

**ANÁLISIS DE SEGURIDAD ELECTRICA ASOCIADO A LAS TOMAS
ELECTRICAS EN EL HOSPITAL MARIO GAITAN YANGUAS DE SOACHA**

EDGAR IVAN RODRIGUEZ ALARCON

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2016**



**ANALISIS Y INVESTIGACION DE SEGURIDAD ELECTRICA EN EL HOSPITAL
MARIO GAITAN YANGUAS DE SOACHA**

EDGAR IVAN RODRIGUEZ ALARCON

**Informe del trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en
Electromedicina**

**Guillermo Andres Cano Torres
Ingeniero Biomedico**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2016**

Nota de aceptación: Aprobado por el comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad ECCI para optar al título de tecnólogo en electro medicina.

_____ Jurado

_____ Jurado

BOGOTA DC, 1 de julio de 2016.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos las personas que me apoyaron en el desarrollo de este proyecto, fuente enriquecedora que permitió crecer mis conocimientos y adquirir una experiencia práctica que llenó en demasía las expectativas.

Al Hospital Mario Gaitán Yanguas, por brindarme el espacio y oportunidad de realizar nuestra práctica empresarial llevando a cabo el desarrollo del proyecto.

Entre las personas que me brindaron su colaboración podemos citar: El Ingeniero Guillermo Andrés Cano, Ingeniero Mario Vega.

A mi familia, con especial sentimiento a mis padres porque ellos son la mayor motivación para cumplir cada meta y proyecto creciendo en conocimientos y como persona ante la sociedad con respeto y dedicación.

CONTENIDO

pág.

| | |
|--|----|
| GLOSARIO..... | 11 |
| RESUMEN..... | 13 |
| INTRODUCCION..... | 14 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 15 |
| 1.1 CRITERIOS..... | 15 |
| 1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA..... | 15 |
| 2. JUSTIFICACION..... | 16 |
| 3. OBJETIVOS..... | 17 |
| 3.1 OBGETIVO GENERAL..... | 17 |
| 3.2 OBGETIVOS ESPECIFICOS..... | 17 |
| 4. MARCO TEORICO..... | 18 |
| 5. METODOLOGIA..... | 40 |
| 5.1 PRUEBAS DE SEGURIDAD ELECTRICA..... | 40 |
| 5.2 ANALISIS Y DIAGNOSTICO..... | 40 |
| 5.3 DISEÑO DE FORMATO..... | 41 |
| 5.4 PRUEBAS DE SEGURIDAD ELECTRICA..... | 41 |
| 6. RESULTADOS..... | 41 |
| 6.1 RECONOCIMIENTO DE AREAS..... | 41 |
| 6.2 COMPROBACION DE LOS RECEPTACULOS Y LA INTEGRIDAD DE LA INSTALACION ELECTRICA..... | 41 |

| | |
|---|----|
| 6.3 PROCEDIMIENTOS..... | 44 |
| 6.4 AREAS A TRABAJAR..... | 45 |
| 6.5 DISEÑO DE FORMATO..... | 80 |
| 6.6 CAPACITACION AL PERSONAL DE LA INSTITUCION..... | 81 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 82 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 82 |
| 9. REFERENCIAS..... | 84 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 86 |

LISTA DE CUADROS

pág.

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Valores de tensión nominal..... | 34 |
| Cuadro 2. Valores admisibles de corrientes de fuga permanentes..... | 38 |
| Cuadro 3. Pruebas de fuerza mecánica en el área de urgencias..... | 49 |
| Cuadro 4. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el área de urgencias..... | 52 |
| Cuadro 5. Pruebas de voltaje en el área de urgencias..... | 53 |
| Cuadro 6. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de urgencias..... | 55 |
| Cuadro 7. Pruebas de fuerza mecánica en triage..... | 58 |
| Cuadro 8. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el área de triage..... | 59 |
| Cuadro 9. Pruebas de voltaje en el área de triage..... | 60 |
| Cuadro 10. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de triage..... | 61 |
| Cuadro 11. Pruebas de fuerza mecánica en el área de cirugía..... | 66 |
| Cuadro 12. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma del área de cirugía..... | 69 |
| Cuadro 13. Pruebas de voltaje en el área de cirugía..... | 70 |
| Cuadro 14. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de cirugía..... | 71 |
| Cuadro 15. Pruebas de fuerza mecánica en el área de partos..... | 75 |
| Cuadro 16. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el área de partos..... | 77 |
| Cuadro 17. Pruebas de voltaje en el área de partos..... | 78 |

Cuadro 18. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de triage.....80

Cuadro 19. Formato de seguridad eléctrica para el Hospital Mario Gaitan Yanguas.....80

LISTA DE FIGURAS

pág.

| | |
|---|----|
| Figura 1. Impedancia entre el polo de tierra de la clavija y el terminal de tierra equipotencial..... | 37 |
| Figura 2. Dinamómetro de 0 a 2,5N..... | 42 |
| Figura 3. Dinamómetro de 0 a 5N..... | 42 |
| Figura 4. Clavija..... | 43 |
| Figura 5. Analizador de tomas eléctricas..... | 43 |
| Figura 6. Multímetro..... | 44 |
| Figura 7. Monitor de signos vitales en urgencias..... | 46 |
| Figura 8. Desfibrilador..... | 46 |
| Figura 9. Ventilador mecánico..... | 47 |
| Figura 10. Prueba de voltaje en el área de urgencias con analizador de tomas eléctricas..... | 47 |
| Figura 11. Prueba de voltaje área de urgencias fase-tierra..... | 48 |
| Figura 12. Prueba de voltaje área de urgencias fase-neutro..... | 48 |
| Figura 13. Prueba de voltaje área de urgencias neutro-tierra..... | 49 |
| Figura 14. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el área de urgencias..... | 52 |
| Figura 15. Electrocardiógrafo..... | 56 |
| Figura 16. Prueba de voltaje en el área de urgencias con analizador de tomas eléctricas..... | 56 |
| Figura 17. Prueba de voltaje área de triage fase-tierra..... | 57 |
| Figura 18. Prueba de voltaje área de triage fase-neutro..... | 57 |
| Figura 19. Prueba de voltaje área de triage neutro-tierra..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el área de triage..... | 60 |
| Figura 21. Mesa de cirugía..... | 62 |
| Figura 22. Lámpara cielítica..... | 62 |
| Figura 23. Succionador..... | 63 |
| Figura 24. Maquina de anestesia..... | 63 |
| Figura 25. Monitor de signos vitales del área de cirugía..... | 64 |
| Figura 26. Prueba de voltaje en el área de urgencias con analizador de tomas eléctricas..... | 64 |
| Figura 27. prueba de voltaje área de cirugía neutro-tierra..... | 65 |
| Figura 28. prueba de voltaje área de cirugía fase-neutro..... | 65 |
| Figura 29. prueba de voltaje área de cirugía neutro-fase..... | 66 |
| Figura 30. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma del área de cirugía..... | 69 |
| Figura 31. Succionador del área de partos..... | 72 |
| Figura 32. Monitor de signos vitales del área de partos..... | 72 |
| Figura 33. Maquina de anestesia del área de partos..... | 73 |
| Figura 34. Prueba de voltaje en el área de urgencias con analizador de tomas eléctricas..... | 73 |
| Figura 35. prueba de voltaje área de cirugía neutro-tierra..... | 74 |
| Figura 36. prueba de voltaje área de cirugía fase-neutro..... | 74 |
| Figura 37. prueba de voltaje área de cirugía neutro-fase..... | 75 |
| Figura 38. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el área de partos..... | 78 |

GLOSARIO

ACCIDENTE: evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

AISLANTE ELÉCTRICO: material de baja conductividad eléctrica que puede ser tomado como no conductor o aislador.

CIRCUITO DE PACIENTE: cualquier circuito eléctrico que contenga una o más conexiones de paciente.

CLAVIJA: dispositivo que por inserción en un tomacorriente establece una conexión eléctrica entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente al tomacorriente.

CONDUCTOR NEUTRO: conductor activo conectado intencionalmente al punto neutro de un transformador o instalación y que contribuye a cerrar un circuito de corriente.

CONEXIÓN DE PACIENTE: cada parte individual de la parte aplicable a través de la cual puede fluir la corriente entre el paciente y el equipo en condición normal o en condición de primer defecto.

CONDUCTOR A TIERRA: también llamado conductor del electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra.

CORRIENTE ELÉCTRICA: es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

CORRIENTE DE CONTACTO: corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión de contacto.

CORRIENTE DE FUGA A TIERRA: corriente que circula desde la parte de red de alimentación a lo largo o a través del aislamiento al conductor de protección de tierra.

EQUIPO ELÉCTRICO DE SOPORTE DE LA VIDA: equipo eléctrico cuyo funcionamiento continuo es imprescindible para mantener la vida de un paciente.

FASE: designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

LESIÓN: perjuicio fisiológico sufrido por una persona.

PUESTA A TIERRA: grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN: posibilidad de circulación de una corriente eléctrica mortal a través de un ser vivo.

SISTEMA DE POTENCIA AISLADO (IT): un sistema con el punto neutro aislado de tierra o conectado a ella a través de una impedancia. Cuenta con un transformador y un monitor de aislamiento. Se utiliza especialmente en centros de atención médica, minas, embarcaciones, vehículos, ferrocarriles y plantas eléctricas.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

SISTEMA ININTERRUMPIDO DE POTENCIA (UPS): sistema diseñado para suministrar electricidad en forma automática, cuando la fuente de potencia normal no provea la electricidad.

TIERRA (Ground o earth): para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura ó tubería de agua.

ANALISIS Y INVESTIGACION DE SEGURIDAD ELECTRICA EN EL HOSPITAL MARIO GAITAN YANGUAS DE SOACHA

RESUMEN

El presente documento es el resultado de un trabajo practico donde fueron aplicados diferentes conocimientos adquiridos en el proceso de formación como tecnólogo en electro medicina, en este trabajo se realizo un análisis de seguridad eléctrica en el Hospital Mario Gaitán Yanguas ubicado en sector de Soacha con el propósito de evaluarlas y realizar un adecuado diagnostico, a partir de las normas y estándares vigentes que rigen nacional e internacional.

Como resultado se obtuvo información que permitió esclarecer el estado actual de la seguridad eléctrica en hospital, lo cual permitirá efectuar acciones preventivas y correctivas en el entorno eléctrico a paciente, de igual forma se desarrollaron formatos y protocolos guías que orientaran al personal de mantenimiento para realizar las labores periódicamente de seguridad eléctrica. Estos fueron socializados mediante una presentación al personal de la institución. De esta manera se llevó también a cabo la capacitación de los técnicos de mantenimiento y responsables de estos procedimientos.

Se llego ala idea que los técnicos de mantenimiento y responsables de estos procedimientos, manejaran un formato en el cual se podrán llevar las pruebas realizadas en este trabajo como, prueba de fuerza, voltaje, y análisis de cada pin, para su correcto manejo y funcionamiento para el entorno de los pacientes y personal hospitalario, reconociendo también la seguridad eléctrica para los equipos biomédicos que se trabajan en cada una de las áreas del Hospital Mario Gaitán Yanguas.

INTRODUCCIÓN

La tecnología médica a su nivel evolutivo incrementa su grado de efectividad y a su vez su complejidad, el uso no adecuado de esta tecnología puede afectar al paciente como al personal asistencial. Es por ello que es importante realizar una gestión de riesgo enfocada a la seguridad eléctrica en el hospital por el entorno del paciente y los equipos biomédicos.

En la década de los 90 se lograron establecer regulaciones para el control de riesgos eléctricos en las instituciones hospitalarias, se realizaron diferentes procedimientos de inspección e implementación de la seguridad eléctrica para garantizar el buen trabajo de los equipos biomédicos y la seguridad de los usuarios.

Es importante minimizar los riesgos eléctricos asociados al uso de la tecnología biomédica, que pueden poner en riesgo la vida del paciente; por lo tanto, es indispensable diseñar métodos de inspección y control, así como capacitar al personal asistencial de la manera correcta de manipular el equipo y desarrollar periódicamente planes de mantenimiento, que garanticen las condiciones de la instalación. Para dar cumplimiento con estos requerimientos se deben de seguir las normas nacionales e internacionales que establecen estándares de seguridad los cuales se deben de aplicar en las instituciones. Incrementando de este modo la seguridad al paciente y a los operarios.

En el Hospital Mario Gaitan Yanguas para que cuente con un diagnóstico preciso de seguridad eléctrica de sus instalaciones se realizó un reconocimiento y evaluación en diferentes tomas del hospital para que de este modo pueda mejorar y corregir las deficiencias que se detecten con el propósito de conseguir un entorno seguro al paciente. Para poder calificar y cuantificar los niveles de riesgo causados por problemas de seguridad eléctrica en la institución es necesario conocer los estándares nacionales e internacionales los cuales se deben aplicar en las instituciones.

Este proyecto desea verificar el estado de los parámetros de seguridad eléctrica de la institución hospitalaria, de modo que los resultados que arroje el diagnóstico sirvan de herramienta para generar políticas de mejora en cuanto a la seguridad al paciente como al equipo biomédico.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Identificando la política nacional de seguridad al paciente, una de las prioridades en las instituciones hospitalarias es proteger la vida del paciente y la del personal asistencial ante los eventos adversos producidos por errores humanos o por fallas técnicas. Los accidentes eléctricos se pueden presentar en instituciones que no cumplen las normas de seguridad eléctrica y al inadecuado uso de la tecnología biomédica, los cuales pueden ocasionar al paciente lesiones como electrocución, quemaduras, daños, siendo la fibrilación ventricular la principal causa de muerte por choque eléctrico.

El Hospital Mario Gaitan Yanguas es una institución hospitalaria con más de 40 años de fundada. Durante este tiempo, ha sufrido ampliaciones y remodelaciones, a fin de, suplir las necesidades crecientes de sus usuarios. Siempre con el ánimo de prestar un servicio de calidad, es decir, seguro, eficiente, eficaz y efectivo.

Identificando esto se requiere poner al día el diagnóstico de las instalaciones eléctricas. Es necesario evaluar la seguridad eléctrica de las tecnologías biomédicas. Se debe comprobar y determinar que los equipos, conectados a la red, trabajan correctamente y son seguros con el entorno del paciente.

1.1 CRITERIOS

El problema de seguridad eléctrica se delimito a identificar el problema con 200 tomas las cuales están en diferentes áreas del hospital entre ellos urgencias, triage, cirugía, partos. Las cuales se desea que cumplan con las normas vigentes para seguridad eléctrica en el hospital.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo llevar a cabo un diagnóstico de seguridad eléctrica en el Hospital Mario Gaitan Yanguas que permita orientar las tareas de recuperación de sus instalaciones electricas a fin de lograr un entorno seguro para los usuarios?

2. JUSTIFICACIÓN

La complejidad de los dispositivos médicos puede llegar a provocar un número considerable de daños a pacientes y a personal asistencial si su manejo no es adecuado.

Buscamos que en el Hospital Mario Gaitan Yanguas mejore la salud de la población usuaria de la institución a través de los servicios de salud de mediana y alta tecnología con enfoque de riesgo y costo efectividad, en un ambiente de calidad, integralidad e innovación.

Garantizar la seguridad es una necesidad que se debe implementar en el Hospital Mario Gaitan Yanguas con el fin de disminuir los riesgos al cual es sometido el paciente, los médicos, enfermeras y personas alrededor incluyendo personal de mantenimiento y limpieza. El operario debe manipular el equipo adecuadamente, someterlo a mantenimiento periódico y garantizar las condiciones de instalación exigidas por normas.

