



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

# INFORME FINAL



Soluciones Integrales S.A.S

Laura Vanessa Bohórquez Prieto

MARZO DE 2021 A JULIO DE 2021

PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA MCI  
SOLUCIONES INTEGRALES SAS

LAURA VANESSA BOHÓRQUEZ PRIETO  
ID 00325173

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2021

PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA MCI  
SOLUCIONES INTEGRALES SAS

LAURA VANESSA BOHORQUEZ PRIETO  
ID 000325173

Práctica empresarial realizada  
como requisito para obtener  
el título de Ingeniero Electrónico

Ing. Daniel Ibarguen  
Jefe práctica empresarial

Ing. Cesar Acero  
Docente Coordinador

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2021

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	<b>11</b>
<b>COMPAÑÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>UBICACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>SERVICIOS</b> .....	<b>12</b>
Consultoría .....	<b>12</b>
Venta de equipos .....	<b>12</b>
Mantenimiento equipos biomédicos .....	<b>12</b>
Laboratorio de metrología .....	<b>12</b>
<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL</b> .....	<b>12</b>
<b>DESCRIPCION DEL AREA ESPECIFICA DE TRABAJO</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPITULO 3. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPITULO 4. MARCO TEORICO</b> .....	<b>16</b>
<b>EQUIPOS BIOMEDICOS</b> .....	<b>16</b>
<b>INSTITUTO PRESTADOR DE SALUD (IPS)</b> .....	<b>16</b>
<b>METROLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
<b>EQUIPOS PATRON</b> .....	<b>16</b>
<b>SIMULADORES BIOMÉDICOS</b> .....	<b>16</b>
<b>CALIBRACIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>INVIMA</b> .....	<b>17</b>
<b>ONAC</b> .....	<b>17</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> .....	<b>17</b>
<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b> .....	<b>17</b>
<b>RESOLUCION 3100</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPITULO 5. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA</b> .....	<b>18</b>
<b>DOCUMENTACION</b> .....	<b>18</b>

CREACIÓN DE HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS .....	18
CREACIÓN DE GUIAS RAPIDAS .....	20
PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO LIMPIEZA Y TECNOLOGIA DE ADQUISICION .....	21
INVENTARIOS .....	22
REPORTES DE MANTENIMIENTO.....	22
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS .....	23
BASCULAS MECÁNICAS .....	24
NEBULIZADORES .....	24
LARINGOSCOPIO .....	25
EQUIPO DE ORGANOS.....	25
BOMBA DE INFUSIÓN.....	26
MONITOR DE SIGNOS VITALES .....	26
SUCCIONADOR.....	27
MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	28
ULTRASONIDO.....	28
DEFIBRILADOR.....	28
BASCULA DE RESIDUOS.....	30
CAMBIO DE BATERIA PATRON ECG .....	31
ELECTROBISTURI .....	31
MONITOR DE SIGNOS VITALES .....	32
CALIBRACIONES .....	32
SIMULADOR NIBP.....	33
SIMULADOR SPO2 .....	33
SIMULADOR ECG .....	34
SIMULADOR FETAL.....	34
ANALIZADOR DE DEFIBRILACIÓN.....	35
CITREX.....	35
PESAS .....	36
MANOVACUOMETRO.....	36
BALANZA ANALÍTICA .....	37
TACÓMETRO .....	37
CABINA DE TEMPERATURA .....	38
ANALIZADOR DE FLUJO- FLUKE .....	38

PLAN DE MANTENIMIENTO DE UN MONITOR DE SIGNOS VITALES .....	41
¿QUE ES UN MONITOR DE SIGNOS VITALES?.....	41
PARAMETROS.....	41
VARIANTES EN MONITORES DE SIGNOS VITALES .....	43
Preconfigurados:.....	43
Modulares:.....	43
TIPOS DE MONITORES.....	43
Monitores Fijos: .....	43
Monitores Transporte:.....	44
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	44
<b>CAPITULO 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO 7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	<b>53</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Ubicación MCI</i>	11
<i>Ilustración 2. Organigrama empresarial</i>	12
<i>Ilustración 3. Hoja de vida equipo biomédico</i>	20
<i>Ilustración 4. Guía de manejo rápido</i>	21
<i>Ilustración 5. Reporte de mantenimiento</i>	23
<i>Ilustración 6. Evidencia mantenimiento bascula</i>	24
<i>Ilustración 7. Antes y Después del mantenimiento</i>	24
<i>Ilustración 8. Mantenimiento de un nebulizador</i>	24
<i>Ilustración 9. Laringoscopio</i>	25
<i>Ilustración 10. Mantenimiento equipo de órganos</i>	25
<i>Ilustración 11. Mantenimiento bomba de infusión</i>	26
<i>Ilustración 12. Mantenimiento monitor de signos vitales</i>	26
<i>Ilustración 13. Mantenimiento succionador</i>	27
<i>Ilustración 14. Mantenimiento Ultrasonido</i>	28
<i>Ilustración 15. Mantenimiento desfibrilador</i>	29
<i>Ilustración 16. Mantenimiento desfibrilador</i>	29
<i>Ilustración 17. Empalme de batería</i>	30
<i>Ilustración 18. Bascula de residuos</i>	30
<i>Ilustración 19. Batería patron ECG</i>	31
<i>Ilustración 20. Patron ECG</i>	31
<i>Ilustración 21. Mantenimiento electrobisturí</i>	31
<i>Ilustración 22. Mantenimiento correctivo monitor de signos vitales</i>	32
<i>Ilustración 23. Certificaciones obtenidas</i>	32
<i>Ilustración 24. Calibración tensiómetro digital</i>	33
<i>Ilustración 25. Calibración oxímetro de pulso</i>	33
<i>Ilustración 26. Calibración monitor de signos vitales</i>	34
<i>Ilustración 27. Calibración Doppler fetal</i>	34
<i>Ilustración 28. Calibración desfibrilador y DEA</i>	35
<i>Ilustración 29. Calibración flujómetro</i>	35
<i>Ilustración 30. Calibración de bascula análoga</i>	36
<i>Ilustración 31. Calibración de tensiómetro análogo</i>	36
<i>Ilustración 32. Calibración micropipeta</i>	37
<i>Ilustración 33. Calibración centrifuga</i>	37
<i>Ilustración 34. Calibración termohigrómetro digital</i>	38
<i>Ilustración 35. Calibración termohigrómetros análogos</i>	38
<i>Ilustración 36. Calibración regulador de oxígeno</i>	38
<i>Ilustración 37. Calibración monitor de signos vitales</i>	39
<i>Ilustración 38. Certificado micropipeta</i>	40
<i>Ilustración 39. Partes de un monitor de signos vitales</i>	49
<i>Ilustración 40. Partes interfaz grafica</i>	49



## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA MCI SOLUCIONES INTEGRALES

**AUTOR(ES):** Laura Vanessa Bohorquez Prieto

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Electrónica

**DIRECTOR(A):** Cesar Augusto Aceros Moreno

### RESUMEN

El siguiente informe tiene como finalidad exponer el desarrollo de las actividades realizadas durante los cuatro meses de practica empresarial en la empresa MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS ubicada en Bucaramanga, Santander. Empresa del sector biomédico. La actividad principal de la practica se centro en el mantenimiento y calibración de equipos biomédicos pertenecientes a las entidades de salud con las cuales la empresa tiene contrato. Además de la actividad principal ,se realizaron actividades relacionadas con la documentación mínima que exige la ley colombiana 3100 en el área de equipos biomédicos como fueron hojas de vida , protocolos , guías rápidas, inventarios, reportes y certificados de calibración entre otros. Paralelo a las actividades practicas ,se realizo una pequeña investigación sobre un plan de mantenimiento preventivo para un monitor de signos vitales donde se puede encontrar la manera adecuada en la que debe ser intervenido este equipo . Los meses en los que desempeñe la practica fueron de enorme aprendizaje y un grato comienzo a la vida profesional .

### PALABRAS CLAVE:

Biomédica, Mantenimiento , Calibración , Equipos biomédicos

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

A handwritten signature in black ink that reads 'Cesar Augusto Aceros Moreno'.



## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** BUSINESS PRACTICE IN THE COMPANY MCI  
SOLUCIONES INTEGRALES

**AUTHOR(S):** LAURA VANESSA BOHORQUEZ PRIETO

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Electrónica

**DIRECTOR:** Cesar Augusto Aceros Moreno

### ABSTRACT

The purpose of the following report is to show the development of the activities performed during the four months of business practice in the company MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS located in Bucaramanga, Santander. MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS is Biomedical sector company. The main activity of the practice focused on the maintenance and calibration of biomedical equipment belonging to the health entities which the company has a contract. In addition to the main activity, other activities were carried out related to the generation of documentation required by the Act. 3100 of 2019 of the Colombian government that regulates biomedical equipment's such as maintenance logs, protocols, quick guides, inventories, reports, and calibration certificates among others. Parallel to the practical activities, a little investigation about a preventive maintenance plan for vital signs monitor where you can find the proper way in which this equipment should be intervened. The months in which I made the practice were of enormous learning and a welcome to the professional life.

### KEYWORDS:

Biomedical, Maintenance, Calibration, Biomedical equipment

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## **INTRODUCCION**

El presente documento busca exponer el trabajo realizado durante las prácticas empresariales realizadas y los conocimientos adquiridos a lo largo de esta experiencia.

El objetivo de una práctica empresarial es que el estudiante tenga un primer acercamiento al área de trabajo en la que realizó sus estudios y adquiriera las habilidades necesarias para tener un buen desempeño laboral.

El desarrollo de esta práctica se realizó en la empresa MCI SOLUCIONES INTEGRALES, empresa del sector biomédico donde se dio apoyo al área de soporte técnico. La empresa está encargada de realizar mantenimientos y calibraciones a distintas instituciones prestadoras de salud con las cuales tiene contrato.

Además de este servicio también ofrece consultoría y venta de equipos.

A continuación, se brindará información más específica de la empresa.

## CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

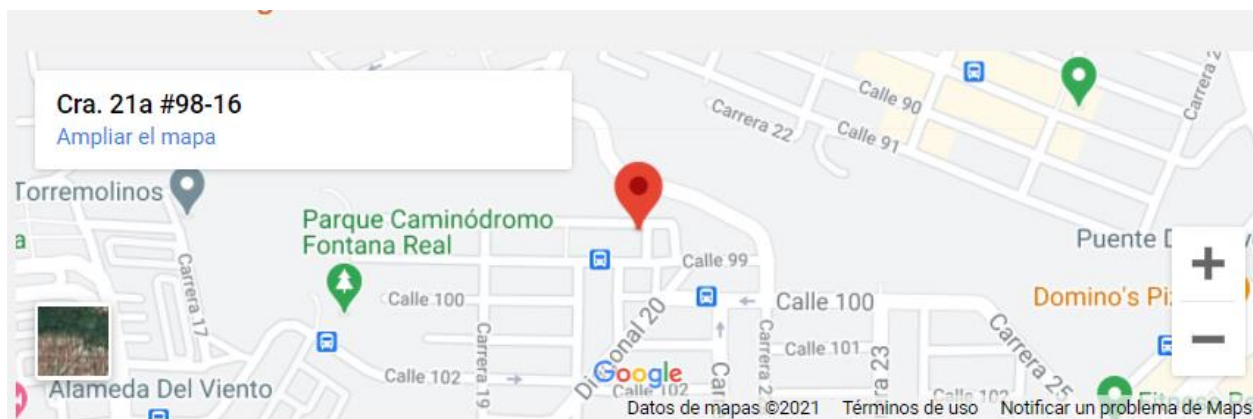
### COMPAÑÍA

MCI Soluciones Integrales SAS (M: Mantenimiento C: Calibración I: ingeniería) es una empresa Santandereana profesional con más de ocho (8) años de experiencia en el mercado que ofrece una serie de servicios a las distintas instituciones prestadoras de salud, con un amplio conocimiento de las normas vigentes, que garantizan el cumplimiento de los requisitos legales exigidos por los entes de control o acreditadores.

