientes se vean afectados por un mal nivel de iluminación.
- En los casos en que a las lámparas les falta alguno de sus tubos o también que alguno se encuentre en mal estado, se hace necesario que sean sustituidas esas unidades para garantizar un buen nivel de iluminación.
  - Sustituir lámparas fluorescentes antiguas de todas las medidas por lámparas fluorescentes de 2'X2' con tubos de 32 *watts* con eficiencia no menor del 85 por ciento (actualmente lo mejor en el mercado) para no incorporar al sistema bajos valores de factor de potencia y corrientes armónicas.
  - En el tablero TD8 el cual tiene la gran mayoría de máquinas de hemodiálisis es recomendable eliminar todo equipo de tomacorrientes o iluminación, para evitar que las máquinas de hemodiálisis se vean afectadas por otro tipo de corriente ajena a ellas mismas, quedando así este tablero de distribución exclusivo para equipo médico.
  - Tomacorrientes identificados en el punto de "Calidad de energía en tomacorrientes" de la tabla III. Se han encontrado tomacorrientes que tienen una conexión inversa; instalando en sentido inverso la conexión de la línea neutral en el punto de conexión de línea y viceversa. En este caso todos los identificados con conexión inversa deberán ser conectados correctamente.
  - En el proceso de conexiones nuevas en las salas de hemodiálisis no se deben modificar los circuitos dedicados, los cuales figuran desde el punto de vista eléctrico como los circuitos mejor diseñados en toda la unidad. Estos poseen línea para cada circuito con su respectiva protección, línea



- neutral y línea de tierra independiente. No se debe alterar la estructura eléctrica de estos circuitos para mantener la confiabilidad y estabilidad en los circuitos importantes que son los de las máquinas de hemodiálisis.
- Como parte del punto anterior se hace la observación de que en la sala de hemodiálisis C los cuatro circuitos de máquinas de hemodiálisis existentes comparten la misma línea neutral y la misma línea de tierra. Dado que se derivan del tablero de distribución cuatro, es de suma urgencia instalar las líneas individuales, tanto de neutro como de tierra, para cada máquina y evitar posteriores fallas en estos circuitos de vital importancia.
  - Los tomacorrientes que fueron de la instalación antigua y que ya no se utilizan por que se quedaron sin tensión, deben ser retirados e instalar tapaderas para no generar puntos aparentes de conexión y con ello generar confusión. En el plano de distribución de fuerza o tomacorrientes están identificados todos los tomacorrientes que no funcionan.
  - En los tableros de distribución se debe realizar un reordenamiento de los cables internos, para poder reducir los inconvenientes que generan el desorden de los conductores de cada circuito, ésto para todos los tableros con excepción del TD-8 que tiene un adecuado ordenamiento.
  - Si en dado caso se necesita hacer una conexión nueva lo mejor será ubicar el tablero de distribución más cercano para derivar dicho circuito, considerando como primera opción instalar un nuevo ramal con su respectiva protección en el tablero identificado y como última opción añadirlo a cualquier circuito previamente medido para no alterar o hacer trabajar al límite el circuito al que se le agregara la nueva carga.



- Llevar la conexión de tierra física a los puntos que no están conectados, esto desde cada tablero a los puntos de tomacorriente.
- Realizar un balance de cargas en todos los tableros y mover algunas protecciones, con el objetivo de lograr un balance óptimo dentro del tablero de distribución. Se hace énfasis en los tableros de distribución críticos como el TD4 y TD21, debido a que en ellos alimentan los equipos que hacen posible el proceso de hemodiálisis, así al momento de tener un tablero bien balanceado no se corre riesgo de sobrecalentar cualquiera de las líneas del mismo.
- Los cables que alimentan al tablero de distribución TD4, se encuentran empalmados con cables que alimentan a otros tableros, de tal manera que es necesario dejar cables de alimentación exclusivos para este tablero con sus respectivas protecciones desde un tablero de distribución, de tal manera que no existan diferentes cargas conectadas hacia los alimentadores de las máquinas para el proceso de hemodiálisis de las salas B y C.
- Hacer la interconexión del *Bonding* (unión con un cable o puente entre la barra de tierra y parte metálica del tablero), en los tableros que no poseen esta conexión, siendo los únicos que poseen esta conexión el TD4 y TD8 y así evitar el riesgo de choque eléctrico.

## Mantenimiento

- Los componentes de conexión y uso como lámparas, interruptores y tomacorrientes han quedado identificados con el número de circuito de alimentación así como también el número de tablero de distribución. En

este caso lo importante es proteger y dar mantenimiento a dicha identificación para mantener esta designación tan necesaria para temas de mantenimiento.

- En las instalaciones sobrepuestas se debe tener el cuidado de utilizar los materiales adecuados para garantizar una instalación mecánica con durabilidad y con esto se evitarán estos errores que en algunos casos han hecho que la instalación eléctrica propiamente dicha falle.
- Los empalmes para nuevas instalaciones deben tenerse regulados, y no hacer conexiones que generen errores en circuitos en buenas condiciones.
- Se debe tener un control de elementos inservibles para su cambio inmediato, esto con el fin de disponer siempre de una instalación eléctrica confiable.
- Se debe tener una buena base de procedimientos para el mantenimiento, los cuales deben incluir aspectos técnicos eléctricos para mantener la estructura óptima de las instalaciones.
- 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, pero ello depende de ir reduciéndolos.
- Proveer al departamento de operación y mantenimiento de todo el equipo necesario para el constante arreglo de las instalaciones, esto incluye no solo equipo material si no también equipo humano.



- Deben de existir planos correctos y actualizados, debido a que son herramientas necesarias y por lo mismo dispuestas en un punto donde los responsables de mantenimiento puedan acceder a éstos que ayudarán a resolver los problemas eléctricos en el sistema.

### **2.3. Fase de diseño y propuesta de mejora**

La fase de diseño y propuesta de mejora se basa en el reacondicionamiento a partir de un nuevo diseño de todos los elementos que se encuentran en condiciones deficientes y no cumplen técnicamente con el objetivo de tener una instalación adecuada que brinde seguridad, confiabilidad y eficiencia.

Para la siguiente fase después de un levantamiento es la fase de diseño, a partir del conocer la situación actual del sistema eléctrico de UNAERC, es importante tomar en cuenta que únicamente se realizarán cambios en el sistema que esté deficiente o en su defecto necesite mejoras.

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, sino también evitar la parte complicada de tener demasiados puntos de distribución. La ubicación de estos nuevos puntos de distribución se realizó tomando en cuenta dos centros de carga de las áreas que se necesitan mejorar.

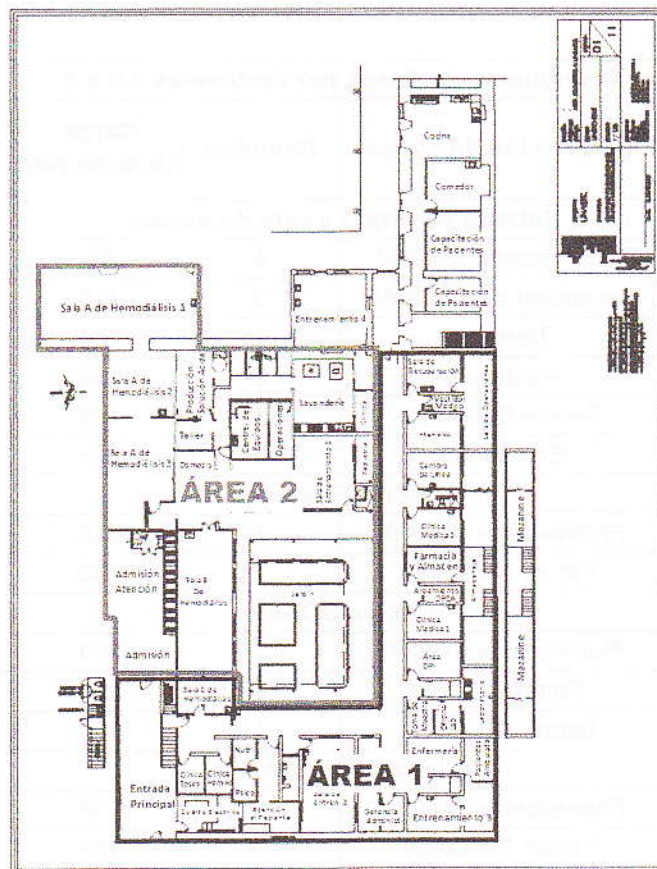
Debido a que se realizará un diseño en el cual se pretende mejorar el funcionamiento de la red eléctrica, las dos áreas se han nombrado como: área 1, donde se ubicará en el centro de carga de la misma un tablero de distribución



al que se le asignará el nombre de TD-1; dicho tablero de distribución se ubicará en el pasillo de servicios y administración. Y área 2, también se ubicará en el centro de carga de la misma un tablero de distribución al que se le asignará el nombre de TD-2; dicho tablero de distribución se ubicará en el frente de la sala de hemodiálisis B.

En la figura 33 se muestra la división de las áreas de la unidad en las que se dividieron para propósitos de diseño.

Figura 33. Planta de distribución de áreas



Fuente: UNAERC.

### 2.3.1. Ubicación de cargas y potencias por ambiente

El primer punto del diseño es ubicar las cargas y equipos en sus respectivos ambientes tanto en el área 1 como en el área 2.

La tabla XVI muestra toda la distribución de cargas del área 1, donde se puede observar que la mayoría de cargas son de iluminación, equipo de cómputo, tomacorrientes de uso general y cámaras de seguridad con dos equipos de aire acondicionado.

Tabla XVI. Distribución de cargas área 1

Distribución de Carga por Ambientes Área 1				
Descripción	Descripción de carga	Cantidad	Carga Unitaria (W)	Carga Total (W)
<b>Entrada principal y sala de espera</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x40 W	4	80	320
	Incandescente 125 W	5	125	625
Fuerza	Televisor	1	120	120
	Ventilador	2	100	200
	Tomas Sin Carga	4	180	720
	Extractores	2	200	400
<b>Cuarto Eléctrico</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x40 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Clínica SOSEP</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Computadoras	2	200	400
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Clínica Hemodiálisis</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540



Continuación tabla XVI...

<b>Distribución de Carga por Ambientes Área 1</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Descripción de carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Carga Unitaria (W)</b>	<b>Carga Total (W)</b>
<b>S. S. Damas</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Enfermería</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Pacientes Ambulatorios</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Fluorescente 2x20 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>S. S. Personal</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Dirección Medica</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Computadoras	1	200	200
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Clínica Medica uno</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Computadoras	1	200	200
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Aislamiento DPCA</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Farmacia</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Computadoras	2	200	400
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Almacén</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	4	125	500
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Mezanine</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	4	125	500
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540



Continuación tabla XVI...

<b>Distribución de Carga por Ambientes Área 1</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Descripción de carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Carga Unitaria (W)</b>	<b>Carga Total (W)</b>
<b>Clínica Medica dos</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Computadoras	1	200	200
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>S. S. Damas</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Cambio de Línea</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Intensivo</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Vestidor Medico</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x40 W	1	125	125
Fuerza	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Sala de recuperación</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Sala de operaciones</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	2	125	250
Fuerza	Tomas Sin Carga	3	180	540
<b>Corredor Jardín Fondo</b>				
Iluminación	Incandescente 125 W	8	125	1 000
Fuerza	Cámaras de seguridad	4	180	720
	Tomas Sin Carga	6	180	1 080

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVII muestra la distribución del área 2, donde la distribución se marca en cada uno de sus ambientes el contenido de iluminación, fuerza y los equipos como aires acondicionados y autoclave.

Tabla XVII. Distribución de cargas de área 2

<b>Distribución de Carga por Ambientes Área 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Descripción de carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Carga Unitaria (W)</b>	<b>Carga Total (W)</b>
<b>Oficina de Operaciones</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	1	125	125
	Computadoras	2	200	400
Fuerza	Ventilador	1	50	50
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Central de equipos</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	2	125	250
	Televisores	1	200	200
Fuerza	Autoclave	1	7 500	7 500
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>DPI</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	2	160	320
	Televisor	1	200	200
Fuerza	Microondas	1	50	50
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Lavandería</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	2	160	320
	Lavadoras	1	200	200
Fuerza	Secadoras	1	50	50
	Tomas Sin Carga	4	180	720
<b>Clínica 3</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x40 W	2	80	160
	Computadoras	1	200	200
Fuerza	Impresoras	1	50	50



Continuación tabla XVII...

<b>Distribución de Carga por Ambientes Área 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Descripción de carga</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Carga Unitaria (W)</b>	<b>Carga Total (W)</b>
	Lámparas de 20 W	2	125	250
	Computadoras	4	200	800
Fuerza	Ventilador	2	50	100
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Pasillo y Lokers</b>				
Iluminación	Fluorescente 2x20 W	5	125	625
Fuerza	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Entrenamiento 1</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Microondas	1	200	200
Fuerza	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Clínica Pediátrica</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Computadoras	1	200	200
Fuerza	Ventilador	1	50	50
	Tomas Sin Carga	1	180	180
<b>Cuarto de Osmosis</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Bombas	1	3 700	3 700
Fuerza	Bomba Sip	1	3 500	3 500
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Sala Hemodiálisis C</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	1	160	160
	Maquinas de Hemodiálisis	4	200	800
Fuerza	Ventilador	1	50	50
<b>Sala Hemodiálisis B</b>				
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	5	160	800
	Maquinas de Hemo	12	200	2 400
Fuerza	Televisores	2	50	100
	Tomas Sin Carga	2	180	360
<b>Pasillo Jardines</b>				
Iluminación	Fluorescente 1x20 W	8	125	1 000
Fuerza	Tomas Sin Carga	6	180	1 080



Continuación tabla XVII...

Sala de Hemodiálisis A				
Descripción	Descripción de carga	Cantidad	Carga Unitaria (W)	Carga Total (W)
Iluminación	Fluorescente 4x40 W	21	160	3 360
	Maquinas de Hemo	30	1 800	54 000
Fuerza	Tomas Generales	26	180	4 680

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.2. Cálculo del calibre del conductor para iluminación

El cálculo de los diferentes tipos de circuitos que se alimentarán dentro de las instalaciones se hace mediante los siguientes métodos:

#### Método por corriente

El método por corriente se basa en función de varios factores, siendo estos: los que alteran la capacidad de conducción de corriente del alimentador del circuito, tales como el factor de servicio continuo, factor de material del tubo o canalización, el factor de la temperatura ambiente y el factor de cantidad de conductores dentro de la canalización, factores que determinan que la capacidad del conductor sea mayor al que colocaríamos con el valor de la corriente nominal.

En la figura 34 se muestra la fórmula que se utiliza para calcular la corriente total que circulará por un conductor al utilizar el método por corriente.

Figura 34. **Fórmula corriente de diseño**

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

Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

Donde:

$I_t$ : corriente total calculada, que se usará para selección del conductor.

$I_n$ : corriente nominal, la cual es la que se consume por todos los equipos instalados.

$F_{sc}$ : factor de servicio continuo, si la carga estará siempre conectada o por intervalos de tiempo este varía según el tipo de carga instalada.

$F_{mt}$ : 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.

$F_{ta}$ : factor de temperatura ambiente, tabla en página 194.

$F_{nc}$ : factor número de conductores, tabla en página 195.

En el anexo se encontrarán las tablas de factores de corrección por temperatura y por número de conductores en el tubo.

El resultado final de la corriente total encontrada con la fórmula presentada en la figura 34, se compara con respecto a la tabla 310 del artículo 310 del código NEC, la cual muestra los calibres de conductores y su capacidad de conducción de corriente, tabla en la pagina 193.

## Método por caída de tensión

El método por caída de tensión se basa en la distancia desde la carga hacia la alimentación, es decir del tablero de distribución, así como del tipo de material del conductor, el cual puede ser cobre o aluminio. Este método usa la fórmula que se muestra en la figura 35 donde se pueden observar los factores y datos que se necesitan para encontrar el área del conductor a utilizarse.

Figura 35. **Fórmulas caída de tensión, a) monofásica, b) trifásica**

$$a) \text{ Amm}^2 = \frac{\text{In} \times 2 \times d}{e \times K}$$

$$b) \text{ Amm}^2 = \frac{\text{In} \times 1,73 \times d}{e \times K}$$

Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

Donde:

$\text{Amm}^2$ : área en milímetros cuadrados a encontrarse del conductor.

In: 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 de voltaje, donde la caída de voltaje debe de ser máxima del 5 por ciento distribuida con el 2 por ciento para alimentadores y el 3 por ciento para ramales.

K: constante del material, 57 si es cobre y 36 si es aluminio, por aspectos de confiabilidad, rigidez y mejores propiedades eléctricas y mecánicas, en instalaciones eléctricas residenciales y hospitalarias utilizaremos conductor de



cobre para la selección del calibre. Por lo tanto el valor de la constante K será de 57 para todos los cálculos.

Otro de los aspectos importantes a mencionar es el código de colores para conductores eléctricos, desglosado de la siguiente forma: el color negro para la fase A, el color rojo para la fase B y el color azul para la fase C, siendo el blanco para el conductor neutral del sistema y el color verde para la tierra física, azul y amarillo para los puentes y retornos de los circuitos respectivamente.