Este proyecto está encaminado a evaluar la seguridad eléctrica del Hospital Mario Gaitan Yanguas, con el propósito de encontrar un comportamiento en común, y así plantear una política de seguridad eléctrica para obtener un mejor diagnóstico que sea útil para la institución.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la seguridad eléctrica de las áreas del Hospital Mario Gaitan Yanguas identificando su correcto funcionamiento con tres (3) diferentes pruebas de seguridad eléctrica hospitalaria.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Reconocer las áreas a evaluar y los equipos médicos que se encuentran dentro de éstas.
- Realizar el diagnóstico de seguridad eléctrica en las areas a trabajar.
- Diseñar un formato de procedimientos para la evaluación de la seguridad eléctrica del entorno del paciente.
- Capacitar al personal técnico en cuanto al manejo del formato de procedimientos para la evaluación de la seguridad eléctrica.

4. MARCO TEORICO

LEY 100 DE 1993¹

Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones

El Congreso de la República de Colombia

DECRETA

CAPITULO IV

FONDO DE SOLIDARIDAD PENSIONAL

ARTICULO 30. Subsidio a Trabajadores del Servicio Doméstico. Los aportes del presupuesto Nacional de que trata la Ley 11 de 1988, para el subsidio en los aportes de los trabajadores del servicio doméstico, se girarán al Fondo de Solidaridad, en cuentas separadas, para que éste traslade el subsidio correspondiente a la entidad que haya seleccionado el trabajador.

CAPITULO IV

PENSION DE SOBREVIVIENTES

ARTICULO 46. Requisitos para obtener la Pensión de Sobrevivientes. Tendrán derecho a la pensión de sobrevivientes:

1. Los miembros del grupo familiar del pensionado por vejez, o invalidez por riesgo común, que fallezca, y
2. Los miembros del grupo familiar del afiliado que fallezca, siempre que éste hubiere cumplido alguno de los siguientes requisitos:
 - a. Que el afiliado se encuentre cotizando al sistema y hubiere cotizado por lo menos veintiséis (26) semanas al momento de la muerte;

• ¹ CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA(1993).LEY 100

- b. Que habiendo dejado de cotizar al sistema, hubiere efectuado aportes durante por lo menos veintiséis (26) semanas del año inmediatamente anterior al momento en que se produzca la muerte.

PARAGRAFO. Para efectos del cómputo de las semanas a que se refiere el presente artículo se tendrá en cuenta lo dispuesto en los párrafos del artículo 33 de la presente Ley.

ARTICULO 47. Beneficiarios de la Pensión de Sobrevivientes. Son beneficiarios de la pensión de sobrevivientes:

- a. En forma vitalicia, el cónyuge o la compañera o compañero permanente supérstite.
- b. En caso de que la pensión de sobrevivencia se cause por muerte del pensionado, el cónyuge o la compañera o compañero permanente supérstite, deberá acreditar que estuvo haciendo vida marital con el causante por lo menos desde el momento en que éste cumplió con los requisitos para tener derecho a una pensión de vejez o invalidez, y hasta su muerte, y haya convivido con el fallecido no menos de dos (2) años continuos con anterioridad a su muerte, salvo que haya procreado uno o más hijos con el pensionado fallecido;
- c. Los hijos menores de 18 años; los hijos mayores de 18 años y hasta los 25 años incapacitados para trabajar por razón de sus estudios y si dependían económicamente del causante al momento de su muerte; y, los hijos inválidos si dependían económicamente del causante, mientras subsistan las condiciones de invalidez;
- d. A falta de cónyuge, compañero o compañera permanente e hijos con derecho, serán beneficiarios los padres del causante si dependían económicamente de éste;
- e. A falta de cónyuge, compañero o compañera permanente, padres e hijos con derecho, serán beneficiarios los hermanos inválidos del causante si dependían económicamente de éste.

ARTICULO 48. Monto de la Pensión de Sobrevivientes. El monto mensual de la pensión de sobrevivientes por muerte del pensionado será igual al 100% de la pensión que aquél disfrutaba.

El monto mensual de la Pensión total de sobrevivientes por muerte del afiliado será igual al 45% del ingreso base de liquidación más 2% de dicho ingreso por cada cincuenta (50) semanas adicionales de cotización a las primeras quinientas

(500) semanas de cotización, sin que exceda el 75% del ingreso base de liquidación.

En ningún caso el monto de la pensión podrá ser inferior al salario mínimo legal mensual vigente, conforme a lo establecido en el artículo 35 de la presente Ley.

No obstante lo previsto en este artículo, los afiliados podrán optar por una pensión de sobrevivientes equivalente al régimen de pensión de sobrevivientes del ISS, vigente con anterioridad a la fecha de vigencia de la presente Ley equivalente al 65% del ingreso base de liquidación, siempre que se cumplan las mismas condiciones establecidas por dicho instituto.

ARTICULO 49. Indemnización Sustitutiva de la Pensión de Sobrevivientes. Los miembros del grupo familiar del afiliado que al momento de su muerte no hubiese reunido los requisitos exigidos para la pensión de sobrevivientes, tendrán derecho a recibir, en sustitución, una indemnización equivalente a la que le hubiera correspondido en el caso de la indemnización sustitutiva de la pensión de vejez, prevista en el artículo 37 de la presente Ley.[1]...

CAPITULO IV

DISPOSICIONES FINALES DEL SISTEMA GENERAL DE PENSIONES

ARTICULO 147. Garantía de pensión mínima para desmovilizados. Los colombianos que acogidos a procesos de paz se hayan desmovilizado o lo hagan en el futuro, podrán pensionarse en las edades establecidas en la presente Ley, con garantía de pensión mínima en el régimen de prima media con prestación definida, siempre que hayan cotizado por lo menos 500 semanas.

ARTICULO 148. Deportistas destacados de escasos recursos. El Gobierno Nacional mediante reglamentación previa podrá garantizar las pensiones de los deportistas de escasos recursos, que obtengan medallas en los juegos olímpicos de verano del Comité Olímpico Internacional y en los campeonatos mundiales. El monto de la pensión no podrá exceder de tres salarios mínimos mensuales y adicionalmente deberán cumplir con los requisitos para adquirir el mencionado derecho de acuerdo con la Ley.

CAPITULO II

DE LOS AFILIADOS AL SISTEMA

ARTICULO 157. Tipos de Participantes en el Sistema General de Seguridad Social en Salud. A partir de la sanción de la presente Ley, todo colombiano participará en el servicio esencial de salud que permite el Sistema General de Seguridad Social en Salud. Unos lo harán en su condición de afiliados al régimen contributivo o subsidiado y otros lo harán en forma temporal como participantes vinculados.

A. Afiliados al Sistema de Seguridad Social.

Existirán dos tipos de afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud:

1. Los afiliados al Sistema mediante el régimen contributivo son las personas vinculadas a través de contrato de trabajo, los servidores públicos, los pensionados y jubilados y los trabajadores independientes con capacidad de pago. Estas personas deberán afiliarse al Sistema mediante las normas del régimen contributivo de que trata el capítulo I del título III de la presente Ley.
2. Los afiliados al Sistema mediante el régimen subsidiado de que trata el artículo 211 de la presente Ley son las personas sin capacidad de pago para cubrir el monto total de la cotización. Serán subsidiada en el Sistema General de Seguridad Social en Salud la población más pobre y vulnerable del país en las áreas rural y urbana. Tendrán particular importancia, dentro de este grupo, personas tales como las madres durante el embarazo, parto y posparto y período de lactancia, las madres comunitarias, las mujeres cabeza de familia, los niños menores de un año, los menores en situación irregular, los enfermos de Hansen, las personas mayores de 65 años, los discapacitados, los campesinos, las comunidades indígenas, los trabajadores y profesionales independientes, artistas y deportistas, toreros y sus subalternos, periodistas independientes, maestros de obra de construcción, albañiles, taxistas, electricistas, desempleados y demás personas sin capacidad de pago.

A. Personas vinculadas al Sistema.

Los participantes vinculados son aquellas personas que por motivos de incapacidad de pago y mientras logran ser beneficiarios del régimen subsidiado tendrán derecho a los servicios de atención de salud que prestan las instituciones públicas y aquellas privadas que tengan contrato con el Estado.

A partir del año 2000, todo colombiano deberá estar vinculado al Sistema a través de los regímenes contributivo o subsidiado, en donde progresivamente se unificarán los planes de salud para que todos los habitantes del territorio nacional reciban el Plan Obligatorio de Salud de que habla el artículo 162.

PARAGRAFO 1. El Gobierno Nacional establecerá un régimen de estímulos, términos, controles y sanciones para garantizar la universalidad de la afiliación.

PARAGRAFO 2. La afiliación podrá ser individual o colectiva, a través de las empresas, las agremiaciones, o por asentamientos geográficos, de acuerdo a la reglamentación que para el efecto se expida. El carácter colectivo de la afiliación será voluntario, por lo cual el afiliado no perderá el derecho a elegir o trasladarse libremente entre Entidades Promotoras de Salud.

PARAGRAFO 3. Podrán establecerse alianzas o asociaciones de usuarios, las cuales serán promovidas y reglamentadas por el Gobierno Nacional con el fin de fortalecer la capacidad negociadora, la protección de los derechos y la participación comunitaria de los afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud. Estas agrupaciones de usuarios podrán tener como referencia empresas, sociedades mutuales, ramas de actividad social y económica, sindicatos, ordenamientos territoriales u otros tipos de asociación, y podrán cobrar una cuota de afiliación.

PARAGRAFO 4. El Consejo Nacional de Seguridad Social definirá y reglamentará los grupos de afiliación prioritaria al subsidio.

ARTICULO 160. Deberes de los Afiliados y Beneficiarios. Son deberes de los afiliados y beneficiarios del Sistema General de Seguridad Social en Salud los siguientes:

1. Procurar el cuidado integral de su salud y la de su comunidad.
2. Afiliarse con su familia al Sistema General de Seguridad Social en Salud.
3. Facilitar el pago, y pagar cuando le corresponda, las cotizaciones y pagos obligatorios a que haya lugar.
4. Suministrar información veraz, clara y completa sobre su estado de salud y los ingresos base de cotización.
5. Vigilar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por los empleadores a las que se refiere la presente Ley.
6. Cumplir las normas, reglamentos e instrucciones de las instituciones y profesionales que le prestan atención en salud.
7. Cuidar y hacer uso racional de los recursos, las instalaciones, la dotación, así como de los servicios y prestaciones sociales y laborales.

8. Tratar con dignidad el personal humano que lo atiende y respetar la intimidad de los demás pacientes.

CAPITULO III

EL REGIMEN DE BENEFICIOS

ARTICULO 163. La Cobertura Familiar. El Plan de Salud Obligatorio de Salud tendrá cobertura familiar. Para estos efectos, serán beneficiarios del Sistema el (o la) cónyuge o el compañero o la compañera permanente del afiliado cuya unión sea superior a 2 años; los hijos menores de 18 años de cualquiera de los cónyuges, que haga parte del núcleo familiar y que dependan económicamente de éste; los hijos mayores de 18 años con incapacidad permanente o aquellos que tengan menos de 25 años, sean estudiantes con dedicación exclusiva y dependan económicamente del afiliado. A falta de cónyuge, compañero o compañera permanente, e hijos con derecho, la cobertura familiar podrá extenderse a los padres del afiliado no pensionados que dependan económicamente de éste.

PARAGRAFO 1. El Gobierno Nacional reglamentará la inclusión de los hijos que, por su incapacidad permanente, hagan parte de la cobertura familiar.

PARAGRAFO 2. Todo niño que nazca después de la vigencia de la presente Ley quedará automáticamente como beneficiario de la Entidad Promotora de Salud a la cual esté afiliada su madre. El Sistema General de Seguridad Social en Salud reconocerá a la Entidad Promotora de Salud la Unidad de Pago por Capitación correspondiente, de conformidad con lo previsto en el artículo 161 de la presente Ley.

ARTICULO 165. Atención Básica. El Ministerio de Salud definirá un plan de atención básica que complemente las acciones previstas en el Plan Obligatorio de Salud de esta Ley y las acciones de saneamiento ambiental. Este plan estará constituido por aquellas intervenciones que se dirigen directamente a la colectividad o aquellas que son dirigidas a los individuos pero tienen altas externalidades, tales como la información pública, la educación y fomento de la salud, el control de consumo de tabaco, alcohol y sustancias psicoactivas, la complementación nutricional y planificación familiar, la desparasitación escolar, el control de vectores y las campañas nacionales de prevención, detección precoz y control de enfermedades transmisibles como el sida, la tuberculosis y la lepra, y de enfermedades tropicales como la malaria.

La prestación del plan de atención básica será gratuita y obligatoria. La financiación de este plan será garantizada por recursos fiscales del Gobierno Nacional, complementada con recursos de los entes territoriales.

ARTICULO 166. Atención Materno Infantil. El Plan Obligatorio de Salud para las mujeres en estado de embarazo cubrirá los servicios de salud en el control prenatal, la atención del parto, el control del posparto y la atención de las afecciones relacionadas directamente con la lactancia.

El Plan Obligatorio de Salud para los menores de un año cubrirá la educación, información y fomento de la salud, el fomento de la lactancia materna, la vigilancia del crecimiento y desarrollo, la prevención de la enfermedad, incluyendo inmunizaciones, la atención ambulatoria, hospitalaria y de urgencias, incluidos los medicamentos esenciales; y la rehabilitación cuando hubiere lugar, de conformidad con lo previsto en la presente Ley y sus reglamentos.

Además del Plan Obligatorio de Salud, las mujeres en estado de embarazo y las madres de los niños menores de un año, del régimen subsidiado, recibirán un subsidio alimentario en la forma como lo determinen los planes y programas del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y con cargo a éste.

PARAGRAFO 1. Para los efectos de la presente Ley, entiéndase por subsidio alimentario la subvención en especie, consistente en alimentos o nutrientes que se entregan a la mujer gestante y a la madre del menor de un año y que permiten una dieta adecuada.

PARAGRAFO 2. El Gobierno Nacional organizará un programa especial de información y educación de la mujer en aspectos de salud integral y educación sexual en las zonas menos desarrolladas del país. Se dará con prioridad al área rural y a las adolescentes. Para el efecto se destinarán el 2% de los recursos anuales del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, el 10% de los recursos a que se refiere el parágrafo 1° del artículo 10 de la Ley 60 de 1993 y el porcentaje de la subcuenta de promoción del Fondo de Solidaridad y Garantía que defina el Gobierno Nacional previa consideración del Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud. El Gobierno Nacional reglamentará los procedimientos de ejecución del programa. La parte del programa que se financie con los recursos del ICBF se ejecutará por este mismo instituto.

CAPITULO II

DE LAS INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD

ARTICULO 193. Incentivos a los trabajadores y profesionales de la salud. Con el fin de estimular el eficiente desempeño de los trabajadores y profesionales de la salud y su localización en las regiones con mayores necesidades, el Gobierno podrá establecer un régimen de estímulos salariales y no salariales, los cuales en ningún caso constituirán salario. También podrá establecer estímulos de educación continua, crédito para instalación, equipos, vivienda y transporte. Igualmente, las entidades promotoras de salud auspiciarán las prácticas de grupo y otras formas de asociación solidaria de profesionales de la salud. El Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud determinará las zonas en las cuales se aplicará lo dispuesto en el presente artículo.

