

CAPÍTULO IV DESARROLLO

*PROBLEMA ENCONTRADO EN EL
ÁREA DE TERAPIA INTENSIVA*

4.1 DESARROLLO DEL PROBLEMA

El concepto de Áreas de atención crítica según Norma de la Secretaría de Energía NOM-001-SEDE-2005 menciona que son aquellas unidades de atención especial como: unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados coronarios, laboratorios de angiografía, laboratorios de caterización cardiaca, salas de expulsión, salas de operación y áreas similares en las cuales los pacientes estén sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos y aparatos electromédicos sofisticados que estén energizados mediante receptáculos grado hospital.

En el área de Terapia Intensiva, el paciente se encuentra en un evento agudo y amenazante de su vida. Ya que la mayoría de las veces, no puede respirar de forma natural, por lo que requiere de un ventilador, siempre debe estar monitorizado para estar verificando los signos vitales. Algunas veces durante su tratamiento o para diagnóstico requieren de Máquinas de Hemodiálisis así como la obtención de placas por medio de equipo de Rayos X, Desfibriladores, catéter, sondas, etc.

Como se puede observar depende de mucho equipo médico para su diagnóstico y recuperación motivo por el cual es importante contar con buenas instalaciones eléctricas para garantizar el funcionamiento de los equipos y con esto la seguridad de todas las personas que se encuentran cerca de él.

En todos los hospitales ya sean de 1º, 2º ó 3er nivel si hay equipo médico debe existir personal capacitado que sepa la forma de manipular el equipo, las características de instalación del equipo eléctricas, de gases, en caso de que exista

alguna falla el personal sea capaz de solucionar el problema y dejar el equipo funcionando con la plena seguridad de que no va a dañar al paciente y que los parámetros que se midan sean confiables.

Un Ingeniero Biomédico es una persona capacitada para trabajar en el área hospitalaria. Dentro de sus actividades está la realización de Mantenimientos Preventivos (MP) a los equipos médicos por lo menos 2 veces al año. Esta actividad se hace con el fin de prevenir que el equipo presente alguna falla, aunque las fallas del equipo se pueden presentar en cualquier momento debido al mal uso o a descomposturas debidas a fallas eléctricas.

Durante la realización del Mantenimiento Preventivo a los equipos que se encuentran en el área de terapia intensiva, uno de los puntos a verificar es la seguridad eléctrica y esto se realiza con un equipo denominado "equipo de seguridad eléctrica" figura 1 donde se miden los valores de voltajes entre tierra-neutro, tierra-vivo, vivo-neutro, así como verificar el valor de las corrientes de fuga del chasis del equipo y de los latiguillos (si el equipo los tiene) son los cables que se conectan a electrodos que van pegados al tórax del paciente para poder monitorear señales eléctricas (Electrocardiograma).

Otro parámetro que mide el equipo de seguridad eléctrica es el de la resistencia del cable de línea que está conectado al equipo, este valor debe ser menor a 5Ω , si llegara a presentarse un valor más elevado el equipo de seguridad eléctrica comienza a alarmarse y nos indica que el cable de línea probablemente en su parte interna se encuentre roto, la pata de tierra floja o rota. Por lo que se procede a reparar la clavija o cambiar el cable de línea.



FIGURA 1. EQUIPO DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

Una actividad que se realizó adicional al mantenimiento preventivo del equipo que se encuentra en Terapia Intensiva, fue la verificación de los receptáculos de los 14 cubículos.

Lo que se hizo con un voltmetro se midieron los voltajes entre vivo-neutro, neutro-tierra, tierra-vivo y los valores de voltaje entre tierra-neutro no eran los esperados que deberían de ser un valor mayor a 0 V pero menor a 1 V ya que variaban mucho. Los datos que se obtuvieron se muestran en la tabla siguiente:

CUBÍCULO	VALOR DEL VOLTAJE DE LA TIERRA FÍSICA ENTRE RECEPTÁCULOS
1	1.901
2	1.899
3	1.756
4	1.411
5	1.078
6	1.067
7	1.098
8	1.090
9	1.672
10	1.980
11	1.323
12	1.456
13	0.876
14	1.573

TABLA 1 VALORES DE VOLTAJE ENTRE LA TIERRA DE LOS RECEPTÁCULOS

Por lo que se procedió a revisar el tablero del área y colocando una punta del voltmetro en la barra de tierras físicas y la otra punta en el chasis del tablero se esperaba que el valor de la tierra física fuera aproximadamente 0 V, pero lo que se observó que el valor no se estabilizaba, variaba entre 0.897 V y 1.967 V

Se verificaron los voltajes de entrada entre fases y estos fueron los esperados aproximadamente 120 V entre vivo y neutro, 120 V entre vivo y tierra.

