



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Mantenimiento preventivo en la productividad de los
ecocardiógrafos para la atención sanitaria del Instituto
Nacional Cardiovascular, 2020**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Daniel Diógenes ALVARADO MUÑOZ

ASESOR

Mg. Teófilo M. HUABLOCHO PÉREZ

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Alvarado, D. (2022). *Mantenimiento preventivo en la productividad de los ecocardiógrafos para la atención sanitaria del Instituto Nacional Cardiovascular, 2020*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Daniel Diogenes Alvarado Muñoz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42618114
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Teófilo Matias Huablocho Pérez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25420840
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3357-8055/
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Luis Mark Rudy Ponce Martinez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08117818
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Nicanor Raúl Benites Saravia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10189914
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Leopoldo Guillen Saravia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07956298
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.6.3 Instrumentación Biomédica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	<p>Edificio: Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Jesús María Latitud: -12.077109 Longitud: -77.039672</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2020 - Febrero 2021
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</p> <p>Sistema cardiaco, Sistema cardiovascular https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.04</p> <p>Ingeniería médica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.06.01</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



UNMSM

Firmado digitalmente por PAREDES
PENAFIEL Rejis Renato FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.12.2022 21:27:46 -05:00



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 040/FIEE-EPIE/2022

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia del, integrado por el **MG. LUIS MARK RUDY PONCE MARTINEZ**, el **Dr. NICANOR RAÚL BENITES SARA VIA**, el **MG. LEOPOLDO GUILLEN SARA VIA** y el **MG. TEÓFILO MATIAS HUABLOCHO PEREZ**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. DANIEL DIÓGENES ALVARADO MUÑOZ** con código N° **05190117** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS ECOCARDIÓGRAFOS PARA LA ATENCIÓN SANITARIA DEL INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR, 2020**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de **dieciséis (16)**.

Ciudad Universitaria, 23 de diciembre de 2022

MG. LUIS MARK RUDY PONCE MARTINEZ

Presidente de Jurado

MG. LEOPOLDO GUILLEN SARA VIA

Miembro Jurado

Dr. NICANOR RAÚL BENITES SARA VIA

Miembro de Jurado

MG. TEÓFILO M. HUABLOCHO PÉREZ

Miembro Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.
2. Escuela Profesional de Ingeniería de Electrónica.
3. Emisor del Informe el director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Electrónica.
4. Operador del programa informático de similitudes: Rejis Renato Paredes Peñafiel.
5. Documento evaluado: Trabajo de Suficiencia Profesional para título de (pregrado) MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS ECOCARDIÓGRAFOS PARA LA ATENCIÓN SANITARIA DEL INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR, 2020.
6. Autor de la tesis: Daniel Diógenes Alvarado Muñoz
Fecha de aplicación de recepción del documento: 22-11-2022
7. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 22-11-2022
8. Software utilizado: Turnitin.
9. Configuración del programa detector de similitudes:
 - Excluye citas.
 - Excluye bibliografía.
 - Excluye cadenas menores de 40 palabras
10. Porcentaje de similitudes según programa detector: Ocho por ciento – 8%
11. Fuentes originales de las similitudes encontradas.
 1. cybertesis.unmsm.edu.pe 8% Fuente de Internet

1. Observaciones: Ninguna.

13. Calificación de originalidad.
 - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.
14. Fecha del informe: 27 de diciembre del 2022.

Atentamente,

MG. PAREDES PEÑAFIEL, REJIS RENATO DIRECTOR DE LA EPIE

RESUMEN

Los ecocardiógrafos son equipos de diagnóstico fundamentales para las funciones de detección, prevención y control de enfermedades cardiovasculares. Este equipo tiene vida útil de 10 años aproximadamente. Los mantenimientos preventivos sirven de ayuda para la mejora en la producción, aumento del tiempo de vida útil y disminución de los tiempos de inoperatividad del equipo. En nuestro país a través de la Resolución Ministerial N° 251-97-SA/DM, se aprobaron las Normas Técnicas para el Mantenimiento Preventivo y Conservación de la Infraestructura Física de los Establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención; asimismo mediante R.M. N° 533-216 MINSA, se aprobaron los Lineamientos Técnicos establecidos por el Ministerio de Salud.