Para los empleados públicos de la salud del orden territorial el Gobierno Nacional establecerá un régimen salarial especial y un programa gradual de nivelación de salarios entre las diferentes entidades.

El régimen salarial especial comprenderá la estructura y denominación de las categorías de empleo, los criterios de valoración de los empleos y los rangos salariales mínimos y máximos correspondientes a las diferentes categorías para los niveles administrativos, o grupos de empleados que considere el Gobierno Nacional.

El Gobierno Nacional establecerá un proceso gradual para nivelar los límites mínimos de cada rango salarial entre las diferentes entidades territoriales. Esta nivelación se realizará con arreglo al régimen gradual aquí previsto y por una sola vez sin perjuicio de lo establecido en el artículo 6º de la Ley 60 de 1993. Esta nivelación debe producirse en las vigencias fiscales de 1995 a 1998 de acuerdo con la disponibilidad de recursos del situado fiscal y de las demás rentas del sector en los diferentes departamentos y municipios con quienes deberá concertarse el plan específico de nivelación. Para la vigencia de 1994, puede adelantarse la nivelación con arreglo a las disponibilidades presupuestales y al reglamento.

Para la fijación del régimen salarial especial y la nivelación de que trata el presente artículo, se considerarán los criterios establecidos en el artículo 2 de la Ley 4ª de 1992, con excepción de las letras k, y ll. Igualmente, deberá considerarse la equidad regional y el especial estímulo que requieran los empleados públicos que presten sus servicios en zonas marginadas y rurales de conformidad con el reglamento.

PARAGRAFO 1. Los convenios docente-asistenciales que se realizan con ocasión de residencia o entrenamiento de profesionales de la salud en diferentes especialidades que impliquen prestación de servicios en las instituciones de salud

deberán consagrar una beca-crédito en favor de tales estudiantes y profesionales no menor de dos salarios mínimos mensuales. Al financiamiento de este programa concurrirán el Ministerio de Salud y el Ictetex conforme a la reglamentación que expida el Gobierno. El crédito podrá ser condonado cuando la residencia o entrenamiento se lleve a cargo en las áreas prioritarias para el desarrollo de la salud pública o el Sistema General de Seguridad Social en Salud, y/o la contraprestación de servicios en las regiones con menor disponibilidad de recursos humanos, de acuerdo con la definición que expida el Ministerio de Salud.

PARAGRAFO 2. Las entidades promotoras de salud y las instituciones prestadoras de salud podrán establecer modalidades de contratación por capitación con grupos de práctica profesional o con profesionales individuales con el fin de incentivar la eficiencia y la calidad de la prestación de servicios de salud.

PARAGRAFO 3. El Instituto de Seguros Sociales podrá establecer un sistema de prima de productividad para los trabajadores, médicos y demás profesionales asalariados, de acuerdo con el rendimiento de los individuos o de la institución como un todo, la cual en ningún caso constituirá salario. El Consejo Directivo del Instituto reglamentará su aplicación.

PARAGRAFO 4. Las instituciones prestadoras de salud privada podrán implementar programas de incentivos a la eficiencia laboral para los médicos, demás profesionales y trabajadores asalariados de la salud que tengan en cuenta el rendimiento de los individuos, de los grupos de trabajo o de las instituciones como un todo. El Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud definirá la modalidad de los estímulos a que se refiere este párrafo.

TITULO VI

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

ARTICULO 247. Del ofrecimiento de programas académicos en el Area de Salud por parte de las Instituciones de Educación Superior. Para desarrollar programas de pregrado o postgrado en el Area de Salud que impliquen formación en el campo asistencial, las instituciones de Educación Superior deberán contar con un Centro de Salud propio o formalizar convenios docente-asistenciales con instituciones de salud que cumplan con los tres niveles de atención médica, según la complejidad del programa, para poder realizar las prácticas de formación. En tales convenios se establecerán claramente las responsabilidades entre las partes.

Los cupos de matrícula que fijen las instituciones de Educación Superior en los programas académicos de pregrado y postgrado en el Area de Salud, estarán

determinados por la capacidad que tengan las instituciones que prestan los servicios de salud.

Los convenios mencionados en el inciso primero deberán ser presentados ante el Ministerio de Educación Nacional por intermedio del Icfes, con concepto favorable del Consejo Nacional para el Desarrollo de los Recursos Humanos en Salud al momento de notificar o informar la creación de los programas.

Los programas de especializaciones medicoquirúrgicas que ofrezcan las Instituciones Universitarias y las Universidades, tendrán un tratamiento equivalente a los programas de maestría, conforme a lo contemplado en la Ley 30 de 1992, previa reglamentación del Consejo de Educación Superior.

CAPITULO II

PENSION DE SOBREVIVIENTES ORIGINADA POR ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDAD PROFESIONAL

ARTICULO 255. Accidentes de Trabajo y Enfermedad Profesional. La pensión de sobrevivientes originada en accidente de trabajo o enfermedad profesional continuará rigiéndose por las disposiciones vigentes, salvo que se opte por el manejo integrado de estas pensiones de conformidad con lo previsto en el artículo 157 de esta Ley.

ARTICULO 256. Devolución de Saldos por Muerte Causada por Accidente de Trabajo o Enfermedad Profesional. En caso de muerte del afiliado al sistema de ahorro individual con solidaridad, derivada de accidente de trabajo o enfermedad profesional, no habrá lugar a bono pensional y el saldo de la cuenta individual de ahorro pensional podrá utilizarse para incrementar el valor de la pensión que se financia con la cotización del empleador, si el afiliado así lo hubiere estipulado o los beneficiarios lo acuerdan.

En caso contrario hará parte la masa sucesoral del causante. Si no hubiere causahabientes dichas sumas se destinarán al financiamiento de la garantía estatal de pensión mínima.²

TECNOVIGILANCIA EN COLOMBIA

La tecnovigilancia, más que un programa, es una visión integral del dispositivo médico como una tecnología fundamental para la atención con calidad y seguridad de la población usuaria.

El Programa Nacional de Tecnovigilancia se configura como una estrategia de vigilancia postcomercialización y evaluación sanitaria, para la identificación, evaluación, gestión y divulgación oportuna de la información de seguridad relacionada con el uso de los dispositivos médicos que se importan, fabrican y distribuyen en el país, a fin de tomar medidas eficaces, eficientes y efectivas en aras de proteger la salud pública de los colombianos. (Resolución 4816 de 2008)

A partir del año 2011, como resultado del análisis de implementación del Programa se definieron cuatro (4) líneas de gestión estratégicas:

- Notificación de eventos e incidentes adversos
- Monitoreo, evaluación y publicación de alertas sanitarias, retiros del producto del mercado, informes de seguridad y hurtos de dispositivos médicos, que aplican al país
- Promoción y formación a los actores del programa
- Fortalecimiento de la Red Nacional de Tecnovigilancia

El Programa provee a los actores de guías y formatos de reporte en medio electrónico y web, que aseguran la calidad de la información ingresada al sistema consolidado de bases de datos y optimizan los tiempos de notificación establecidos, generando una cultura del reporte que contribuye al mejoramiento de la vigilancia epidemiológica en el país.

Con la información ingresada en tiempo real al Aplicativo Web de Tecnovigilancia, se aplican criterios cualitativos y de inferencia estadística empleando una metodología de señalización, la cual puede detectar señales sobre una posible relación causal entre un evento o incidente adverso y un dispositivo médico, en un periodo de tiempo determinado. De esta manera, es posible tomar decisiones oportunas en materia sanitaria y retroalimentar diferentes procesos al interior del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), los cuales, con el apoyo del Laboratorio de Dispositivos Médicos, permiten actualizar el Mapa de Riesgo de la Dirección de Dispositivos Médicos y Otras

Tecnologías. Esto es esencial para el desarrollo del modelo de Inspección, Vigilancia y Control con enfoque de riesgo, implementado en el Instituto.

Esta metodología igualmente posibilita la interacción con el proceso de evaluación de efectividad (evaluación científica basada en la evidencia) de las tecnologías sanitarias, realizada por el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS). Este instituto es responsable de realizar los análisis de costo-efectividad, costo-utilidad, y costo-beneficio de las tecnologías ya introducidas en el país para su comercialización y uso, orientados a determinar la viabilidad de incorporarlas o excluirlas de un Plan de Beneficios o un paquete específico de servicios.

Si bien la Tecnovigilancia en el país se apoya principalmente en la vigilancia pasiva (notificación espontánea) realizada por los actores del nivel local como son los profesionales de la salud, importadores, fabricantes, pacientes, operadores y usuarios, desde el año 2011 se viene promoviendo y enfocando los esfuerzos hacia la vigilancia proactiva, “anticiparse a”, como parte de las nuevas tendencias de vigilancia epidemiológica del siglo XXI. En tal sentido, y a partir de una revisión sistemática de literatura científica mundial en alianza estratégica con la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional, sobre los Sistemas de Gestión de Riesgo Clínico (SGRC), se seleccionó la Metodología Análisis Modo Falla Efecto (AMFE) como la más efectiva para este modelo de gestión en Tecnovigilancia.

Es así como en el año 2012, en fase piloto, se implementó esta metodología en cinco (5) reconocidas Instituciones Hospitalarias del país. Esta herramienta de evaluación de eventos e incidentes adversos asociados con el uso de los dispositivos médicos, proporciona:

- Anticipar los errores y diseñar un sistema que permita que los procesos de cuidado o utilización de tecnologías en salud sean seguros.
- Reducir la probabilidad de que los incidentes o eventos ocurran en el proceso de atención en salud y estos puedan ser analizados considerando diferentes elementos asociados a su ocurrencia.
- Adelantarse a los eventos e impactar positivamente a los pacientes.
- Mejorar la seguridad de los pacientes y la calidad de la atención en salud.

A la fecha se han publicado en la página oficial del INVIMA, los resultados obtenidos y los documentos soporte para consulta y difusión, dirigidos a los diferentes actores del Programa. Adicionalmente se ha venido promocionando y divulgando la importancia de la vigilancia proactiva en Tecnovigilancia y su interacción con el Programa de Seguridad del Paciente, mediante talleres de aplicación de la metodología AMFE con casos clínicos reales, dirigido a las

Instituciones Hospitalarias, fabricantes e importadores y a los Entes Territoriales de Salud en las ciudades principales, como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla. Así mismo, se está liderando el monitoreo y seguimiento de la metodología AMFE en las instituciones prestadoras de servicios de salud participantes del piloto 2012 y de manera simultánea, se implementará en tres (3) nuevas Instituciones Hospitalarias, igualmente reconocidas de alto nivel de complejidad.

Finalmente, es importante resaltar que el desarrollo de la Tecnovigilancia en Colombia debe ser el resultado del trabajo coordinado e integral entre todos los actores del Programa, a fin de aunar esfuerzos y compromisos que conlleven a la vigilancia con enfoque de riesgo, que oriente a la toma de decisiones en materia sanitaria, fomentando la prevención de la ocurrencia y recurrencia de un incidente y/o evento adverso, fundamental para el aseguramiento de la calidad de los servicios de salud y la seguridad del paciente.

Es de resaltar que el INVIMA, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud OPS, ha logrado consolidarse en Norte y Latinoamérica como un activo miembro de un equipo de trabajo que se ha conformado para desarrollar la regulación de dispositivos médicos a tono con los más avanzados desarrollos a nivel mundial. En este contexto, el Programa Nacional de Tecnovigilancia se ha posicionado con las nuevas tendencias de la Vigilancia Epidemiológica del Siglo XXI, y es modelo en las Américas.

NORMAS Y ESTÁNDARES QUE RIGEN LA SEGURIDAD ELÉCTRICA EN INSTITUCIONES HOSPITALARIAS

La seguridad eléctrica como proceso de gestión consiste en minimizar los riesgos que resultan de la manipulación del equipo médico y de las condiciones que lo rodean, es decir, la seguridad debe garantizar un ambiente óptimo para el paciente, para el equipo biomédico y para el personal asistencial de la institución.

Cuando el cuerpo humano hace parte de un circuito eléctrico la electricidad produce efectos en el organismo. Para que circule corriente por el cuerpo humano deben existir al menos dos conexiones entre el cuerpo y una fuente de alimentación o tensión externa. Los efectos de la corriente eléctrica sobre el ser vivo depende de los siguientes parámetros: la magnitud de la corriente que circula por el tejido, la frecuencia, el tiempo de exposición y el área de contacto con la piel y el tipo de contacto (superficie o intradérmico).

Los principales riesgos a los cuales está expuesto el paciente pueden ser situaciones de macrochoque y microchoque.

- Macrochoque: son corrientes del orden de los mA que fluyen a través de la piel y tejidos, que puede provocar quemaduras severas, contracciones musculares y hasta la muerte.
- Microchoque: son corrientes del orden de los μA que fluyen a través de la piel y tejidos, donde se usan electrodos invasivos o catéteres que pudieran hacer posible el paso de la corriente al corazón. Generalmente las corrientes de fuga pueden ocasionar el microchoque; ya que éstas son pequeñas corrientes, que inevitablemente fluyen entre cualquier par de conductores aislados y adyacentes que estén a potenciales diferentes.

El entorno del paciente es un espacio o lugar destinado para el examen y/o tratamiento de los pacientes, que se extienden hasta 1.8 m, de la ubicación normal de la cama, silla, camilla, o cualquier otro dispositivo que soporte al paciente durante el examen o tratamiento que incluye una extensión vertical de 2.3 m sobre el piso.

Las normas de seguridad, están diseñadas para prevenir accidentes, su práctica y correcta aplicación deben proporcionar los mecanismos mínimos que garanticen la seguridad de las personas; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Los problemas eléctricos que ponen en riesgo la integridad de la seguridad del paciente, se deben a la violación de las normas del buen uso de los equipos y reglamentos de instalaciones.

Para llevar a cabo un adecuado proceso de seguridad eléctrica en el entorno a paciente, se debe tener en cuenta una serie de procesos de acuerdo a las normas vigentes.

De acuerdo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE, capítulo 2 artículo 15 de Puesta a Tierra cita que, “Toda instalación eléctrica cubierta por el presente Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, no estén sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

El sistema de tierra consiste en asegurar la conexión a tierra de todas las superficies conductoras y receptáculos en el entorno del paciente, uniendo las tierras en un panel único y evitando que entre diversos puntos de tierra aparezcan diferencias de tensión, con el fin de garantizar la equipotencialidad del entorno.

La NTC-2050 (código eléctrico colombiano) – ICONTEC – 1998, establece que toda instalación eléctrica deberá tener un conductor puesto a tierra y apropiadamente identificado.

Otro aspecto importante para mencionar, son los requisitos que se deben tener en cuenta para el uso adecuado de los receptáculos. Según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE, capítulo 2 artículo 17 numeral 5.2 indica que los receptáculos con suministro aislado para conexión a equipo sensible no conectados a pacientes, deben identificarse con un triángulo de color naranja. Los 27 receptáculos “Grado Hospitalario” deben tener como identificación un punto verde en su exterior, y deben ser certificados para tal uso.

En los baños se instalará al menos un receptáculo doble adyacente al lavamanos. No se deben instalar a 0.2 m del piso debido a la humedad. Las cajas para los receptáculos deben colocarse horizontalmente, cuando son rectangulares según la NTC-2050 (código eléctrico colombiano) – ICONTEC – 1998.