Una de las alternativas para poder reducir este valor entre tierra-neutro era que se regaran los jardines donde supuestamente se encontraría enterrado el electrodo

de esa área y lo que se persigue con la tierra mojada es disminuir la resistencia al paso de las corrientes parásitas para que estas fluyan eficazmente.

Se buscó el jardín donde se encontraría enterrado el electrodo de esa área "según planos" y lo que se encontró fue el cable roto, debido a que se construyó una ampliación del área de Terapia Intensiva y no se volvió a colocar la instalación correcta de la tierra física.

El cable de tierra que debería llegar al jardín se encontró roto, no tenía ningún contacto con la tierra, estaba oxidado, a la intemperie y lo único que tenía puesto para su protección era cinta de aislar en la punta.

Se dio aviso al jefe de esa área para informarle que se implementaría en el área la conexión de tierra física

El área de Terapia Intensiva tiene la conexión de tipo copo de nieve como se muestra en la siguiente figura:

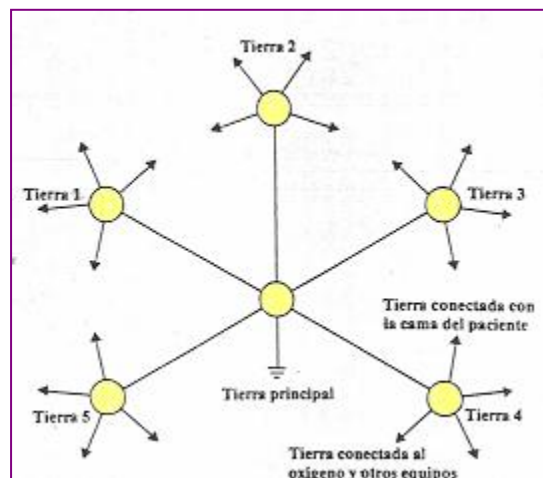


FIGURA 2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EQUIPOTENCIAL DEL TIPO COPO DE NIEVE

CONEXIÓN DE LA TIERRA FÍSICA EN EL ÁREA DE TERAPIA INTENSIVA

De cada uno de los receptáculos tomando solamente el de tierra física de un solo cubículo así como las tomas de gases medicinales (aire, oxígeno, toma de vacío) y todas las partes metálicas se aterrizaron (de ese cubículo), se conectaron a través de un cable de cobre a una placa de cobre que será la tierra independiente de ese cubículo. En cada cubículo se hará lo mismo y de la placa de cada cubículo (tierra independiente) saldrá otro cable de cobre que se conectará a la tierra central del área (en este caso la de Terapia Intensiva), este cable se llevó al jardín cercano donde se enterraría el electrodo.

CONEXIÓN DEL ELECTRODO

Una vez que se designó el lugar dónde se colocaría el electrodo el material con el que se contaba para realizar dicha actividad fue el siguiente

El material utilizado para la colocación del electrodo fue el siguiente:

- a) Electrodo
- b) Conector
- c) Bentonita
- d) Soldadura
- e) Tapa para el registro

Como se puede observar en la siguiente imagen se tiene el cable de cobre que sale de la conexión de todas las tierras físicas del área.



FIGURA 3 CABLE DE TIERR FISICA

Se hizo un agujero, con una profundidad de aproximadamente de 1 m se enterró la varilla y para que estuviera más firme se golpeo en la parte superior para que entrara unos 10 cm más. La varilla es de material de cobre altamente conductivo con un diámetro nominal de 2" y 1.2 m de longitud.