Circuitos de iluminación: estos circuitos son los 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 estandarizó valores de potencia mínima de cálculo de 125 watts.

Para representar los cálculos realizados en cada circuito se presenta el procedimiento realizado en el ambiente de atención y admisión, proceso que se detalla a continuación:

Calculando circuitos de atención y admisión

Método por corriente

Utilizando la fórmula presentada en la figura 32 con los valores siguientes:

- $F_{sc} = 1$  de servicio continuo
- $F_{mt} = 0,8$  por estar en tubo PVC
- $F_{ta} = 1$  por estar a menos de 30° C
- $F_{nc} = 0,8$  por tener más de 3 conductores.

Potencia = 1 880 watts      FC= Factor Balastro = 125 %

Potencia = 1050 x 125% = 1 312,5 watts      Potencia total de diseño

Encontrando la Corriente Nominal:

$$I_n = \frac{1\,312,5}{120} = 10,93 \text{ A.}$$

Encontrando la corriente de diseño:

$$I_t = \frac{10,93}{(0,8 \times 1 \times 1 \times 0,8)} = 17,08 \text{ A}$$

Entonces utilizando el criterio por corriente debemos encontrar un conductor que soporte una corriente nominal de aproximadamente 17,08 amperios o es su defecto el de valor inmediato superior.

La tabla utilizada para la selección es la Tabla B.310 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 entre 25° y 30° centígrados aproximadamente.

De la misma tabla se observa que el calibre recomendado es el conductor cable No. 12 AWG THWN con una capacidad de 20 amperios. Para el cual se utilizará un interruptor termo magnético de 20 amperios. Tabla contenida en la página 193.

## Método por caída de tensión

Utilizando la corriente nominal encontrada en el método por corriente y teniendo que una distancia de 14 metros aproximadamente se sustituyen en la fórmula monofásica de caída de tensión (figura 35 inciso a) y se obtiene:

Valores:

- $I_n = 10,93 \text{ A}$
- $D = 14 \text{ m}$
- $E = 3\% \text{ de } 120 \text{ V}$
- $K = 57 \text{ por ser conductor cobre}$

$$A = \frac{10,93 \times 2 \times 14}{(0,03 \times 120) (57)} = 1,50 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

Este valor es el calculado para las condiciones dadas y representa el área del conductor a utilizar. Para todos los cálculos de área por caída de tensión utilizaremos la tabla de área y propiedades del conductor del NEC contenida en la página 196.

Comparando el resultado del área obtenido, el cual es  $1,50 \text{ mm}^2$ , con los valores de la tabla anterior, se puede observar que el valor inmediato superior corresponde al calibre No. 14 AWG THWN con un área de  $A = 2,08 \text{ mm}^2$ .

Después de aplicar los dos métodos de selección del calibre del conductor se realiza una comparación entre los dos resultados y el valor del calibre máximo obtenido es el calibre de conductor que se selecciona nombrándolo como crítico por corriente o crítico por caída de tensión.



Para el ejemplo anterior se llega a la conclusión de que el circuito calculado de atención y admisión es crítico por corriente y el conductor seleccionado será el calibre No. 12 AWG THWN con capacidad de conducción de 20 amperios.

Los cálculos para los siguientes ambientes son representados de manera práctica en la tabla XIX con los datos importantes de cada circuito; inclusive se encontrará el circuito de atención y admisión, pero la forma de calcular será la descrita anteriormente con criterios de caída de tensión y corriente.

#### Cálculo de circuitos de iluminación para área 1

La tabla XVIII muestra la distribución de los circuitos de iluminación asignados al área 1, donde los ambientes fueron nombrados como CI, debido a que son circuitos de iluminación conectados a este tablero de distribución.

Tabla XVIII. Circuitos de iluminación área 1

Distribución de Ambiente para Circuitos de Iluminación, Área 1 (TD-1)			
Círcuito	Ambientes	Círcuito	Ambientes
CI-1	Entrada principal, sala de espera, cuarto eléctrico	CI-4	Corredor Jardín Fondo
CI-2	Sala de Entrenamiento 2, Oficina de Gerencia Administrativa, Gerencia Administrativa, Departamento Compras	CI-5	Entrenamiento 3, S. S. Damas, Enfermería, Pacientes Ambulatorios, S. S. Personal, Dirección Médica, Clínica Médica uno, Aislamiento DPCA,
CI-3	Cuarto Eléctrico, Clínica SOSEP, Clínica Hemodiálisis, Atención al Paciente, Psicología, Nutrición, S. S. Caballeros		

Fuente: elaboración propia.

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 debido a que es una lámpara con balastro, temperatura ambiente de 1, número de conductores de 0,8 y el tipo de material del tubo que será de PVC de 0,8, servicio continuo de 1 para tener un factor total de 0,64, para aplicarlo al método por corriente.

La tabla XIX desglosa los valores aplicados para el cálculo de los circuitos de iluminación, siendo estos resueltos con el mismo procedimiento del ejemplo anterior.

Tabla XIX. Resumen de cálculos de circuitos de iluminación área 1

Circuitos de Iluminación							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TD1-CI-1	1 070	120	1 $\phi$	20	1,56	
2	TD1-CI-2	695	120	1 $\phi$	10	1,56	
3	TD1-CI-3	1 315	120	1 $\phi$	6	1,56	
4	TD1-CI-4	1 000	120	1 $\phi$	25	1,56	
5	TD1-CI-5	1 620	120	1 $\phi$	16	1,56	
6	TD1-CI-6	1 140	120	1 $\phi$	30	1,56	
7	TD1-CI-7	1 160	120	1 $\phi$	25	1,56	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
					THHN		
1	TD1-CI-1	13,91	1,73	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
2	TD1-CI-2	9,035	0,56	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
3	TD1-CI-3	17,095	0,64	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
4	TD1-CI-4	13	2,03	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
5	TD1-CI-5	21,06	2,10	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente



Continuación tabla XIX...

No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
					THHN		
6	TD1-CI-6	14,82	2,77	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
7	TD1-CI-7	15,08	2,35	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIX 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.

La instalación propiamente dicha constará de cajas de registro en el entretecho y para llegar hasta la lámpara utilizaremos cable tipo TSJ 2x16 AWG proporcionando con esto una flexibilidad en la instalación de las luminarias, empalmados y aislados con cinta scotch súper 33+.

#### Cálculo de circuitos de iluminación para área 2

La tabla XX muestra la distribución de los circuitos de iluminación asignados al área 2, donde los ambientes fueron nombrados como CI, debido a que son circuitos de iluminación conectados a este tablero de distribución.



Tabla XX. Circuitos de iluminación área 2

Distribución de Ambiente para Circuitos de Iluminación, Área 2 (TD-2)			
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 y DPI	CI-7	Sala Hemodiálisis A 3
CI-4	Entrenamiento 1, Lavandería, Clínica Pediatría y Clínica 3		

Fuente: elaboración propia.

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 0,8 y el tipo de material del tubo que será de PVC de 0,8, servicio continuo de 1 para tener un factor total de 0,64, para aplicarlo al método por corriente.

La tabla XXI desglosa los valores aplicados para el cálculo de los circuitos de iluminación del área 2, siendo estos resueltos con el mismo procedimiento realizado en el área 1.

Tabla XXI. Resumen de cálculos de circuitos de iluminación área 2

Circuitos de Iluminación (Área 2)							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TD2-CI-1	1 050	120	1∅	14	1,56	
2	TD2-CI-2	1 000	120	1∅	25	1,56	
3	TD2-CI-3	1 320	120	1∅	26	1,56	
4	TD2-CI-4	1 280	120	1∅	26	1,56	
5	TD2-CI-5	960	120	1∅	15	1,56	
6	TD2-CI-6	1 600	120	1∅	30	1,56	
7	TD2-CI-7	1 600	120	1∅	25	1,56	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD2-CI-1	13,65	1,19	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
2	TD2-CI-2	13	2,03	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
3	TD2-CI-3	17,16	2,78	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
4	TD2-CI-4	16,64	2,70	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
5	TD2-CI-5	12,48	1,16	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V.
6	TD2-CI-6	20,8	3,89	1 x 30 A	10	3/4"	Caída V.
7	TD2-CI-7	20,8	3,24	1 x 30 A	10	3/4"	Caída V.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI 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.

La instalación propiamente dicha constará de cajas de registro en el entre techo y para llegar hasta la lámpara utilizaremos cable tipo TSJ 2x16 AWG



proporcionando con esto una flexibilidad en la instalación de las luminarias, empalmados y aislados con cinta scotch súper 33+.

### 2.3.3. Cálculo de circuitos de fuerza

Los tomacorrientes son dispositivos que nos sirven 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 podemos conectar un total de 10 tomacorrientes dobles con una carga permisible de 180 voltios amperios cada uno, dado que no se conoce la carga que se conectara en ellos, siendo ésta también no continua.

De la norma anterior a los circuitos de fuerza se fija el valor par un tomacorriente de uso general con carga de 180 voltio amperios, los cuales podrán tener cargas como equipo de computo y televisores, entre las características técnicas del equipo a evaluarse están, televisor plasma de menor a 29 pulgadas, con consumo de 120 *watts* promedio y equipo de computo con 200 *watts* de consumo de potencia promedio.

#### Cálculo de circuitos de fuerza para área 1

Los métodos aplicados para el cálculo de los circuitos de fuerza, corresponden a los que se utilizaron en los circuitos de iluminación, siendo estos el método por corriente y método de caída de tensión.

La tabla XXII, muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al área 1, donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados a este tablero de distribución (TD-1).



Tabla XXII. Circuitos de fuerza área 1

Distribución de Ambiente Circuitos de Fuerza Área 1			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CF - 8	Atención al Paciente, Psicología, Nutrición, S.S. Caballeros	CF - 15	Farmacia, Almacén, Mezanine
CF - 9	Entrada principal, sala de espera, cuarto eléctrico	CF - 16	S. S. Damas, Intensivo, Vestidor Medico,
CF - 10	Entrenamiento 3	CF - 17	Dirección Médica, Clínica Medica uno, Aislamiento DPCA, S.S. Personal
CF - 11	Clínica SOSEP, Clínica Hemodiálisis	CF - 18	Clínica Medica dos, Cambio de Línea, S.S. Damas
CF - 12	Enfermería, Pacientes Ambulatorios, S. S. Damas	CF - 19	Sala de recuperación, Sala de operaciones
CF - 13	Sala de Entrenamiento 2,	CF - 23	Corredor Jardín Fondo y cámaras de seguridad
CF - 14	Oficina de Gerencia Administrativa, Gerencia Administrativa, Departamento Compras		

Fuente: elaboración propia.

Los factores a utilizar en el cálculo de 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.

La tabla XXIII muestra el resumen de los cálculos de los circuitos necesarios para todo el sistema de fuerza para el área 1.

Tabla XXIII. Resumen de cálculos de circuitos de fuerza área 1

Circuitos de Fuerza							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TD1-CF-8	1 520	120	1 $\emptyset$	5	1,38	
2	TD1-CF-9	1 460	120	1 $\emptyset$	20	1,38	
3	TD1-CF-10	1 440	120	1 $\emptyset$	16	1,38	
4	TD1-CF-11	1 300	120	1 $\emptyset$	8	1,38	
5	TD1-CF-12	1 440	120	1 $\emptyset$	15	1,38	
6	TD1-CF-13	900	120	1 $\emptyset$	6	1,38	
7	TD1-CF-14	1 520	120	1 $\emptyset$	10	1,38	
8	TD1-CF-15	1 660	120	1 $\emptyset$	22	1,38	
9	TD1-CF-16	1 080	120	1 $\emptyset$	35	1,38	
10	TD1-CF-17	1 480	120	1 $\emptyset$	22	1,38	
11	TD1-CF-18	1 100	120	1 $\emptyset$	30	1,38	
12	TD1-CF-19	1 080	120	1 $\emptyset$	38	1,38	
13	TD1-CF-23	1 800	120	1 $\emptyset$	22	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
					THHN		
1	TD1-CF-8	17,48	0,61	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
2	TD1-CF-9	16,79	2,37	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
3	TD1-CF-10	16,56	1,87	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
4	TD1-CF-11	14,95	0,84	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
5	TD1-CF-12	16,56	1,75	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
6	TD1-CF-13	10,35	0,43	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
					THHN		
7	TD1-CF-14	17,48	1,23	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
8	TD1-CF-15	19,09	2,96	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
9	TD1-CF-16	12,42	3,07	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
10	TD1-CF-17	17,02	2,64	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
11	TD1-CF-18	12,65	2,68	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
12	TD1-CF-19	12,42	3,33	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
13	TD1-CF-23	20,7	3,21	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V

Fuente: elaboración propia.



En la tabla XXIII los parámetros eléctricos y de diseño corresponden a cada circuito según la carga estimada en cada uno de ellos, obteniendo con estos las características eléctricas óptimas de las instalaciones.

Cálculo de circuitos de fuerza para área 2

La tabla XXIV muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al área 2, donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados a este tablero de distribución (TD-2).

Tabla XXIV. Circuitos de fuerza área 2

Distribución de Ambiente para Circuitos de Fuerza, Área 2 (TD-2)			
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 Locker, Vestidores, Central de Equipos, Operaciones y DPI	CF - 14	Sala Hemodiálisis A2
CF - 11	Entrenamiento 1, Lavandería, Clínica Pediatría y Clínica 3	CF - 15	Sala Hemodiálisis A3

Fuente: elaboración propia.

Los factores utilizados en el cálculo del 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.

La tabla XXV muestra el resumen de los cálculos de los circuitos necesarios para todo el sistema de fuerza para el área 2.



Tabla XXV. Resumen de cálculos de circuitos de fuerza área 2

Circuitos de Fuerza							
Parámetros Eléctricos y Físicos							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (m)	Factores	
1	TD2-CF-8	1 260	120	1Ø	22	1,38	
2	TD2-CF-9	1 080	120	1Ø	20	1,38	
3	TD2-CF-10	1 620	120	1Ø	16	1,38	
4	TD2-CF-11	1 800	120	1Ø	8	1,38	
5	TD2-CF-12	900	120	1Ø	15	1,38	
6	TD2-CF-13	1 620	120	1Ø	6	1,38	
7	TD2-CF-14	1 620	120	1Ø	10	1,38	
8	TD2-CF-15	1 440	120	1Ø	22	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD2-CF-8	14,49	2,25	1 x 20 A	12	3/4"	Caída V
2	TD2-CF-9	12,42	1,75	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
3	TD2-CF-10	18,63	2,10	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
4	TD2-CF-11	20,7	1,16	1 x 30 A	10	3/4"	Corriente
5	TD2-CF-12	10,35	1,09	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
6	TD2-CF-13	18,63	0,78	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
7	TD2-CF-14	18,63	1,31	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
8	TD2-CF-15	16,56	2,57	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXV 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.

#### 2.3.4. Cálculo de alimentadores de circuitos de cámaras

Dentro de los puntos relevantes que se deben considerar en una instalación eléctrica es la seguridad del inmueble incluyendo 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 tenemos alimentación de 12 voltios de corriente continua, se realiza con un transformador- convertidor de 120 voltios AC a 12 voltios DC 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 XXVI muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al área 2, donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados al tablero de distribución (TD-2).

Tabla XXVI. Circuitos de cámaras de seguridad área 1

Distribución de Circuitos de Cámaras de Seguridad Área 1 (TD-1)	
Circuito	Ambientes
CF - 24	Cámaras de Seguridad Pasillos Gerencia Administrativa, Atención al Paciente.

Fuente: elaboración propia.



La tabla XXVII muestra los circuitos necesarios para todo el sistema de cámaras de seguridad que comprenden para el área 1, siendo un total de 4 cámaras de seguridad conectadas en un circuito a este tablero de distribución, ubicadas en el corredor del jardín.

Tabla XXVII. **Resumen de cálculos de circuitos de cámaras de seguridad área 1**

Circuitos de Cámaras de Seguridad								
Parámetros Eléctricos y de Diseño								
No.	Circuito	Unidades	Carga Unitaria (W)	Potencia (W)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Sistema	Distancia (mts)
1	TD1-CF-24	4	180	720	120	6,00	1Ø	30
Características eléctricas de las Instalaciones								
No.	Circuito	Factores	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD1-CF-24	1,56	7,50	1,75	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVII 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.

La tabla XXVIII muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al área 2, donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados a este tablero de distribución (TD-2).



Tabla XXVIII. Circuitos de cámaras de seguridad área 2

Distribución de Ambiente para Circuitos de Cámaras, Área 2 (TD-2)			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CF - 16	Admisión, Pasillo Jardín, Salas Hemodiálisis A, B y C	CF - 17	Pasillo Locker, Lavandería, osmosis inversa, Entrenamiento 3, Granumix, Pasillo Cruz Roja y DPI

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXIX muestra los circuitos necesarios para todo el sistema de cámaras de seguridad que comprenden para el área 1, siendo un total de 4 cámaras de seguridad conectadas en un circuito a este tablero de distribución, ubicadas en el corredor del jardín.