Los requisitos que deben cumplir las instituciones prestadoras de servicios de salud, según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE capítulo 7 artículo 39, son los siguientes:

- En las unidades de cuidados intensivos y quirófanos se requieren sistemas de alimentación de emergencia. En cumplimiento de las disposiciones del Ministerio de la Protección Social debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica que entre en operación dentro de los 10 s siguientes al corte de energía del sistema normal. Además, debe proveerse un sistema de transferencia automático con interruptor de conmutador de red (by pass) que permita, en caso de falla, la conmutación de la carga eléctrica al sistema normal.
- En las áreas médicas críticas, donde la continuidad del servicio de energía es esencial para la seguridad de la vida, debe instalarse un sistema ininterrumpido de potencia (UPS) en línea para los equipos eléctricos de asistencia vital, de control de gases medicinales y de comunicaciones.
- Debe proveerse un sistema de potencia aislado no referido a tierra (denominado IT) en áreas médicas críticas. El sistema de potencia aislado debe incluir un transformador de aislamiento, de muy bajas corrientes de fuga (μA), un monitor de aislamiento de línea para 5 mA y los conductores de circuitos no conectados a tierra, todas las partes deben ser completamente compatibles y deben ser certificadas según normas específicas para la aplicación de los sistemas de distribución aislados en centros de atención médica, tales como la IEC 60364-7-7 10 o la UL1047, la NFPA No 99.

- Con el fin de prevenir que la electricidad estática produzca chispas que generen explosión, en las áreas médicas donde se utilicen gases anestésicos inflamables y en las cámaras hiperbáricas (donde aplique) debe instalarse un piso conductor. Los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,53 m sobre el piso 28 terminado (a no ser que sean a prueba de explosión), esto igualmente aplica para los receptáculos y el personal médico debe usar zapatos conductivos.
- Para eliminar la electricidad estática en los centros de atención médica, debe cumplirse lo siguiente: mantener un potencial eléctrico constante en el piso de los quirófanos y adyacentes por medio de pisos conductivos, el personal médico que usa el quirófano debe llevar calzado conductor, el equipo a usarse en ambientes que utilicen gases anestésicos inflamables debe tener las carcasas y ruedas de material conductor. Los camisones de los pacientes deben ser de material antiestático.
- Los receptáculos que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente y deben derivarse desde al menos dos diferentes fuentes de energía o desde la fuente de energía de suplencia (planta de emergencia) mediante dos transferencias automáticas. Dichos receptáculos deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario. En áreas de pacientes generales debe instalarse un mínimo de cuatro receptáculos y en áreas de pacientes críticos un mínimo de seis receptáculos, todos sean aterrados mediante un cable (verde) aislado de cobre.
- En salas de cirugía o en áreas de cuidados críticos, no se podrán utilizar extensiones eléctricas.
- Todos los receptáculos del sistema de emergencia deben ser de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero de distribución correspondiente.

Según la NTC-2050 (código eléctrico colombiano) – ICONTEC – 1998, en las áreas húmedas donde la interrupción de corriente eléctrica bajo condiciones de falla pueda ser admitida (como en piscinas, baños y tinas terapéuticas) es obligatorio instalarse un interruptor diferencial de falla a tierra (GFCI) para la protección de las personas contra electrocución, así como junto a los lavamanos, independientemente de que estos se encuentren o no dentro de un baño.

De acuerdo a lo establecido por la norma NFPA99 se debe cumplir lo siguiente:

- Según el numeral 4.3.2.2.7.1, el polo de tierra de cada receptáculo debe ser altamente confiable capaz de mantener baja resistencia con su conector de acoplamiento.
- Según el numeral 4.3.3 (Criterios de Desempeño y Pruebas) la eficacia del sistema de tierra se determinará mediante las mediciones de tensión y las mediciones de impedancia. Las mediciones de tensión y de impedancia se hacen con una exactitud de $\pm 20\%$. La medición de impedancia será la relación entre la tensión desarrollada (o de 60 Hz o DC) entre el punto bajo prueba y el punto de referencia a la corriente aplicada entre estos dos puntos.

Las mediciones de tensión se harán con un instrumento que tiene una resistencia de entrada de $1000\ \Omega \pm 10\%$ en la frecuencia de 1000 Hz o menos. La tensión entre neutro y tierra no deberá exceder de 0.5 V, para nuevas construcciones no debe exceder de 0.02 V. La impedancia entre neutro y tierra no deberá exceder de 0.2 Ω . La tensión entre los terminales de tierra equipotencial o entre cualquier superficie conductora y tierra, en áreas de cuidados generales no debe exceder de 0.5 V y en áreas de cuidados intensivos no debe exceder de 0.04 V.

En las áreas de cuidado del paciente se deben comprobar la integridad física de cada receptáculo por medio de una inspección visual. La continuidad del circuito que pone a tierra a cada receptáculo debe ser verificada. En los receptáculos debe comprobarse que exista la tensión de línea adecuada. La mínima fuerza mecánica para poder retirar una conexión individual en cualquiera de las tres salidas de un receptáculo debe ser mayor a 115 g lo cual es equivalente a 1.127 N.

La norma NTC 1340 establece que la tensión entre fase – neutro, fase – tierra debe ser 120 (+5 -10 %) V. Ello se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Valores de tensión nominal.

| Clasificación (Nivel) | Nivel de tensión | Tensión nominal (V) | | Tensión máxima (% de la nominal) | Tensión mínima (% de la nominal) |
|------------------------|------------------|--|---|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Sistema trifásico de 3 o 4 conductores | Sistema monofásico de 2 o 3 conductores | | |
| Baja tensión (Nivel 1) | Hasta 1000 V | - | 120 | 5 | -10 |
| | | 120/208 | - | | |
| | | - | 120/240 | | |
| | | 127/220 | - | | |
| | | 220 | - | | |
| | | 277/480 | - | | |
| | | 480 | - | | |

Fuente NTC - IEC 60601-1 part 1: General requirements for basic safety and essential performance, 2005. p 55

Con respecto al equipo biomédico, para proporcionar la seguridad eléctrica, se debe tener en cuenta las propiedades de dicho equipo, las condiciones que lo rodean y su manejo adecuado. La forma de garantizar estas condiciones, es con la aplicación de las normas y patrones internacionalmente establecidos que resumen de manera práctica, la experiencia acumulada en el diseño de equipos biomédicos.

Según las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 60601-1), los equipos biomédicos se pueden clasificar según la protección utilizada y el nivel de protección, de la siguiente manera:

Según el tipo de protección contra descargas eléctricas:

- Clase I: Son aquellos equipos en los cuales la protección no solo se obtiene con el aislamiento básico sino que se incluirán precauciones auxiliares, de manera que se disponga de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente, para que en caso de que exista fallo de aislamiento y exista un sobrevoltaje, entren a jugar los órganos de protección separando o aislando el equipo de la fuente principal.
- Clase II: Son aquellos equipos en los que la protección no solo recae sobre el aislamiento básico, sino que se dispone de un doble aislamiento o se refuerza el aislamiento, no existiendo nada previsto para una puesta a tierra de seguridad.

Según el grado de protección contra descargas eléctricas:

- Equipos B: Son aquellos clase I, II, o con alimentación interna que tienen previsto un adecuado grado de protección contra corrientes de fuga y fiabilidad de la conexión de tierra, se clasifican en este grupo todos aquellos equipos de uso médico que no tengan una parte directamente aplicada al paciente, permitiéndose valores del orden de 0,1 mA de corrientes de fuga en condiciones normales de explotación y de hasta 0,5 mA en la condición de simple falla. Se emplean en aplicaciones con contacto externo o interno que no incluya al corazón.

- Equipos BF: son aquel tipo B con la entrada o parte aplicada al paciente, flotante eléctricamente, permitiéndose niveles de corrientes idénticos a los del tipo B. Se emplean en aplicaciones con contacto externo o interno que no incluya al corazón.
- Equipos CF: Son aquellos clase I o II con alimentación interna que permiten un alto grado de protección, en relación con corrientes de fugas y entrada flotante. Incluyen todos aquellos equipos en que se pueda establecer un camino directo al corazón. Aquí debe reducirse las corrientes de fuga hasta 0,01 mA en condición normal de trabajo y 0,05 mA en condiciones de simple falla para pacientes y hasta 0,5 mA para corriente de pérdida de lazo cerrado. Son obligatorios en aplicaciones cardiacas directas.
- La norma NTC-IEC 60601-1 establece que todo equipo biomédico debe tener el terminal de protección de tierra. El equipo deberá diseñarse de tal forma que el riesgo de descarga eléctrica en utilización normal y en condición de primer defecto sea evitado en la medida de lo posible.

Los equipos especificados para ser alimentados mediante una fuente de alimentación externa de corriente continua (ej: ambulancias), no deberán presentar ningún riesgo de seguridad cuando se realice una conexión con la polaridad equivocada.

Los equipos alimentados internamente previstos para ser conectados a una red de alimentación deberán cumplir los requisitos para equipos de clase I o equipos de clase II mientras estén conectados.

Los equipos y partes de equipos previstos para aplicación cardiaca directa deberán ser de tipo CF, y podrán tener si las necesitan partes aplicables de tipo B y BF.

Los equipos destinados a ser conectados a una red de alimentación mediante una clavija deberán ser diseñados de tal forma que después de 1 s de la desconexión de la clavija de tensión entre los contactos de la clavija y entre cualquier contacto y la carcasa no excedan de 60 V.

El equipo deberá estar construido y contenido de forma que exista una protección adecuada contra los contactos con partes activas, y con partes que puedan llegar a ser activas en caso de fallo de aislamiento básico.

Las partes aplicables al paciente deberán estar eléctricamente separadas de las partes activas del equipo en condición normal y en condición de primer defecto, de tal forma que, las corrientes de fuga admisibles no sean superadas.

Las partes accesibles de equipos de Clase I separadas de las partes activas mediante un aislamiento básico deberán estar conectadas a un terminal de protección de tierra de impedancia suficientemente baja.

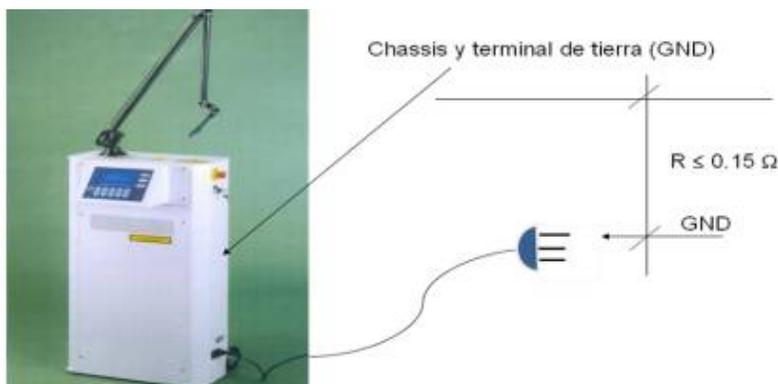
El terminal de protección de tierra deberá ser adecuado para la conexión de un conductor de protección de tierra del sistema de alimentación tanto si es un conductor de protección de tierra en un cable de alimentación y, cuando sea apropiado, una clavija adecuada, como si es un conductor de protección de tierra fijo y permanentemente instalado.

Para equipos sin cable de alimentación la impedancia entre el terminal de protección de tierra y cualquier parte metálica accesible que esté conectada a una toma de tierra de protección no deberá superar 0.1Ω .

Para equipos con una base o conector del equipo, la impedancia entre el contacto de protección en la misma y cualquier parte metálica accesible que esté conectada a una toma de tierra de protección no deberá superar 0.1Ω .

Para los equipos, la impedancia entre el polo de tierra de la clavija y el terminal de tierra equipotencial no debe exceder los 0.15Ω durante la vida útil del equipo, ver figura 1.

Figura 1. Impedancia entre el polo de tierra de la clavija y el terminal de tierra equipotencial.



Fuente OBANDO, Fabiola y RODRÍGUEZ, Ernesto. Diapositivas clases, seguridad eléctrica 2, asignatura ingeniería clínica I. D 22

La impedancia de las conexiones de tierra de protección, distintas de aquellas descritas en el apartado anterior, puede superar 0.1Ω , si la corriente de defecto en régimen permanente, que circule por una parte accesible en caso de fallo del aislamiento básico de tal parte, o de un componente conectado a esa parte, está limitada de tal forma que no se supere el valor admisible de la corriente de fuga de la carcasa en condición de primer defecto.

Los terminales funcionales de tierra no deberán ser utilizados para asegurar la tierra de protección.

Si un equipo de clase II con pantallas internas aisladas es suministrado con un cable de alimentación que tenga tres conductores, el tercer conductor se deberá usar únicamente como tierra funcional para esas pantallas y deberá ser de color verde y amarillo. El aislamiento de tales pantallas internas y de todo el cableado interno conectado a ellas deberá ser de doble aislamiento o aislamiento forzado.

El aislamiento eléctrico previsto para la protección contra los choques eléctricos deberá ser de tal calidad que las corrientes que fluyan a través de él estén limitadas a los valores especificados. Los valores medidos no deberán superar los valores admisibles dados en el cuadro 2. Los valores admisibles de las corrientes de fuga permanentes se establecen en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Valores admisibles de corrientes de fuga permanentes

| Corrientes de fuga | Tipo B | | Tipo BF | | Tipo CF | | Unidades |
|-------------------------------|--------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|
| | c.n | c.p.d | c.n | c.p.d | c.n | c.p.d | |
| Corrientes de fuga a tierra | 0.5 | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 1 | mA |
| Corrientes de fuga a carcasa | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | mA |
| Corrientes de fuga a paciente | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.01 | 0.05 | mA |

c.n.: condición normal.

c.p.d.: condición de primer defecto.

Fuente NTC - IEC 60601-1 part 1: General requirements for basic safety and essential performance, 2005. p 57

La medición de la corriente de fuga de la carcasa de los equipos de Clase I se deberá realizar solamente: a tierra desde cada parte si existe de la carcasa no conectada a una toma de tierra de protección y entre partes de la carcasa no conectadas a una toma de tierra de protección, si es que existen.

La corriente de fuga de paciente deberá ser medida: las partes aplicables de Tipo B, desde todas las conexiones de paciente conectadas entre sí o con las partes aplicables cargadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante; las partes aplicables de Tipo BF, desde y hacia todas las conexiones de paciente de cada función de la parte aplicable conectadas entre sí o con las partes aplicables cargadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante; y las partes aplicables de Tipo CF, desde y hacia cada conexión de paciente por turno.

La corriente de fuga a tierra, la corriente de fuga de la carcasa y la corriente de fuga de paciente, se deberá medir bajo las siguientes condiciones de primer 35 defecto: la interrupción de cada conductor de alimentación, uno cada vez; la interrupción del conductor de protección de tierra (no aplicable en el caso de la corriente de fuga a tierra). No se realizará si se especifica un conductor de protección de tierra fijo e instalado permanentemente.

Adicionalmente, la corriente de fuga de paciente deberá ser medida bajo las siguientes condiciones de primer defecto: Una tensión igual al 110 % del más alto valor asignado de tensión de alimentación aplicado entre la tierra y cualquier parte de entrada de señal o parte de salida de señal.

Adicionalmente, la corriente de fuga de la carcasa deberá ser medida con una tensión igual al 110 % del más alto valor asignado de tensión de alimentación, aplicado entre la tierra y cualquier parte de entrada de señal o parte de salida de señal, sin toma de tierra de protección.

El propósito de las normas es minimizar el riesgo a los pacientes, al personal asistencial, a los equipos médicos y su entorno. Cuando la vida del paciente depende del funcionamiento del equipo, la fiabilidad funcional de éste y de la instalación, se convierten en un factor primordial, el cual se debe garantizar con el cumplimiento de las normas existentes que incorporan reducción de riesgos y medidas de seguridad.