La actividad de la empresa se centra en el mantenimiento y calibración de equipos biomédicos, de refrigeración, de cómputo e industriales para lo cual cuentan con instalaciones adecuadas como laboratorio de meteorología con simuladores y equipos patrón para la calibración, con trazabilidad ONAC que les permiten prestar un servicio de alta calidad; conservan un equipo de profesionales con experiencia en el área de electrónica y biomédica que garantizan un buen servicio

### UBICACIÓN

La empresa MCI Soluciones Integrales SAS tiene como domicilio principal de su actividad la dirección, Carrera 21<sup>a</sup> 98-16 Barrio Fontana en la ciudad Bucaramanga, Santander. Registra el siguiente número de contacto (7) 6319009.



*Ilustración 1. Ubicación MCI*

*Fuente: Ubicación MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, Google Maps ,2021*

## SERVICIOS

La empresa MCI soluciones integrales ofrece cuatro (4) servicios:

### Consultoría

Ofrecen diversos servicios de consultoría en sistemas de gestión basados en la enseñanza y diseño según las necesidades.

### Venta de equipos

Equipos médicos, Industriales, de refrigeración y de cómputo de buena calidad y de última tecnología.

### Mantenimiento equipos biomédicos

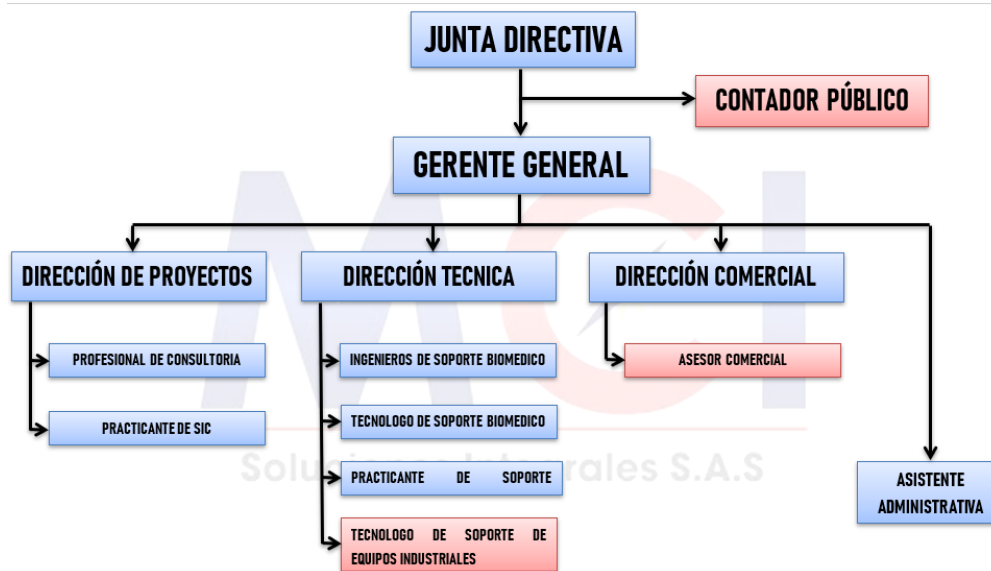
Mantenimiento preventivo, correctivo por medio de técnicas que garanticen su funcionamiento.

### Laboratorio de metrología

Calibración de equipos e instrumentos biomédicos, de laboratorio clínico e industriales, apoyándose con personal especializado.

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Actualmente la empresa cuenta con 19 empleados.



*Ilustración 2. Organigrama empresarial*

Fuente: MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, Organigrama empresarial, 2021

## DESCRIPCION DEL AREA ESPECIFICA DE TRABAJO

El área donde se ejecutaron las prácticas profesionales fue en el laboratorio de metrología de la empresa MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, en este espacio me desempeñe la mayoría del tiempo realizando mantenimientos, calibraciones y documentación necesaria de los equipos enviados por las distintas instituciones prestadoras de salud, este espacio cuenta con los simuladores y equipos patrón necesario para llevar a cabo las calibraciones además de un espacio de trabajo con todas las herramientas y equipos requeridos para lograr realizar mantenimientos óptimos y documentación .

La empresa MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS también realiza servicios en las IPS con las que tiene contrato por esto en reiteradas ocasiones realice mis labores en estas instituciones realizando mantenimiento y calibración de equipos en distintos consultorios y salas especializadas.

## **CAPITULO 2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA**

MCI SOLUCIONES INTEGRALES es una empresa que se encuentra en crecimiento y en etapa de reconocimiento a nivel departamental por su buen desempeño tanto en el soporte técnico que brinda como en la gestión documental requerida por la ley 3000. Por esto, en los últimos meses ha adquirido nuevas responsabilidades en su área más fuerte que son los mantenimientos y calibraciones de equipos biomédicos debido a nuevos contratos adquiridos con las instituciones prestadoras de salud, algunas de las IPS donde se presta servicio son : AME, PROJECTION LIFE, HEALTH AND SAFE (H&S) ,CAJASAN IPS, EMERGER, ALIANZA DIAGNOSTICA , AUVIMER, ODONTOMEDICAS, NEUROTRAUMA CENTER,CORPORACION MILAGROZ, HOSPITAL DE MAGANGUE ,además de prestar servicio a particulares, estéticas y spas , ópticas y consultorios especializados .

Debido al mismo crecimiento de la empresa esta entidad se ha convertido en un lugar donde sus profesionales han podido adquirir mayores habilidades y conocimientos en sus respectivas áreas ya que se vuelve necesario estar en constante aprendizaje.

## **CAPITULO 3. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Consolidar los conocimientos y aptitudes adquiridas a lo largo de la carrera profesional al entrar a un entorno laboral que permite poner en práctica lo aprendido y aporta nuevos aprendizajes en el área de biomédica.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos biomédicos de las distintas instituciones prestadoras de salud – IPS, con las cuales la empresa MCI Soluciones Integrales tenga contrato.
- Llevar a cabo la calibración de equipos biomédicos de las distintas IPS con las cuales la empresa MCI Soluciones Integrales tenga contrato.
- Elaborar la documentación exigida por la ley colombiana, que se encuentra relacionada a los requerimientos mínimos con los que deben cumplir los equipos biomédicos que se utilizan en las IPS.
- Realizar el plan de mantenimiento de un monitor de signos vitales

## **CAPITULO 4. MARCO TEORICO**

### **EQUIPOS BIOMEDICOS**

Es considerado equipo biomédico todo instrumento, maquina, aparato que sea usado en seres humanos con el fin de prevención, monitoreo, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación.

### **INSTITUTO PRESTADOR DE SALUD (IPS)**

Son instituciones encargadas de prestar servicios médicos por ejemplo Hospitales, clínicas y centros de salud que atienden a las personas ya sea con urgencias, consultas, laboratorios clínicos o centros de imágenes diagnosticas.

### **METROLOGÍA**

Metrología es la ciencia que se ocupa de las mediciones, unidades de medidas y aplicación del sistema de pesos. Garantiza su normalización mediante la trazabilidad.

EL objetivo fundamental de la metrología es la obtención y expresión de las magnitudes empleando los instrumentos, métodos y medios apropiados con la exactitud requerida en cada caso.

Esta ciencia nos permite tener un estándar en las mediciones a nivel mundial, asegurando que el sistema de unidades funciona igual en cualquier país.

### **EQUIPOS PATRON**

Un equipo patrón es un dispositivo utilizado como referencia para comparar la respuesta del equipo a calibrar con este y conocer la calidad de los resultados.

### **SIMULADORES BIOMÉDICOS**

Los simuladores en biomédica permiten como el nombre lo dice simular variables fisiológicas del ser humano, para facilitar la calibración, verificación y ajuste de equipos biomédicos.

### **CALIBRACIÓN**

Calibrar un equipo hace referencia a utilizar una medida estándar para comparar la lectura de un instrumento con respecto a la del equipo patrón.

## INVIMA

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) , es la agencia encargada de aplicar las normas sanitarias , vigilar y realizar el control de calidad respecto a medicamentos, productos biológicos, alimentos, equipos médicos, cosméticos entre otros.

## ONAC

Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) , Este organismo consiste en evaluar de manera independiente y con base a normas mundialmente aceptadas la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, organismos de inspección y certificadores para determinar que los bienes y servicios en el mercado cumplen con estándares internacionales

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Un mantenimiento preventivo consiste en revisar el equipo periódicamente para prevenir fallos que puedan generarse, esto nos permite disminuir el riesgo de algún daño y aumentar la vida útil del equipo.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Un mantenimiento correctivo es el que se realiza para reparar los errores de un equipo que influyan en su correcto funcionamiento.

## RESOLUCION 3100

Esta resolución tiene como objetivo definir los procedimientos y condiciones de inscripción de los servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud.

## **CAPITULO 5. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA**

Durante los cuatro meses de practica en la empresa MCI SOLUCIONES INTEGRALES como apoyo en el área de soporte técnico puedo clasificar mis tareas en cuatro categorías.

- Documentación exigida por la ley colombiana.
- Mantenimientos preventivos
- Mantenimientos correctivos
- Calibraciones

### **DOCUMENTACION**

Al igual que la parte técnica la parte documental es sumamente importante en el área de la biomédica, estos documentos son el soporte de que se realizó cualquier actividad en un equipo.

Según la resolución 3100 toda entidad de salud debe contar en la parte documental como mínimo con los siguientes requisitos:

- Inventario
- Cronograma de mantenimiento
- Cronograma de calibración
- Hoja de vida por equipo con su registro histórico
- Invima
- Guías rápidas
- Protocolos
- Reportes de mantenimiento y Certificados

Estos documentos deben estar organizados y muy bien estructurados ya que en base a estos se realizan las auditorias en cada entidad de salud y es responsabilidad de la empresa MCI SOLUCIONES que estos documentos se encuentren correctamente realizados.

A lo largo de estos meses he podido aprender sobre este tema y poner en práctica los conocimientos adquiridos realizando la documentación de distintas IPS que tienen contrato con la empresa.