Tabla XXIX. Resumen de cálculos de circuitos de cámaras de seguridad área 2

Circuitos de Cámaras de Seguridad							
Parámetros Eléctricos y Físicos							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	
1	TD2-CF-16	1 440	120	1Ø	22	1,38	
2	TD2-CF-17	1 440	120	1Ø	20	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD2-CF-16	16,56	2,57	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente
2	TD2-CF-17	16,56	2,33	1 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIX se proporciona dos circuitos donde podrán conectarse los transformadores de las cámaras. 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.

### **2.3.5. Cálculo de circuitos de alimentadores a equipos**

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. Los tomacorrientes para equipo médico también tienen su protección dedicada con un interruptor termomagnético. Debido a que conocemos 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 cuyas características eléctricas son: 120 voltios de corriente alterna, con un consumo de 5 amperios.

Dentro de la sala de hemodiálisis A, de un total de 30 máquinas, únicamente 12 circuitos se diseñarán debido a que las máquinas alimentadas del tablero de distribución TD-8 se encuentran bien instaladas.

Dentro de las sala de hemodiálisis B y C, el 100 por ciento de las máquinas se encuentran conectadas correctamente al tablero de distribución TD4, 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 sus respectivas máquinas conectadas.

La tabla XXX muestra la distribución de los circuitos de fuerza asignados al área 2 (sala de hemodiálisis A), donde los ambientes fueron nombrados como CF, debido a que son circuitos de fuerza conectados a este tablero de distribución (TD-8).

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

<b>Distribución de Circuitos de Alimentadores de Equipo Médico, Área 1 (TD-8)</b>			
<b>Circuito</b>	<b>Ambientes</b>	<b>Circuito</b>	<b>Ambientes</b>
CF - 9	Máquina de Hemodiálisis Sala A 3	CF - 25	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1
CF - 13	Máquina de Hemodiálisis Sala A 3	CF - 26	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1
CF - 17	Máquina de Hemodiálisis Sala A 2	CF - 27	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1
CF - 22	Máquina de Hemodiálisis Sala A 2	CF - 28	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1
CF - 23	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1	CF - 29	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1
CF - 24	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1	CF - 30	Máquina de Hemodiálisis Sala A 1

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXI muestra los circuitos necesarios para las 12 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 que a su vez corresponde al número de ramal en dicho



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 XXXI. **Resumen de cálculos de equipo médico sala de hemodiálisis A**

Circuitos de equipo							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
Máquina	Sala A de Hemodiálisis	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (m)	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	
Características eléctricas de las Instalaciones							
Máquina	Sala A de Hemodiálisis	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
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.

En la tabla XXXI 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.

#### Circuitos alimentadores para aires acondicionados

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. Con cargas específicas de aires acondicionados de consumo de 9 amperios a plena carga (*full load*), autoclave 7 kilovatios para los alimentadores de los motores de los extractores de aires de los servicios sanitarios, se utilizaron valores de  $\frac{1}{4}$  de hp.

La tabla XXXII muestra la distribución de los circuitos alimentadores de equipo nombrados como circuitos de fuerza asignados al área 1, conectados al tablero de distribución 1 (TD-1).

Tabla XXXII. **Circuitos de alimentadores de equipo área 1**

Distribución de Circuitos de Alimentadores de Equipos, Área 1 (TD-1)			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CF- 20/22	Aire acondicionado entrenamiento 2	CF- 25/27	Aire acondicionado de laboratorio
CF- 24/26	Extractor en baño de sala de Espera		

Fuente: elaboración propia.



La tabla XXXIII muestra los circuitos necesarios para el aire acondicionado ubicado en la sala de entrenamiento 2 y los extractores que se encuentran en los servicios sanitarios de la sala de espera, ambos contenidos en el área 1.

Tabla XXXIII. **Cálculo de alimentadores de equipo área 1**

Circuitos Alimentadores de Equipo							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Ambiente	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (m)	Factores	
1	TD1-CF-20/22	2 160	240	1Ø	6	1,38	
2	TD1-CF-24/26	400	240	1Ø	20	1,38	
3	TD1-CF-25/27	1 500	240	1Ø	20	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Ambiente	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD1-CF-20/22 (A/C)	12,42	0,26	2 x 20 A	12	3/4"	Corriente
2	TD1-CF-24/26 (Extractor) Sala de Espera	2,3	0,16	2 x 20 A	12	3/4"	Corriente
3	TD1-CF-25/27 (A/C) Laboratorio	8,63	0,61	2 x 20 A	12	3/4"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIII los parámetros eléctricos y de diseño corresponden a cada circuito según la carga estimada en el mismo, obteniendo con esto las características eléctricas óptimas de las instalaciones.

La tabla XXXIV muestra la distribución de los circuitos alimentadores de equipo nombrados como circuitos de fuerza asignados al área 2, conectados al tablero de distribución 2 (TD-2).



Tabla XXXIV. Circuitos de alimentadores de equipo área 2

Distribución de Circuitos de Alimentadores de Equipos, Área 2 (TD-2)			
Circuito	Ambientes	Circuito	Ambientes
CF- 18/20	Autoclave Central de Equipos	CF- 26/28	A/C Entrenamiento 1
CF- 19/21	A/C 1 Sala B Hemodiálisis	CF- 27/29	A/C 1 Sala A Hemodiálisis
CF- 22/24	A/C 2 Sala B Hemodiálisis	CF- 30/32	A/C 2 Sala A Hemodiálisis
CF- 23/25	A/C DPI		

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXV muestra los circuitos necesarios para los equipos de aire acondicionado ubicados en central de equipos y en las salas de hemodiálisis A y B. Así como también la alimentación del equipo de esterilización de gasas autoclave. Todos contenidos en el área 2.

Tabla XXXV. Cálculo de alimentadores de equipo área 2

Circuitos Alimentadores de Equipo							
Parámetros Eléctricos y Físicos							
No.	Circuito	Potencia (W)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (m)	Factores	
1	TD2-CF-18/20	7 000	208	1Ø	15	1,38	
2	TD2-CF-19/21	5 800	208	1Ø	13	1,38	
3	TD2-CF-22/24	5 800	208	1Ø	8	1,38	
4	TD2-CF-23/25	1 300	208	1Ø	14	1,38	
5	TD2-CF-26/28	1 300	208	1Ø	22	1,38	
6	TD2-CF-27/29	6 500	208	1Ø	10	1,38	
7	TD2-CF-30/32	6 500	208	1Ø	15	1,38	
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
1	TD2-CF-18/20	46,44	2,84	2 x 50 A	8	1"	Corriente
2	TD2-CF-19/21	38,48	2,04	2 x 50 A	8	1"	Corriente

Continuación tabla XXXV...

No.	Circuito	Corriente Diseño (A)	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor THHN	Tubo	Método Aplicado
3	TD2-CF-22/24	38,48	1,25	2 x 50 A	8	1"	Corriente
4	TD2-CF-23/25	8,63	0,49	2 x 30 A	10	3/4"	Corriente
5	TD2-CF-26/28	8,63	0,77	2 x 30 A	10	3/4"	Corriente
6	TD2-CF-27/29	43,13	1,76	2 x 50 A	8	1"	Corriente
7	TD2-CF-30/32	43,13	2,64	2 x 50 A	8	1"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXV 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.

### 2.3.6. Cálculo de alimentadores principales

Para saber el calibre correcto y las características eléctricas del tablero que alimentará tanto el área 1 como el área 2, se necesita saber la potencia aparente total de dichas áreas. 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.

La tabla XXXVI muestra los valores de potencia estimados para el tablero TD-1 y los factores aplicados para conocer la potencia aparente a consumirse.

Tabla XXXVI. Cálculo de potencia aparente para TD1

Cálculo de Potencia Aparente					
Alimentación	Potencia (KW)	Factor de Potencia	Potencia Aparente (KVA)	Factor de Demanda	Potencia de Diseño (KVA)
Iluminación	8	0,9	8,88	1	8,888
Fuerza (general + cámaras) primeros 10 kw	10	0,9	11,11	1	11,11
Fuerza (general + cámaras) carga restante	10,66	0,9	11,84	0,5	5,922
Aires Acondicionados y extractores	4,06	0,9	4,511	0,9	4,06
Total	32,72	0,9	36,35		29,98

Fuente: elaboración propia.

#### Cálculo de alimentadores principales para el TD-1

En la tabla XXXVII se muestra el calibre de conductor para este tablero que es el calibre 1/0 en cobre, con aislante THHN a 75° centígrados de temperatura del conductor. Se aplicó el método por corriente debido que está cerca de la barra de transferencia, la cual lo alimentará.



Tabla XXXVII. Cálculo de alimentadores de TD1

Cálculo de Calibre de Alimentadores Área 1						
Parámetros Eléctricos y de Diseño						
No.	Descripción	Potencia (KVA)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Corriente Diseño (A)
1	Tablero de Distribución 1 (TD1)	29,98	208	3Ø	8,00	144,13
Características eléctricas de las Instalaciones						
No.	Descripción	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado
1	Tablero de Distribución 1 (TD1)	8,41	3 x 150 A	1/0 THHN	2"	Corriente

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXVII 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.

La tabla XXXVIII muestra los valores de potencia necesarios para el tablero TD-2 y los factores aplicados para conocer la potencia aparente a consumirse.

Tabla XXXVIII. Cálculo de potencia aparente para TD 2

Cálculo de Calibre de Alimentadores Área 2					
Ambiente	Potencia (W)	Factor de Potencia	Potencia Aparente KVA	Factor Demanda	Potencia Diseño (KVA)
Iluminación	5 610	0,80	7,01	1	7,01
Fuerza(General + Cámaras) Primeros 10 KW	10 000	0,80	12,50	1	12,50
Fuerza(General + Cámaras) Carga Restante	2 780	0,90	3,09	0,5	1,54
Aires Acondicionados Primeros 8 KVA	8 000	0,88	7,04	1	7,04
Aires Acondicionados KVA restantes	19 743	0,80	15,79	0,4	6,32
Autoclave	7 000	0,88	7,95	0,8	6,36
<b>Total</b>	<b>53 133</b>		<b>53,39</b>		<b>40,78</b>

Fuente: elaboración propia.

#### Cálculo de alimentadores principales para el TD-2

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

Tabla XXXIX. Cálculo de alimentadores de TD2

Cálculo de Calibre de Alimentadores Área 2							
Parámetros Eléctricos y de Diseño							
No.	Descripción	Potencia (KVA)	Voltaje (V)	Sistema	Distancia (mts)	Factores	Corriente Diseño (A)
1	Tablero de Distribución 2 (TD2)	40,48	208	3Ø	30	1,25	140,45
Características eléctricas de las Instalaciones							
No.	Descripción	Área (mm <sup>2</sup> )	Breaker	Conductor	Tubo	Método Aplicado	
1	Tablero de Distribución 2 (TD2)	24,62	3 x 150 A	1/0 THHN	2"	Corriente	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIX 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

### 2.3.7. Cálculo de tableros principales y secundarios

Con la información obtenida hasta este momento ya podemos dimensionar los tableros que en este caso son de distribución, tanto para el área 1 como para el área 2.

Para la selección de las cualidades eléctricas de los tableros, es necesario tomar en cuenta el número de circuitos que alimentarán, el voltaje al que se conectarán, si serán monofásicos o trifásicos, la corriente total que soportarán las barras, con barras de neutro y tierra aisladas.



La Tabla XL muestra 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 1.

Tabla XL. Selección de tablero TD-1

Cálculo de Tablero		
Nombre de Circuitos	Cantidad	Ramales
Iluminación	7	1 x 20
Fuerza	14	1 x 20
Alimentación a equipos especiales	1 1	2 x 20 2 x 20
Potencia total en KVA	29,98	
Corriente de Barras	225	
Voltaje	120/208	
Numero de polos	42	
Marca	General Electric	

Fuente: elaboración propia.

La selección propiamente dicha es para un tablero trifásico 120/208 voltios, trifásico, 42 polos, barras de 225 amperios, con barras de neutro y tierra aisladas y con los siguientes ramales:

- 7 de 1 x 20 amperios para los circuitos de iluminación
- 14 de 1 x 20 amperios para los circuitos de fuerza
- 2 de 2 x 20 amperios para los circuitos de aire acondicionado

La tabla XLI muestra 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 2.

Tabla XLI. Selección de tablero TD-2

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 30 A
		5 2 x 50 A
Potencia Total (KVA)	40,78	
Corriente de Barras (A)	225	
Voltaje (V)	120/208	
Número de Polos	42	
Marca	General Electric	

Fuente: elaboración propia.

La selección propiamente dicha es para un tablero trifásico 120/208 voltios, trifásico, 42 polos, barras de 225 amperios, con barras de neutro y tierra aisladas y con los siguientes ramales:

- 6 de 1 x 20 amperios para los circuitos de iluminación
- 1 de 1 x 30 amperios para los circuitos de iluminación
- 9 de 1 x 20 amperios para los circuitos de fuerza
- 1 de 1 x 30 amperios para los circuitos de fuerza
- 2 de 2 x 30 amperios para los circuitos de aire acondicionado
- 5 de 2 x 50 amperios para los circuitos de aire acondicionado y autoclave

Las planillas de los nuevos tableros de distribución, tanto el del TD-1 como el TD-2, se encuentran al final en la página 198 y 199 respectivamente.

Del ordenamiento anterior delimitado por las áreas A1 y AZ se obtiene el objetivo primordial, el cual consiste en la distribución efectiva de energía cumpliendo con los parámetros eléctricos adecuados en cada circuito derivado de estos tableros nuevos. Esto da un nuevo esquema eléctrico el cual permite tener una nueva identificación de los tableros existentes.

La tabla LXII muestra el reacondicionamiento de los tableros de distribución, mostrando su nuevo nombre y ubicación, a la vez la serie o tableros a sustituir. Se puede observar que se diseñarán dos nuevos tableros los cuales cubrirán las áreas ya mencionadas, de igual forma se pretende reacondicionar aquellas cargas que se encuentren fuera de los tableros que deberían estar para mejor funcionamiento del sistema.

Tabla XLII. Reacondicionamiento de tableros

Reacondicionamiento de Tableros Actuales			
Tablero Nuevo Diseño	Tablero Actual	Ubicación	Ambientes que Contiene
TD1	TD1, TD2, TD3	Pasillo de Servicios	Entrada principal, cuarto eléctrico, SOSEP, Atención al paciente, Servicios Sanitarios, Sala de entrenamiento 2 y 3, Área de Gerencia Administrativa, Área de enfermería y Dirección Médica, Clínica Medica 1 y 2, Farmacia, Área de Sala de Operaciones y Corredor Jardín Fondo.
TD2	TD5, TD6, TD7, TD10, TD11, TD12, TD16.	Frente sala Hemodiálisis B	Atención y Admisión, Salas de Hemodiálisis, Sala de DPI, Clínica Pediátrica y 3, Sala de Entrenamiento, Central de Equipos, Operaciones, Vestidores y Lavandería.

Fuente: elaboración propia.



El anterior reacondicionamiento corresponde a la implementación de los tableros TD-1 y TD-2. En cuanto a los restantes tableros se propone únicamente enumerarlos y etiquetarlos.

En la tabla XLIII se muestra la re numeración de los tableros existentes en la red eléctrica de UNAERC.

Tabla XLIII. **Identificación de tableros**

Numeración de Tableros Existentes			
Nueva Identificación de Tablero	Identificación Tablero Actual	Ubicación	Ambientes
TD3	TD20	Laboratorio	Laboratorio
TD4	TD4	SOSEP	Salas B y C de Hemodiálisis, Alimentación exclusiva de equipo Medico
TD5	TD15	Lavandería	Lavandería, Alimentación exclusiva de Lavadora y Secadora Trifásica
TD6	TD13	Entrenamiento Nuevo	Entrenamiento nuevo
TD7	TD14	Corredor Cocina	Cocina, comedor y sala de capacitaciones
TD8	TD8	Sala de Hemodiálisis A	Sala A de Hemodiálisis, Alimentación exclusiva de equipo Medico
TD9	TD9	Operaciones	Área de Operaciones
TD10	TD21	Cuarto de Osmosis	Cuarto y equipo de Osmosis
TD 11	TD22	Granumix	Área de Granumix y Central de Equipos

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.8. Cálculo de subestación y planta de emergencia

#### Subestación

Para calcular la subestación es necesario tomar en consideración cada uno de los elementos de carga dentro de la unidad y para dicho proceso y para mayor facilidad se tomará la potencia de cada tablero de distribución reflejando el valor exacto para obtener la subestación.

En la tabla XLIV se muestra la potencia en kilovoltios amperios de cada uno de los tableros incluyendo los nuevos TD1 y TD2.

Tabla XLIV. Potencia aparente tableros de distribución

Calculo de Potencia Aparente Total	
Potencia Aparente KVA TD1	29.98
Potencia Aparente KVA TD2	40.78
Potencia Aparente KVA TD3	0.9132
Potencia Aparente KVA TD4	9.5652
Potencia Aparente KVA TD7	2.058
Potencia Aparente KVA TD8	11.76
Potencia Aparente KVA TD9	11.28
Potencia Aparente Total (KVA)	106.33

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior no incluye los tableros TD5, TD6, TD10 y TD11 debido a que esta carga está considerada en el tablero TD9.