5. METODOLOGIA

Para llevar a cabo el proyecto de seguridad eléctrica en el Hospital Mario Gaitan Yanguas, se realizará una descripción de los instrumentos que se utilizaron para recoger la información de dichas medidas:

Dinamómetro: es una herramienta que, a partir de los cambios en la elasticidad de un muelle con una determinada calibración, permite calcular o realizar una medición de fuerza.

Multímetro: instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras.

La presentación de este proyecto se dividirá en las siguientes etapas:

5.1 PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

Para realizar las pruebas de seguridad eléctrica se utilizó dos dinamómetros con una variación de 0 a 2,5 N Y 0 A 5 N con el cual se hicieron las mediciones de fuerza al entorno eléctrico del paciente. El registro de la información facilita la comparación con los valores establecidos por la norma agilizando el trabajo y sirviendo como herramienta en el diagnóstico.

Multímetro digital UNI-T: Multímetro con el cual se realizaron pruebas de seguridad eléctrica de entorno, para verificar el suministro de energía de la clínica, midiendo diferencia de voltaje de las tomas eléctricas de pared donde son conectados los equipos biomédicos de las áreas evaluadas.

Analizador de toma eléctrica de pared checkman: en condición de falla simple que pueden ser tierra abierta, neutro abierto o polaridad invertida.

5.2 ANALISIS Y DIAGNOSTICO

Una vez efectuadas las mediciones y comparados los valores con los establecidos en la norma NTC-2050 norma NFPA99 numeral 4.3.3, se procedió a realizar el estudio de los datos obtenidos correspondiente a la mínima fuerza mecánica, para proceder a realizar un diagnóstico que garantice el estado de las áreas urgencias, triage, cirugía, partos Hospital Mario Gaitan Yanguas en cuanto a seguridad eléctrica. Se deben tener en cuenta las mediciones nombradas anteriormente para realizar las recomendaciones indicadas.

5.3 DISEÑO DE FORMATO

Para realizar dicho formato se tuvo en cuenta el entorno al paciente, las especificaciones del equipo biomédico a evaluar y los límites establecidos por la norma NFPA 99.

5.4 PRUEBAS DE SEGURIDAD ELECTRICA

Para realizar las pruebas de seguridad eléctrica se utilizó el multímetro digital UNI-T con el cual se hicieron las mediciones al entorno eléctrico del paciente y con el analizador de seguridad eléctrica checkman se realizaron las mediciones correspondientes a las tomas electricas.

6. RESULTADOS

6.1 RECONOCIMIENTO DE ÁREAS

El primer paso para seguir con nuestro estudio fue identificar la cantidad de áreas a diagnosticar, receptáculos de cada una de ellas.

Las áreas a evaluar del Hospital Mario Gaitan Yanguas urgencias, triage, cirugía, partos.

6.2 COMPROBACION DE TOMAS ELECTRICAS Y LA INTEGRIDAD DE LA INSTALACION ELECTRICA

Con el propósito de evaluar la seguridad eléctrica en el entorno del paciente de la institución hospitalaria ubicada en Soacha, se debe llevar a cabo una serie de actividades donde se compruebe la integridad de la instalación eléctrica el cual debe cumplir con la normas NTC 2050 y NFPA 99, siendo esta una práctica necesaria que se debe implementar en el Hospital Mario Gaitan Yanguas , con el fin de evitar que se presenten eventos adversos asociados al uso de la energía eléctrica, a los que pueden estar expuestos los pacientes, personal del hospital y personas alrededor.

INSTRUMENTOS

- Dinamómetro de 0 a 2,5 N figura 2.
- Dinamómetro de 0 a 5 N figura 3.
- Clavijas con polos (Fase, Neutro y tierra) figura 4.

- Analizador de toma eléctrica figura 5.
- Multímetro figura 6.

Figura 2. Dinamómetro de 0 a 2,5N.



Fuente el autor.

Figura 3. Dinamómetro de 0 a 5N.



Fuente el autor.

Figura 4. Clavija.



Fuente el autor.

Figura 5. Analizador de toma eléctrica.



Fuente el autor.

Figura 6. Multímetro.



Fuente el autor.

6.3 PROCEDIMIENTOS

Para iniciar las actividades adecuadamente se hace un diagnóstico de la seguridad del entorno, es muy importante que el personal encargado a realizar dicha inspección aplique las siguientes normas mínimas de seguridad:

- Tener conocimiento básico sobre seguridad eléctrica.
 - No debe tener puesto objetos metálicos (cadenas, anillos, pulseras, etc.).
 - Para realizar las pruebas de seguridad eléctrica es preferible utilizar zapatos que tenga suela de goma o material dieléctrico.
1. Se realiza una verificación visual de las clavijas y su estado:
 - Los receptáculos próximos al paciente deben estar ubicados a una altura de 1.53 m con respecto al suelo.
 - En áreas generales verificar que los receptáculos sean dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario y deben tener mínimo 4 receptáculos por cada cama.

- Los receptáculos deben estar bien sujetos a la pared, y en buen estado (que no se encuentren partidos).

2. Pruebas a realizar:

- Realizar la prueba de fuerza mecánica. En esta se utiliza un dinamómetro y tres clavijas (fase, neutro y tierra). La norma NFPA 99 dice que la fuerza mecánica para poder retirar una conexión individual en cualquiera de los tres polos de un receptáculo debe ser superior a 115 g lo cual es equivalente a 1.127 N.
- Finalmente se hacen varias pruebas de fuerza mecánica para identificar un valor estándar de la fuerza mecánica realizada se toman datos y se registran en una tabla correspondiente.
- Realizar mediciones de tensión entre fase-neutro, fase-tierra y neutrotierra, para todas las tomas eléctricas; los cuales se comparan con los límites establecidos por la norma NTC 1340, la cual cita que la tensión entre fase - neutro y fase - tierra debe ser 120 (+5 % -10 %) V, y la norma NFPA 99 establece que el voltaje entre neutro - tierra no debe exceder los 0.5 V.
- Realizar pruebas con analizador de receptáculos para identificar que fase, neutro, y tierra no estén abiertas y funcionen correctamente.

6.4 AREAS A TRABAJAR

URGENCIAS:

El Hospital Mario Gaitan Yanguas cuenta con una extensa área de urgencias en las cuales en la cual se identificaron 83 tomas eléctricas. Los cuales están conectados con equipos biomédicos tales como: ventilador mecánico, electrobisturí, monitores de signos vitales, desfibriladores, negatoscopio, succionador, podemos identificar unos de ellos en las figuras 7, 8, 9.

En las tomas eléctricas se hicieron pruebas con el dinamómetro, multimetro, analizador de tomas eléctricas que los podemos ver en las siguientes figuras 10, 11, 12, 13.

Figura 7. Monitor de signos vitales en urgencias.



Fuente el autor.

Figura 8. Desfibrilador.



Fuente el autor.

Figura 9. Ventilador mecánico.



Fuente el autor.

Figura 10. Prueba de voltaje en el área de urgencias con analizador de tomas electricas.



Fuente el autor.

Figura 11. prueba de voltaje área de urgencias fase-tierra.



Fuente el autor.

Figura 12. prueba de voltaje área de urgencias fase-neutro.



Fuente el autor.

Figura 13. prueba de voltaje área de urgencias neutro-tierra.

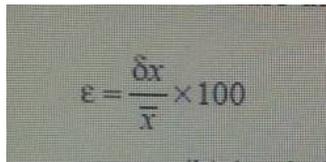


Fuente el autor.

LAS PRUEBAS DE SEGURIDAD EN EL AREA FUERON:

Primero se calcula la media y el error porcentual de los datos:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$



Cuadro 3. Pruebas de fuerza mecánica en el área de urgencias.

| F. MECANICA 1(N) | F. MECANICA 2(N) | F. MECANICA 3(N) | F. MECANICA 4(N) | MEDIA CON ERROR(N) | CUMPLEN |
|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|---------|
| 2,7 | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 2,87 ± 1,73 | SI |
| 2,5 | 2,8 | 2,7 | 2,9 | 2,72 ± 1,83 | SI |
| 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,62 ± 1,90 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|---------------|----|
| 2,4 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 2,27 ± 2,19 | SI |
| 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,57 ± 8,69 | NO |
| 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,8 ± 6,25 | NO |
| 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 ± 8,33 | NO |
| 0,7 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,8 ± 6,25 | NO |
| 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,775 ± 1,80 | SI |
| 2,8 | 3,0 | 2,9 | 3,2 | 2,975 ± 1,68 | SI |
| 3,2 | 3,2 | 3,0 | 3,2 | 3,15 ± 1,58 | SI |
| 2,0 | 2,2 | 2,4 | 1,9 | 2,125 ± 2,35 | SI |
| 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,5 | 0,45 ± 11,1 | NO |
| 2,8 | 2,9 | 3,2 | 2,9 | 2,95 ± 1,69 | SI |
| 2,9 | 2,8 | 3,1 | 3,0 | 2,95 ± 1,69 | SI |
| 0,4 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,475 ± 10,52 | NO |
| 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,4 ± 12,5 | NO |
| 2,4 | 2,2 | 2,6 | 2,2 | 2,35 ± 2,12 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,6 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 1,6 | 1,4 | 2,2 | 1,8 | 1,75 ± 2,85 | SI |
| 1,8 | 2,2 | 2,8 | 2,0 | 2,2 ± 2,27 | SI |
| 2,6 | 2,7 | 2,5 | 2,9 | 2,675 ± 1,86 | SI |
| 3,0 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 3,075 ± 1,62 | SI |
| 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,675 ± 7,40 | NO |
| 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,2 | 2,3 ± 2,17 | SI |
| 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 ± 16,6 | NO |
| 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,25 ± 20,0 | NO |
| 1,9 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,05 ± 2,43 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,5 | 2,575 ± 1,94 | SI |
| 2,5 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 ± 2,17 | SI |
| 2,6 | 2,2 | 2,5 | 2,6 | 2,475 ± 2,02 | SI |
| 2,8 | 3,0 | 3,1 | 2,9 | 2,95 ± 1,69 | SI |
| 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 3,075 ± 1,62 | SI |
| 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,325 ± 15,38 | NO |
| 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,625 ± 8,00 | NO |
| 2,5 | 2,8 | 2,6 | 2,6 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 2,825 ± 1,76 | SI |
| 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,3 ± 2,17 | SI |
| 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 1,3 | 1,5 | 1,2 | 1,6 | 1,4 ± 3,57 | SI |
| 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,775 ± 6,45 | NO |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|---------------|----|
| 2,7 | 2,8 | 2,7 | 2,5 | 2,675 ± 1,86 | SI |
| 2,9 | 2,9 | 2,8 | 3,0 | 2,9 ± 1,72 | SI |
| 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 ± 10,0 | NO |
| 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,35 ± 14,2 | NO |
| 2,9 | 3,3 | 3,0 | 3,2 | 3,1 ± 1,61 | SI |
| 2,8 | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 2,925 ± 1,70 | SI |
| 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,675 ± 7,40 | NO |
| 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,475 ± 10,52 | NO |
| 2,8 | 2,7 | 2,8 | 2,7 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,8 | 2,8 ± 1,78 | SI |
| 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 1,025 ± 4,87 | NO |
| 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,05 ± 4,76 | NO |
| 2,3 | 2,3 | 2,8 | 2,9 | 2,575 ± 1,94 | SI |
| 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 3,075 ± 1,62 | SI |
| 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,85 ± 5,88 | NO |
| 0,3 | 0,4 | 0,8 | 0,5 | 0,5 ± 10,0 | NO |
| 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,275 ± 2,19 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 2,9 ± 1,72 | SI |
| 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,625 ± 8,00 | NO |
| 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,7 ± 7,14 | NO |
| 2,9 | 3,2 | 3,0 | 3,0 | 3,025 ± 1,65 | SI |
| 3,0 | 3,3 | 3,3 | 3,1 | 3,175 ± 1,57 | SI |
| 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,05 ± 4,76 | NO |
| 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,9 | 0,8 ± 6,25 | NO |
| 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,275 ± 1,52 | SI |
| 3,2 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,1 ± 1,61 | SI |
| 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,85 ± 5,88 | NO |
| 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,375 ± 13,3 | NO |
| 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,6 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 3,5 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,2 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,125 ± 2,35 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 2,9 ± 1,72 | SI |
| 3,5 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 3,6 | 3,5 | 3,8 | 3,6 | 3,625 ± 1,39 | SI |
| 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 2,6 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,55 ± 1,96 | SI |
| 3,2 | 3,4 | 3,3 | 3,2 | 3,275 ± 1,52 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------|----|
| 3,3 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,25 ± 1,53 | SI |
|-----|-----|-----|-----|-------------|----|

Fuente el autor.

Calculamos desviación estándar en urgencias es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

S(ux): 1,066885819

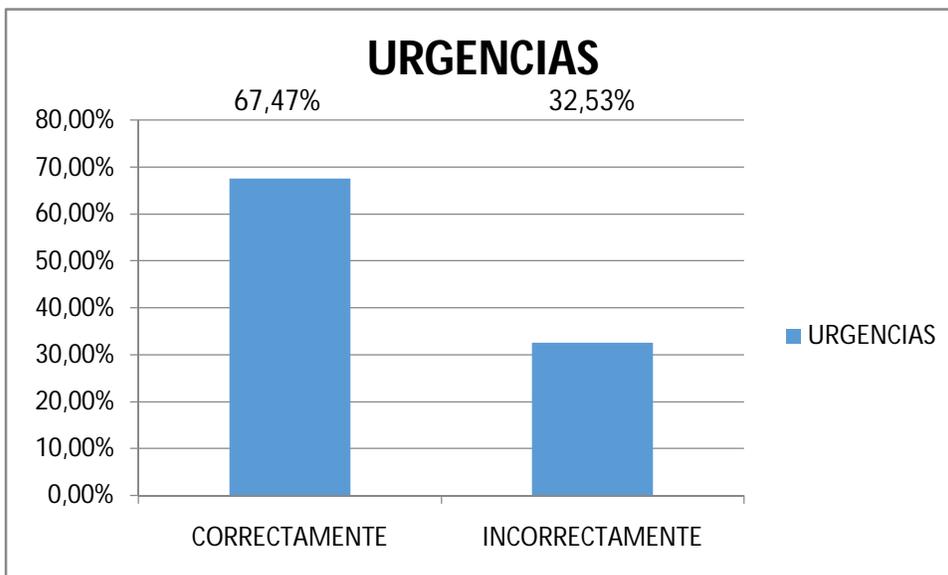
Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a graficar los datos para observar que la toma eléctrica cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma.

Cuadro 4. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el area de urgencias.

| FUNCIONANDO | CORRECTAMENTE | INCORRECTAMENTE |
|-------------|---------------|-----------------|
| URGENCIAS | 56 | 27 |
| TOTAL | 83 | |

Fuente el autor.

Figura 14. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el area de urgencias.



Fuente el autor.

Como se puede observar, fuerza mecánica no cumplen con las especificaciones de la norma en un 32,53% no están en el rango mayor a 1.127N, se presenta en el área de urgencias dando un riesgo a la seguridad de los pacientes.

En las pruebas con el analizador de toma eléctrica se identificó que todas las tomas en el área de urgencias sus conexiones fase, neutro, y tierra están conectadas correctamente para su buen funcionamiento.