Realice las siguientes actividades en la parte documental

### **CREACIÓN DE HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS**

En las distintas IPS que tienen contrato con la empresa MCI Soluciones Integrales se debe realizar una hoja de vida a cada equipo en la cual este consignada la información del equipo, marca, modelo, sus características técnicas, clasificación biomédica y demás datos requeridos para logra una identificación completa; su historial en cuanto a mantenimientos, calibración y traslados del equipo.

Para llenar correctamente estas hojas de vida es indispensable contar con la información suministrada por las IPS, consultar la página del INVIMA y revisar el manual de cada equipo.

En este proceso se me asignó distintas IPS como PROJECTION LIFE, SALUD TOTAL, SALUD TEGRAL SANTANDER a la cual tuve que realizarle hojas de vida a equipos nuevos que entraron a la institución en estos meses y actualizar los historiales de mantenimiento y calibración correspondientes.

Este proceso fue muy importante para mí ya que fue mi primer acercamiento a los equipos biomédicos y gracias a esto pude tener un mayor conocimiento sobre su funcionamiento y características técnicas

MCI Soluciones Integrales S.A.S.		HOJA DE VIDA DE EQUIPOS BIOMÉDICOS				Proceso: Mantenimiento y servicio:		Gaspert	
						Código: GMS-FO-09 Fecha: 04-02-2020 Versión: 02			
Cliente:	SALUD INTEGRAL SANTANDER IPS SAS		NT:	901060204-B	Cod habilitación:	DHS790736			
Dirección:	CARRERA 35 #52-72		Ciudad:	BUCARAMANGA	Departamento:	SANTANDER			
Contacto:	FRANCY JULIANA PINTO MORENO		Teléfono:	3179937070					
Correo:	saludoperacional@sainsa.co								
<b>Información General Del Equipo</b>									
Equipo:	PULSOMETRO			Marca:	NO REGISTRA				
Modelo:	NO REGISTRA			Serie:	NO REGISTRA				
Ubicación:	SALA CAMBICERA		Localización:	CONSULTORIO 1					
Clasificación de riesgo:	Muy Alto:	Alto:	Inventario N°:		MCI-SAI-04				
	III	IIb	X						
	Moderado:	Bajo:	Registro INVIMA:						
	IIa	I	NO REGISTRA						
Clasificación Biomédica:	Diagnóstico:	X	Tratamiento y Soporte:						
	Rehabilitación:		Análisis Laboratorio:						
	Prevención:		Otro:						
Código del equipo:	17-148								
<b>Componentes y accesorios</b>									
BATERIAS									
<b>Especificaciones Técnicas</b>									
Fuente de alimentación:	DC				Tec predominante:				
Voltaje min:	2,7 V	Voltaje max:	3,5 V	Corriente min:	0,9 A	Corriente max:	1,8 A		
Amperaje:	0,9 A	Potencia:	5,4 W	Frecuencia:	NO APLICA		Presión:	NO APLICA	
Velocidad:	NO APLICA		Peso:	195 g	Temperatura:	0 °C	40 °C		
Otros:									
<b>Parámetros A Medir</b>									
Frecuencia Cardíaca:		SpO2:	X	NBP:		Temperatura:			
Otro:	Cual?:								



Existencia de Manuales									
Manual De Operación:		Manual De Instalación:		Manual de Servicio:		Manual De Partes:			
No Posee Manuales:		X		Otra Literatura:		Cual?:			
Frecuencia De Mantenimiento y Calibración									
3 Meses:		4 Meses:		X		6 Meses:		12 Meses:	
Otro:		Cual?				Calibración:		ANUAL	
Tipo De Adquisición									
Compra:		X		Comodato:		Donación:		Otro:	
Cual?									
Fabricante:		NO REGISTRA		Dirección:		NO REGISTRA		Teléfono:	
Distribuidor:		NO REGISTRA		Dirección:		NO REGISTRA		Teléfono:	
Año Fabricación:		NO REGISTRA		Valor:		NO REGISTRA		Fecha Compra:	
								Garantía:	
								NO REGISTRA	
Documentos soportes a la hoja de vida									
Documento							Anexo	No Anexo	No aplica
Copia registro sanitario									X
Copia permiso de comercialización o registro de importación								X	
Copia factura								X	
Protocolo de mantenimiento preventivo							X		
Guía rápida de operación							X		
Recomendaciones del fabricante								X	
Registro histórico de mantenimiento y calibración									
FECHA	TIPO DE SERVICIO	N° DE INFORME	REPUESTOS	OBSERVACIONES	FIRMA				
4/30/2021	CALIBRACION	7856	NO APLICA	VER CERTIFICADO	MD				
6/8/2021	PREVENTIVO	6769	NO REGISTRA	VER REPORTE	MD				

Ilustración 3. Hoja de vida equipo biomédico

Fuente: MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, Hoja de vida equipo biomédico, 2021

## CREACIÓN DE GUIAS RAPIDAS

Una Guía rápida es un documento que le permite al usuario tanto profesional en la salud como a cualquier otro individuo obtener información resumida acerca del funcionamiento, limpieza, recomendaciones y aspectos de seguridad de un equipo.

Al realizar estas guías pude aprender un poco más sobre la limpieza adecuada de los equipos, que sustancias químicas son buenas para algunos y cuales son prohibidas esto es muy útil a la hora de realizar los mantenimientos preventivos para evitar algún daño por desconocer cuál es la sustancia apropiada para la limpieza de cada equipo biomédico.

Vital		GUÍA RÁPIDA DE MANEJO DE EQUIPO BIOMÉDICO		MCI	
EQUIPO:	MONITOR SIGNOS VITALES	MARCA:	MINDRAY	MODELO:	UMEC10
MONITOR DE SIGNOS VITALES	<b>DESCRIPCIÓN:</b>				
	Un monitor de signos es un dispositivo utilizado por médicos o personal sanitario que requieren visualizar, monitoriar y registrar el estado de los signos vitales de los pacientes.				
	<b>OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>				
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el equipo desde su interfaz.</li> <li>2. Conectar todos su accesorios en sus respectivos lugares del paciente.</li> <li>3. Esperar unos segundos mientras se estabilizan los signos.</li> <li>4. Realizar las respectivas tomas de muestreo del paciente.</li> <li>5. Verificar el estado de cada señal y tomar registro de la misma.</li> <li>6. Si no se presentan anomalías desconectar todos los accesorios del paciente.</li> <li>7. Terminado el proceso apagar el equipo.</li> </ol>				
<b>TECNOVIGILANCIA:</b> Cualquier anomalidad o daño en el equipo repórtela inmediatamente y de aviso a la persona de ingeniería biomédica o al personal calificado para atender su solicitud.					
Vital		GUÍA RÁPIDA DE MANEJO DE EQUIPO BIOMÉDICO		MCI	
EQUIPO:	MONITOR SIGNOS VITALES	MARCA:	MINDRAY	MODELO:	UMEC10
MONITOR DE SIGNOS VITALES	<b>ASPECTOS DE SEGURIDAD</b>				
			No someta el equipo y los accesorios a golpes fuertes, como dejar caer los dispositivos al suelo, no arrastrar los accesorios cuando se transporta el monitor. No sumerja el dispositivo ni ninguno de sus componentes en agua. No someta el dispositivo a temperaturas extremas, altas, a la humedad o a la luz directa del sol. Guarde el dispositivo en un lugar limpio y seguro.		
	<b>LIMPIEZA DE EQUIPO</b>				
			Limpie la pantalla con un paño seco y suave. No use limpiadores abrasivos. Limpie la superficie de la carcasa y accesorios con un paño suave y humedecido con espuma limpiadora. No permita que ingresen líquidos dentro de la carcasa. Si ocurre seque inmediatamente.		
<b>RECOMENDACIONES</b>					
		Se recomienda sujetar el sensor de SPO2 a la mano del paciente para evitar caídas al suelo, apretar bien el brazo del paciente con el brazalete para evitar alarmas por fuga, la batería se debe dejar descargar una vez al mes y posteriormente cargarla. Ubicar bien los parches de los electrodos para tener una señal clara del ECG.			

Ilustración 4. Guía de manejo rápido

Fuente: MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, Guía de manejo rápido, 2021

## PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO LIMPIEZA Y TECNOLOGIA DE ADQUISICION

Los protocolos son documentación que debe tener cada IPS y que en este caso la empresa MCI Soluciones Integrales debe crearlos, ejecutarlos y compartir esa información con la IPS.

Cada equipo biomédico debe contar con un protocolo de mantenimiento, este protocolo es un documento en el que se detalla una lista de tareas a realizar para un correcto mantenimiento, por ejemplo: pasos a realizar en la actividad, advertencias o precauciones con la parte electrónica si el equipo cuenta con esta; frecuencia en la que debe realizarse y duración estimada del mantenimiento.

Un protocolo de Limpieza y desinfección que describe el proceso correcto para realizar esta limpieza en cada equipo, sustancias químicas apropiadas, su composición, entre otros aspectos importantes que permiten alargar la vida útil del equipo

El protocolo Manejo de tecnología de adquisición es el documento donde se le indica a cada IPS que se necesita cuando compran un equipo, que documentos ellos deben pedir a los proveedores, en qué estado le deben vender el equipo, las facturas y demás documentos de soporte que deben tener.

Al realizar estos protocolos obtuve una visión más amplia acerca de este tema que me permitió encaminar el proyecto que realicé paralelamente con las prácticas empresariales que consta de un Plan de mantenimiento de un monitor de signos vitales al conocer más sobre cómo se debe realizar un correcto mantenimiento, las normas a seguir y los parámetros que se deben tener en cuenta al realizar esta actividad.

## INVENTARIOS

Al comenzar un nuevo contrato con una entidad de salud la primera actividad que se debe realizar es un inventario de los quipos con los que cuenta la entidad para posteriormente crear los cronogramas. Tuve la oportunidad de realizar esta actividad en la clínica del dolor ubicada en la Foscal en compañía de un ingeniero de la empresa.

Un inventario debe registrar datos como: Nombre del equipo, marca, modelo, serie, número de inventario, ubicación, nivel de riesgo, vida útil e Invima. Todos estos datos son necesarios ya que en base a estos se programan los mantenimientos y se tiene conocimiento previo de los equipos patrón a utilizar en caso de calibraciones.

## REPORTES DE MANTENIMIENTO

Al terminar una actividad de mantenimiento se debe realizar la parte documental que sustenta la finalización y el correcto funcionamiento de los equipos tratados.