Del resultado de la tabla XLIV se obtiene una potencia total de 106,33 kilovoltios amperios para la subestación, al cual únicamente le agregaremos el 20 por ciento del margen de crecimiento que es de 21,26 kilovoltios amperios adicionales, quedando una subestación de 127,6 kilovoltios amperios.

De lo anterior la subestación podrá ser de un solo transformador trifásico de 150 kilovoltios amperios o en su defecto tres transformadores monofásicos de 50 kilovoltios amperios cada uno, opción que tomaremos de aquí en adelante.

Las características de los transformadores deberán ser:

- Monofásicos
- Voltaje Primario de 13,8 kilo voltios
- Voltaje secundario de 120/208 voltios
- Frecuencia de 60 hertz

La subestación calculada cubrirá la potencia total de demanda, la cual si se compara con la que actualmente está instalada, tomando las mismas características de los actuales, son tres transformadores trifásicos, convencionales, auto protegidos. Se notará que esta última no debe ser reemplazada ya que cubre perfectamente a la calculada en el diseño.

### **2.3.9. Diseño de red de tierras**

En la sección 250.6 del NEC se tiene que los tipos de protección son el conductor conectado a tierra, tierra del equipo o de seguridad y tierra aislada, los cuales son definidos a continuación:



## Conductor conectado a tierra o conductor neutro

La función de este conductor es transportar la corriente de retorno en un sistema monofásico y el retorno de las corrientes de fase que no se cancelaron, para un sistema trifásico y un sistema monofásico de tres hilos; siendo este conductor fundamental para el buen funcionamiento del equipo electrónico y mejor conocido como conductor neutro. 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.

El neutro debe ser tan importante analizarlo como el conductor de fase y el de tierra de protección. Por lo tanto, tal como lo describe el NEC en la sección 250-20, en la que se recomienda dar una correcta instalación y protección por medio de este conductor.

Sistemas de corriente alterna desde 50 hasta 1 000 voltios, que alimentan sistemas de alimentación de edificios se conectarán a tierra bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Donde el sistema pueda ser puesto a tierra de tal manera que el voltaje máximo a tierra de los conductores no puestos a tierra (energizados) no exceda de 150 voltios.

(2) Donde el sistema ser una estrella de 3 fases, 4 hilos, en el cual el neutro se usa como un conductor de circuitos.

(3) Donde el sistema sea de 3 fases, 4 hilos conectados en delta, en el cual el punto medio del enrollado de una fase se use como un conductor neutro del circuito.

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

Según el NEC el conductor neutro está designado como un conductor que transporta corriente, siendo la trayectoria de retorno para la corriente del sistema monofásico de distribución eléctrica. Este conductor conectado a tierra es la trayectoria de regreso para corrientes de fase desequilibradas en los sistemas trifásicos conectados en estrella. Toda la corriente de fase de un sistema monofásico debe retornar por el conductor neutro.

#### 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 NEC, con excepción de los circuitos monofásicos los cuales deberán ser idénticos a los conductores de las fases.

## Selección del neutro para cargas no lineales

Cuando existen cargas no lineales tales como microprocesadores, (*disk drives*), 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 de 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, 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, es decir, los gabinetes metálicos, los conductores metálicos y todo el equipo que puede ser energizado y entrar en contacto con personas; esto con el único objetivo de mantener una misma referencia a tierra. Para este sistema no utilizamos electrodo conectado a tierra, lo que se exige según el NEC que las conexiones sean efectivas. Es decir, estas deben tener continuidad en todo momento, para así poder transportar la corriente de falla con seguridad y ofrecer una baja impedancia, de tal manera que facilite la operación de los dispositivos de protección.



## Bonding

Se define como la interconexión física, eléctrica y mecánica, entre el punto de protección de la 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 con el objetivo de no generar diferencias de voltajes entre puntos que no estén al mismo nivel de referencia de la tierra del equipo.

Un ejemplo del daño que puede causar el no tener esta protección sería que existiera una falla en un tablero de distribución y 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 y a su vez 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, tal y como se establece en el artículo 250.90 del NEC.

La figura 36 muestra la interconexión del *bonding* del tablero de distribución cuatro (salas de hemodiálisis B y C), que es una conexión entre la tierra del equipo o de seguridad y el chasis metálico del tablero.

Figura 36. **Bonding TD-4**



Fuente: elaboración propia.

#### 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 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. Tabla contenida al final en la pagina 197.
- 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 conducto.
- 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.

#### Tierra aislada

Es un sistema que ofrece una tierra libre de ruido para equipo eléctrico sensible, en este caso equipo médico, conocido como tierra dedicada, siendo este sistema independiente del sistema de tierra para todos los equipos comunes existentes. Se pretende con este conductor 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 la 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 ningún otro equipo por compartir la misma línea de protección de tierra.

#### Identificación y selección del conductor de tierra aislada

La sección 250-119 (b) del NEC 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 NEC, la cual es la tabla XLV.

El concepto de tierra aislada restringe estrictamente a un cable de tierra, el cual en ningún momento compartirá conexión con algún otro elemento, derivándose únicamente de la toma de tierra central.

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

Tabla XLV. Selección de calibre de conductor 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	
	mm <sup>2</sup>	AWG/Kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG/Kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,26	10
30	5,26	10	8,36	8
40	5,26	10	8,36	8
60	5,26	10	8,36	8
100	8,36	8	13,3	6
200	13,3	6	21,1	4
300	21,1	4	33,6	2
400	27,6	3	42,4	1
500	33,6	2	53,4	1/0
600	42,4	1	67,4	2/0
800	53,4	1/0	85,0	3/0
1 000	67,4	2/0	107,2	4/0
Capacidad del interruptor termo magnético ubicado antes del equipo en Amperes	Sección Transversal			
	Cobre		Aluminio	
	mm <sup>2</sup>	AWG/Kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG/Kcmil
1 200	85,01	3/0	126,7	250
1 600	107,2	4/0	177,3	350
2 000	126,7	250	202,7	400
2 500	177,3	350	304	500
3 000	202,7	400	304	700
4 000	253,4	500	405,4	800
5 000	354,7	700	612	1 200
6 000	405,4	800	612	1 200

Fuente: NEC HANDBOOK 2002.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE CONTINGENCA**

#### **3.1. Aspectos legales**

En el campo de los desastres, el amparo legal esta contenido indirectamente en el Artículo 1 y 2 de la Constitución Política de la República de Guatemala que establecen la responsabilidad del estado de proteger las vidas u seguridad del ciudadanos guatemaltecos que además de las amenazas



La ciudad de Guatemala, también llamada Nueva Guatemala de la Asunción es la capital de la República de Guatemala. La ciudad se encuentra localizada en el área sur-centro del país y cuenta con una gran cantidad de áreas verdes. De acuerdo al censo oficial de 2002, en la ciudad, habitan 942 mil personas, pero considerando su área metropolitana de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, alcanza un estimado de 3 millones habitantes para 2010, lo que la convierte en la aglomeración urbana más poblada, vulnerable y extensa de Guatemala y América Central.

La vulnerabilidad es una condición que resulta de la interacción de un conjunto de factores que interactúan entre sí de manera compleja. Entre estos factores destacan la falta de planificación, la ausencia de políticas de largo plazo, la debilidad institucional, la intensificación del uso de la tierra, el aprovechamiento descontrolado de los recursos naturales, el incremento acelerado de la población y las condiciones socioeconómicas desfavorables.

Ante la magnitud de tales daños, es preciso pasar de modalidades de reacción ante las contingencias derivadas de la ocurrencia de fenómenos naturales extremos y desastres antropogénicos y tecnológicos recurrentes, hacia una actitud proactiva generalizada de prevención y mitigación. Es preciso adoptar, dentro del contexto general de UNAERC una estrategia para reducir las vulnerabilidades físicas, de acción y respuesta, asegurando la participación activa de todos, coordinadores, responsables y cada uno de los que por una o varias horas deban estar dentro de las instalaciones de la unidad, incluyendo pacientes.

Se requerirá, por lo tanto, de una eficaz articulación de actividades a los niveles gerencial, administrativo y de operaciones. El marco estratégico se plasmará en un plan de acción, que se revisará y actualizará periódicamente, y

que conjugará la prevención y mitigación con la preparación y manejo de las emergencias. Para ello, la temática de la reducción de la vulnerabilidad y el manejo del riesgo habrá de introducirse de forma sistemática en todos los planes de desarrollo de mediano y largo plazo debiéndose reforzar simultáneamente la capacidad operacional de los entes que tienen a su cargo la preparación y la gestión o manejo de las contingencias.

### **3.3. Plan de contingencia ante sismos, incendios y accidentes laborales**

#### **3.3.1. Evaluación de riesgos**

El plan de contingencias no puede funcionar si previamente no se ha realizado una evaluación de riesgos, ya que sin ésta no podrán saber la magnitud de importancia que esto se merece, es como querer estar bien sin saber los peligros que nos rodean, simplemente no podremos estar bien.

La evaluación de riesgos tiene como función principal ver los posibles conflictos que se tendrían en determinado momento alrededor, dentro del lugar en que estén. UNAERC por ejemplo es una unidad de salud, cuyo propósito primordial es atender a los pacientes con deficiencias renales, tratamiento que como se mencionó anteriormente dura aproximadamente cuatro horas, tiempo en el cual los pacientes se encuentran en riesgo completo si en caso surgiera un sismo.

Este tipo de análisis es una evaluación de riesgo, que en caso de UNAERC tiene riesgos ante los sismos o terremotos, riesgos ante los incendios y riesgos ante accidentes laborales.



## Riesgos ante sismos

Los riesgos ante los sismos son los lugares estructuralmente como las puertas de vidrio, puertas que pueden quedarse atoradas por el techo, objetos grandes y pesados como aparatos eléctricos y equipos de aire acondicionado que están suspendidos en el aire, lámparas que no estén seguras podrían caerse. En caso de ser nocturno, no poseer iluminación por cortes de energía eléctrica, en fin en el caso de un sismo los riesgos son de magnitud muy considerable para el cual debemos estar preparados.

## Riesgos ante incendios

El fuego es una combinación de calor y luz producidos por la combustión, combinación que puede obtenerse de un sinnúmero de actividades, como planchas eléctricas, sobre carga de cables eléctricos, fugas de gas no controladas, chispas de máquinas de soldadura, cocinas con sartenes olvidados en la estufa, cigarrillos no apagados, etc.

Los riesgos notables dentro de este proceso de combustión es no poseer tanto los conocimientos de cómo mitigarlos y las herramientas para hacerlo, como por ejemplo los extinguidores. El proceso de reducción de riesgo de incendios se prioriza en el manejo consciente y adecuado de los procesos de combustión dentro de la unidad, así como la ubicación estratégica de extinguidores.

## Riesgos accidentes laborales

Los accidentes laborales son los que en mayor frecuencia ocurren, las razones se deben en muchos casos al uso inadecuado de herramientas según



el tipo de trabajo a realizar, el mal uso de cuchillas, líquidos calientes, líquidos nocivos, electrocución por tomacorrientes en mal estado, caídas de escaleras, resbalarse en pisos mojados, etc.

Los riesgos de accidentes laborales aumentan cuando las personas que ejecutan las tareas bajo riesgo no utilizan los equipos de seguridad necesarios, como por ejemplo: guantes, lentes de seguridad, chalecos, casco, botas con punta de acero, protectores de oídos, mascarillas contra gases o humo, en fin todos los elementos de seguridad que deben encontrarse disponibles para cada tarea a realizar. Junto con esto, la conciencia y valoración propia de cada persona para la realización de cada trabajo ante el riesgo de los mismos.

### **3.3.2. Métodos de protección**

Los métodos de protección son el conjunto de medidas de un plan que se disponen en los establecimientos, edificios o lugares para protegerlos ante cualquier contingencia que pueda acontecer. Generalmente con estos métodos se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas
- Minimizar pérdidas económicas
- Permitir que las actividades en el inmueble puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible

Para cada uno de estos fines se han delimitado medios de seguridad para lograr que se cumplan, entre estos tenemos los medios técnicos y medios humanos y la herramienta para la coordinación de los mismos, los planos de la edificación.

### **3.3.2.1. Medios técnicos**

Para conseguir una fácil y rápida evacuación de los ocupantes del edificio, las diversas normativas técnicas determinan el ancho de los pasillos, escaleras y puertas de evacuación, las distancias máximas a recorrer hasta llegar a un lugar seguro, así como disposiciones constructivas (apertura de las puertas en el sentido de la evacuación, escaleras con pasamanos, etc.). También se establecen recorridos de evacuación protegidos (pasillos y escaleras), de modo que no solamente tienen paredes, suelo y techo resistentes a la acción del fuego, sino que están decorados con materiales incombustibles.

Las disposiciones técnicas llegan a determinar que un tramo de escaleras tendrá un mínimo de tres escalones, para evitar tropezones. Para retardar el avance del fuego se divide el edificio en sectores de incendio de determinados tamaños, sectores limitados por paredes, techo y suelo de una cierta resistencia al fuego, paredes y columnas antisísmicas, escaleras presurizadas, ubicación de extinguidores, sensores de detección de humo en caso de incendios, montaje de alerta y señalización. En fin los medios técnicos son los elementos constructivos y herramientas que permiten la mitigación de desastres y contingencias.

### **3.3.2.2. Medios humanos**

No se puede decir que los medios técnicos prescindan de los medios humanos y viceversa, ya que sin uno el plan de contingencia no podría funcionar. Los medios humanos son el equipo de personas que conforma un plan de contingencias, son todos los que elaboran y a la vez son parte del mismo. El medio humano es el más importante, ya que hará que los elementos



técnicos funcionen en un determinado momento, convirtiéndose así el medio humano el operador de los medios técnicos.

### **3.3.2.3. Planos de edificación**

Tal y como un diagrama unifilar para una instalación eléctrica, los planos de la edificación con la debida señalización de rutas de evacuación por ejemplo, así como también la ubicación de las áreas de seguridad y la ubicación de los elementos técnicos de seguridad como extinguidores y salidas de emergencia.

Al igual que los extinguidores y salidas de emergencia, los planos con este tipo de información deben ser colocados en las principales rutas de evacuación, cumpliendo así con su principal fin, de informar a todos los medios humanos sobre el estado de riesgo en todo momento, ante un desastre. Estos deben darse a conocer y actualizarse constantemente para su mayor efectividad.

## **3.4. Plan de acción**

Un plan de contingencia es un tipo de plan preventivo, predictivo y reactivo, presentada en una estructura estratégica que ayudara a controlar una situación de emergencia minimizando sus consecuencias negativas.

El plan de contingencia propone una serie de procedimientos alternativos al funcionamiento normal de una organización, cuando alguna de sus funciones usuales es perjudicada por una contingencia interna o externa. Esta clase de plan, por lo tanto, intenta garantizar la continuidad del funcionamiento de la organización frente a cualquier eventualidad, ya sean materiales o personales.



### **3.4.1. Objetivos del plan de acción**

#### General

Proporcionar las herramientas básicas para reducir al máximo 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.

#### Específicos

- Establecer funciones y responsables del plan
- Establecer funciones del coordinador del plan
- Definir los mecanismos de evacuación y atención a cualquier evento
- Definir funciones y responsabilidades de los encargados de las comisiones que participen en el plan
- Establecer el mecanismo de comunicación interna
- Establecer el mecanismo de manejo de información

### **3.4.2. Procedimiento de evaluación**

Es una metodología que permite evaluar fácil y rápidamente la vulnerabilidad indicativa de un predio y/o manzana determinada. Además se puede calcular aproximadamente las pérdidas probables (estructurales y no estructurales) que puede presentar una edificación frente a un sismo específico. Dentro de las fallas se ha determinado que cierto nivel sísmico conlleva el nivel de vulnerabilidad de las estructuras, de manera general se define:

- Sismo leve: ocurren daños leves en elementos no estructurales y ninguno en elementos estructurales.
- Sismo moderado: ocurren daños considerables en elementos no estructurales y moderados en elementos.
- Sismo fuerte: ocurren daños totales en elementos no estructurales y considerables en elementos estructurales sin colapso de la estructura.

Así con estas definiciones se puede evaluar el nivel de resistencia de la infraestructura de la unidad, la cual podrá reducirse implementado cada uno de los elementos de la planificación que harán una reducción de este nivel de riesgo.

Evaluando la estructura, tenemos que es una construcción antigua lo cual presenta una desventaja que compensa con el hecho de únicamente tener un techo de lamina, lo cual reduce su nivel de riesgo por no presentar cargas de losa.

#### Riesgos dentro de las instalaciones

En primer lugar es necesario dibujar en una hoja de papel, la planta de las instalaciones, señalando las zonas donde la seguridad sea alta, con relación a cada amenaza.

En esta planta se tiene que señalar, cualquier objeto o lugar peligroso que se haya encontrado, basándose en los pasos anteriores, ya que esto permite saber dónde no se debe permanecer durante el evento y establecer las posibles rutas de evacuación, alejándose lo más posible de los peligros.

Esta planta también se tiene que indicar un lugar seguro dentro o fuera de las instalaciones que sirva como punto de reunión.

### Identificación gráfica

Esto se refiere a qué riesgos pueden tener las áreas de trabajo, así como los lugares inseguros y las posibles rutas de evacuación para proteger la integridad tanto de los pacientes como la de los colaboradores.