Cuadro 5. Pruebas de voltaje en el área de urgencias.

| FASE-NEUTRO(V) | FASE-TIERRA(V) | NEUTRO TIERRA(V) | UBICACIÓN |
|----------------|----------------|------------------|-----------|
| 122,7 | 122,5 | 0,7 | URGENCIAS |
| 125,0 | 124,9 | 0,0 | URGENCIAS |
| 122,9 | 123,3 | 0,0 | URGENCIAS |
| 122,6 | 122,7 | 0,2 | URGENCIAS |
| 120,3 | 121,8 | 0,5 | URGENCIAS |
| 122,4 | 124,3 | 0,4 | URGENCIAS |
| 121,8 | 122,8 | 0,3 | URGENCIAS |
| 122,5 | 122,4 | 0,8 | URGENCIAS |
| 123,2 | 120,4 | 0,6 | URGENCIAS |
| 122,7 | 120,8 | 0,0 | URGENCIAS |
| 124,1 | 120,4 | 0,2 | URGENCIAS |
| 121,3 | 120,3 | 0,3 | URGENCIAS |
| 124,3 | 119,8 | 0,4 | URGENCIAS |
| 122,8 | 119,6 | 0,2 | URGENCIAS |
| 122,4 | 120,4 | 0,1 | URGENCIAS |
| 120,4 | 120,5 | 0,0 | URGENCIAS |
| 120,8 | 122,1 | 0,3 | URGENCIAS |
| 123,6 | 122,3 | 0,5 | URGENCIAS |
| 120,6 | 124,1 | 0,6 | URGENCIAS |
| 120,8 | 124,2 | 0,3 | URGENCIAS |
| 124,2 | 120,4 | 0,2 | URGENCIAS |
| 123,5 | 120,2 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,7 | 121,5 | 0,2 | URGENCIAS |
| 120,8 | 122,3 | 0,5 | URGENCIAS |
| 120,5 | 123,4 | 0,2 | URGENCIAS |

| | | | |
|-------|-------|-----|-----------|
| 123,6 | 123,2 | 0,3 | URGENCIAS |
| 124,3 | 122,5 | 0,4 | URGENCIAS |
| 124,1 | 122,6 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,4 | 123,4 | 0,5 | URGENCIAS |
| 123,4 | 123,2 | 0,0 | URGENCIAS |
| 124,2 | 120,3 | 0,2 | URGENCIAS |
| 122,2 | 120,4 | 0,2 | URGENCIAS |
| 123,2 | 120,5 | 0,6 | URGENCIAS |
| 124,1 | 120,2 | 0,5 | URGENCIAS |
| 120,2 | 122,3 | 0,2 | URGENCIAS |
| 123,3 | 122,4 | 0,1 | URGENCIAS |
| 122,6 | 120,2 | 0,0 | URGENCIAS |
| 120,6 | 120,4 | 0,0 | URGENCIAS |
| 120,7 | 122,6 | 0,4 | URGENCIAS |
| 122,7 | 122,3 | 0,3 | URGENCIAS |
| 124,4 | 121,4 | 0,2 | URGENCIAS |
| 122,4 | 121,5 | 0,1 | URGENCIAS |
| 122,6 | 123,4 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,5 | 124,2 | 0,3 | URGENCIAS |
| 120,4 | 124,5 | 0,3 | URGENCIAS |
| 122,3 | 123,7 | 0,5 | URGENCIAS |
| 122,6 | 123,8 | 0,4 | URGENCIAS |
| 121,4 | 123,6 | 0,1 | URGENCIAS |
| 122,3 | 122,4 | 0,4 | URGENCIAS |
| 123,4 | 122,9 | 0,2 | URGENCIAS |
| 123,2 | 123,2 | 0,3 | URGENCIAS |
| 122,5 | 124,1 | 0,1 | URGENCIAS |
| 122,6 | 120,2 | 0,4 | URGENCIAS |
| 123,4 | 123,3 | 0,3 | URGENCIAS |
| 123,2 | 122,6 | 0,2 | URGENCIAS |
| 120,3 | 120,6 | 0,3 | URGENCIAS |
| 120,4 | 120,7 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,5 | 122,7 | 0,6 | URGENCIAS |
| 120,2 | 124,4 | 0,5 | URGENCIAS |
| 122,3 | 122,4 | 0,7 | URGENCIAS |
| 122,4 | 119,8 | 0,7 | URGENCIAS |
| 120,2 | 119,6 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,4 | 120,4 | 0,3 | URGENCIAS |
| 122,6 | 120,5 | 0,2 | URGENCIAS |
| 122,3 | 122,1 | 0,6 | URGENCIAS |

| | | | |
|-------|-------|-----|-----------|
| 121,4 | 122,3 | 0,5 | URGENCIAS |
| 121,5 | 124,1 | 0,2 | URGENCIAS |
| 123,4 | 124,2 | 0,1 | URGENCIAS |
| 123,6 | 120,4 | 0,0 | URGENCIAS |
| 121,6 | 120,2 | 0,0 | URGENCIAS |
| 121,8 | 121,5 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,4 | 121,4 | 0,3 | URGENCIAS |
| 120,3 | 120,4 | 0,2 | URGENCIAS |
| 119,8 | 120,7 | 0,1 | URGENCIAS |
| 119,6 | 122,3 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,4 | 121,4 | 0,3 | URGENCIAS |
| 120,5 | 125,0 | 0,3 | URGENCIAS |
| 122,1 | 122,9 | 0,5 | URGENCIAS |
| 122,3 | 123,2 | 0,4 | URGENCIAS |
| 124,1 | 122,5 | 0,1 | URGENCIAS |
| 124,2 | 123,2 | 0,4 | URGENCIAS |
| 120,4 | 122,7 | 0,1 | URGENCIAS |

Fuente el autor.

Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a realizar un promedio y una desviación estándar con los datos para observar que las tomas eléctricas cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma, teniendo en cuenta que el multimetro manejado tiene una resolución de $\pm 0,5$ con la cual hallamos el error relativo.

Cuadro 6. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de urgencias.

| URGENCIAS | F-N(V) | F-T(V) | N-T(V) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| MEDIA CON ERROR | 122,1060976 \pm 0,40947996 | 122,0768293 \pm 0,40957813 | 0,30731707 \pm 162,698413 |
| DESVIACION STD | 1,406804238 | 1,471985204 | 0,19295012 |

Fuente el autor.

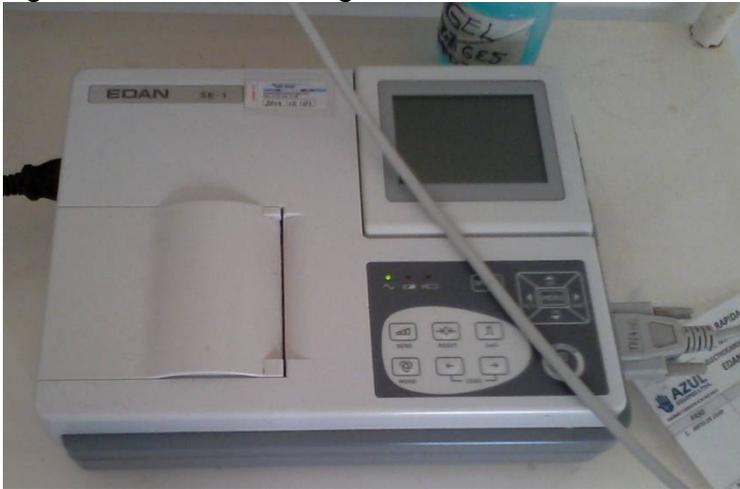
TRIAGE:

El Hospital Mario Gaitan Yanguas en el area de triage se identificaron 16 receptáculos. Los cuales están conectados con equipos biomédicos tales como:

equipo de órganos, electrocardiógrafo, podemos identificar uno de ellos en la figuras 15.

En las tomas eléctricas se hicieron pruebas con el dinamómetro, multímetro, analizador de tomas eléctricas que los podemos ver en las siguientes figuras 16, 17, 18,19.

Figura 15. Electrocardiógrafo.



Fuente el autor.

Figura 16. Prueba de voltaje en el área de triage con analizador de tomas eléctricas.



Fuente el autor.

Figura 17. prueba de voltaje área de triage fase-tierra.



Fuente el autor.

Figura 18. prueba de voltaje área de triage fase-neutro.



Fuente el autor.

Figura 19. prueba de voltaje área de triage neutro-tierra.

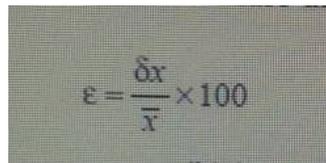


Fuente el autor.

LAS PRUEBAS DE SEGURIDAD EN EL AREA FUERON:

Primero se calcula el promedio \bar{x} de los datos:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$



Cuadro 7. Pruebas de fuerza mecánica en triage.

| F. MECANICA 1(N) | F. MECANICA 2(N) | F. MECANICA 3(N) | F. MECANICA 4(N) | MEDIA CON ERROR (N) | CUMPLE |
|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------|
| 0,9 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 ± 6,25 | NO |
| 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,5 | 2,5 ± 2,00 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|---------------|----|
| 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,775 ± 1,80 | SI |
| 2,6 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,8 | 2,625 ± 1,90 | SI |
| 2,6 | 2,8 | 2,5 | 2,5 | 2,6 ± 1,92 | SI |
| 3,0 | 3,2 | 3,1 | 3,0 | 3,075 ± 1,62 | SI |
| 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,0 | 3,15 ± 1,58 | SI |
| 1,5 | 1,7 | 1,8 | 1,4 | 1,60 ± 3,12 | SI |
| 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,6 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 2,7 | 3,2 | 3,0 | 2,9 | 2,95 ± 1,69 | SI |
| 2,8 | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 2,90 ± 1,72 | SI |
| 3,5 | 3,2 | 3,4 | 3,0 | 3,275 ± 1,52 | SI |
| 3,6 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 1,8 | 1,8 | 2,0 | 1,7 | 1,825 ± 2,,73 | SI |
| 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,35 ± 3,70 | SI |
| 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,575 ± 8,69 | NO |
| 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,80 ± 6,25 | NO |

Fuente el autor.

Calculamos desviación estándar en triage es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

S(TR): 0,906806371

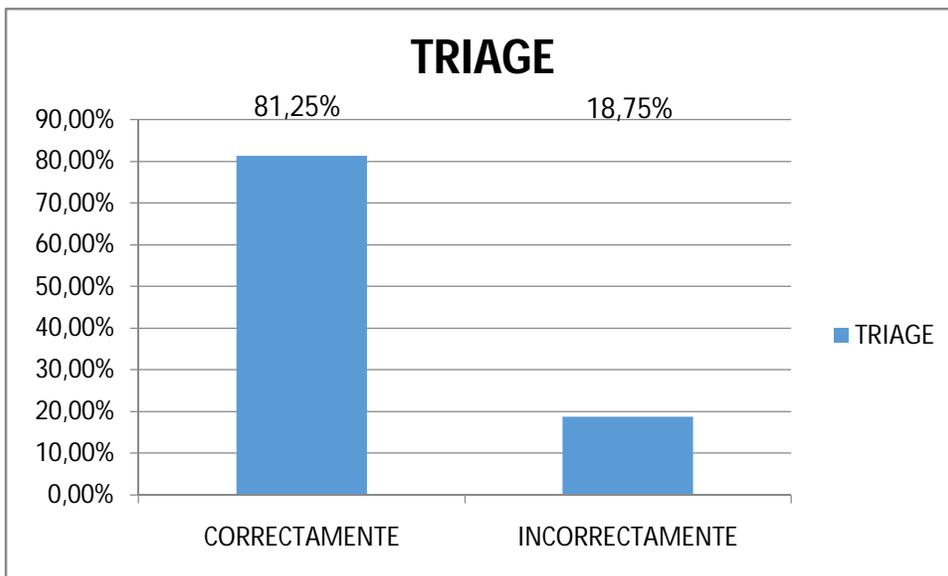
Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a graficar los datos para observar que receptáculos cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma.

Cuadro 8. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el área de triage.

| FUNCIONANDO | CORRECTAMENTE | INCORRECTAMENTE |
|-------------|---------------|-----------------|
| TRIAJE | 13 | 3 |
| TOTAL | 16 | |

Fuente el autor.

Figura 20. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el área de triage.



Fuente el autor.

Como se puede observar, fuerza mecánica no cumplen con las especificaciones de la norma en un 18,75% no están en el rango mayor a 1.127N, se presenta en el área triage dando un riesgo a la seguridad de los pacientes y el personal del hospital.

En las pruebas con el analizador de toma eléctrica se identifico que todas las tomas en el área de triage sus conexiones fase, neutro, y tierra están conectadas correctamente para su buen funcionamiento.

Cuadro 9. Pruebas de voltaje en el área de triage.

| FASE-NEUTRO(V) | FASE-TIERRA(V) | NEUTRO TIERRA(V) | UBICACIÓN |
|----------------|----------------|------------------|-----------|
| 120,2 | 124,1 | 0,0 | TRIAGE |
| 121,5 | 121,3 | 0,3 | TRIAGE |

| | | | |
|-------|-------|-----|--------|
| 121,4 | 124,3 | 0,5 | TRIAGE |
| 120,4 | 122,8 | 0,6 | TRIAGE |
| 120,7 | 122,4 | 0,3 | TRIAGE |
| 119,5 | 120,4 | 0,2 | TRIAGE |
| 119,8 | 120,8 | 0,4 | TRIAGE |
| 119,6 | 122,4 | 0,2 | TRIAGE |
| 119,8 | 121,8 | 0,5 | TRIAGE |
| 119,2 | 122,5 | 0,5 | TRIAGE |
| 119,9 | 123,2 | 0,4 | TRIAGE |
| 120,2 | 122,7 | 0,3 | TRIAGE |
| 122,5 | 124,1 | 0,8 | TRIAGE |
| 122,4 | 121,3 | 0,6 | TRIAGE |
| 121,3 | 124,3 | 0,0 | TRIAGE |
| 121,4 | 122,8 | 0,2 | TRIAGE |
| 120,8 | 122,4 | 0,3 | TRIAGE |
| 120,7 | 120,4 | 0,4 | TRIAGE |

Fuente el autor.

Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a realizar un promedio y una desviación estándar con los datos para observar que las tomas eléctricas cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma, teniendo en cuenta que el multimetro manejado tiene una resolución de $\pm 0,5$ con la cual hallamos el error relativo.

Cuadro 10. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de triage.

| TRIAGE | F-N(V) | F-T(V) | N-T(V) |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| MEDIA CON ERROR | 120,6277778 \pm 0,41449823 | 122,4444444 \pm 0,40834846 | 0,36111111 138,461538 |
| DESVIACION STD | 0,963330959 | 1,268728971 | 0,20619491 |

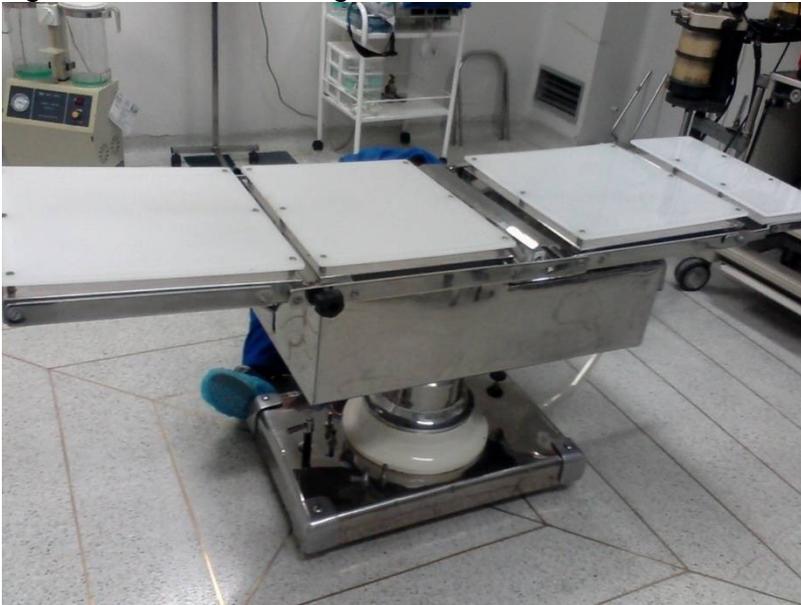
Fuente el autor.