FIGURA 4 COLOCACIÓN DE LA VARILLA

Una vez colocada la varilla se rellenó el agujero haciendo una mezcla con bentonita que es una arcilla consistente en el mineral montmorillonita. Y tiene una resistividad de 2.5 ohm-m con humedad, entre otros compuestos como el sulfato de magnesio, sulfato de cobre y de compuestos químicos, los cuales hacen que disminuya la resistencia eléctrica.

Se soldó el conductor.



FIGURA 5 CONDUCTOR SOLDADO



FIGURA 6 RELLENÓ Y HUMEDAD EN EL ÁREA



FIGURA 7 SE COLOCÓ UNA TAPA PARA SU UBICACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez realizada la instalación de la tierra física se regó el jardín donde se colocó el electrodo, se hicieron nuevamente mediciones en los cubículos y los valores obtenidos fueron los siguientes:

CUBÍCULO	VALOR DEL VOLTAJE DE LA TIERRA FÍSICA ENTRE RECEPTÁCULOS
1	0.256
2	0.221
3	0.254
4	0.229
5	0.278
6	0.253
7	0.247
8	0.269
9	0.241
10	0.287
11	0.222
12	0.249
13	0.256
14	0.255

TABLA 3 VALORES DE VOLTAJE ESPERADOS EN LOS CUBÍCULOS RECEPTÁCULOS DE LOS CUBÍCULOS

Los valores medidos después de la instalación del electrodo fueron los esperados se hicieron pruebas de seguridad eléctrica a los equipos que se encuentran en el área de terapia intensiva, así como la medición del valor del voltaje entre receptáculos.

Uno de los problemas encontrados en el área mencionada es la utilización de extensiones de mala calidad, no propias para utilizarlas en un hospital, como ya se mencionó las clavijas a utilizar son grado médico y una de sus características es que la pata de tierra es robusta comparada con otras clavijas que no son grado médico y las extensiones que utilizan en esta área se observa que la entrada de la pata de tierra no cuenta con esta entrada debido a que no es polarizada aterrizada o es demasiado angosta le entrada por lo que los usuarios han optado por cortarla o dejarla fuera.

Es importante tomar en cuenta lo siguientes puntos:

- a) Las tierras de todos los contactos en el cuarto de un paciente se deben unir entre sí a una placa metálica conductora de cobre.
- b) Los cables de conexión de estas tierras individuales deben ser aproximados de la misma longitud
- c) La resistencia que presenten estos cables entre sí, no deben exceder a 0.1Ω
- d) El voltaje medido entre las tierras de dos receptáculos en el mismo cubículo no debe variar y debe ser mayor a 0 V pero menor a 1 V a 60 Hz.

Las placas de tierra de cada cuarto deben conectarse a una placa de tierra central por medio de un cable calibre 12 con un recubrimiento aislante de color verde.

- a) La resistencia entre el cable de línea del equipo y la tierra del cuarto no debe ser mayor a 0.5Ω
- b) En el sistema de distribución eléctrica debe haber un interruptor para cada cubículo, junto con un fusible adecuado.

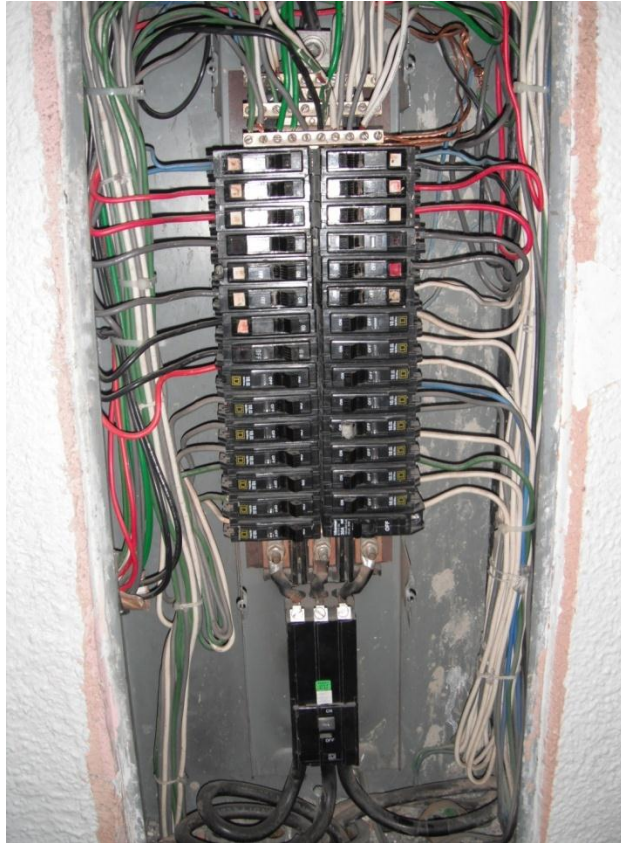


FIGURA 8 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE TERAPIA INTENSIVA