Cada equipo debe contar con un reporte que consta de:

- . Datos del cliente
- . Datos del equipo
- . Diagnóstico de fallas o causas que la originan
- . Actividades de mantenimiento
- . Verificación metrológica
- . observaciones y recomendaciones

Estos reportes son documentación muy importante que se debe tener al día para que la IPS no tenga problemas en sus auditorias

	<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS</b>	Proceso: Gestión de mantenimiento	
		Código: GMS-FC-11 Fecha: 21-02-2020 Versión: 04	
Fecha (mm/dd/aaaa): 07/22/2021 Número de reporte: 2512		Página 1 de 1	
<b>Datos del cliente</b>			
Institución: PROJECTION LIFE		Sede: PRINCIPAL	Tipo de servicio: Instalación
<b>Datos del equipo</b>			
Equipo: EQUIPO DE ORGANOS PORTATIL		Marca: LENZ	
Modelo: GZ-10	Serie: NO REGISTRA	Inventario: PLC-2021281	
Ubicación : CONSULTA EXTERNA – CONSULTORIO MEDICO / Localización: NO REGISTRA			
<b>Diagnóstico de fallas o causas que la originan</b>			
Diagnostico de fallas o causas que la originan: INSTALACIÓN			
<b>Actividades de mantenimiento</b>			
Actividades de mantenimiento: EQUIPO EN GARANTIA: Equipo se encuentra garantía de proveedor, se realiza verificación funcionamiento general. <b>Otras actividades de mantenimiento realizadas.:</b>			
<b>Verificación metrológica</b>			
Equipo patrón utilizado: NO SE REALIZA VERIFICACIÓN CON EQUIPO PATRÓN		Valores del equipo: NO REGISTRA	
		Valores del patrón: NO REGISTRA	
<b>Observaciones y recomendaciones</b>			
Repuestos suministrados : NO REGISTRA Observaciones y recomendaciones: Equipo en normal funcionamiento bajo los parametros establecidos por el fabricante Otras:			
Ejecutado por: Jeison Steven Higuera Peña - RH-202003-143 Recibe conforme: Encargado de equipos PROJECTION LIFE			

Ilustración 5. Reporte de mantenimiento

Fuente: MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS, Reporte de mantenimiento, 2021

## MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

En el transcurso de las practicas los ingenieros de la empresa me involucraron cuando debían realizar mantenimientos de equipos biomédicos de sus distintitas IPS, capacitándome en el mantenimiento preventivo de los equipos que disponían.

Me explicaron y apoyaron para realizar el mantenimiento preventivo de equipos biomédicos gracias a esto en el último mes ya tenía todos los conocimientos necesarios para realizar los mantenimientos sin supervisión; además de apoyar a mis compañeros en las actividades fuera de la empresa se me asigno la responsabilidad de atender los equipos que llegaron a la empresa de personas particulares.

## BASCULAS MECÁNICAS

Se realizó la inspección del tallímetro, pesas y plataforma para confirmar su buen estado. Posteriormente se realiza la limpieza externa e interna del equipo. Se revisa el sistema mecánico y se lubrica para finalmente verificar la calibración de “cero” en la báscula.



*Ilustración 6. Evidencia mantenimiento bascula*



*Ilustración 7. Antes y Después del mantenimiento*

## NEBULIZADORES

Se inspecciona las partes mecánicas, el sistema eléctrico, las válvulas unidireccionales, el filtro y el estado del motor. Se realiza la limpieza correspondiente, se lubrica y se verifica la presión de salida del equipo.



*Ilustración 8. Mantenimiento de un nebulizador*

## LARINGOSCOPIO

Se inspecciona su estado físico y se realiza una limpieza externa e interna del equipo. Se revisa el estado de las baterías, el bombillo y fibra óptica para posteriormente verificar el funcionamiento de cada válvula y funcionamiento final del equipo.



*Ilustración 9. Laringoscopio*

## EQUIPO DE ORGANOS

Se efectúa una limpieza externa e interna del equipo, Se inspecciona el estado de las baterías, bombillo y demás accesorios, se verifica el funcionamiento de las perillas graduadora y el funcionamiento final del equipo.



*Ilustración 10. Mantenimiento equipo de órganos*

## BOMBA DE INFUSIÓN

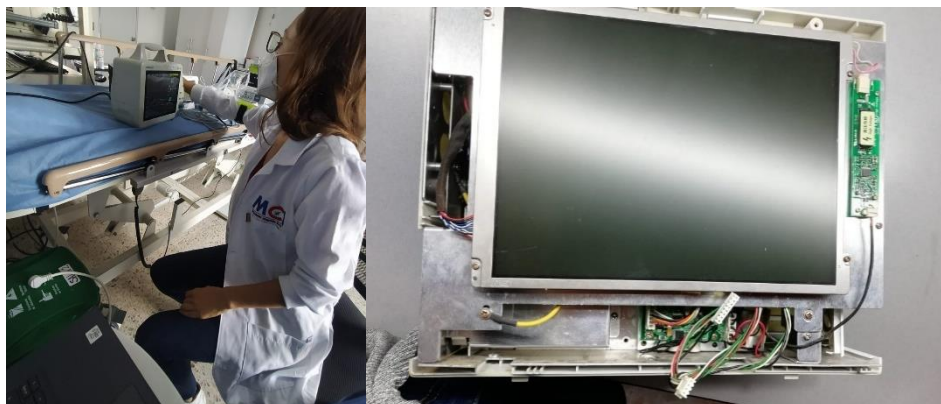
Se realizó el mantenimiento preventivo de una bomba de infusión, antes de su intervención los doctores nos comentaron que la bomba de infusión estaba terminando su ciclo más rápido de lo normal. Se realizó su respectivo mantenimiento, el error que tenía la bomba era ya que su programación interna había sido alterada, se corrigió el error y se dejó en perfecto funcionamiento.



*Ilustración 11 Mantenimiento bomba de infusión*

## MONITOR DE SIGNOS VITALES

Para un monitor de signos vitales se realiza la limpieza externa con alcohol o Varsol y paños para retirar la suciedad y microorganismos del equipo. Se inspecciona los componentes eléctricos, el display, los switches, se verifica el funcionamiento de la carga y se realizan medidas con los equipos patrón.



*Ilustración 12. Mantenimiento monitor de signos vitales*

## SUCCIONADOR

Se realiza la limpieza externa e interna del equipo, se inspeccionan las partes mecánicas, el sistema eléctrico y válvulas unidireccionales. Se revisa el filtro y se lubrica el motor para finalmente verificar el funcionamiento final del equipo



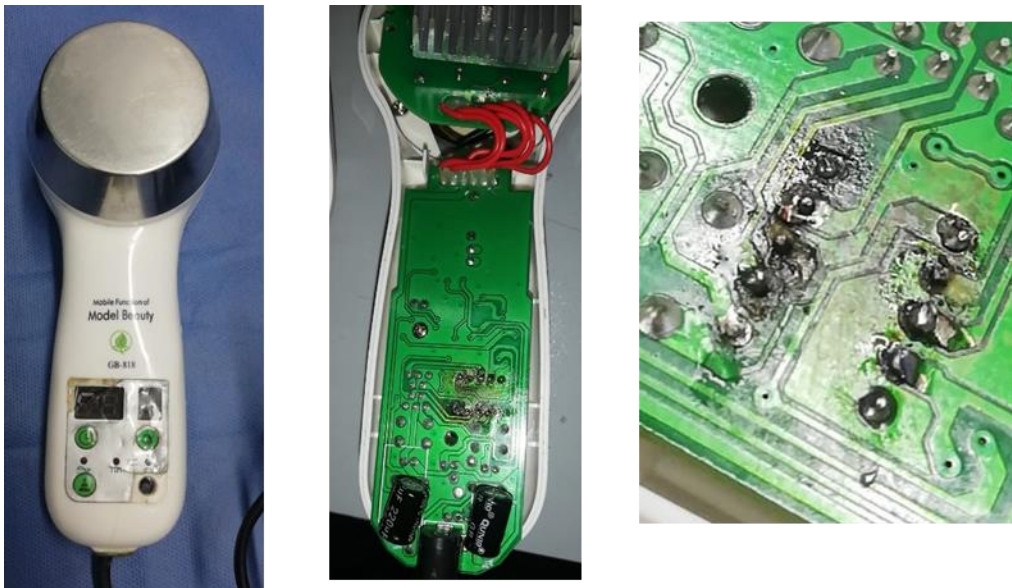
*Ilustración 13. Mantenimiento succionador*

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Los mantenimientos correctivos se realizan cuando el equipo no funciona definitivamente o no está funcionando de la manera correcta. En la empresa se me permitió realizar distintos correctivos junto a los ingenieros encargados, esta parte de la practica me acerco mucho a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y me ayudo a aterrizarlos en un campo laboral. Pude participar de distintos mantenimientos y aportar soluciones, algunos de los mantenimientos realizados fueron los siguientes:

### ULTRASONIDO

Se realizo el mantenimiento preventivo de un Ultrasonido, al disponernos a revisar el equipo se observó que tenía fallas en su funcionamiento, el display no estaba encendiendo. Al abrir el equipo se evidencio que un integrado se había quemado además el equipo tenía muestras de que anteriormente se había intervenido y los caminos de la baquelita estaban en mal estado, se procedió a realizar el cambio del integrado, pero lamentablemente se deterioraron más los caminos de la baquelita al intentar colocar el nuevo integrado, se trató de realizar puentes entre los caminos, pero no fue posible su arreglo por lo cual equipo fue dado de baja.



*Ilustración 14 Mantenimiento Ultrasonido*

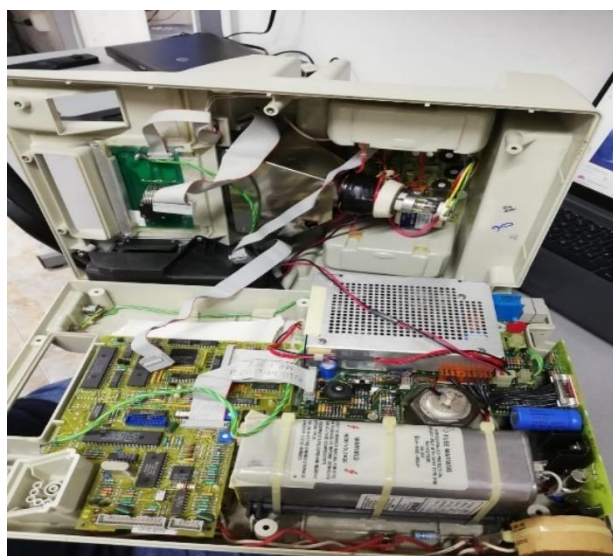
### DEFIBRILADOR

A las instalaciones de MCI SOLUCIONES llego un desfibrilador que presentaba problemas para proyectar la señal como se ve en la imagen (número tal), este desfibrilador es para uso estudiantil debido a que es un modelo bastante viejo incluso su funcionamiento es con un tubo de rayos catódicos. Se procedió a revisar el equipo, lo primero que se debió realizar fue la descarga de este y retirarme cualquier accesorio de metal que pueda llegar a ser conductor para evitar un riesgo. Se probó que hubiera continuidad entre los cables del socket ya que estos son los que proyectan la imagen, se retiró el socket y se conectó de manera directa cada cable, pero el

problema continuo. Finalmente se concluyó que el problema venia del tubo catódico, pero es difícil remplazarlo debido a que se encuentra discontinuado comercialmente por a su antigüedad. Sin embargo, el equipo realiza las cargas y descargas correctamente



*Ilustración 15. Mantenimiento desfibrilador*



*Ilustración 16. Mantenimiento desfibrilador*

## BASCULA DE RESIDUOS

Esta bascula llego para que se le adaptara unas nuevas baterías debido a que las que traía no tenían el suficiente amperaje y por esto no contaban con la suficiente energía para realizar sus funciones. Se compraron 3 baterías de litio de 3,7 V y 6.800 mAh que se conectaron paralelamente para seguir obteniendo el mismo voltaje, pero aumentar el amperaje.