### Riesgos

Un riesgo puede definirse como la probabilidad de que una persona sufra un determinado daño derivado de la acción de su trabajo o cualquier desastre.

### Lugares seguros

Dentro de los recorridos que se realizaron en las instalaciones de la unidad se pudo identificar cuáles son los lugares donde el personal operativo y pacientes podrían concentrarse para salvaguardar su vida.

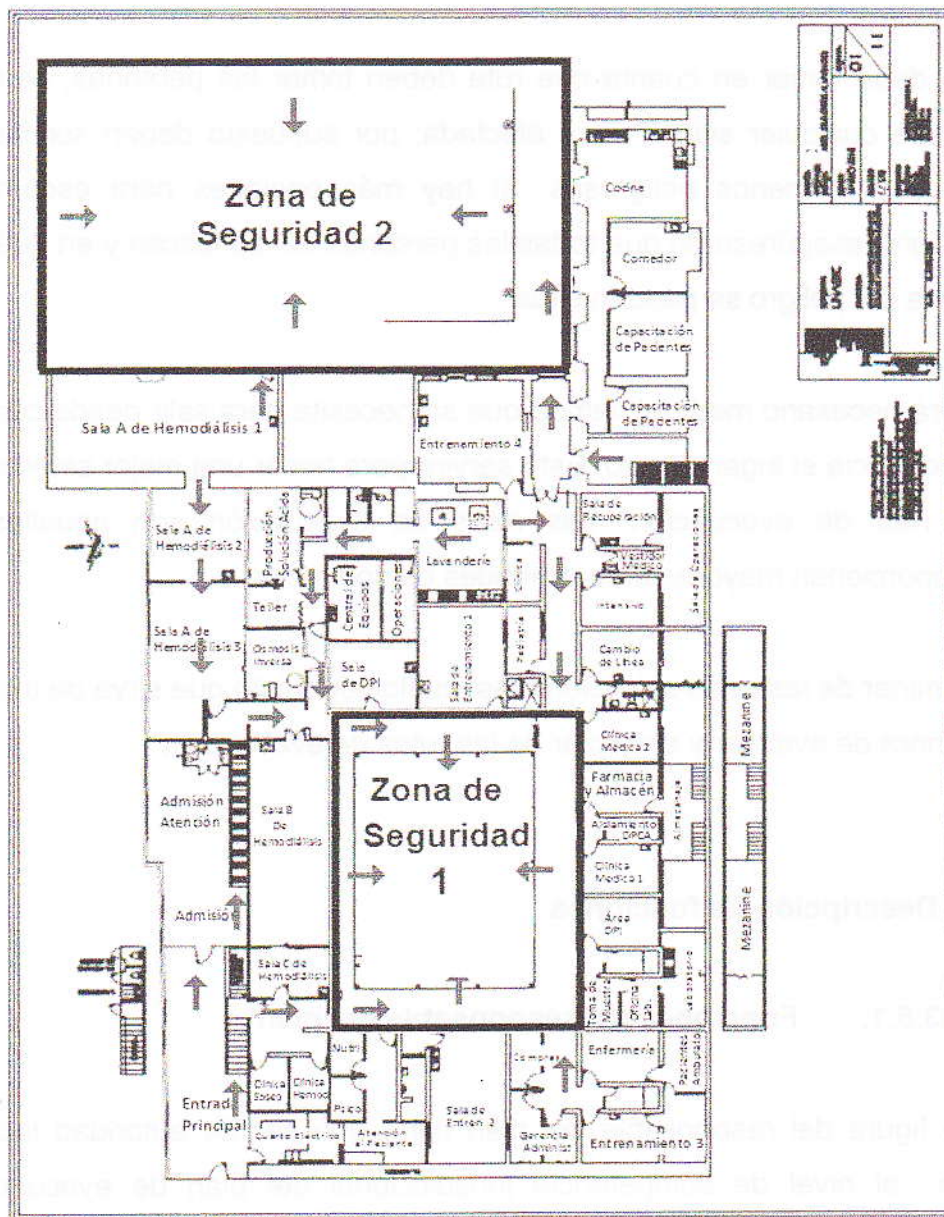
Zona de seguridad 1: este es un lugar despejado (jardín), ideal para permanecer en caso de terremotos e incendios. Se encuentra afuera de las instalaciones, existen tuberías donde circula agua, tampoco existen materiales explosivos o flamables.

Zona de seguridad 2: lugar adecuado para agrupar personas, está despejado, no se encuentran materiales obstaculizando el paso. Aquí existen extintores en el camino, también está al aire libre ubicándose únicamente las ambulancias de la Cruz Roja guatemalteca que es el edificio contiguo a UNAERC.



En la figura 37 se muestra la planta de UNAERC dividida en las dos zonas de seguridad a tomar al momento de evacuar ante un desastre.

Figura 37. Zonas de seguridad en UNAERC



Fuente: elaboración propia.

Estos lugares de concentración están marcados con zona de seguridad 1 y zona de seguridad 2, visualizándose de manera indicativa las flechas que conducen por la ruta más cercana para llegar en el menor tiempo posible.

#### Rutas de evacuación

- Se debe tomar en cuenta qué ruta deben tomar las personas, para salir desde cualquier sitio o zona afectada; por supuesto deben ser las más directas y menos peligrosas. Si hay más opciones para escapar del peligro, asegúrese de que todas las personas las conozcan y en qué lugar fuera del peligro se pueden situar.
- Será necesario medir el tiempo que se necesita para salir desde cualquier sitio, hacia el lugar seguro. Esto servirá para hacer una mejor selección de la ruta de evacuación. Las rutas de evacuación son aquellas que proporcionan mayores probabilidades de sobrevivir.
- Eliminar de las rutas seleccionadas, cualquier objeto que sirva de trampa a la hora de evacuar y señalizar de las rutas de evacuación.

- Elaboración y ejecución del plan
- Nombrar un suplente de su cargo y coordinador del plan
- Gestionar las capacitaciones de los comités
- Convocar al grupo a la toma de decisiones
- Dirigir y coordinar actividades dentro del área de decisiones
- Designar al coordinador del plan
- Controlar todas las actividades del puesto de mando en coordinación con el coordinador del plan
- Autorizar la declaración de alerta
- Llevar el control de los insumos tanto de materiales y maquinaria como mano de obra

### **3.5.2. Funciones del coordinador del plan**

La figura del coordinador del plan tiene que dar continuidad a las funciones del responsable anteriormente descrito, algunas de estas son:

- Activar el plan parcial o totalmente según la evolución o gravedad del evento adverso, con las comisiones que correspondan según el tipo de evento.
- Coordinar las capacitaciones de los integrantes de cada sub-comisión y velar por su actualización.
- Coordinar todas las operaciones y decisiones dentro del puesto de mando según el nivel de toma de decisiones.
- Supervisar y apoyar el buen desempeño del personal, en la aplicación de todos los procedimientos establecidos.
- Mantener informados a todos los colaboradores del plan de lo actuado así como de los requerimientos.



- Oficializar la declaratoria de alerta con visto bueno del responsable del plan.

### **3.5.3. Funciones de las subcomisiones**

En caso de emergencia, activar la voz de alerta y seguir los procedimientos que les fueron otorgados para mitigar la emergencia, para lo cual se elige un encargado de cada sub-comisión.

Las subcomisiones deben dirigirse o nombrarse para cada tipo de eventualidad que se cree con mayor potencialidad de ocurrencia, siendo para este caso necesarias las siguientes comisiones:

- Sub-comisión de evacuación
- Sub-comisión de búsqueda y rescate
- Sub-comisión de combate contra incendios
- Sub-comisión de seguridad

Encargado de la sub-comisión de evacuación

Es el responsable directo de la evacuación de todo el personal que labora en UNAERC, él tiene que conocer bien todas las rutas de evacuación, los lugares más peligrosos y los lugares por donde las posibilidades de sobrevivir son más grandes.

Dentro de sus obligaciones está realizar un recorrido por las instalaciones por lo menos dos veces al día para revisar que las rutas de evacuación se encuentren libres de obstáculos.

#### Encargado de la sub-comisión de búsqueda y rescate

Su responsabilidad ante un desastre es coordinar las acciones que debe tomar su comisión que es mejor conocida como brigada, coordina las acciones con las demás brigadas, asegura que cumplan con los requerimientos de su área en calidad y cantidad, solicita ayuda externa en caso de ser necesaria.

#### Encargado de la sub-comisión de combate contra incendios

Su responsabilidad ante un siniestro es coordinar las acciones a tomar ante un incendio, coordina de manera inmediata la ayuda externa, verifica la correcta instalación de los extinguidores, constantemente capacitado para poder contener incidentes con el equipo que se posee.

#### Encargado de la sub-comisión de seguridad

Al ocurrir un accidente inesperado durante la jornada de trabajo, esta persona tiene que estar al tanto de las rutas de evacuación y vigilar que se proteja la integridad física de las personas, así como resguardar los bienes con que cuenta la empresa.

#### Evaluación de las Sub-comisiones

El coordinador del plan solicitará a los encargados de las sub-comisiones el reporte mensual de las actividades correspondientes de cada área. Esta función hace reunir a los integrantes de las brigadas con el coordinador del plan y el coordinador general, para revisar los reportes y analizar las prioridades (en caso de que existan).

### 3.6. Factibilidad del plan de contingencia

#### 3.6.1. Costos asociados a la ejecución del plan

Como todo proceso de implementación de este tipo lleva asociado un costo por la compra de equipo de seguridad, contratación de capacitadores, impresión de letreros y afiches de seguridad, señalización radio comunicadores y en fin todos los elementos necesarios que forman parte del plan de contingencias.

La implementación como tal conlleva el aspecto más que económico, sin embargo es de utilidad también cuantificar estos costos.

La tabla XLVI presenta un resumen aproximado de los costos asociados a la implementación del plan de contingencias.

Tabla XLVI. Costos asociados al plan

Costos Asociados al Plan		
No	Descripción del gasto	Costo Aproximado
1	Compra de Materiales e Insumos para capacitación	Q2 500
2	Compra de Extinguidores	Q6 000
3	Compra de servicios de capacitación	Q3 000
4	Señalización de todas las áreas	Q4 800
5	Imprevistos	Q2 000
Total		Q18 300

Fuente: elaboración propia.



## **4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

### **4.1. Métodos de Capacitación**

#### **4.1.1. Objetivos de los métodos**

Los métodos de capacitación constituyen como recursos necesarios de la enseñanza; son los vehículos de realización ordenada, metódica y adecuada de la misma. Los métodos y técnicas tienen por objeto hacer más eficiente la dirección del aprendizaje. Gracias a ellos, pueden ser elaborados los conocimientos, adquirir las habilidades e incorporar, con menor esfuerzo, los ideales y actitudes que se pretenden enseñar a cualquier individuo.

Método es el planeamiento general de la acción de acuerdo con un criterio determinado y teniendo en vista determinadas metas.

Cada método existente tiene los alcances respectivos dependiendo de las necesidades de capacitación e incluso el tipo de capacitación. Los métodos siguientes son los utilizados en UNAERC, fomentando con ellos, las premisas más importantes de cada tema abordado.

#### **4.1.2. Método de presentaciones audiovisuales**

Los audiovisuales son unos de los medios más importantes dentro del ámbito educativo, tratándolos tanto desde el punto de vista de la enseñanza como del aprendizaje. De esta manera podemos desarrollar la formación de la capacitación y realizar actividades de promoción social.

Estos medios nos sirven para potenciar los procesos comunicativos, siendo los capacitadores los que principalmente desean la utilización de materiales audiovisuales dentro de la educación, puesto que los consideran punto fundamental dentro de la misma.

La verdadera importancia de los materiales audiovisuales reside en el hecho de que crean un entorno rico y variado, a partir del cual todos los involucrados pueden hacer su propio aprendizaje. Aprendizaje propio, es decir, uno de los principales objetivos que se pretenden conseguir mediante la enseñanza y la educación.

#### **4.1.3. Método magistral**

La lección magistral es un método de enseñanza centrado básicamente en el docente y en la transmisión de unos conocimientos. Se trata principalmente de una exposición continua de un conferenciante. Los participantes, por lo general, no hacen otra cosa que escuchar y tomar notas, aunque suelen tener la oportunidad de preguntar.

Es, por consiguiente, un método expositivo en el que la labor didáctica recae o se centra en el profesor. El docente es el que actúa la casi totalidad del tiempo, y por lo tanto, a él corresponde la actividad, mientras que los alumnos son receptores de unos conocimientos. Casi siempre, en la enseñanza universitaria el acento se ha puesto de una forma exclusiva en el docente, siendo el responsable de enseñar a un auditorio de estudiantes.

#### **4.1.4. Métodos autodidácticos**

Método didáctico es el conjunto lógico y unitario de los procedimientos didácticos que tienden a dirigir el aprendizaje, incluyendo en él desde la presentación y elaboración de la materia hasta la verificación y competente rectificación del aprendizaje.

#### **4.1.5. Método interactivo de enseñanza**

Este último tiene como base principal relacionar de una manera sistemática la relación entre emisor y receptor de la enseñanza, es una manera de comunicación abierta a la colaboración de ambas partes en un solo objetivo, el cual es el tema de enseñanza. La interacción se logra a través de las herramientas claras y sencillas como lo son la confianza, conocimiento y sobre todo el deseo de colaboración en este proceso de aprendizaje.

#### **4.1.6. Generalidades**

Con cada uno de los métodos únicamente queda seleccionar para cada actividad el método que más se adecue, el cual dependerá únicamente de los objetivos que se pretendan alcanzar.

Dentro del progreso del plan ante un evento de emergencia se establecen los siguientes procedimientos que deberán seguirse por las diferentes comisiones según sea el caso.



## Activación del plan y alerta

Se refiere al establecimiento de procedimientos para la activación del plan, dejando con claridad ¿Quién?, ¿Cuándo? ¿Por qué? se activa.

## Sistema de alerta temprana

Permite establecer pasos para un evento adverso con anticipación. Se tiene que establecer un medio de comunicación con las autoridades de la empresa.

Se colocan los teléfonos de emergencia en una tabla para que cualquier persona tenga acceso a ellos en el momento que se necesiten.

## Sistema de alerta

Esta alerta será decretada por el responsable del plan de evacuación y atención de la infraestructura correspondiente, sugerida por las instancias responsables de monitoreo, apoyado por sistemas de alerta temprana.

Una alerta es activada cuando se interrumpe el funcionamiento normal de la empresa, en caso de sismos, incendios, accidentes laborales y desordenes públicos. Se cuenta con un procedimiento para dar a conocer la situación.

En la tabla XLVII se presentan los niveles de alerta codificado con un color que varía de verde a rojo, siendo este último el nivel más crítico para describir una emergencia.

Tabla XLVII. Niveles de alerta

Color de alerta	Interpretación	Implicación
<b>Verde</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades normales ejecutadas por las personas que laboran en la empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situación normal</li> <li>• Inspección de rutina</li> </ul>
<b>Amarillo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible amenaza de acuerdo a un fenómeno próximo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección minuciosa</li> <li>• Verificación de los insumos locales</li> </ul>
<b>Anaranjada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el fenómeno es inevitable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección permanente</li> <li>• Determinación del grado o necesidad de evacuar a la población.</li> </ul>
<b>Roja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el fenómeno ha ocurrido y nuestro equipo de respuesta no es suficiente para la mitigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuesta escalonada</li> <li>• Seguimiento al plan de contingencia</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

#### Criterios de activación

En primer lugar se tiene que definir cuáles serán los desastres que se tienen contemplados para activar la alarma, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Sismos
- Incendios
- Accidentes laborales

#### Ocurrencia súbita

Se da cuando de manera abrupta y sin existir avisos previos, exista incremento en la actividad que ponga en peligro la vida de las personas que laboran en la empresa, tanto así que los sistemas de monitoreo no sean suficientes.

#### Interpretación de los niveles de alerta

Para la activación del plan de contingencia se identifican cuatro momentos, los cuales van designados por un color, que a su vez le corresponde cierta interpretación de acuerdo al nivel de la situación, dando a conocer las actividades que se pueden realizar para disminuir el riesgo o bien los resultados adversos en contra de las personas, los bienes y la infraestructura de la empresa.

En la tabla XLVIII se muestra cada uno de los procedimientos del plan con sus respectivos métodos de enseñanza aplicados en la implementación del mismo.



Tabla XLVIII. Métodos de enseñanza utilizados en el plan

Métodos Utilizados en el Plan		
No	Descripción de la Capacitación	Método Aplicado en la Implementación
1	Rutas de Evacuación	Presentaciones e Interactivo de Enseñanza
2	Búsqueda y rescate ante un desastre	Presentaciones e Interactivo de Enseñanza
3	Combate contra incendios	Presentaciones e Interactivo de Enseñanza
4	Seguridad	Presentaciones e Interactivo de Enseñanza
5	Implementación de buenas prácticas eléctricas de mantenimiento y de emergencia ante un desastre	Magistrales e interactivo de Enseñanza
6	Continuidad de Capacitación	Autodidáctico

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Períodos de capacitación

Los períodos de capacitación deberán cumplir un tiempo determinado según la enseñanza que se vaya a adquirir, pero hay que destacar, la complicación que presenta el hecho de que cada capacitación debe ser abordada en los horarios en los que las personas a recibirla tengan descanso o estén fuera de su turno por cubrir.