El presente trabajo se desarrolla con la finalidad de evaluar la influencia del mantenimiento preventivo en la productividad de los ecocardiógrafos que son usados en los servicios de cardiología no invasiva, uci cirugía cardíaca, uci cardiología, unidad de cuidado cardíaco agudo, hospitalización, cardiología intervencionista adulto y pediátrico del Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR).

Se realizaron evaluaciones de cada equipo y la medición de la producción de los exámenes realizados con los ecocardiógrafos ubicados en los diversos servicios, de igual forma se verificó el aumento de la productividad y la disminución de las fallas técnicas en los equipos.

Palabras clave: Equipo biomédico, Ecocardiógrafo, transductor, mantenimiento preventivo, productividad.

ABSTRACT

Echocardiographs are diagnostic equipment essential for the functions of detection, prevention and control of cardiovascular diseases. This equipment has a useful life of approximately 10 years. Preventive maintenance helps to improve production, increase service life and reduce downtime of the equipment. In our country, through Ministerial Resolution No. 251-97-SA/DM, the Technical Standards for the Preventive Maintenance and Conservation of the Physical Infrastructure of the Health Establishments of the First Level of Care were approved; Likewise, through R.M. No. 533-216 MINSA, the Technical Guidelines established by the Ministry of Health were approved.

This work is developed with the purpose of evaluating the influence of preventive maintenance on the productivity of echocardiographs that are used in the services of non-invasive cardiology, ICU cardiac surgery, ICU cardiology, acute cardiac care unit, hospitalization, adult and pediatric interventional cardiology of the National Cardiovascular Institute (INCOR).

Evaluations of each equipment and the measurement of the production of the examinations carried out with the echocardiographs located in the various services were carried out, in the same way the increase in productivity and the decrease in technical failures in the equipment were verified.

Keywords: Biomedical equipment, Echocardiograph, transducer, preventive maintenance, productivity.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
<i>CAPITULO I</i>	1
<i>INTRODUCCION</i>	1
1.1 Objetivo del informe	1
1.2 Estructura del informe	1
<i>CAPITULO II</i>	3
<i>INFORMACION DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD</i>	
2.1 Institución Donde se Desarrolló la Actividad	3
2.2 Periodo de Duración de la Actividad	3
2.3 Finalidad y Objetivos de la Entidad	3
2.3.1 Finalidad	3
2.3.2 Objetivo	4
2.4 Razón Social	4
2.5 Dirección Postal	5
2.6 Correo Electrónica del Profesional a Cargo	5
<i>CAPITULO III</i>	6
<i>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</i>	6
3.1 Organización de la Actividad	6
3.2 Finalidad y Objetivos de la Actividad	7
3.2.1 Finalidad	7
3.2.2 Objetivos	7
3.3 Problemática	8
3.3.1 Problema General	8
3.3.2 Problemas Específicos	8