*Ilustración 17. Empalme de batería*



*Ilustración 18. Bascula de residuos*

## CAMBIO DE BATERIA PATRON ECG

El equipo patrón que simula las señales de ECG presentaba problemas con su batería, se procedió a revisarla y efectivamente ya no arrojaba el voltaje necesario, por esto fue necesario realizar el cambio de batería.

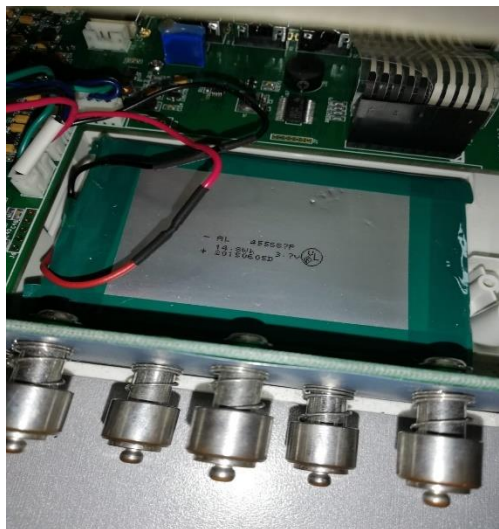


Ilustración 19. Batería patrón ECG



Ilustración 20. Patrón ECG

## ELECTROBISTURÍ

Este equipo encendía y parecía tener un correcto funcionamiento, pero la punta del electrobisturí no estaba realizando ningún tipo de corte, se procedió a revisar el equipo y se determinó que los transistores que no funcionaban como debían, se realizó el cambio de estos y se logró solucionar el problema

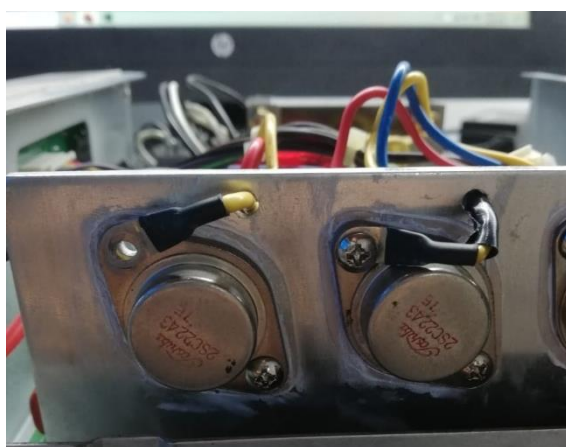


Ilustración 21. Mantenimiento electrobisturí

## MONITOR DE SIGNOS VITALES

El equipo presentaba una falla en la medición de la presión arterial ya que arrojaba valores muy diferentes entre cada toma de un mismo paciente, se procedió a destapar el equipo y revisarlo. El brazalete no tenía fugas, las mangueras del módulo se veían en buen estado entonces se procedió a retirar la electroválvula del módulo para realizarle una limpieza, con esto fue suficiente para solucionar el problema

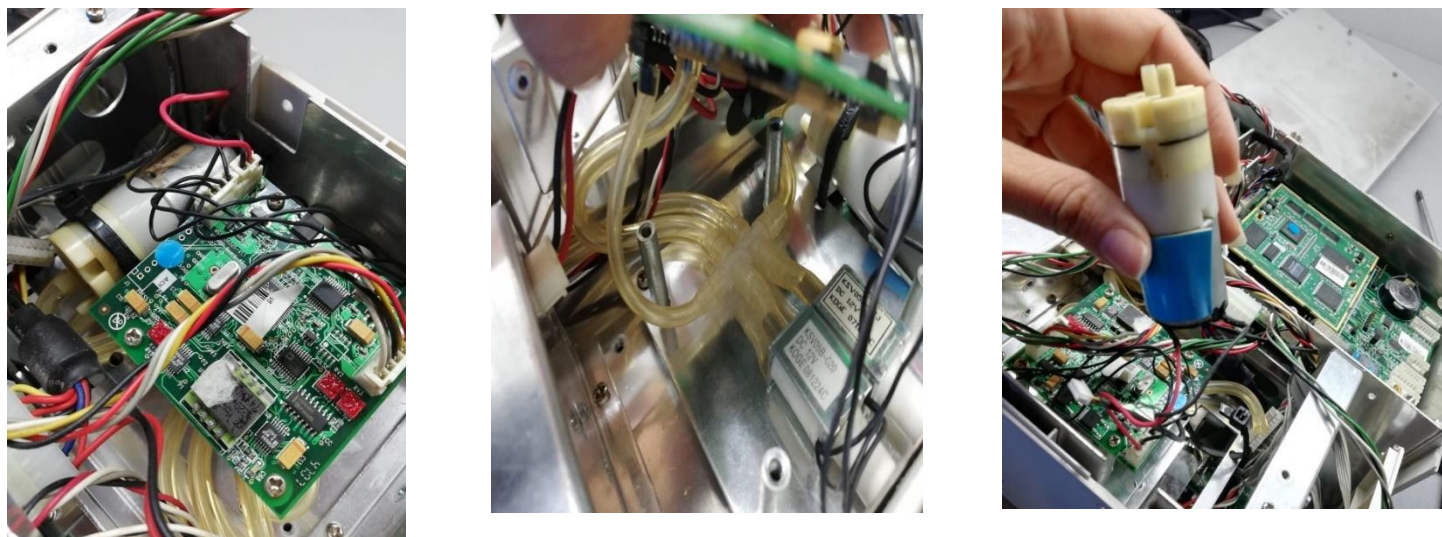


Ilustración 22. Mantenimiento correctivo monitor de signos vitales

## CALIBRACIONES

Además de los mantenimientos la empresa cuenta con un laboratorio de metrología, equipos patrón y simuladores que permiten realizar calibraciones a los distintos equipos de las entidades de salud. Esta parte de las practicas me llamo mucho la atención ya que a lo largo de la carrera me interesé por este tema, pude aprender mucho sobre mediciones, cálculos en la metrología y uso correcto de los equipos patrón.

Además de esto la empresa se preocupa por que sus funcionarios estén en constante aprendizaje, realice distintas capacitaciones de cada uno de los equipos patrón para saber su correcto funcionamiento además MCI SOLUCIONES me permitió realizar un curso sobre metrología básica e interpretación de certificados calibración y otros cursos ofrecidos por la casa matriz de distintos equipos.



Ilustración 23. Certificaciones obtenidas

## SIMULADOR NIBP

Este equipo simula la presión arterial de un paciente, se configura la presión diastólica y sistólica que se quiere leer en el equipo a analizar y este simula los datos. El simulador NIBP se usa para analizar los módulos de presión de los monitores de signos vitales, los tensiómetros digitales y también presenta una opción para tensiómetros manuales.



Ilustración 24. Calibración tensiómetro digital

## SIMULADOR SPO2

Este simulador es usado en los oxímetros de pulso, el simula una frecuencia de pulso y de saturación de oxígeno permitiendo cambiar sus amplitudes para realizar el análisis.

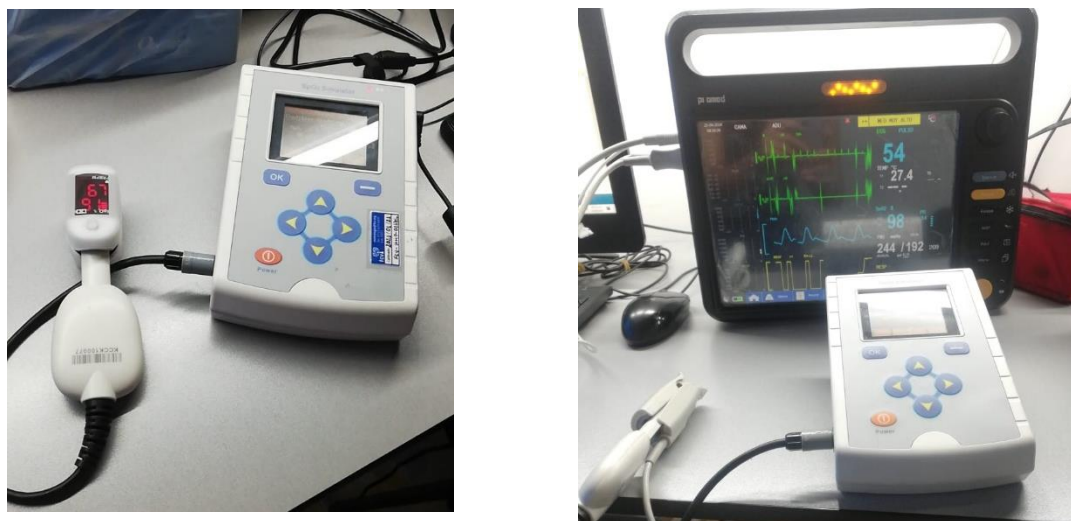
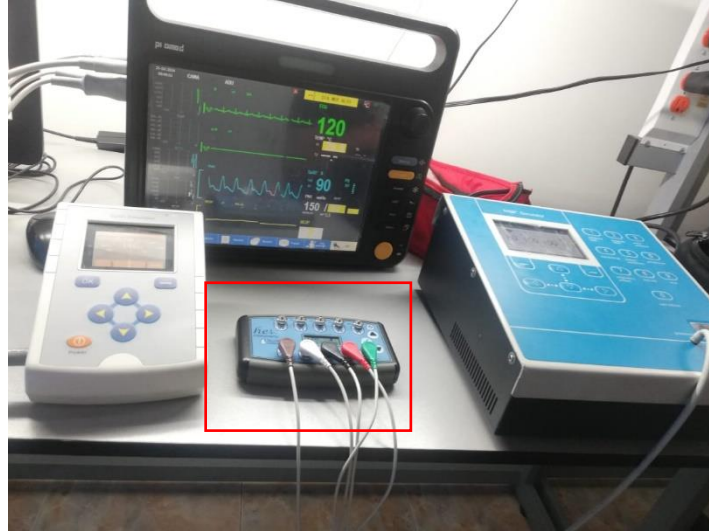


Ilustración 25. Calibración oxímetro de pulso

## SIMULADOR ECG

El genera de manera artificial señales eléctricas conocidas de distintas amplitudes con la finalidad de evaluar el funcionamiento de electrocardiógrafos y monitores de signos vitales.



*Ilustración 26. Calibración monitor de signos vitales*

## SIMULADOR FETAL

El simulador proporciona una simulación de los latidos cardíacos del feto en frecuencias fijas de 60, 120, 140, 180, 200 latidos por minuto. Este equipo es utilizado para calibración de Doppler fetal.