En la tabla XLIX se muestra la cantidad de periodos tomados para realizar las capacitaciones ante los posibles desastres que pueden afectar la operación continua de la unidad.

Tabla XLIX. **Períodos de capacitación**

<b>Períodos de capacitación del Plan</b>				
<b>No</b>	<b>Descripción de la Capacitación</b>	<b>Total de Horas de Capacitación (Hrs)</b>	<b>Duración del Periodo (Hrs)</b>	<b>Periodos</b>
1	Rutas de Evacuación	3	1	3
2	Búsqueda y rescate ante un desastre	8	1	8
3	Combate contra incendios	8	1	8
4	Seguridad	8	1	8
5	Implementación de buenas prácticas eléctricas en mantenimiento y emergencia ante un desastre	8	1	8
6	Continuidad de Capacitación	1	1	1

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.1. Generalidades**

Algunos puntos de la capacitación deberán tener continuidad debido a que debe estarse actualizando el plan constantemente, dado que, los cambios tanto administrativos como de infraestructura que se implemente de hoy en adelante, no estarán tomados en cuenta en el plan actual de contingencias.

Las acciones básicas que en estas capacitaciones se abordaran son las siguientes:

## Prevención de Desastre en Caso de Terremoto

### Sugerencias para hacer antes. . .

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

Sugerencias para hacer durante. . .

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

Si está dentro de una sala de hemodiálisis

- Mantener la calma y buscar la ruta de evacuación que ha sido establecida con anterioridad. Para la sala A, se debe salir hacia el patio de la Cruz Roja. Para las salas 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 manténgase precavido.

- 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 está 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 va hacia el patio de la Cruz Roja.

Sugerencias para hacer después. . .

- 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. 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 luz, agua, gas y teléfono, tomando las precauciones indicadas.

- Limpiar derrames de líquidos que presenten peligro.
- Abrir ventanas y abandonar el lugar si escucha ruidos, huele a gas o a 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. Esto debe ser hecho con personal especializado.
- Una vez terminado el movimiento actúe con cautela.
- Evite pasar por lugares que pudieran haber quedado dañadas por los movimientos del terremoto.

### Prevención de Incendios

#### 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 tapar 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 tapar la cabeza rápidamente con un trapo húmedo.
- Las quemaduras que le sucedan a alguien, deben ser tratadas por personal capacitado.
- 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. fuera de los lugares asignados.

- Ensayar el plan de salida como mínimo dos veces al año.
- 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.

Algunos consejos para evitar más desastres

#### Instalaciones eléctricas

- Desconectar los aparatos eléctricos que no se usen.
- No sobrecargar los enchufes conectando varios aparatos.
- Evitar cables pelados y sin protección. Arreglarlos o eliminarlos cuanto antes.

- Evitar que las cajas de distribución se encuentren en lugares de mucho tráfico de personas y en lugares que tengan contacto con el agua.
- No manipular en la red eléctrica con el suelo mojado.
- No realizar arreglos provisionales en lámparas ni aparatos eléctricos.
- Colocar los fusibles y conductores adecuados a su potencia eléctrica y de acuerdo a la demanda de los equipos.
- Las instalaciones deben ser revisadas por técnicos especializados cuando se observen fallos en su funcionamiento o después de 10 años de su instalación.

#### Aparatos eléctricos

- Leer atentamente las instrucciones de los equipos eléctricos utilizados en la unidad.
- Colocar los equipos de forma que se facilite la ventilación de los motores.
- Evitar sobrecargar un solo aparato, lo ideal es alternar su uso con otro de la misma potencia.
- Evitar aproximar equipos eléctricos a cortinas, faldas camilla, camas o a cualquier otro material susceptible de arder.
- Evitar enchufar equipos eléctricos que se hayan mojado hasta estar bien seguros de que están completamente secos.

#### Instalaciones de gas

- Un técnico especialista debe revisar periódicamente la instalación de gas, calentadores y cocinas.
- Evitar comprobar posibles fugas acercando una llama a las tuberías y uniones.



- Rociar las tuberías y uniones con agua jabonosa. Si aparecen burbujas es porque hay fugas. En ese caso, cerrar las llaves de paso hasta que la instalación sea revisada por un técnico especialista.
- Cambiar periódicamente los conductos flexibles de la instalación de gas.
- Cerrar la llave de gas cuando no se utilice.
- No bloquear los conductos de ventilación.
- Observar periódicamente la calidad de la llama: debe ser viva, estable, azulada y silenciosa. De no ser así, llamar urgentemente a un técnico.
- Prestar atención a que los pasos de aire no apaguen las llamas de las instalaciones de gas en uso.
- Si se advierte olor a gas: cortar el suministro y ventilar la habitación.
- No buscar las fugas con fósforos, mecheros y/o similares y evitar encender la luz o poner en marcha los electrodomésticos, cuando haya duda de fuga.
- Es recomendable instalar detectores que avisen de las posibles fugas de gas.
- Encender los fósforos, mechero, etc. antes de abrir la llave de paso del gas de los quemadores.
- No cambiar los cilindros de gas cuando se está fumando o exista un foco de calor próximo.

## Cocina

- Evitar que personas jueguen en la cocina.
- No almacenar ni manipular líquidos inflamables en la cocina.
- Limpiar frecuentemente la campana de humos de la cocina.
- Colocar las sartenes en el fuego de forma que los mangos no sobresalgan
- No cocinar con prendas de vestir con manga ancha.

- No dejar la cocina encendida si se sale de la misma aunque sea por muy corto espacio de tiempo.

#### Estufas

- No colocar nunca estufas cerca de muebles o cortinas.
- No extender prendas para secar al calor de estufas.
- Vigilar las estufas colocadas bajo o junto a muebles de madera
- Limpiarlas periódicamente.

#### Extintores de incendio

- Asegurarse de que los extintores de incendios están debidamente cargados. Las recargas deben efectuarse una vez al año.
- Usar el calibre o el botón de prueba para comprobar la presión.
- Si el aparato está bajo de presión, dañado, o corroído, cambiarlo o mandarlo a reparar por un especialista.
- Obtener adiestramiento sobre cómo usar el extintor de incendios.
- Solamente los adultos capacitados deberán manejar y usar los extintores.
- Los extintores deben ser instalados en lugares estratégicos que faciliten su acceso.
- Evitar la acumulación de basuras, hojas secas, papeles o cajas de cartón, periódicos, etc. en algún lugar del edificio e incluso en el jardín o en las áreas libres.
- De usar velas u otro tipo de iluminación similar, utilizar soportes adecuados.

## 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.



## CONCLUSIONES

1. Las instalaciones eléctricas bien diseñadas tomando en cuenta los parámetros de seguridad y aplicando las normas, brindan y garantizan el óptimo funcionamiento de los elementos que la constituyen. Además contribuyen al fin primordial, como en este caso, a que UNAERC desarrolle los programas de hemodiálisis.
2. Desde el punto de vista eléctrico es imprescindible que las instalaciones cumplan con las funciones principales de alimentar correctamente cada una de las cargas contenidas en la red, tal como equipos de uso final como aires acondicionados, bombas de agua y las propias máquinas de hemofiltración.
3. El éxito de la implementación de un nuevo programa de contingencias, únicamente puede ser la concientización ante la necesidad de estar preparados para afrontar de la mejor manera los accidentes que pueden producirse dentro del desarrollo cotidiano de cada una de las actividades que se realizan dentro de UNAERC.
4. El chequeo y mantenimiento constante de todas las instalaciones debe generar las prioridades para poder anticiparse a cualquier evento, sea este técnico o de contingencias, para que garanticen el funcionamiento correcto evitándose así desperfectos por su detección temprana en dicha fase.

5. Los métodos de enseñanza lograran su objetivo cuando encuentren dentro de los responsables del programa la atención completa para establecer los mecanismos de normatividad en los mismos, no como una opción sino más bien como una necesidad u obligación.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesaria la implementación de la fase de mejoramiento, con esto se dará lugar a una mejor instalación que permitirá lograr junto con la seguridad, la eficiencia de los dispositivos instalados que permitirán en uno de sus aspectos importantes el ahorro económico por concepto y ponderación de ahorro de energía.
2. Cada vez que se genere una ampliación de la red eléctrica debe actualizarse los planos de la misma, brindando con ello información de primera mano sobre dichas instalaciones, que permitirá tener un control más detallado de estos crecimientos.
3. Las buenas prácticas de mantenimiento eléctrico deben ser norma indispensable para poder realizar cualquier trabajo, optimizando con esto la calidad no solo del propio trabajo a realizar, sino también la garantía de la continuidad de los servicios.
4. Ante una catástrofe la mejor opción deberá ser evacuar todas las áreas y resguardarse en las zonas de seguridad delimitadas en el plan de contingencias y junto con ello solicitar ayuda externa que en este caso se tiene la Cruz Roja guatemalteca a la vecindad.



5. Para la implementación del plan de contingencias es necesario que todos los involucrados puedan asistir a los períodos de capacitación, ya que solo de esta manera la vulnerabilidad de la unidad se vería reducida, de lo contrario no podrá responderse ante un evento catastrófico de magnitud considerable.
6. Los aspectos técnicos para correcciones básicas en el sistema, punto 2.2.6 descritos en las páginas de la 79 a la 84 también deben tomarse en cuenta como parte estas recomendaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas del servicio de distribución*. No. 09-99. Guatemala: CNEE, 1999.
2. DIAZ, Pablo. *Soluciones prácticas para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución*. Mendoza Tello, Eduardo (ed. lit.). México: McGraw-Hill, 2001. 325 p. ISBN: 9701032136.
3. ENRIQUEZ HARPER, Gilberto. *El ABC de la calidad de la energía eléctrica*. México: Limusa, 2008. 268 p. ISBN: 13-9789681857790.
4. ----- . *Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*. México: Limusa, 1997. 468 p. ISBN: 9681849191.
5. National Fire Protection Association. *National electrical code*. No. 2002. United States of America: NFPA, 2002.
6. SICA, Pirelli. *Manual de instalaciones eléctricas*. Argentina: Amalevi, 1998. 634 p. ISBN: 987972450x.

## BIBLIOGRAPHIA

1. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Normas técnicas del sector de energía eléctrica. México, 1985.
2. DIAZ, PABLO. Zafadores eléctricos para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución. México, 1985. ISBN 970-12-001-7.
3. ERICSON, HARPER. El ABC de la puesta a tierra en México. México, 1985. ISBN 970-12-001-7.
4. ————. El cálculo de tensiones eléctricas. México, 1985. ISBN 970-12-001-7.
5. National Fire Protection Association. National Electrical Code. NFPA 70E. 1990. ISBN 0-87918-111-1.
6. SICR, EVEL. Manual de mantenimiento eléctrico. Argentina, 1985. ISBN 970-12-001-7.



## **APÉNDICES Y ANEXOS**



Tablero de distribución 1

TD- 1										
Descripción			Voltaje 240/120				Barras 125ª			
Tablero de Distribución TD1 PASILLO DE SERVICIOS			Alimentación				Polos 12			
			Fases 1				Sistema			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 1 y 2 At. Paciente Toma 3 y 4 At. Paciente Toma 1 Psico Illum. Nutrición	3 THHN No. 12	1 x 20				1 x 20	3 THHN No. 12	Toma 1 y 2 Entre. 2 Toma 3 Entre. 2 Toma 2 y 3 Compras Toma 2 y 3 Secretaría Toma 1 Gerencia	2
	Toma 2 Nutrición Toma 1 y 2 Sosep Toma 2 y 3 Clin Hemo Illum Cto Eléctrico								Illum Pediatría Toma 1 y 2 Pediatría Illum Clínica 3 Toma 1 y 2 Farmacia Toma 3 Dir. Medica Toma 2 Dir. Medica Toma Camb Línea Tomas Clínica 2	
3	F. Enfermería Dir. Medica, Toma 1 Entremnto 3	3 THHN No. 12	1 x 20							
5										
7							1 x 30	3 THHN No. 12		4
9							1 x 20	3 THHN No. 12	Toma 2 Clin 1 Toma 3 Clin 1 Toma 4 Clin 1	6
							1 x 20		Sin Carga	8
11	T- LABORATORIO		2 x 40				2 x 100	3 THHN No. 2	TD3 Pasillo de Servicios	10 12

Fuente: elaboración propia.



Tablero de distribución 2

<b>TD- 2</b>									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD2 PASILLO DE SERVICIOS			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1								Sin Carga	2
3	A/C Entrena. 2	3 THHN No. 10	2 X 30			2 X 20		Sin Carga	4
5	Iluminación Corredor		1 X 30					Extractor Baño 1	6
7						2 X 20	3 THHN No. 10	Iluminación Baño 1	8
9	A/C LABORATORIO	3 THHN No. 10	2 X 40			1 X 30	3 THHN No. 10	Toma 5 Entrena. 3	10
11	Toma 2 Psico y 2 Nutrición	3 THHN No. 10	1 X 20					Sin Carga	12

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 3

TD- 3									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 100 A		
Tablero de Distribución TD3 PASILLO DE SERVICIOS			Tipo: Centro de Carga				Polos: 8		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 2 y 3 Entrenamiento	2 THHN No. 12	1 X 30			1 X 30	2 THHN No. 12	Ilum Intensivo	2
	Ilum Entrenamiento 3			Tomas Intensivo					
	Ilum Dir. Medica			Ilum Cambio de Línea					
	Ilum SS Damas			Ilum Clínica 2					
	Toma SS Damas			Ilum Entrena. 2					
	Ilum Gerencia			Ilum Baños Pacientes					
	Ilum Secretaria			Ilum Aten. Pacientes					
	Toma 1 Secretaria			Ilum Psico					
	Toma 1 Compras			Ilum Sosep					
	Ilum Compras			Ilum Clínica Hemo					
				Toma 1 Clínica Hemo					
				Lamp 1, 2 y 15 Jardín					
				Toma 1 Jardín					
3	Ilum DPCA	2 THHN No. 12	1 X 15			1 X 15	2 THHN No. 12	Ilum Sala Operación.	4
	Tomas DPCA			Tomas Sala Operación.					
	Ilum Clínica 1			Ilum Farmacia					
	Toma 1 Clínica 1								
	Ilum Dir. Clínica								
	Toma 1 Dirección Medi								
	Ilum SS Pacientes								
	Ilum Almacén								
Toma Bodega almacén									
5	Lamp 3, 4 y 6 Jardín	2 THHN No. 12	1 X 20			1 X 15	2 THHN No. 12	Lamp 9, 10 y 11 Jardín	6
	Lamp 8, 5 y 7 Jardín			Lamp 12, 13 y 14 Jardín					
	Toma 2 Jardín								
	Toma 3 Jardín								
	Toma 4 Jardín								
7	Sin Carga						Sin Carga	8	

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 4

<b>TD- 4</b>										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 225 A			
Tablero de distribución TD4 SALA HEMODIALISIS B Y C			Tipo: Centro de Carga				Polos: 42			
			Fases				Sistema: Trifásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin Carga								Sin Carga	2
3	Maquina 1 Sala C	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 31 Sala B	4
5	Maquina 2 Sala C	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 32 Sala B	6
7	Sin Carga								Sin Carga	8
9	Maquina 3 Sala C	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 33 Sala B	10
11	Maquina 4 Sala C	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 34 Sala B	12
13									Sin Carga	14
15							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 35 Sala B	16
17							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 36 Sala B	18
19									Sin Carga	20
21							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 37 Sala B	22
23							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 38 Sala B	24
25							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 39 Sala B	26
27							1 X20	3 THHN No. 12	Ventiladores Admisión	28
29							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 40 Sala B	30
31									Sin Carga	32
33							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 41 Sala B	34
35							1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 42 Sala B	36
37										38
39										40
41	Sin Carga								Sin Carga	42

Fuente: elaboración propia.



Tablero de distribución 5

TD- 5											
Descripción			Voltaje 240/120				Barras 200				
Tablero de Distribución TD5 Sala Hemodiálisis B			Alimentación				Polos 30				
			Fases 1				Sistema				
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	prot	Cableado	Descripción	Crc	
1	Sin Carga								Sin Carga	2	
3	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Toma aux 1	4	
5	Sin Carga								Sin Carga	6	
7	Sin Carga								Sin Carga	8	
9	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Toma TV 2	10	
11	Toma aux 2	3 THHN No. 12	1 x 20						Sin Carga	12	
13	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Ilum Sala B	14	
15	Toma TV 2	3 THHN No. 12	1 x 20						A/C Sala B hemodiálisis	16	
17	Sin Carga						2 x 30	3 THHN No. 10		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.

Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin Carga								Sin Carga	2
3	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Toma aux 1	4
5	Sin Carga								Sin Carga	6
7	Sin Carga								Sin Carga	8
9	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Toma TV 2	10
11	Toma aux 2	3 THHN No. 12	1 x 20						Sin Carga	12
13	Sin Carga						1 x 20	3 THHN No. 12	Ilum Sala B	14
15	Toma TV 2	3 THHN No. 12	1 x 20						A/C Sala B hemodiálisis	16
17	Sin Carga						2 x 30	3 THHN No. 10		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

Tablero de distribución 6

<b>TD- 6</b>									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD6 SALA DE HEMODIALISIS A			Tipo: Centro de Carga				Polos: 16		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Maquina 27 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	3 THHN No. 12	Maquina 28 Sala A	2
3	Maquina 26 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	3 THHN No. 12	Maquina 25 Sala A	4
5	Maquina 24 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	3 THHN No. 12	Maquina 23 Sala A	6
7								Sin Carga	8
9	Maquina 29 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20					Sin Carga	10
11	Maquina 30 Sala A Tomas Aux Sala A Ventilador Admón.	3 THHN No. 12	1 X 20					Ilum Atención Ilum Admón. Toma 7 Admón. Ilum Sala 3 Hemo A	
13	Sin Carga					1 X 20	3 THHN No. 12	Sin Carga	12
								Sin Carga	14
15	Sin Carga							Sin Carga	16

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 7

<b>TD- 7</b>									
Descripción			Voltaje: 120				Barras: No Tiene		
Tablero de Distribución TD7 SALA DE HEMODIALISIS A			Tipo: Caja de Control				Polos: 5 Breakers		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin Carga					1 X 20	3 THHN No. 12	Maquina 13 Sala A	2
3	Maquina 22 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	3 THHN No. 12	Maquina 17 Sala A	4
5	Maquina 9 Sala A	3 THHN No. 12	1 X 20					Sin Carga	6

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 8

TD- 8										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 200 A			
Tablero de Distribución TD8 SALA DE HEMODIALISIS A			Tipo: Centro de Carga				Polos: 30			
			Fases			Sistema: Trifásico				
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Maquina 16 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 10 Sala A	2
3	Maquina 14 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20						Sin Carga	4
5	Maquina 12 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 15 Sala A	6
7	Maquina 8 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20						Sin Carga	8
9	Toma 6 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 6 Sala A	10
11	Maquina 7 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 5 Sala A	12
13	Maquina 4 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20					3 THHN No. 12	Maquina 3 Sala A	14
15	Maquina 2 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 1 Sala A	16
17	Toma 12 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 20 Sala A	18
19	Maquina 21 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20						Sin Carga	20
21	Sin Carga								Sin Carga	22
23	Maquina 18 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 19 Sala A	24
25	Ilum Sala A2	2 THHN No. 12	1 X20				1 X20	2 THHN No. 12	Ilum Sala A3	26
27	Toma 1,2 y 11 Sala A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Maquina 13 Sala A	28
29	Sin Carga						1 X20	3 THHN No. 12	Toma 7,8 y 9 Sala A	30

Fuente: elaboración propia.



Tablero de distribución 9

TD- 9										
Descripción			Voltaje 240/120				Barras 200			
Tablero de Distribución TD9 Pasillo Granumix			Alimentación				Polos 30			
			Fases 3				Sistema			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Alimenta TD21 Osmosis	3 THHN No. 6	3 x 50				3 x 50	3 THHN No. 2	Alimenta TD15 Lavandería	2
3				4						
5				6						
7	Iluminación Pasillo	3 THHN No. 10	1 x 20				1 x 20	3 THHN No. 10	Iluminación Pasillo	8
9	Alimenta TD22 Granumix	3 THHN No. 6	2 x 20				2 x 50	3 THHN No. 6	Autoclave	10
11				12						
13	A/A Central de Equipos	3 THHN No. 10	2 x 30						Sin Carga	14
15				16						
17	A/A Sala 2 Hemodiálisis A	3 THHN No. 10	2 x 50						Sin Carga	18
19				20						
21	A/A Sala 3 Hemodiálisis A	3 THHN No. 10	2 x 20						Sin Carga	22
23				24						
25	Sin Carga								Sin Carga	26
27	Sin Carga								Sin Carga	28
29	Sin Carga								Sin Carga	30

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 10

<b>TD- 10</b>									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD10 SALA DPI			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 3 y 4 Lavand.	2 THHN No. 12	1 X 15			1 X		Ilum Lavandería Toma 1 y 2 Lavand.	2
3						15	2 THHN No. 12		
5	A/C DPI	3 THHN No. 10	2 X 40					Sin Carga	4
7	Sin Carga					2 X		A/C ENTRENAMIENTO 1	6
9	Sin Carga					40	3 THHN No. 10		8
11	Sin Carga							Sin Carga	10
								Sin Carga	12

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 11

<b>TD- 11</b>									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 100 A		
Tablero de Distribución TD11 SALA DE DPI			Tipo: Centro de Carga				Polos: 8		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Sin Carga							Sin Carga	2
3	Ilum Central Equipos Toma 1 y 2 C. Equipo. Ilum DPI Toma 1 y 2 DPI Toma 5 Jardín Ilum Entren. 1 Toma 1 y 2 Entren. 1 Ilum Pasillo Osmosis	3 THHN No. 12	1 X 50					Sin Carga	4
5	Sin Carga							Sin Carga	6
7	Sin Carga							Sin Carga	8

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 12

TD- 12										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A			
Tablero de Distribución TD12 SALA DPI			Tipo: Centro de Carga				Polos: 4			
			Fases				Sistema: Monofásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc	
1	Toma 220 Lavand.	2 THHN No. 12	1 X 30			1 X 30	2 THHN No. 12	Toma 220 Lavand.	2	
3	Ilum Operaciones Tomas Operaciones Ilum Lockers Ilum Vestidores Hombres Ilum SS Hombres Ilum SS Damas Ilum Vestidores Damas	3 THHN No. 10	1 X 30			2 X 40	3 THHN No. 10	Sin Carga	4	

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 13

TD- 13										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A			
Tablero de Distribución TD13 ENTRENAMIENTO NUEVO			Tipo: Centro de Carga				Polos: 8			
			Fases				Sistema: Monofásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc	
1	Ilum Entren. Nuevo Toma 1 Entre. Nuevo	2 THHN No. 12	1 X 15			1 X 20	2 THHN No. 12	Toma 2 y 7 Entrena Nuevo	2	
3	Sin Carga					1 X 20	2 THHN No. 12	Lámpara de Horno Casero Toma 5 Entre Nuevo	4	
5	Toma 8 Entrenamiento Nuevo	2 THHN No. 12	1 X 15			2 X 20	2 THHN No. 12	Toma 6 Entre Nuevo	6	
7	Sin Carga					1 X 15	2 THHN No. 12	Toma 3 y 4 Entrenamiento nuevo	8	

Fuente: elaboración propia.



Tablero de distribución 14

TD- 14									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD14 PASILLO COMEDOR Y COCINA			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 1 Sala de Capacitación 1 Toma 1, 2 y 3 Pasillo y Rampa	2 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	2 THHN No. 12	Toma 1 y 2 Sala de Capacitación 2 Toma 1, 2, 3, 4, y 5 de Comedor	2
3	Ilum Sala de Capacitación 1 Ilum Pasillo Ampliación Timbre Puerta Ampliación	2 THHN No. 12	1 X 30			1 X 20	2 THHN No. 12	Ilum Sala de Capacitación 2 Iluminación Comedor Ilum Pasillo	4
5	Toma 10 , 220 V Cocina	3 THHN No. 10	2 X 50			1 X 20	2 THHN No. 12	Tomas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de Cocina	6
7						1 X 20	2 THHN No. 12	Ilum Cocina	8
9	Toma 9 , 220 V Cocina	3 THHN No. 10	2 X 30			1 X 20	2 THHN No. 12	Extractor Cocina	10
11								Sin Carga	12

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 15

TD- 15														
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A							
Tablero de Distribución TD15 LAVANDERIA			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12							
			Fases				Sistema: Trifásico							
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc				
1	LAVADORA	3 THHN No. 8	3 X 40				2 X 40	TSJ 3x10	T- 13	2				
3														4
5														Sin Carga
7	Toma 1 Clínica 3 Toma Pasillo Clínica 3	2 THHN No. 12	1 X 20				3 X 15	TSJ 3 X 10	Sin Carga	8				
9	Sin Carga		1 X 20							10				
11	Sin Carga									12				

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 16

TD- 16									
Descripción			Voltaje: 120/240V				S/B		
Tablero de Distribución TD-16 A/C Hemodiálisis A			Tipo: Caja de Control				Polos: 4		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	A/C 1 De Sala de Hemodiálisis A 3	3 THHN No. 12	2 X 30			2 X 30	3 THHN No. 12	A/C 2 De Sala de Hemodiálisis A 3	2
3									4

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 17

TD- 17									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD17			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Protección Principal TD-10	3 THHN No. 2	2 x 100			2 x 100	3 THHN No. 2	Protección Principal TD-1	2
3									4
5									6
7									8
9									10
11	Vacio							Vacio	12

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 18

TD- 18										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A			
Tablero de Distribución TD18			Tipo: Centro de Carga				Polos: 12			
			Fases				Sistema: Monofásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc	
1	Protección Principal TD-2	3 THHN No. 2	2 x 100			3 x 30	3 THHN No. 10	A/C Atención al Paciente	2	
3									4	
5									6	
7									8	
9									10	
11	Vacio							Vacio	12	

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 19

TD- 19										
Descripción			Voltaje: 120/240V				S/B			
Tablero de Distribución TD19			Tipo: Caja de Control				Polos: 2			
			Fases				Sistema: Monofásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Protección Principal TD4 y TD 14	2 THHN No. 2/0	3 x 200			3 x 200		2 THHN No. 2/0	Protección Principal TD4 y TD 14	2
3										4
5										6

Fuente: elaboración propia.



Tablero de distribución 20

TD- 20									
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A		
Tablero de Distribución TD20 TABLERO DE LABORATORIO			Tipo: Centro de Carga				Polos: 16		
			Fases				Sistema: Monofásico		
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Toma 3 y 4 de Laboratorio Toma 5 y 6 de Laboratorio	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	2 THHN No. 12	Iluminación Laboratorio	2
3	Toma 1 y 2 de Laboratorio Toma 9 de Laboratorio	3 THHN No. 12	1 X 20			1 X 20	3 THHN No. 12	Toma 7 y 8 de Laboratorio	4

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 21

TD- 21										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A			
Tablero de Distribución TD21 CUARTO DE OSMOSIS			Tipo: Centro de Carga				Polos: 18			
			Fases				Sistema: Trifásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Bomba 1	3 THHN No. 8	3 X 40				2 X 30	TSJ 3x10	Panel de Control	2
3									Bomba Osmosis	4
5				Filtros	6					
7	Sin Carga								Sin Carga	8
9	Sin Carga									10
11	Sin Carga						2 X 30	TSJ 3 X 10	Bomba CIP	12

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución 22

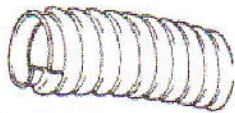
TD- 22											
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 125 A				
Tablero de Distribución TD22 Granumix			Tipo: Centro de Carga				Polos: 8				
			Fases				Sistema: Monofásico				
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc	
1	Toma 1 Granumix	3 THHN No. 12	1 X 20							2	
3	Filtro UV	3 THHN No. 12	1 X 20				2 X 30	3 THHN No. 12	Iluminación Laboratorio	4	
5	Iluminación Granumix	2 THHN No. 12	1 X 20							6	
7	Sin Carga						2 X 30	3 THHN No. 12	Bombas Loop	8	

Fuente: elaboración propia.

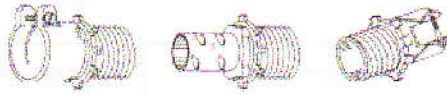
## Canalización eléctrica



TUBO CONDUIT DE ALUMINIO CON COPLER



TUBO CONDUIT FLEXIBLE



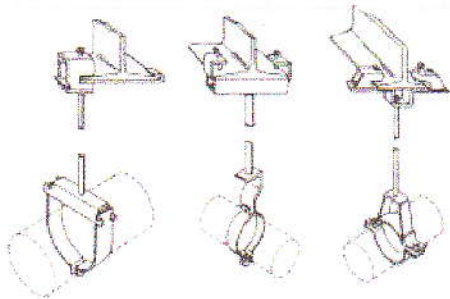
CONECTORES RECTOS



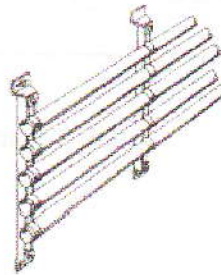
CONECTOR A 45°



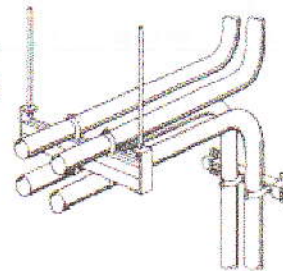
CONECTOR A 90°



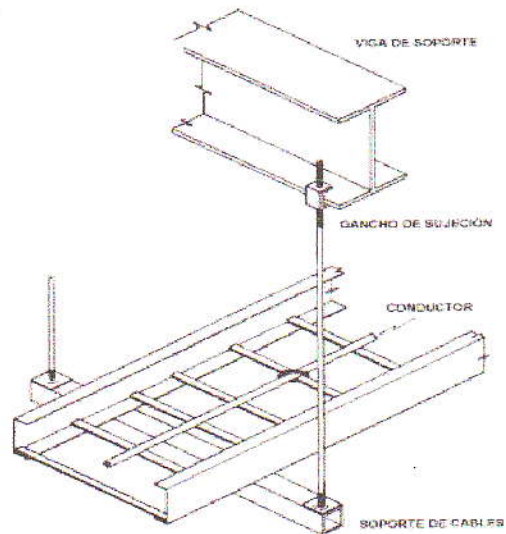
FORMAS DE SOPORTE DE TUBO CONDUIT



SOPORTES DE TUBO CONDUIT



SOPORTE DE TUBO CONDUIT  
POR SOPORTES EN U



Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.



Capacidad de conducción de corriente de conductores eléctricos

**Table B.310.1 Ampacities of Two or Three Insulated Conductors, Rated 0 Through 2000 Volts, Within an Overall Covering (Multiconductor Cable), in Raceway in Free Air Based on Ambient Air Temperature of 30°C (86°F)**

Size (AWG or kcmil)	Temperature Rating of Conductor. (See Table 310.13.)						Size (AWG or kcmil)
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Types TW, UF	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Types THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Type TW	Types RHW, THHW, THW, THWN, XHHW	Types THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COPPER			ALUMINUM OR COPPER-CLAD ALUMINUM			
14	16*	18*	21*				14
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	102	121	137	80	95	106	1
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	345	202	242	273	350
400	274	328	371	218	261	295	400
500	315	378	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	570	350	421	477	900
1000	448	542	617	382	460	521	1000

Fuente: NEC edición 2002.

## Características de tipos de aislamientos

TIPO	MATERIAL Y CARACTERÍSTICAS	APLICACIÓN	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN °C
R	Hule	Ambiente seco	60
RH	Hule resistente al calor	Ambiente seco	75
RHH	Hule resistente a las altas temperaturas	Ambiente seco	90
RHW	Hule resistente al calor y al medio agresivo	Ambiente seco y húmedo	75
T	Termoplástico	Ambiente seco	60
TH	Termoplástico resistente al calor	Ambiente seco	75
THW	Termoplástico resistente 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: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

## Factores de corrección de temperatura

Correction Factors

Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 30°C (86°F), multiply the ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp. (°F)
	1.08	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	
21-25	1.08	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	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	0.87	0.71	0.82	0.87	106-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	115-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	124-131
56-60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	133-140
61-70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	142-158
71-80	—	—	0.41	—	—	0.41	160-176

\*Unless otherwise specifically permitted elsewhere in this Code, the overcurrent protection for these conductor types shall not exceed 15 amperes for 14 AWG, 20 amperes for 12 AWG, and 30 amperes for 10 AWG copper; or 15 amperes for 12 AWG and 25 amperes for 10 AWG aluminum and copper-clad aluminum.

Fuente: NEC edición 2002.

Factores de corrección, número de conductores

**Table 310.15(B)(2)(a) Adjustment Factors for More Than Three Current-Carrying Conductors in a Raceway or Cable**

Number of Current-Carrying Conductors	Percent of Values in Tables 310.16 through 310.19 as Adjusted for Ambient Temperature if Necessary
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 and above	35

Fuente: NEC Edición 2002.

Fórmulas método por caída, a) monofásico, b) trifásico

$$a) \text{ Amm}^2 = \frac{\text{In} \times 2 \times d}{e \times K}$$

$$b) \text{ Amm}^2 = \frac{\text{In} \times 1.73 \times d}{e \times K}$$

Fuente: Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.