3.3.3 Justificación e Importancia de la Investigación	9
3.4 Metodología	9
3.4.1 Bases Teóricas	9
3.4.2 Marco Conceptual	15
3.5 Procedimiento	37
3.6 Resultado de la Actividad	41
3.7 Procedimiento de Verificación	47
3.7.1 Prueba de Uniformidad	50
3.7.2 Prueba de Profundidad	51
3.7.3 Prueba de medida de distancia vertical	51
3.7.4 Prueba de medida de distancia horizontal	52
3.7.5 Prueba de zona muerta	53
CAPITULO IV	54
CONCLUSIONES	54
4.1 Justificación	54
4.2 Metodología Aplicada	55
4.2.1 Evaluación Económica	55
4.2.2 Evaluación Técnica	55
4.3 Descripción de la Implementación	55
4.4 Conclusiones	56
CAPITULO V	57
RECOMENDACIONES	57
CAPITULO VI	58
BIBLIOGRAFIA	58
CAPITULO VII	62
ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los equipos de ecocardiógrafo del Instituto Nacional Cardiovascular.	39
Tabla 2: Antigüedad del equipamiento en rango de años	40
Tabla 3: Producción según área de trabajo del Ecógrafo 1 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020	42
Tabla 4: Producción según área de trabajo del Ecógrafo 2 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020	42
Tabla 5: Producción según área de trabajo del Ecógrafo 3 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020	43
Tabla 6: Producción según área de trabajo del Ecógrafo 4 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020	43
Tabla 7: Producción según área de trabajo del Ecógrafo 5 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020	44
Tabla 8: Producción total de Ecografías realizadas durante octubre y noviembre.	44
Tabla 9: Producción de ecografías después del mantenimiento.	46
Tabla 10: Costo por Mantenimiento.	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ecocardiógrafo.	16
Figura 2: Transductor S5-1	17
Figura 3: Transductor con cristales piezoeléctricos.	18
Figura 4: Tipos de transductores.	19
Figura 5: Espectro de vibraciones acústicas	20
Figura 6: Creación de la imagen ecográfica.	21
Figura 7: Tipos de transductores por el arreglo del cristal piezoeléctrico.	22
Figura 8: Símbolos del equipo electrónico.	24
Figura 9: Fotografía del cabezal piezoeléctrico utilizado.	25
Figura 10: Situación interna del ultrasonido.	26
Figura 11: Conector de un transductor.	27
Figura 12: Diagrama de bloques de la Etapa de Procesamiento de la Imagen dentro del Sistema.	28
Figura 13: Propuesta para las Etapas del Sistema.	29
Figura 14: Conectores en el Panel Posterior.	30
Figura 15: Tarjeta Transmisora.	30
Figura 16: Tarjeta Relé.	31
Figura 17: Tarjeta Receptora.	31
Figura 18: Tarjeta del plano frontal.	32
Figura 19: Módulo de energía cSound (CPM)	32
Figura 20: Back End Proccesor	33
Figura 21: Clases de mantenimiento preventivo	35
Figura 22: Cartilla de Control de Mantenimiento	41
Figura 23: Producción de las ecografías de octubre y noviembre del área de cardiología no invasiva 2020	45
Figura 24: Porcentaje de ecografías realizadas de octubre y noviembre del área de cardiología no invasiva 2020	34

Figura 25: Producción de las ecografías de los diversos ecógrafos después del mantenimiento.	46
Figura 26: Producción de las ecografías después del mantenimiento del área de cardiología no invasiva.	47
Figura 27. Fantoma Cirs 040GSE	48
Figura 28. Parte frontal del fantoma Cirs 040GSE	48
Figura 29. Especificaciones técnicas del fantoma Cirs 040GSE	49
Figura 30. Modo de uso del fantoma	50
Figura 31. Uniformidad	50
Figura 32. Profundidad	51
Figura 33. Distancia vertical	52
Figura 34. Distancia horizontal	52
Figura 35. Zona muerta	53

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo del Informe

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación del mantenimiento preventivo de los ecógrafos y su influencia en la mejora de la productividad mediante la atención sanitaria de los pacientes que son atendidos en el Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) durante el año 2020; Existe una gran demanda de ecografías en las áreas de cardiología no invasiva, uci cirugía cardíaca, unidad de cuidado cardíaco agudo, uci cardiología y en varios casos tanto las consultas como las emergencias son excesivas.

Asimismo, es importante ver el funcionamiento de estos equipos durante la época de pandemia por COVID 19 donde se dejó de lado la atención de pacientes con enfermedades crónicas.

1.2 Estructura del Informe

El presente informe se desarrolló siguiendo la directiva general para realizar los trabajos de suficiencia profesional.

En el Capítulo II mostrará el lugar donde se realizó el informe y la importancia de la institución en el tratamiento y recuperación de pacientes cardíacos.

El Capítulo III muestra los objetivos, finalidad, preguntas, hipótesis e importancia del informe; asimismo se presentará las bases teóricas de los diferentes equipos analizados en el presente informe.

Siguiente Capítulo IV se mostrará las conclusiones, justificación, metodología e implementación.