*Ilustración 27. Calibración Doppler fetal*

## ANALIZADOR DE DESFIBRILACIÓN

Sobre este equipo se realiza la descarga del desfibrilador y el se encarga de medir la salida de energía y proporcionar la información, así se sabe con exactitud si el equipo está descargando la energía correctamente. Se puede analizar desfibriladores y DEA.



*Ilustración 28. Calibración desfibrilador y DEA*

## CITREX

Es un analizador de flujo, permite analizar ventiladores mecánicos, máquinas de anestesia, medidores de presión de oxígeno, y dispositivos de succión.



*Ilustración 29. Calibración flujómetro*

## PESAS

Hay un juego de masas de 20 kg utilizadas para las balanzas pediátricas, pero también tienen a disposición 170 kg de masas para la calibración de basculas.



*Ilustración 30. Calibración de bascula análoga*

## MANOVACUOMETRO

Es un instrumento de medición de presión. Une las funciones de un manómetro y un vacuómetro. Se encarga de medir tanto la presión relativa como la presión de vacío. Es usado para calibrar reguladores de oxígeno, nebulizadores, tensiómetros, aspiradores entre otros.



*Ilustración 31. Calibración de tensiómetro análogo*

## BALANZA ANALÍTICA

Esta balanza es utilizada para la medición de pequeños volúmenes, en la empresa específicamente se usa para la calibración de micropipetas. La bascula cuenta con una caja transparente que evita la acumulación de polvo y que entre a ella cualquier corriente de aire que interfiera en la medición.



*Ilustración 32. Calibración micropipeta*

## TACÓMETRO

El tacómetro se encarga de realizar la medida de la velocidad a la que gira un motor, mide las revoluciones por minuto de un equipo, es utilizado para la calibración de centrifugas.



*Ilustración 33. Calibración centrifuga*

## CABINA DE TEMPERATURA

Esta cabina fue construida por los ingenieros de la empresa y permite calibrar termohigrómetros, termómetros corporales, termómetros infrarrojos.



*Ilustración 35. Calibración termohigrómetros análogos*



*Ilustración 34. Calibración termohigrómetro digital*

## ANALIZADOR DE FLUJO- FLUKE

Se encarga de mediciones de flujo, volumen, vacío, presión y concentración de oxígeno.



*Ilustración 36. Calibración regulador de oxígeno*

A lo largo de estos meses pude obtener experiencia en la calibración de distintos equipos y en el manejo de los equipos patrón, llevando a cabo diferentes actividades y solicitudes de la empresa.



*Ilustración 37. Calibración monitor de signos vitales*

Al realizar una calibración se deben tomar todos los datos requeridos según el equipo y realizar un análisis con estos. Esta información debe ir en el certificado de calibración que emite la empresa, donde va el promedio de las mediciones, la incertidumbre, el error, la desviación estándar, sus respectivas gráficas y demás información pertinente para su interpretación.

Este procedimiento también tuve que hacerlo cada vez que realicé una calibración, ya que el funcionario es responsable tanto de la medición correcta del equipo como del análisis que se le hace a estos datos. La empresa cuenta con un software que realiza estos cálculos, pero es indispensable saber que significa cada uno para detectar posibles errores.

A continuación, una imagen de un certificado emitido por MCI SOLUCIONES

NUMERO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: 8018-2021  
FECHA DE CALIBRACIÓN: 13/05/2021



**Datos del cliente:**

Cliente		Dirección	
DRA. CLAUDIA BELEN JULIO		AVENIDA 11E - 7A-09 COLSAG	
Quien solicita	Teléfono	Ciudad	
CLAUDIA BELEN JULIO	3007356477	CUCUTA	

**Datos del equipo:**

Equipo	Fabricante	Modelo	Serie	Inventario
MICROPIPETETA	JOANLAN	10-100ul	JNO44477	NO REGISTRA
Ubicación o servicio		Localización		
LABORATORIO		NO REGISTRA		
Unidad medición	Rango de medición	División de escala	Máximo error permitido	
uL	10-100 uL	1 uL	± 0,8 uL	

**Instrumento patrón utilizado en la calibración:**

Equipo	Fabricante	Modelo	Serie	Inventario
BALANZA ANALITICA	PCE INSTRUMENTS	PCE-ABI220	2054	NO REGISTRA
Trazabilidad				
Balanza analítica N° de certificado: IB0135 con fecha de la calibración: 10/08/2020, emitido por el laboratorio INSOLCAL acreditado ante ONAC.				

**Datos de la CALIBRACIÓN:**

Temperatura °C inicial	28,7	Humedad % inicial	51	Realizado por
Temperatura °C final	27,7	Humedad % final	54	
Lugar de CALIBRACIÓN				
La CALIBRACIÓN se realizó en el laboratorio de Metrología de MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS.				
Método de CALIBRACIÓN				
Calibración de aparatos volumétricos accionados mediante pistón UNE-EN ISO 8655 – 6 emitida por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN.				

**Incertidumbre de medición:** La incertidumbre de medición expandida reportada es estimada como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por un factor de cobertura K=2, estos factores de cobertura corresponden a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a las especificaciones y resolución del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, diferencia de altura y dispersión de los datos a medir.

**Observación:** Para utilizar el instrumento bajo prueba deben tenerse en cuenta los resultados de esta CALIBRACIÓN. El usuario determina de acuerdo al máximo error permitido para el proceso de medición con el instrumento, si le es útil según los resultados emitidos. Se adhirió al instrumento la estampa de CALIBRACIÓN con el número de certificado de CALIBRACIÓN. Este certificado no podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente autorización escrita por el laboratorio que lo emite.

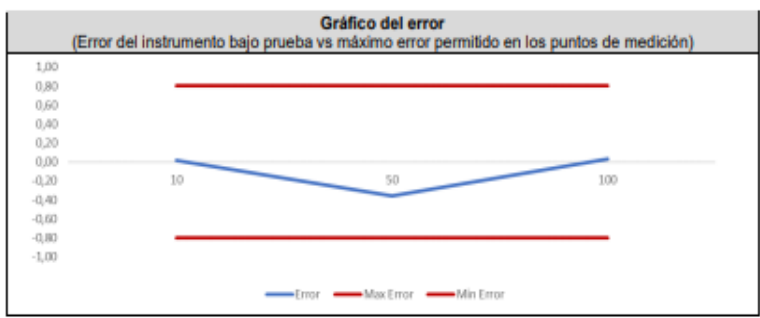


**Resultados de la calibración:**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y las condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que pudieran derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados y este certificado, el cliente es responsable de la recalibración a intervalos apropiados. Se realizaron mediciones del instrumento patrón e instrumento bajo prueba, se determinaron las correcciones al medir respecto al instrumento patrón. Estos datos se emiten en la siguiente tabla de resultados.

**(Volumen – uL)**

Nº	Valor nominal (uL)	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Promedio	Desviación	Error	Incertidumbre
1	10,00	10,02	10,03	9,99	10,03	10,02	0,02	0,02	0,06
2	50,00	49,59	49,48	50,00	49,50	49,64	0,24	-0,36	0,25
3	100,00	100,06	100,03	100,02	100,01	100,03	0,02	0,03	0,06



*[Signature]*  
Autoriza: Daniel Ibarguen Acosta  
Director técnico del laboratorio

*[Signature]*  
Autoriza: Luis Carlos Jaimes Flórez  
Director de calidad

**¡FIN DEL CERTIFICADO!**



*Ilustración 38. Certificado micropipeta*

En paralelo con la práctica empresarial realice una pequeña investigación para dejarle a la empresa un plan de mantenimiento de un monitor de signos vitales, Información más general y comprimida ya que la búsqueda de esta se vuelve algo tediosa para los funcionarios ya que se encuentra muy dispersa.

## PLAN DE MANTENIMIENTO DE UN MONITOR DE SIGNOS VITALES

### ¿QUE ES UN MONITOR DE SIGNOS VITALES?

Un monitor de signos vitales es un equipo médico que detecta y procesa información relacionada con parámetros fisiológicos del paciente. Una de sus características es muestra la información en forma de números y ondas de manera independiente para cada constante vital.

Cada parámetro para medir funciona diferente según cada signo vital, si se realiza la medición de la frecuencia cardiaca el monitor recoge mediante electrodos la actividad eléctrica del corazón y la amplifica. Si lo que se está midiendo es la frecuencia respiratoria él recoge y amplifica los movimientos respiratorios del tórax. Para determinar la cantidad de oxígeno de una persona el monitor lo hace a través de su pulso.

Este equipo biomédico es sumamente importante para los profesionales de la salud ya que les permite en todo momento evaluar de forma completa los parámetros fisiológicos del paciente y así permitirle tomar decisiones en cuanto a la salud de la persona.

### PARAMETROS

Según el área en el que se encuentre un monitor está en la capacidad de medir simultáneamente múltiples parámetros, el monitor se encarga de recoger, mostrar y almacenar todos los signos vitales del paciente.

Los parámetros como mínimo que debe leer según el área en el que se encuentren son los siguientes:

### CONSULTA EXTERNA

Saturación de oxígeno (SPO<sub>2</sub>):

Se utiliza un oxímetro de pulso que funciona mediante espectrofotometría. Los sensores de luz del oxímetro de pulso miden la cantidad de células sanguíneas que transportan oxígeno y las que no y envían esta información al monitor donde se puede visualizar gráficamente y con su respectivo porcentaje.

97% de Saturación = 97% (normal)

90% de Saturación = 60% (peligro)

80% de Saturación = 45% (hipoxia severa)

Presión no invasiva (NIBP): La presión arterial se define como la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes arteriales; para tomar esta presión se realiza un método llamado oscilométrico que al usar el brazalete como sensor este se infla bloqueando el flujo de sangre y al comenzar a desinflarse las pulsaciones arteriales generan una onda, de esta onda se obtienen los datos para calcular la presión.

Existen valores Sistólicos y valores Diastólicos. Los valores *Sistólicos* son los números que representan la presión máxima que ejerce el corazón mientras late y el número inferior es la cantidad de presión en las arterias entre latidos, *Diastólicos*

Los valores normales para la presión arterial sistólica son igual o menor que 120 mmHg y para la presión diastólica es igual o menor que 80 mmHg.

Una presión arterial es alta (Hipertensión) cuando tanto la presión sistólica como diastólica son mayores de 130/80 mmHg

Y se dice que se tiene una presión arterial baja (Hipotensión) para una presión sistólica menor a 90mmHg y diastólica menor a 60 mmHg.

## **URGENCIAS**

En una sala de urgencias además de medir la saturación de oxígeno y presión arterial ya mencionadas, un monitor debe poder realizar mediciones ECG y TEMP

**ELECTROCARDIOGRAMA (ECG):** Un electrocardiograma muestra el ritmo y fuerza con la que late el corazón. Se registra la actividad eléctrica del corazón utilizando unos electrodos que amplifican y extraen esta información.