Área de conductor

Table 8 Conductor Properties

Size (AWG or kcmil)	Conductors								
	Area			Stranding		Overall			
	Area		Quantity	Diameter		Diameter		Area	
	mm <sup>2</sup>	Circular mils		mm	in.	mm	in.	mm <sup>2</sup>	in. <sup>2</sup>
18	0.823	1620	1	—	—	1.02	0.040	0.823	0.001
18	0.823	1620	7	0.39	0.015	1.16	0.046	1.06	0.002
16	1.31	2580	1	—	—	1.29	0.051	1.31	0.002
16	1.31	2580	7	0.49	0.019	1.46	0.058	1.68	0.003
14	2.08	4110	1	—	—	1.63	0.064	2.08	0.003
14	2.08	4110	7	0.62	0.024	1.85	0.073	2.68	0.004
12	3.31	6530	1	—	—	2.05	0.081	3.31	0.005
12	3.31	6530	7	0.78	0.030	2.32	0.092	4.25	0.006
10	5.261	10380	1	—	—	2.588	0.102	5.26	0.008
10	5.261	10380	7	0.98	0.038	2.95	0.116	6.76	0.011
8	8.367	16510	1	—	—	3.264	0.128	8.37	0.013
8	8.367	16510	7	1.23	0.049	3.71	0.146	10.76	0.017
6	13.30	26240	7	1.56	0.061	4.67	0.184	17.09	0.027
4	21.15	41740	7	1.96	0.077	5.89	0.232	27.19	0.042
3	26.67	52620	7	2.20	0.087	6.60	0.260	34.28	0.053
2	33.62	66360	7	2.47	0.097	7.42	0.292	43.23	0.067
1	42.41	83690	19	1.69	0.066	8.43	0.332	55.80	0.087
1/0	53.49	105600	19	1.89	0.074	9.45	0.372	70.41	0.109
2/0	67.43	133100	19	2.13	0.084	10.62	0.418	88.74	0.137
3/0	85.01	167800	19	2.39	0.094	11.94	0.470	111.9	0.173
4/0	107.2	211600	19	2.68	0.106	13.41	0.528	141.1	0.219
250	—	—	37	2.09	0.082	14.61	0.575	168	0.260
300	—	—	37	2.29	0.090	16.00	0.630	201	0.312
350	—	—	37	2.47	0.097	17.30	0.681	235	0.364
400	—	—	37	2.64	0.104	18.49	0.728	268	0.416
500	—	—	37	2.95	0.116	20.65	0.813	336	0.519
600	—	—	61	2.52	0.099	22.68	0.893	404	0.626

Fuente: NEC Edición 2002.

Selección de calibre de conductor 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
1 000	67,43	2/0	107,2	4/0
1 200	85,01	3/0	126,7	250
1 600	107,2	4/0	177,3	350
2 000	126,7	250	202,7	400
2 500	177,3	350	304	500
3 000	202,7	400	304	700
4 000	253,4	500	405,4	800
5 000	354,7	700	612	1 200
6 000	405,4	800	612	1 200

Fuente: NEC edición 2002.

Tablero de distribución área 1 (diseño)

TD- 1										
Descripción			Voltaje: 120/240V			Barras: 225 A				
Tablero de distribución TD1 Área de Distribución 1			Tipo: Centro de Carga			Polos: 42				
			Fases			Sistema: Trifásico				
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Iluminación Entrada principal, sala de espera, cuarto eléctrico	2 THHN No. 12	1X20				1X20	2 THHN No. 12	Iluminación Sala de Entrenamnto 2 Gerencia Administrativa, Compras	2
3	Iluminación Cuarto Eléctrico, SOSEP, Clínica , Atención al Paciente, Psicología, Nutrición	2 THHN No. 12	1 X20				1 X20	2 THHN No. 12	Iluminación Corredor Jardín Fondo	4
5	Iluminación Entrento 3, S. S. Damas, Pacientes Ambulatorios, Dirección Médica, Clínica 1,DPCA	2 THHN No. 12	1 X20							
7							1X20	3 THHN No. 12	Atención al	8
9	Fuerza Entrada principal, sala de espera, cuarto eléctrico	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Entrenamiento 3	10
11	Fuerza Clínica SOSEP, Clínica Hemodiálisis	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Enfrmria, Pacientes Ambulatorios, S. S. Damas	12
13	Fuerza Sala de Entrenamiento 2,	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Gerencia Administrativa, Gerencia	14
15	Fuerza Farmacia, Almacén, Mezanine	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza S.S. Damas, Intensivo, Vestidor Medico,	16
17	Fuerza Dirección Médica, Clínica Medica uno, Aislamiento DPCA, S.S. Personal	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Clínica Medica dos, Cambio de Línea, S.S. Damas	18



continuación tablero de distribución área 1 (diseño)...

Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 225 A			
Tablero de distribución TD1 Área de Distribución 1			Tipo: Centro de Carga				Polos: 42			
			Fases				Sistema: Trifásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
19	Fuerza Sala de recuperación, Sala de Operaciones	3 THHN No.12	1X20				2 X30	3 THHN No. 10	A/C Entrenamiento 2	20
23	Jardín Fondo y cámara	3 THHN No. 12	1X20				1X20	3 THHN No. 12	Cámaras de Seguridad Área 1	24
25										26
27	A/C Laboratorio	3 THHN No. 10	2X30						Libre	28

Fuente: elaboración propia.

Tablero de distribución área 2 (diseño)

<b>TD- 2</b>										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 225 A			
Tablero de distribución TD2 Área de Distribución 2			Tipo: Centro de Carga				Polos: 42			
			Fases				Sistema: Trifásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
1	Iluminación Atención y Admisión	2 THHN No. 12	1X20				1X20	2 THHN No. 12	Iluminación Pasillo Jardín	2
3	Iluminación Pasillo Locker, Vestidores,	2 THHN No. 12	1 X20				1 X20	2 THHN No. 12	Entrenamiento 1, Lavandería, Clínica	4
5	Iluminación Sala B y C Hemodiálisis	2 THHN No. 12	1 X20				1 X30	2 THHN No. 10	Iluminación Sala A	6
7	Iluminación Sala A	2 THHN No. 10	1X30				1X20	3 THHN No. 12	Fuerza Atención y Admisión	8
9	Fuerza Pasillo Jardín	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Pasillo Locker, Vestidores, Central de Equipos, Operaciones y DPI	10

continuación tablero de distribución área 2 (diseño)...

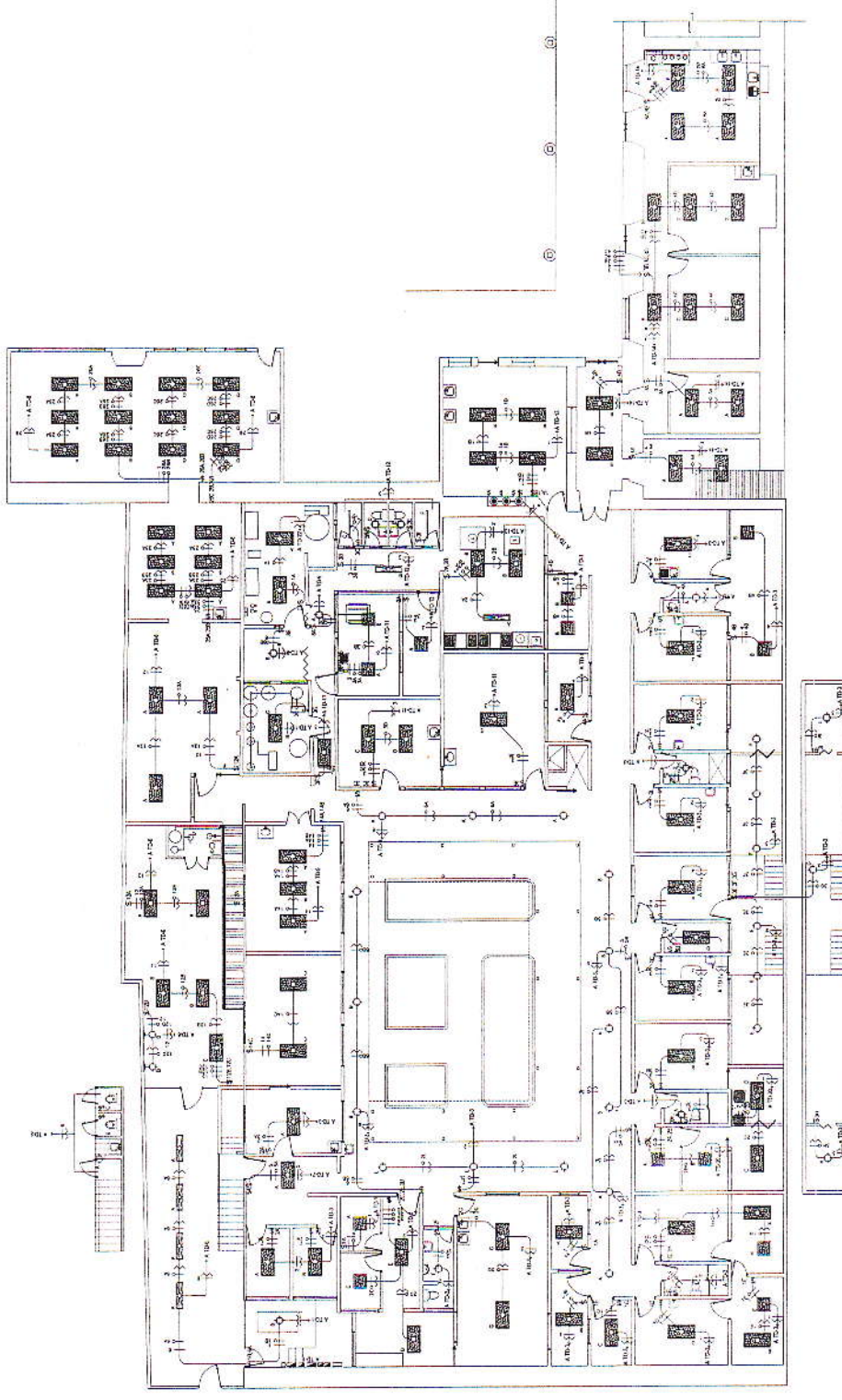
TD- 2										
Descripción			Voltaje: 120/240V				Barras: 225 A			
Tablero de distribución TD2 Área de Distribución 2			Tipo: Centro de Carga				Polos: 42			
			Fases				Sistema: Trifásico			
Crc	Descripción	Cableado	Prot	A	B	C	Prot	Cableado	Descripción	Crc
11	Fuerza Entrenamiento 1, Lavandería, Clínica Pediatría y Clínica 3	3 THHN No. 10	1 X30				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Sala B y C Hemodiálisis	12
13	Fuerza Sala Hemodiálisis A	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Fuerza Sala Hemodiálisis A2	14
15	Fuerza Sala Hemodiálisis A3	3 THHN No. 12	1 X20				1 X20	3 THHN No. 12	Cámaras Admisión, Pasillo Jardín, Salas Hemodiálisis A, B y C	16
17	Cámaras Pasillo Locker, Lavandería, osmosis inversa, Entrenamiento 3, Granumix, Pasillo Cruz Roja y DPI	3 THHN No. 12	1 X20							18
19							2 X50	3 THHN No. 8	Autoclave Central de Equipos	20
21	A/C 1 Sala B Hemodiálisis	3 THHN No. 8	2X50							22
23							2 X50	3 THHN No. 8	A/C 2 Sala B Hemodiálisis	24
25	A/C DPI	3 THHN No. 10	2X30						A/C Entrenamiento 1	26
27	Toma 220V Lavandería	3 THHN No. 10	2X30				1 X30	3 THHN No. 10		28
29										30

Fuente: elaboración propia.





SIMBOLOGIA PARA CIRCUITOS DE ILUMINACION	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LAMPARA 125 W
	LAMPARA DE PARED
	LAMPARA 2 X 20W
	LAMPARA 4 X 40W
	TABLERO DE DISTRIBUCION TDA 102
	CAJA DE REGISTRO DE 4 X 4"
	TUBERIA DE 1"
	TUBERIA DE 1"
	LINEA VIVA
	LINEA NEUTRO
	LINEA DE RETORNO
	INTERRUPTOR



PROYECTO	PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC		
ESCALA	FECHA	REVISOR/ES	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA ETS
ORIGEN	INDICACION	CANTIDAD	
NUMERO Y CANTIDAD DE HOJAS	FECHA		
PROYECTO	INDICACION		
FECHA			
<b>PLANTA DE ILUMINACION</b> HOJA 1-2 2/4 <i>Alfonso Alejandro Cruz Castro</i> INGENIERO ELECTRICISTA COT. NO. 9333			

**PLANTA DE ILUMINACION**  
UNAERC

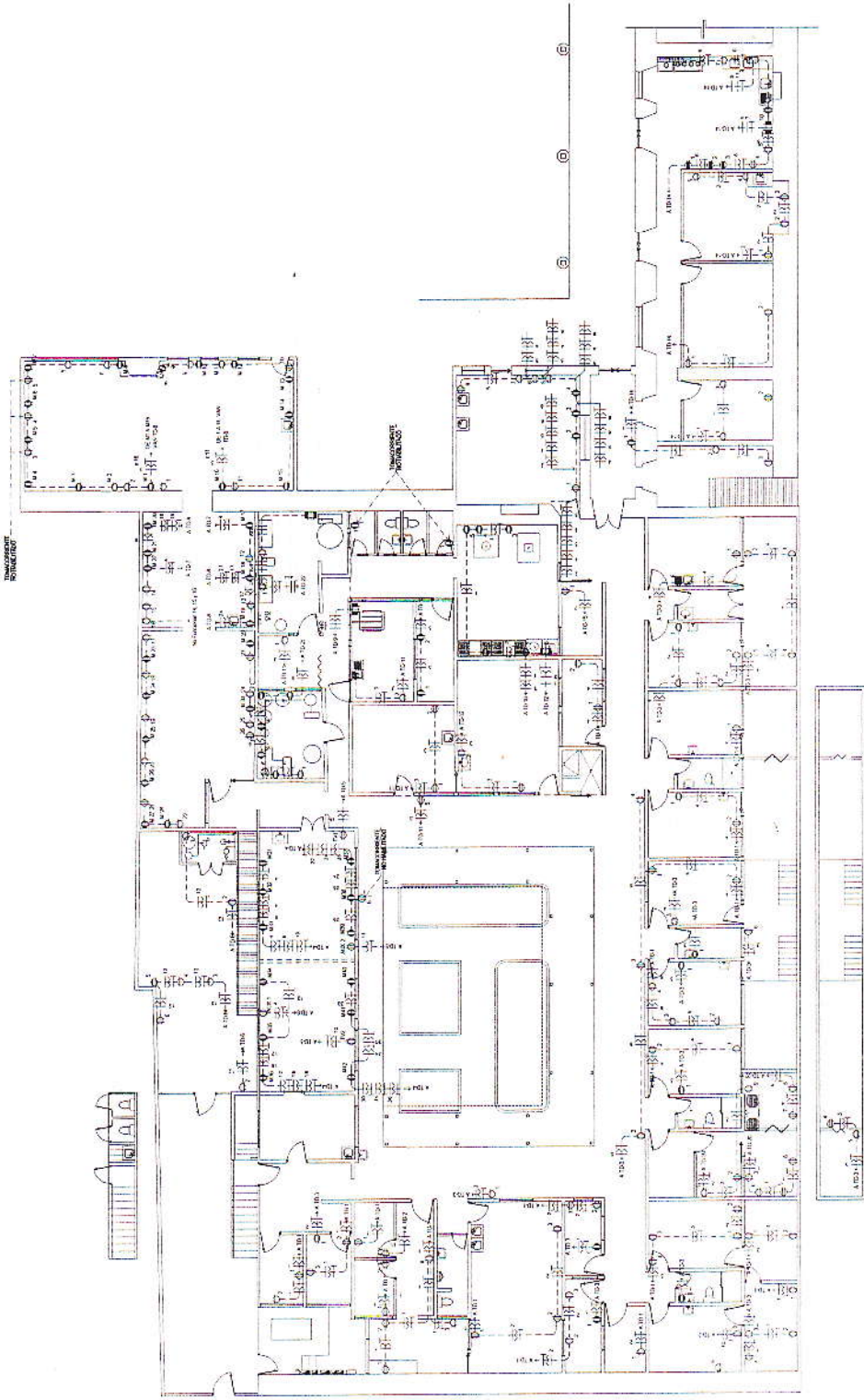
Escala 1:200

**SIMBOLOGÍA PARA CIRCUITOS DE FUERZA**

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



PROYECTO		"PROPUESTA DE MEJORA Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA DE LA RED ELÉCTRICA DE UNAERC"	
ESCALA	FECHA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	HOJA
		FACULTAD DE INGENIERÍA, ETS	1-3
CONTENIDO	FECHA	PLANTA DE FUERZA	3/4
AUTOR		INGENIERO-ELECTRICISTA	
NOMBRE Y CARGO		Atarso Alejandro Cruz Castro	
MATERIALES		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FECHA DE ELABORACIÓN			



**PLANTA DE FUERZA**

UNAERC

ESCALA 1:200











SIMBOLOGÍA PARA CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAMPARA 125 W
	LAMPARA DE PARED
	LAMPARA 7 X 70W
	LAMPARA 1 X 100W
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (D.D.) 100
	CAJA DE REGISTRO DE 4 X 4"
	TUBERÍA DE 1"
	LÍNEA VIVA
	LÍNEA NEUTRO
	LÍNEA DE RETORNO
	INTERRUPTOR



PROYECTO: "PROPUESTA DE MEJORA Y ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGIA DE LA RED ELECTRICA DE UNAERC"

ESCALA: 1:1000

FECHA: 15/04/2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA Y EPS

CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION NUEVO DISEÑO

HOJA: D-2

INGENIERO EN CARGO: Alejandro Cruz Castro

INGENIERO ELECTRICISTA

C.O. No. 9331

**PLANTA DE ILUMINACION**  
UNAERC

ESCALA 1:200