Por último, en los siguientes capítulos muestran las recomendaciones que brindamos luego de realizar el presente informe, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPITULO II

INFORMACION DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD

2.1 Institución Donde se Desarrolló la Actividad

El trabajo de suficiencia fue realizado en el Instituto Nacional Cardiovascular “Carlos Alberto Peschiera Carrillo” – INCOR, creado el 12 de agosto del 1992; institución pertenece a ESSALUD y cuenta con autonomía financiera y de gestión. Este centro es especializado en la atención de pacientes con enfermedades cardiovasculares brindando la prevención, tratamiento, recuperación y rehabilitación que son referidos de otros centros de menor resolución; además realiza labores de investigación y docencia en el área cardiovascular; por lo tanto, es el centro de mayor importancia resolutive en medicina cardiovascular.

2.2 Periodo de Duración de la Actividad

El presente trabajo se desarrolló durante el periodo de 01 de octubre del 2020 al 28 de febrero del 2021 en las instalaciones del INCOR.

2.3 Finalidad y Objetivos de la Entidad

El Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR) tiene la siguiente finalidad y objetivos:

2.3.1 Finalidad:

Ser un instituto nacional que brinda prestaciones de salud altamente especializadas a los asegurados que presentan patologías cardiovasculares, mediante altos estándares de atención tanto en la calidad como seguridad, trabajando con el mejor equipo humano y recursos tecnológicos que asegurarán el bienestar de los pacientes.

2.3.2 Objetivo:

El INCOR se ha adherido a los objetivos internacionales de seguridad al paciente donde mediante la atención busca identificar correctamente al paciente, garantizar una cirugía segura, minimizar el riesgo de infecciones asociadas a la atención sanitaria y brindar una atención con la mejor tecnología y equipamiento médico.

2.4 Razón Social

La razón social es 20131257750 - SEGURO SOCIAL DE SALUD

2.5 Dirección Postal

Dirección Postal N°15072/ Jr. Coronel Zegarra 417-Jesús María.

2.6 Correo Electrónico del Profesional a Cargo

Ing. Luis Enrique Torres Ortega (ing_letto@hotmail.com)

CAPITULO III DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la Actividad

El personal biomédico que labora en el Instituto Nacional Cardiovascular tiene como finalidad prevenir, diagnosticar y dar mantenimiento preventivo a los equipos y que estos tengan un funcionamiento correcto; especialmente los que son usados en las áreas UCIN (cardiología, cirugía cardíaca, Sala de operaciones, pediatría, neonatología, etc.)

La presente actividad se centró en brindar asesoría a todo el equipo biomédico que se encuentra en el área de cardiología no invasiva conformado por 10 ecocardiógrafos distribuidos en catorce áreas del Instituto. Los procedimientos consisten en obtener información de cada ecocardiógrafos que se encontraba en garantía, posteriormente se obtuvo la productividad de cada equipo después de realizarse el mantenimiento preventivo. Al término del vencimiento de la garantía del equipo, el profesional biomédico a cargo se hace responsable del mantenimiento, realizando el cambio en la frecuencia del mantenimiento preventivo para extraer los datos y contrastar los objetivos.

3.2 Finalidad y Objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad

La finalidad del presente trabajo es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo de los ecocardiógrafos, que nos permitirá prolongar

la vida útil de los equipos, disminuyendo la reposición de los mismos, de esta manera se brindará una atención oportuna y confiable.

3.2.2 Objetivos

Objetivo general

Evaluar la relación entre la aplicación del plan de mantenimiento preventivo y el funcionamiento de los ecocardiógrafos usados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en Instituto Nacional Cardiovascular durante el periodo octubre 2020 a febrero del 2021.

Objetivos específicos

Objetivo específico N°1

Establecer la relación entre la evaluación temprana preventiva y el tiempo de vida útil de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR

Objetivo específico N°2

Determinar la relación entre la frecuencia de la inspección y el aumento de productividad y vida útil de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR.

Objetivo específico N° 3

Determinar la relación entre el tiempo usado en los procedimientos de mantenimiento del equipo y la productividad de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿Cuál es la relación entre la aplicación del plan de mantenimiento preventivo y el funcionamiento de los ecocardiógrafos usados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en Instituto Nacional Cardiovascular durante el periodo octubre 2020 a febrero del 2021?