Los valores normales de la frecuencia del pulso en un adulto promedio son 70 por minuto y en una mujer adulta promedio 80 por minuto. Si se presenta una disminución de los latidos cardiacos menor de 60 por minuto se considera *Bradycardia* y si la frecuencia cardiaca supera los 100 latidos por minuto se llama *Taquicardia*.

**TEMPERATURA CORPORAL (TEMP):** La temperatura corporal es medida en Celsius, un sensor colocado en la piel recoge la información y es mostrada en el monitor. La temperatura normal promedio de una persona adulta esta entre 36.7 °C y 37 °C. Cuando se evidencia un incremento en la temperatura de más de 39°C se llama *Hipertermia* y si por el contrario se reduce la temperatura a menos de 36°C se llama *Hipotermia*.

## **CIRUGIA**

Los monitores en esta área además de contar con los parámetros anteriormente mencionados deben contar con un módulo de capnografía.

**CAPNOGRAFIA:** se encarga de medir el dióxido de carbono de un paciente, este dato es de suma importancia en la detección de problemas respiratorios. El módulo cuenta con un tubo por el cual respira el paciente y un sensor CO<sub>2</sub>, realizan sus mediciones mediante pequeños volúmenes de aire aspirado de la vía aérea de forma continua.

## UCI

En esta área es indispensable contar con un monitor con todos los parámetros antedicho y adicional se necesita el control de una variable más, presión invasiva.

**PRESION INVASIVA (PAI):** Esta presión se mide mediante un catéter introducido en la arteria que se conecta a un transductor de presión que hace la lectura, obteniendo la presión arterial sistólica, diastólica y media. Los valores normales de la presión media (PAM) variante entre 75 a 105 mmHg

## VARIANTES EN MONITORES DE SIGNOS VITALES

En el mercado se pueden encontrar dos tipos de monitores de signos vitales que son los siguientes:

**Preconfigurados:** El fabricante fija los parámetros que este monitor podrá analizar y no es posible que mida ningún otro parámetro adicional a los preconfigurados.

**Modulares:** Existen módulos que monitorean parámetros adicionales los cuales pueden combinarse o intercambiarse en un monitor, ya que cada parámetro es analizado por un módulo independiente.

## TIPOS DE MONITORES

**Monitores Fijos:** Son aquellos que se encuentran en la cabecera del paciente o en un soporte especial o algunos casos en máquinas de anestesia, como su nombre lo dice son equipos fijos que no cambian su ubicación. Se clasifican en tres tipos:

**Anestesia:** Los monitores en esta área deben analizar los sistemas que puedan sufrir algún daño por falta de oxigenación o de circulación como corazón, cerebro y riñones. Algunos de los parámetros que debe analizar son ECG, SpO<sub>2</sub>, PI, PNI, TEMP, agentes anestésicos, Calorimetría, electroencefalografía entre otros.

**Adulto/Pediátrico:** Un monitor de signos vitales es apropiado tanto para niños como para adultos lo que hace la diferencia son los accesorios de este como lo son los electrodos, brazaletes, sensores etc. Por esto es recomendado tener accesorios de todos los tamaños para que el monitor sea más flexible.

**Neonatal:** Aunque un bebe tiene los mismos parámetros fisiológicos estos son medidos de manera diferente además estos monitores cuenta con un algoritmo especializado en neonatos para detección de arritmias.

**Monitores Transporte:** Son monitores que están en constante movimiento dentro o fuera de la institución de salud. Se clasifican en dos tipos:

**Intrahospitalarios:** Son los monitores utilizados en el momento de transportar a un paciente dentro de las instalaciones de la institución de salud.

**Interhospitalario:** Son los monitores utilizados en el caso de traslado de paciente de una institución de salud a otra.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### 1. PRODUCTOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCION

#### DEFINICIONES

**ANTISEPSIA:** Es el empleo de sustancias químicas para inhibir o reducir el número de microorganismos de la piel, membranas mucosas o tejidos abiertos a un nivel en el cual no generen infecciones.

**ASEPSIA:** Ausencia de microorganismos que pueden causar enfermedad. Este concepto incluye la preparación del equipo, la instrumentación y el cambio de operaciones mediante los mecanismos de esterilización y desinfección.

**LIMPIEZA:** Es la remoción de todos los materiales extraños (detritus, sangre, proteínas, etc.) que se adhiere a los diferentes objetos. Se realiza con agua, detergentes y productos enzimáticos. Siempre debe anteceder a los procesos de desinfección y esterilización. Es altamente efectiva para remover microorganismos.

**DESINFECCIÓN:** es la destrucción de microorganismos de una superficie por medio de agentes químicos o físicos.

**Descontaminación:** es un proceso que remueve microorganismos patógenos de los objetos, dejándolos seguros para su manipulación

**Detergente:** material tensoactivo diseñado para remover y eliminar la contaminación indeseada de alguna superficie de algún material

**GERMICIDAS:** Son agentes con capacidad de destruir diferentes microorganismos. Son utilizados tanto sobre tejidos vivos, como sobre objetos inanimados.

**DESINFECTANTES:** Al igual que los germicidas, destruyen diferentes gérmenes, pero a diferencia de ellos, estos sólo se aplican a objetos inanimados. Además de su actividad, se debe revisar en detalle la compatibilidad con los equipos y para ello es importante conocer las Recomendaciones de sus fabricantes. Para su elección también se deben tener en cuenta la toxicidad, el olor, la compatibilidad con otros compuestos y su posible efecto residual.

**Microorganismo:** Es cualquier organismo vivo de tamaño microscópico, incluyendo bacterias, virus, levaduras, hongos, algunas algas y protozoos.

**Prevención:** Es el conjunto de acciones dirigidas a identificar, controlar y reducir los factores de riesgo biológicos, del ambiente y de la salud, que puedan producirse como consecuencia

del manejo de los residuos de que trata el presente decreto, ya sea en la prestación de servicios de salud o cualquier otra actividad que implique la generación, manejo o disposición de esta clase de residuos

**Corrosivo:** Se dice que una sustancia es corrosiva cuando puede destruir o dañar irreversiblemente otra superficie o sustancia con la cual entra en contacto.

## **2. CLASIFICACION Y MANEJO DE DESINFECTANTES Y DETERGENTES**

En muchas ocasiones los desinfectantes se utilizan solos o en combinaciones para realizar una correcta limpieza. Estos incluyen alcoholes, cloro y compuestos clorados, formaldehído, fenólicos y compuestos de amonio cuaternario. Por lo tanto, es importante tener claridad en la necesidad que se quiere suplir con el desinfectante y cumplir con las recomendaciones, cuando se vaya a elegir este.

- **ALCOHOL:** Los alcoholes son muy efectivos a la hora de acabar con bacterias, una concentración optima es de 60%-90%.  
El alcohol etílico en concentraciones de 60%,80% es un agente que elimina el virus de una superficie de una manera muy eficiente que pone fin a muchos virus, Los alcoholes son inflamables por lo tanto se deben almacenar en un área fresca, bien ventilada y en recipientes herméticamente cerrados.
- **CLORO Y COMPUESTOS DE CLORO:** Los hipocloritos son los desinfectantes más ampliamente utilizados de los compuestos clorados, están disponibles como líquidos o sólido. Tienen un amplio espectro de actividad antimicrobiana, no dejan residuos tóxicos, no son afectados por la dureza del agua, son baratos y de acción rápida, remueven los microorganismos y tienen una incidencia baja de toxicidad.
- **DETERGENTES:** Los detergentes son productos jabonosos que sirven para limpiar y tienen una estructura química dividida en dos efectos: el primero humectante, hace que el agua se ponga en contacto con la superficie y la película de suciedad se desprende mediante el fregado o cepillado. El segundo emulsionante, hace que el detergente rodee la partícula de suciedad (absorción) y la emulsione..

Lo más recomendable es utilizar detergentes aniónicos líquidos, adecuados para la mayoría de los pisos, superficies de trabajo, paredes y mobiliario en general.

## **3. CONDUCTORES**

Las siguientes son normas generales para conductores:

- Utilizar guantes de caucho siempre que realiza cualquier actividad limpieza, manejo de residuos, etc.

- Usar uniforme protector y mantener el cabello recogido durante la jornada de trabajo.
- Usar bata, gorro, guantes, tapabocas, para la limpieza y desinfección.
- Lavarse las manos al ingresar al área de trabajo, al salir de la misma y cada vez que realiza un procedimiento.

#### **4. DESARROLLO LIMPIEZA Y DESINFECCION**

Lo primero a revisar es que el monitor se encuentre apagado y desconectado de la red al igual es necesario desconectar todos accesorios antes de realizar la limpieza.

Es importante antes de realizar cualquier limpieza asegurarse de que tipo de químicos se utilizaran y tener en cuenta que la mayoría de los agentes de limpieza deben ser diluidos antes de ser usados, lo más recomendable es recurrir al manual dado por el fabricante sin embargo hay algunas técnicas básicas según el tipo de material:

Para una limpieza básica se recomienda usar etanol al 70%, para los módulos ECG se deben realizar desinfectantes libres de cloro, para la limpieza de sensores evitar limpiadores con cloro o corrosivos.

Es indispensable que la rutina de limpieza y desinfección de los monitores de signos vitales se realice al finalizar cada jornada por medio de un agente químico, alcohol y paños para evitar la propagación de microorganismos y prolongar la vida útil del equipo

Una rutina de limpieza y desinfección recomendada para cualquier monitor de signos vitales es la siguiente:

- Limpiar con un paño humedecido con agua y detergente toda la superficie externa del equipo, cables, electrodos y pinzas.
- Retirar con un paño húmedo de agua y secar equipo
- Limpiar con un paño la pantalla del equipo
- Aplique con un paño el desinfectante sobre la superficie del equipo, cables y accesorios de este.
- Las piezas o accesorios que entren en contacto con el paciente pueden necesitar esterilización, en este caso se esterilizan en autoclave.

#### **5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es un procedimiento periódico para minimizar el riesgo de falla y asegurar la continua operación de los equipos.

Una vez realizada la limpieza y desinfección del equipo se procede a realizar el mantenimiento preventivo correspondiente, algunos pasos básicos para esta actividad son los siguientes.

- Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo
- Efectuar la limpieza integral externa e interna del equipo

- Inspeccionar los componentes eléctricos/ electrónicos (cable de alimentación, tomacorriente, cables de paciente, etc)
- Inspección del Display
- Revisión de switches
- Verificar el funcionamiento de carga y descarga de la batería
- Verificar el funcionamiento del módulo NIBP
- Verificar el sistema de alarmas
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Verificación con equipos patrón

Los pasos recomendados para realizar la verificación de la batería son los siguientes:

- Desconectar al paciente del monitor
- Activar la alimentación del monitor y cargar la batería durante más de seis horas en forma continua
- Desconecte el monitor de la alimentación, enciéndalo y déjelo en funcionamiento hasta que se descargue y se apague
- Si el tiempo de funcionamiento es considerablemente inferior que el tiempo indicado en la especificación del fabricante, se debe revisar los pines de carga y de ser necesario cambiar la batería

## 6. PROBLEMAS MAS FRECUENTES

- Falsos contactos: Este problema se evidencia especialmente en el módulo ECG para evitarlos o corregirlos se debe revisar periódicamente los cables y derivaciones. Se evidencia este inconveniente cuando en la pantalla del monitor no se muestra señal ECG o muestra ruido de baja amplitud
- Falla en módulo de potencia: Este puede deberse a distintos factores.
  - No está llegando voltaje a la fuente de alimentación de AC
  - El cable de alimentación no presenta continuidad
  - Fusible fundido
  - Corto en algún devanado del transformador
  - Filtros secos
  - Reguladores quemados
- Falla en el módulo de la tarjeta principal: En la mayoría de los casos este fallo se origina debido a soldaduras frías y/o partículas de polvo.
- Falla en modulo presión arterial: El más común es fuga en el brazalete debido a alguna perforación, sin embargo, pueden existir otras fallas como:

- Fuga de aire en los ductos y conectores
  - Válvula defectuosa al cierre
  - Bomba de aire con devanado quemado
  - Soldaduras frías
- Falla en modulo Spo2: Estos fallos también provienen de un cable trozado debido a que estos módulos son los que están en constante movimiento del paciente, se debe revisar continuidad en cada cable y revisar el sensor, si el daño continuo se procede a revisar la soldadura de la tarjeta.

## **7. VERIFICACION DE DATOS**

Como se mencionó en el ítem número cinco, una actividad que se realiza en el mantenimiento preventivo de un monitor de signos vitales es la verificación de datos con equipos patrón, para esto se procede a realizar la toma de 3 o 4 medidas en los diferentes parámetros para asegurar el correcto funcionamiento del equipo.

Los equipos patrón utilizados para realizar esta verificación en un monitor de signos vitales básico son los siguientes:

Simulador SpO2

Simulador NIBP

Simulador ECG

Es importante que esta verificación se realice con equipos patrón con calibraciones vigentes que garanticen sus medidas.

## **8. PERIODICIDAD**

La importancia de realizar mantenimientos preventivos es prolongar la vida útil de los equipos y detectar fallas a tiempo, es por esto que se necesita una frecuencia en los mantenimientos. Las distintas entidades de salud cuenta con un cronograma que estipula cada cuanto se deben intervenir sus equipos.

Tanto en los monitores de signos vitales como en cualquier otro equipo biomédico se recomienda los mantenimientos preventivos según el uso que se le dé a los quipos; si es un equipo que está en constante trabajo debe ser revisado con mayor frecuencia.

En los manuales de cada equipo el fabricante sugiere un tiempo estimado entre cada mantenimiento, pero la decisión final la toma entidad de salud.

Se propone que al menos se realice un mantenimiento semestralmente.

Este es un protocolo de mantenimiento básico para todos los monitores de signos vitales sin embargo se debe tener en cuenta las instrucciones de cada fabricante. Para familiarizarse mejor

con un monitor y sus partes se utilizará la imagen de un monitor de signos vitales marca EDAN modelo M8, en el mercado todos los monitores cuentan con las siguientes partes básicas

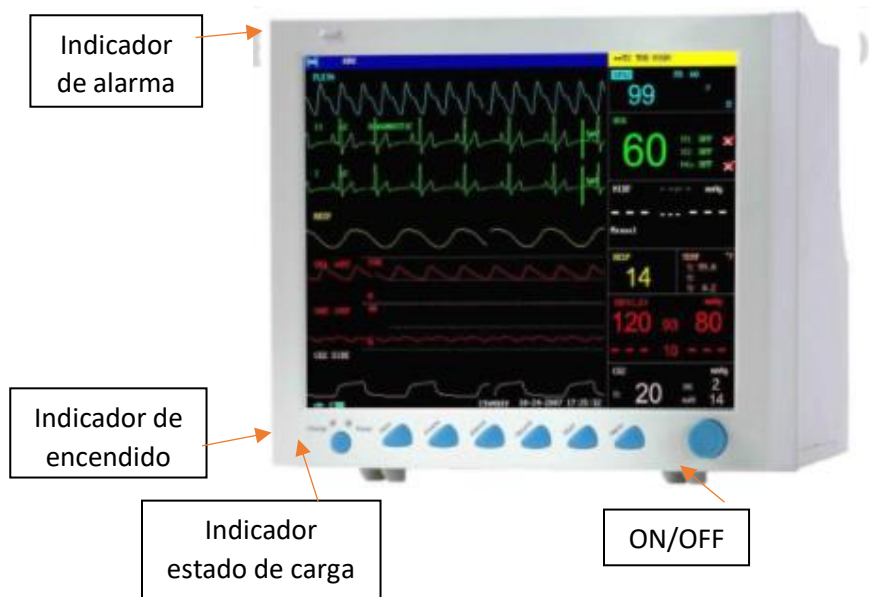


Ilustración 39. Partes de un monitor de signos vitales

Fuente: EDAN. (2012, agosto). *Manual de usuario monitor de signos vitales EDAN M8/M9*. manualslib.es. <https://www.manualslib.es/manual/162608/Edan-M8-Serie.html>

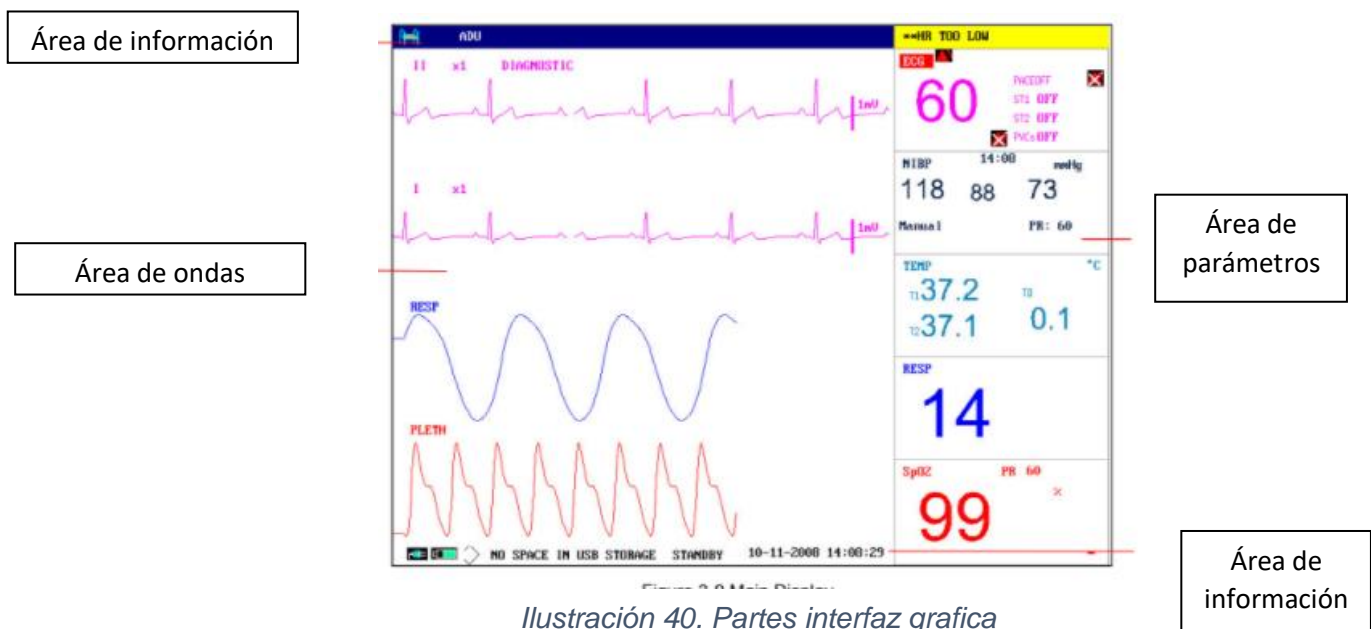


Ilustración 40. Partes interfaz grafica

Fuente: EDAN. (2012, agosto). *Manual de usuario monitor de signos vitales EDAN M8/M9*. manualslib.es. <https://www.manualslib.es/manual/162608/Edan-M8-Serie.html>

El área de información se encuentra en la parte superior e inferior de la pantalla, nos muestra el estado operativo del monitor, datos del paciente y estado de este, fecha y hora, estado de batería entre otros.

El área de ondas nos muestra forma de ondas de ECG, SpO2 y una onda de respiración normalmente.

Los valores de los parámetros se visualizan a la derecha del monitor y en base a estos se forman las ondas.



## **CAPITULO 7. CONCLUSIONES**

El haber realizado estas prácticas profesionales fue de gran utilidad y enorme aprendizaje ya que permitió que desarrollara todas las habilidades y conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera profesional e incluyo muchas más enseñanzas en un campo donde no había podido tener mayor profundización pero que llamo mi atención desde la universidad.

La metrología y los mantenimientos aportaron habilidades y destrezas nuevas que no conocía, aprendí conceptos y técnicas diferentes y lo más importante es que logré ver de una manera más practica todo lo que aprendí en las clases de la universidad, que me encaminaron a querer seguir estudiando esta rama de la bio-ingeniería

Además del aprendizaje obtenido pude aportar mis conocimientos y destacar por mi responsabilidad y eficiencia a la hora de ejecutar una actividad, gracias a esto logré que la empresa se fijara en mí y pude ser contratada mientras termino mis estudios como Ingeniera Electrónica

## LISTA DE REFERENCIAS

E. (2017, 16 marzo). *Universidad del Turabo*. gurabo.uagm.edu.  
<https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/EducacionContinua/pdf/2016-2/MODULO-HIPERTENSION-JAP.pdf>

Instituto nacional de salud. (2019, julio). *Ministerio de Salud y Protección Social*.  
minsalud.gov.co.  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/VSP/Procedimiento%20No%2013.pdf>

SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA. (2011, septiembre).  
*LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EQUIPOS Y SUPERFICIES AMBIENTALES EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD*. saludcapital.gov.co.  
<http://www.saludcapital.gov.co/sitios/vigilanciasaludpublica/todo%20iih/limpieza%20y%20desinfecci%C3%B3n%20de%20equipos%20y%20superficies.pdf>

EDAN. (2012, agosto). *Manual de usuario monitor de signos vitales EDAN M8/M9*.  
manualslib.es. <https://www.manualslib.es/manual/162608/Edan-M8-Serie.html>

Gima S.p.A. (s. f.). *MONITOR GIMA DE SIGNOS VITALES VITAL PRO-SNET*. gimaitaly.com.  
Recuperado 25 de mayo de 2021, de  
<https://www.gimaitaly.com/DocumentiGIMA/Manuali/ES/M35124ES.pdf>

MCI SOLUCIONES INTEGRALES SAS. (s. f.). *MCI Soluciones Bucaramanga – Mantenimiento equipos Biomedicos – MCI Soluciones Bucaramanga*. Recuperado 21 de junio de 2021,  
de <https://mcisoluciones.com/>