CIRUGIA:

El Hospital Mario Gaitan Yanguas cuenta con una extensa área de cirugía en las cuales en la cual se identificaron 49 receptáculos. Los cuales están conectados con equipos biomédicos tales como: electrobistiuri, electrocardiógrafo, incubadora, lámpara cielítica, lámpara examen, maquina de anestesia, mesa de cirugía, monitor de signos vitales, negatoscopio, succionador. Podemos identificar unos de ellos en las figuras 21, 22, 23, 24,25.

En las tomas eléctricas se hicieron pruebas con el dinamómetro, multímetro, analizador de tomas eléctricas que los podemos ver en las siguientes figuras 26, 27, 28, 29.

Figura 21. Mesa de cirugía.



Fuente el autor.

Figura 22. Lámpara cielítica.



Fuente el autor.

Figura 23. Succionador.



Fuente el autor.

Figura 24. Maquina de anestesia



Fuente el autor.

Figura 25. Monitor de signos vitales del área de cirugía.



Fuente el autor.

Figura 26. Prueba de voltaje en el área de cirugía con analizador de toma eléctrica.



Fuente el autor.

Figura 27.prueba de voltaje área de cirugía neutro-tierra



Fuente el autor.

Figura 28. prueba de voltaje área de cirugía fase-neutro.



Fuente el autor.

Figura 29. prueba de voltaje área de cirugía fase-tierra.

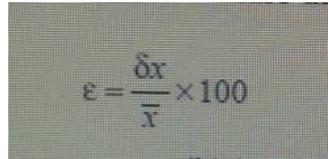


Fuente el autor.

LAS PRUEBAS DE SEGURIDAD EN EL AREA FUERON:

Primero se calcula el promedio \bar{x} de los datos:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$



Cuadro 11. Pruebas de fuerza mecánica en el área de cirugía.

| F. MECANICA 1(N) | F. MECANICA 2(N) | F. MECANICA 3(N) | F. MECANICA 4(N) | MEDIA CON ERROR (N) | CUMPLE |
|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------|
| 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2,4 ± 2,08 | SI |
| 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,15 ± 2,32 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------------|----|
| 1,3 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,275 ± 3,92 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,9 | 2,85 ± 1,75 | SI |
| 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,8 ± 1,78 | SI |
| 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,5 ± 10,0 | NO |
| 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,25 ± 20,0 | NO |
| 3,2 | 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,175 ± 1,57 | SI |
| 3,0 | 3,3 | 3,4 | 3,2 | 3,225 ± 1,55 | SI |
| 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2,4 ± 2,08 | SI |
| 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,2 ± 4,16 | SI |
| 3,5 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 ± 1,51 | SI |
| 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,125 ± 1,60 | SI |
| 1,7 | 1,5 | 1,8 | 1,7 | 1,675 ± 1,98 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,9 | 2,825 ± 1,76 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,9 | 2,85 ± 1,75 | SI |
| 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 1,8 ± 2,77 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 2,9 | 3 | 3,2 | 3,1 | 3,05 ± 1,63 | SI |
| 2,8 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,175 ± 1,57 | SI |
| 2,9 | 2,8 | 2,5 | 2,8 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,825 ± 1,76 | SI |
| 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,25 ± 1,53 | SI |
| 3,2 | 3,0 | 3,2 | 3,2 | 3,15 ± 1,58 | SI |
| 2,8 | 2,8 | 2,7 | 2,5 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 2,5 | 2,8 | 2,6 | 2,7 | 2,65 ± 1,88 | SI |
| 3,5 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 3,6 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 3,425 ± 1,45 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------------|----|
| 2,7 | 2,6 | 2,5 | 2,8 | 2,65 ± 1,88 | SI |
| 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,15 ± 2,32 | SI |
| 2,8 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 2,9 ± 1,72 | SI |
| 2,9 | 2,9 | 3,0 | 2,8 | 2,9 ± 1,72 | SI |
| 3,5 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,425 ± 1,45 | SI |
| 3,5 | 3,8 | 3,8 | 3,4 | 3,625 ± 1,37 | SI |
| 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,375 ± 3,63 | SI |
| 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,475 ± 3,38 | SI |
| 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,25 ± 1,53 | SI |
| 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,3 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 2,3 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,45 ± 2,04 | SI |
| 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,675 ± 7,40 | NO |
| 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,65 ± 1,88 | SI |
| 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,825 ± 1,76 | SI |
| 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,55 ± 9,09 | NO |
| 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,325 ± 3,77 | SI |
| 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,1 | 3,15 ± 1,58 | SI |
| 3,3 | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3,375 ± 1,48 | SI |
| 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,575 ± 8,69 | NO |

Fuente el autor.

Calculamos desviación estándar en cirugía es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

S(cx): 0,905083844

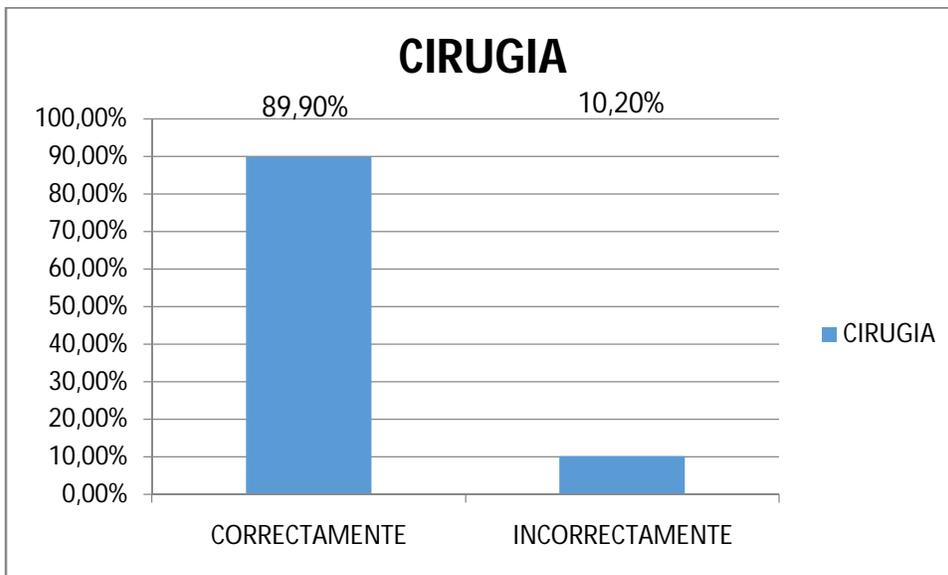
Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a graficar los datos para observar que receptáculos cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma.

Cuadro 12. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma del área de cirugía.

| FUNCIONANDO | CORRECTAMENTE | INCORRECTAMENTE |
|-------------|---------------|-----------------|
| CIRUGIA | 44 | 5 |
| TOTAL | 49 | |

Fuente el autor.

Figura 30. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma del área de cirugía.



Fuente el autor.

Como se puede observar, fuerza mecánica no cumplen con las especificaciones de la norma en un 10,20% no están en el rango mayor a 1.127N, se presenta en el área de cirugía dando un riesgo a la seguridad de los pacientes y el personal del hospital.

En las pruebas con el analizador de toma eléctrica se identifico que todas las tomas en el área de cirugía sus conexiones fase, neutro, y tierra están conectadas correctamente para su buen funcionamiento.

Cuadro 13. Pruebas de voltaje en el área de cirugía.

| FASE-NEUTRO(V) | FASE-TIERRA(V) | NEUTRO TIERRA(V) | UBICACIÓN |
|----------------|----------------|------------------|-----------|
| 121,2 | 120,8 | 0,6 | CIRUGIA |
| 121,6 | 123,6 | 0,5 | CIRUGIA |
| 121,5 | 120,6 | 0,7 | CIRUGIA |
| 123,2 | 122,3 | 0,7 | CIRUGIA |
| 124,2 | 123,4 | 0,4 | CIRUGIA |
| 122,5 | 123,2 | 0,3 | CIRUGIA |
| 122,3 | 122,5 | 0,2 | CIRUGIA |
| 121,8 | 123,2 | 0,6 | CIRUGIA |
| 121,9 | 122,7 | 0,5 | CIRUGIA |
| 120,9 | 121,2 | 0,2 | CIRUGIA |
| 120,7 | 120,4 | 0,1 | CIRUGIA |
| 121,3 | 120,3 | 0,5 | CIRUGIA |
| 123,5 | 119,8 | 0,0 | CIRUGIA |
| 124,2 | 119,6 | 0,4 | CIRUGIA |
| 124,5 | 120,4 | 0,3 | CIRUGIA |
| 123,7 | 120,5 | 0,2 | CIRUGIA |
| 123,8 | 122,1 | 0,0 | CIRUGIA |
| 123,6 | 122,3 | 0,4 | CIRUGIA |
| 122,4 | 124,1 | 0,3 | CIRUGIA |
| 122,9 | 124,2 | 0,2 | CIRUGIA |
| 123,2 | 120,4 | 0,1 | CIRUGIA |
| 124,1 | 120,2 | 0,4 | CIRUGIA |
| 120,2 | 121,5 | 0,3 | CIRUGIA |
| 123,3 | 121,4 | 0,3 | CIRUGIA |
| 122,6 | 120,4 | 0,5 | CIRUGIA |
| 120,6 | 120,7 | 0,2 | CIRUGIA |
| 120,7 | 122,3 | 0,3 | CIRUGIA |
| 122,7 | 122,4 | 0,4 | CIRUGIA |
| 124,4 | 120,2 | 0,6 | CIRUGIA |
| 122,4 | 120,4 | 0,5 | CIRUGIA |
| 122,6 | 122,6 | 0,7 | CIRUGIA |
| 120,5 | 122,3 | 0,7 | CIRUGIA |
| 120,4 | 121,4 | 0,4 | CIRUGIA |
| 122,3 | 121,5 | 0,3 | CIRUGIA |

| | | | |
|-------|-------|-----|---------|
| 122,6 | 123,4 | 0,2 | CIRUGIA |
| 121,4 | 123,6 | 0,6 | CIRUGIA |
| 122,3 | 121,6 | 0,5 | CIRUGIA |
| 123,4 | 121,8 | 0,2 | CIRUGIA |
| 123,2 | 120,4 | 0,1 | CIRUGIA |
| 122,5 | 120,3 | 0,0 | CIRUGIA |
| 123,2 | 119,8 | 0,0 | CIRUGIA |
| 122,7 | 119,6 | 0,4 | CIRUGIA |
| 124,1 | 120,4 | 0,1 | CIRUGIA |
| 121,3 | 122,2 | 0,0 | CIRUGIA |
| 124,3 | 123,2 | 0,3 | CIRUGIA |
| 122,8 | 124,1 | 0,5 | CIRUGIA |
| 122,4 | 120,2 | 0,6 | CIRUGIA |
| 120,4 | 123,3 | 0,3 | CIRUGIA |
| 120,8 | 122,6 | 0,2 | CIRUGIA |

Fuente el autor.

Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a realizar un promedio y una desviación estándar con los datos para observar que las tomas eléctricas cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma, teniendo en cuenta que el multimetro manejado tiene una resolución de $\pm 0,5$ con la cual hallamos el error relativo.

Cuadro 14. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de cirugía.

| CIRUGIA | F-N(V) | F-T(V) | N-T(V) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| MEDIA CON ERROR | 122,4306122 \pm 0,40839459 | 121,6612245 \pm 0,41097729 | 0,34285714 \pm 145,833333 |
| DESVIACION STD | 1,232072117 | 1,362720368 | 0,20615528 |

Fuente el autor.

Partos:

El Hospital Mario Gaitan Yanguas cuenta con una extensa área de partos en las cuales en la cual se identificaron 51 receptáculos. Los cuales están conectados

con equipos biomédicos tales como: incubadora, lámpara examen, maquina de anestesia, mesa de partos, monitor de signos vitales, negatoscopio, succionador, servocuna, monitor fetal, monitor de presión arterial. Podemos identificar unos de ellos en las figuras 31, 32,33.

En las tomas eléctricas se hicieron pruebas con el dinamómetro, multímetro, analizador de tomas eléctricas que los podemos ver en las siguientes figuras 34, 35, 36, 37.

Figura 31. Succionador del área de partos.



Fuente el autor.

Figura 32. Monitor de signos vitales del área de partos.



Fuente el autor

Figura 33. Maquina de anestesia del área de partos.



Fuente el autor.

Figura 34. Prueba de voltaje en el área de partos con analizador de toma eléctrica.



Fuente el autor.

Figura 35.prueba de voltaje área de partos neutro-tierra.



Fuente el autor.

Figura 36.prueba de voltaje área de cirugia fase-neutro.



Fuente el autor.

Figura 37. prueba de voltaje área de partos neutro-fase.

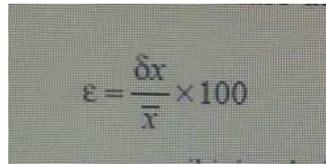


Fuente el autor.

LAS PRUEBAS DE SEGURIDAD EN EL AREA FUERON:

Primero se calcula el promedio \bar{x} de los datos:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$



Cuadro 15. Pruebas de fuerza mecánica en el área de partos.

| F. MECANIC A 1(N) | F. MECANICA 2(N) | F. MECANIC A 3(N) | F. MECANICA 4(N) | MEDIA CON ERROR(N) | CUMPL E |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------|
| 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,35 ± 14,2 | NO |
| 2,5 | 2,8 | 2,6 | 2,8 | 2,675 ± 1,86 | SI |
| 2,6 | 2,7 | 2,9 | 2,8 | 2,75 ± 1,81 | SI |
| 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,3 | 3,3 ± 1,51 | SI |
| 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,65 ± 1,36 | SI |
| 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,475 ± 10,5 | NO |
| 2,3 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,35 ± 2,12 | SI |
| 2,8 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 2,875 ± 1,73 | SI |
| 3,5 | 3,3 | 3,5 | 3,5 | 3,45 ± 1,44 | SI |
| 2,3 | 2,5 | 2,4 | 2,6 | 2,45 ± 2,04 | SI |
| 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,375 ± 3,63 | SI |
| 3,6 | 3,8 | 3,7 | 3,8 | 3,725 ± 1,34 | SI |
| 3,5 | 3,3 | 3,5 | 3,8 | 3,525 ± 1,41 | SI |
| 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,5 ± 2,00 | SI |
| 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,3 ± 2,17 | SI |
| 3,5 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,425 ± 1,45 | SI |
| 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,3 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,35 ± 2,12 | SI |
| 1,8 | 2,0 | 1,9 | 2,0 | 1,925 ± 2,59 | SI |
| 2,9 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,2 ± 1,56 | SI |
| 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,35 ± 2,12 | SI |
| 2,4 | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 2,275 ± 2,19 | SI |
| 3,5 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,725 ± 1,34 | SI |
| 3,6 | 3,6 | 3,8 | 3,8 | 3,7 ± 1,35 | SI |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------------|----|
| 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,7 | 2,725 ± 1,83 | SI |
| 2,5 | 2,8 | 2,8 | 2,7 | 2,7 ± 1,85 | SI |
| 3,5 | 3,4 | 3,2 | 3,3 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 3,4 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,3 ± 1,51 | SI |
| 1,5 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,75 ± 2,85 | SI |
| 1,2 | 10 | 1,2 | 1,3 | 1,175 ± 4,25 | SI |
| 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,3 ± 3,84 | SI |
| 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 1,575 ± 3,17 | SI |
| 3,5 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 3,3 | 3,4 | 3,6 | 3,6 | 3,475 ± 1,43 | SI |
| 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,75 ± 2,85 | SI |
| 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,8 ± 2,77 | SI |
| 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,325 ± 1,50 | SI |
| 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,3 | 3,35 ± 1,49 | SI |
| 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,55 ± 3,22 | SI |
| 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,775 ± 2,81 | SI |
| 1,3 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,3 ± 3,84 | SI |
| 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,375 ± 3,63 | SI |
| 1,0 | 1,2 | 1,1 | 10 | 1,075 ± 4,65 | NO |
| 2,0 | 2,0 | 1,8 | 1,8 | 1,9 ± 2,63 | SI |
| 1,8 | 1,7 | 1,4 | 1,7 | 1,65 ± 3,03 | SI |
| 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 1,775 ± 2,81 | SI |
| 2,0 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,2 ± 2,27 | SI |
| 2,3 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,1 ± 2,38 | SI |
| 3,3 | 3,2 | 3,0 | 30, | 3,125 ± 1,60 | SI |
| 3,4 | 3,5 | 3,4 | 3,6 | 3,475 ± 1,43 | SI |

Fuente el autor.