Como sistema de protección en esa área cuentan desde hace mucho tiempo con reguladores de voltaje dos por cada cubículo uno conectado a la línea normal y otro a la de emergencia. Todos estos reguladores cuentan con su tierra física independiente a otro tablero de alimentación diferente al de los cubículos.

Un regulador de voltaje (también llamado estabilizador de voltaje o acondicionador de voltaje) es un equipo eléctrico que acepta una tensión eléctrica de voltaje variable a la entrada, dentro de un parámetro predeterminado y mantiene a la salida una tensión constante (regulada).



FIG. 9 REGULADORES DE VOLTAJE

Cuando se produce una variación de voltaje elevado los reguladores tienen como protección en la salida unos varistores los cuales se abren y el equipo comienza a alarmarse.

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, fallas eléctricas. Su tiempo de respuesta es de menos de 20 ns, absorbiendo el transitorio en el instante que ocurre la falla.



FIG. 10 VARISTORES

BENEFICIOS DE CONTAR CON UN REGULADOR DE VOLTAJE

Funcionamiento permanente y seguro de todos los equipos, las variaciones de voltaje de la red eléctrica no afectarán el funcionamiento. Es indispensable que los equipos estén trabajando las 24 horas del día debido a su utilización, los pacientes, el personal médico deben confiar de su buen funcionamiento.

CAPACITACIÓN AL PERSONAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA TIERRA FÍSICA

En varias sesiones se les explicó al personal médico, enfermeras, camilleros, inhaloterapistas, residentes y personal de limpieza, la importancia que tiene la tierra física.

Se explicó que todo equipo médico debe tener un cable de línea con una clavija polarizada y aterrizada grado médico, que la pata de tierra no tienen porque cortarla cuando utilicen extensiones que carezcan de esa entrada, las extensiones deben ser de uso industrial y no deben conectar equipos en los cubículos que no

sean para el diagnóstico y recuperación del paciente como son radios, cargadores de celulares, televisiones, parrillas, ya que pueden provocar un accidente o alteran la señales de los equipos. Se le prohibió la utilización de convertidores de 3 a 2 patas bajo ninguna circunstancia deben conectar un equipo médico con este objeto.

También se capacitó al personal de mantenimiento para que se tuviera el cuidado necesario para colocar una buena instalación de tierras físicas en otras áreas ya que ellos comentan que durante los cambios que ha tenido el hospital se ha requerido de esta instalación pues en tiempos anteriores no se usaba o no se le daba la importancia necesaria, solamente lo hacían cuando llegaban equipos grandes como los tomógrafos, resonancia magnética y siempre y cuando lo solicitaran.

Cuando se instaló el electrodo de Terapia Intensiva se les propuso y proporcionó la bentonita ya que ellos cuando volvían a rellenar lo hacían con la misma tierra y en otras instalaciones ponían sal de grano dentro del agujero.

Se les explicó que una varilla de construcción no sirve como electrodo para tierra física el material con el que está diseñado no cumple con lo requerido para una puesta a tierra.

Los pocos registros de tierras físicas encontrados en los jardines no se les da el mantenimiento apropiado, se les hizo saber que deben estar midiendo la resistencia de la tierra, no tienen un terrómetro para medir por lo que se les sugirió que lo contemplen para la siguiente licitación.

Otra de las propuestas es que el Departamento de Ingeniería Biomédica y el área de Mantenimiento deben estar en constante comunicación debido al crecimiento que se tiene en áreas y a la construcción de nuevas instalaciones para que cada una de las áreas cumpla con su trabajo a realizar y así garantizar el buen funcionamiento del equipo y la confianza para que sea manipulado por el usuario y utilizado por el paciente.