Calculamos desviación estándar en partos es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

S(pa): 0,908451602

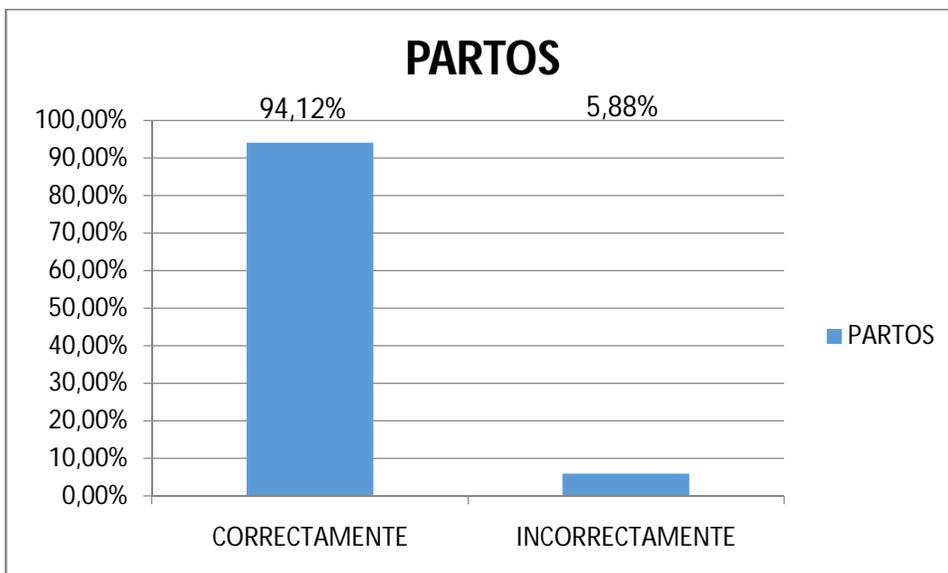
Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a graficar los datos para observar que receptáculos cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma.

Cuadro 16. Cuadro de comparación de cumplimiento de la norma en el área de partos.

| FUNCIONANDO | CORRECTAMENTE | INCORRECTAMENTE |
|-------------|---------------|-----------------|
| PARTOS | 48 | 3 |
| TOTAL | 51 | |

Fuente el autor.

Figura 38. Tabla de porcentaje de cumplimiento de la norma en el área de partos.



Fuente el autor.

Como se puede observar, fuerza mecánica no cumplen con las especificaciones de la norma en un 5,88% no están en el rango mayor a 1.127N, se presenta en el

área de cirugía dando un riesgo a la seguridad de los pacientes y el personal del hospital.

En las pruebas con el analizador de toma eléctrica se identificó que todas las tomas en el área de partos sus conexiones fase, neutro, y tierra están conectadas correctamente para su buen funcionamiento.

Cuadro 17. Pruebas de voltaje en el área de partos.

| FASE-NEUTRO(V) | FASE-TIERRA(V) | NEUTRO TIERRA(V) | UBICACIÓN |
|----------------|----------------|------------------|-----------|
| 120,4 | 120,6 | 0,4 | PARTOS |
| 120,3 | 120,7 | 0,2 | PARTOS |
| 119,8 | 122,7 | 0,5 | PARTOS |
| 119,6 | 124,4 | 0,5 | PARTOS |
| 120,4 | 122,4 | 0,4 | PARTOS |
| 120,5 | 122,6 | 0,3 | PARTOS |
| 122,1 | 120,5 | 0,2 | PARTOS |
| 122,3 | 120,4 | 0,1 | PARTOS |
| 124,1 | 122,3 | 0,4 | PARTOS |
| 124,2 | 122,6 | 0,3 | PARTOS |
| 120,4 | 121,4 | 0,3 | PARTOS |
| 120,2 | 122,3 | 0,5 | PARTOS |
| 121,5 | 123,4 | 0,4 | PARTOS |
| 121,4 | 123,2 | 0,1 | PARTOS |
| 120,4 | 121,8 | 0,4 | PARTOS |
| 120,7 | 122,5 | 0,2 | PARTOS |
| 122,3 | 123,2 | 0,3 | PARTOS |
| 121,4 | 122,7 | 0,1 | PARTOS |
| 125,0 | 124,1 | 0,2 | PARTOS |
| 122,9 | 121,3 | 0,1 | PARTOS |
| 122,6 | 124,3 | 0,0 | PARTOS |
| 120,3 | 122,8 | 0,0 | PARTOS |
| 122,4 | 122,4 | 0,4 | PARTOS |
| 121,8 | 120,4 | 0,3 | PARTOS |
| 122,5 | 120,8 | 0,2 | PARTOS |
| 123,2 | 123,6 | 0,1 | PARTOS |
| 122,7 | 120,6 | 0,4 | PARTOS |
| 124,1 | 120,8 | 0,3 | PARTOS |
| 121,3 | 124,2 | 0,3 | PARTOS |
| 124,3 | 123,5 | 0,5 | PARTOS |

| | | | |
|-------|-------|-----|--------|
| 122,8 | 120,4 | 0,4 | PARTOS |
| 120,2 | 120,7 | 0,1 | PARTOS |
| 122,3 | 119,5 | 0,4 | PARTOS |
| 122,4 | 119,8 | 0,2 | PARTOS |
| 120,2 | 119,6 | 0,1 | PARTOS |
| 120,4 | 119,8 | 0,0 | PARTOS |
| 122,6 | 119,2 | 0,0 | PARTOS |
| 122,3 | 119,9 | 0,4 | PARTOS |
| 121,4 | 120,2 | 0,3 | PARTOS |
| 121,5 | 122,5 | 0,2 | PARTOS |
| 123,4 | 122,4 | 0,1 | PARTOS |
| 123,6 | 121,3 | 0,4 | PARTOS |
| 121,6 | 121,4 | 0,3 | PARTOS |
| 122,4 | 122,6 | 0,3 | PARTOS |
| 122,6 | 122,5 | 0,5 | PARTOS |
| 120,5 | 122,3 | 0,4 | PARTOS |
| 120,4 | 121,8 | 0,1 | PARTOS |
| 122,3 | 121,9 | 0,4 | PARTOS |
| 122,6 | 120,9 | 0,4 | PARTOS |
| 122,1 | 120,7 | 0,3 | PARTOS |

Fuente el autor.

Con el propósito de generalizar la información presente en el cuadro anterior, se procedió a realizar un promedio y una desviación estándar con los datos para observar que las tomas eléctricas cumplen o no cumplen con las especificaciones de la norma, teniendo en cuenta que el multimetro manejado tiene una resolución de $\pm 0,5$ con la cual hallamos el error relativo.

Cuadro 18. Cuadro de media con error y una desviación estándar de cumplimiento de la norma en el área de partos.

| PARTOS | F-N(V) | F-T(V) | N-T |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| MEDIA CON ERROR | 121,854 \pm 0,41032711 | 121,758 \pm 0,41065063 | 0,274 \pm 182,481752 |
| DESVIACION STD | 1,335115985 | 1,379158276 | 0,14957081 |

Fuente el autor.

6.5 DISEÑO DE FORMATO

Se realiza un formato de en el cual se encuentran las variables mas básicas que se necesitan para tener un buen manejo en la seguridad eléctrica hospitalaria en el Hospital Mario Gaitan Yanguas y mantener un buen funcionamiento de las clavijas.

Cuadro 19. Formato de seguridad eléctrica para el Hospital Mario Gaitan Yanguas.

| HOSPITAL MARIO GAITAN YANGUAS | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------|------------------------------|--------|--------|
| SEGURIDAD ELECTRICA HOSPITALARIA | | | | | |
| NIVELES DE VOLTAJE SEGÚN NTC 1340 | FASE-NEUTRO | FASE-TIERRA | NEUTRO-TIERRA | UNIDAD | |
| | | | | V | |
| GRADO HOPSITALARIO | UBICACIÓN | FUERZA MECANICA | LIMITE INFERIO SEGÚN NFPA 99 | UNIDAD | CUMPLE |
| | | | 1,127 | N | |
| | | | 1,127 | N | |
| | | | 1,127 | N | |
| | | | 1,127 | N | |
| | | | 1,127 | N | |

Fuente el autor.

6.6 CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA INSTITUCIÓN

Las capacitaciones del manejo del formato se realizaron en la oficina de mantenimiento del Hospital Mario Gaitán Yanguas, contando con la presencia de todos los participantes que se esperaban en el proyecto.

Las capacitaciones se desarrollaron con una presentación en Power point utilizando como herramienta de apoyo las normas vigentes sobre seguridad eléctrica en instituciones hospitalarias.

En la capacitación del manejo del formato participaron las personas responsables del mantenimiento de las instalaciones eléctricas y de los equipos biomédicos y el ingeniero de mantenimiento

7. RECOMENDACIONES

- De acuerdo al RETIE se recomienda que todos los equipos próximos al paciente estén ubicados a una altura de 1.53 m con respecto al piso. Se evidenció que las áreas evaluadas cumplen con esta condición, excepto triage.
- De acuerdo al reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE, capítulo 7 artículo 39, los receptáculos deben ser dobles con polo a tierra del tipo grado hospitalario regulados sin ninguna obstrucción, en el área de urgencias del hospital Mario Gaitán Yanguas se encontró un receptáculo obstruido por un trozo de una clavija antigua en la salida fase.
- Se recomienda tener mas cuidado con el manejo de las tomas eléctricas frente a con los equipos biomédicos ya que se presentaron casos en los que el nivel de voltaje era superior a 120v y los repuestos no soportaban esa carga superior que llegaba a ellos.
- en futuras modificaciones o ampliaciones de la institución se debe tener en cuenta la normativa vigente en cuanto a seguridad eléctrica en los procesos de diseño y construcción.
- Una vez solucionadas las falencias se recomienda realizar un diagnóstico de seguridad eléctrica y realizarlos periódicamente.
- Se debe seguir realizando las capacitaciones al personal asistencial sobre seguridad eléctrica, para que mejoren la calidad del servicio.

8. CONCLUSIONES

- Se identifico la importancia de capacitar al personal clínico sobre aspectos de la seguridad eléctrica, para mantener un ambiente óptimo y seguro para los usuarios de la institución.
- Los formatos son una herramienta útil para el registro de las mediciones y facilita la comparación con los límites establecidos por la norma vigente.
- Se evidencio la importancia de la evaluación de la seguridad eléctrica que debe realizarse como una actividad periódica que permita garantizar la seguridad al paciente.
- Este proyecto fue valioso para el hospital, ya que se pudo evaluar el estado de las áreas críticas, siendo esto un aporte esencial en su proceso de actualización en cuanto a las normas y calidad del servicio.
- Es de vital importancia realizar la continúa evaluación no por cumplir un formalismo, sino por garantizar seguridad a los pacientes.
- La correcta interpretación y aplicación de la normativa vigente debe ser un aspecto a tener presente siempre en las instituciones en procesos de diseño, uso y aplicación de los equipos. Por lo tanto el conocimiento de estas normas es una herramienta valiosa con la que se pueden apoyar los encargados de la inspección y mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas y de los equipos biomédicos.
- Con la adecuada aplicación de los protocolos se garantiza un proceso confiable en las mediciones de seguridad eléctrica.

9. REFERENCIAS

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Código eléctrico nacional. Norma 2050. Bogotá D.C: INCONTEC, 1989. 871 p.
- Comprobador de Niveles de Seguridad Eléctrica Integrado al Equipo Medico [en línea]. Habana-Cuba, 2007 [consultado 2 de Diciembre de 2015]. Disponible en Internet: cencomed.sld.cu/socbio2007/trabajos/pdf/t040.pdf
- NFPA No 99. Standard For Health Care Facilities. Quincy, MA. National fire protection association. USA, 2002. 22p.
- Procedimiento de Inspección y Mantenimiento Preventivo Seguridad Eléctrica de Los Equipos Electromedicos [en línea]. Lozano Blesa-Zaragoza: Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica, 1999 [consultado 9 de Noviembre de 2016]. Disponible en Internet: usuarios.lycos.es/legajius/Dir/Protocolos/segur.pdf
- IEC: International Electrotechnical Commission. (60601) Medical electrical equipment – part 1: General requirements for basic safety and essential performance. Geneva – Switzerland: 3 ed, 2005. 775 p.
- Requisitos obligatorios para garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas en Colombia: Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). ed actualizada/ agosto de 2008.
- RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. Ingeniería Clínica. Cuba: Sociedad Cubana de Bioingeniería, 2006. 121p.

- RODRÍGUEZ DENIS, Ernesto. Manual de Ingeniería Clínica [en línea]. CebioCuba: Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica, 2003 [consultado 13 de Marzo de 2016]. Disponible en Internet: www.seeic.org.
- ELKIN OTALVARO (05 - 03 – 2014). Tecnovigilancia en Colombia [consultado 14 de junio de 2016]. .Disponible en Internet: <http://www.elhospital.com/blogs/Tecnovigilancia-en-Colombia,-un-ejemplo-para-la-region+96720>.
- CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA(1993).LEY 100. [consultado 10 de junio de 2016]. .Disponible en Internet: <http://www.col.ops-oms.org/juventudes/Situacion/LEGISLACION/SALUDYDEPORTE/SL10093.htm> 1-2

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERNÁNDEZ S., Roberto., FERNÁNDEZ C., Carlos., BAPTISTA L., María del P. Los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación científica. Metodología de la investigación. 5 ed. México. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2010. 613 p. ISBN 978-607-15-0291-9
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. Sexta actualización. Bogotá, D.C. Contacto Gráfico Ltda. ICONTEC, 2008. 101 p. (NTC 1486, 5613, 4490).
- LERMA, Héctor Daniel. Metodología de la Investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto. 4 ed. Bogotá, D.C., Ecoe Ediciones, 2009. 193 p. ISBN 978-958-648-602-6