3.3.2 Problemas Específicos

Problema específico N°1

¿Cuál es la relación entre la evaluación temprana preventiva y el tiempo de vida útil de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR?

Problema específico N°2

¿Cuál es la relación entre la frecuencia de la inspección y el aumento de productividad de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR?

Problema específico N° 3

¿Existe relación entre el tiempo usado en los procedimientos de mantenimiento del equipo y la productividad de los ecocardiógrafos utilizados en pacientes con problemas cardiovasculares atendidos en el INCOR?

3.3.3 Justificación e Importancia de la Investigación

Justificación Teórica:

El siguiente trabajo de investigación es factible teóricamente, porque es necesario que se realicen investigaciones con la finalidad de tener estándares reales un plan especializado con la correcta programación para mejorar la vida útil de los ecocardiógrafos.

Justificación Metodológica:

La creación y aplicación de este plan de mantenimiento servirá para mejorar los planes de otro equipamiento a usarse.

Justificación Práctica:

Los resultados nos ayudarán a realizar o implementar programa de gestión de mantenimiento con la finalidad de ayudar a controlar las inspecciones y reducir los gastos a la institución; asimismo incrementará la atención de más pacientes que acuden por una ayuda diagnóstica, disminuyendo las largas citas de espera por una atención.

3.4 Metodología

3.4.1 Bases Teóricas

3.4.1.1 Antecedentes internacionales

Tadia & Kharate (2020) “Un estudio integral sobre el mantenimiento de equipos médicos en hospital de atención terciaria en la India” El mantenimiento no solo tiene un impacto positivo en la seguridad y eficacia de la asistencia sanitaria tecnología, pero también aumenta la vida útil de los equipos y, por lo tanto, ayuda a ahorrar recursos de inversión escasos. También aumenta la demanda de servicios de salud. Métodos: Estudio descriptivo integral del mantenimiento de equipos en un hospital corporativo de atención terciaria en India desde enero de 2012 hasta mayo de 2012. Se utilizó un método de muestreo conveniente para capturar datos de los

participantes clave que incluía dos categorías de personal, a saber, técnicos y gerentes/ administradores. Había 40 técnicos y 10 gerentes que respondieron al cuestionario. Se utilizaron fuentes de datos tanto primarias como secundarias. Resultados: El análisis de datos de averías mostró que la principal causa de averías fueron los errores humanos. Aproximadamente el 40% de la avería que se produjo en el hospital se debió principalmente a errores manuales seguidos de errores eléctricos y mecánicos. El tiempo de inactividad promedio para el período de tiempo de 5 meses fue de alrededor de 19 horas, lo cual fue bastante alto. Análisis del cuestionario CAP mostró que alrededor del 55% de los técnicos no tenían la calificación educativa requerida. En el manejo del equipo médico, alrededor del 15% no recibió capacitación en el momento de la compra del equipo. De manera similar, pocos gerentes no estaban al tanto de las prácticas de mantenimiento y la importancia de la gestión de mantenimiento para funcionamiento suave y eficiente. Conclusiones: Las buenas y efectivas prácticas de mantenimiento pueden reducir el costo de mantenimiento de los equipos que surgen debido a avería. La formación de los usuarios de los equipos y los directores de mantenimiento reduce el tiempo de inactividad del equipo. A reducir la posibilidad de avería del equipo

Centeno (2015) propuso un “Análisis de los Procesos de mantenimiento de Equipos y su Incidencia en el Adecuado Funcionamiento de los mismos en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro”, cuyo objetivo general es: Determinar los factores que influyen en el inadecuado funcionamiento de los equipos en el hospital León Becerra del Cantón Milagro y como objetivos específicos: Determinar el estado de los equipos en el hospital, establecer las causas que originan los cortes en el suministro de energía eléctrica, analizar las necesidades de capacitación del personal de mantenimiento, haciendo uso del diseño descriptivo, histórico, documental, aplicada, correlacional, exploratorio y de campo, se obtuvieron los datos del personal que labora en el departamento de activos fijos y el administrador, así se en consideración al personal que opera los equipos hospitalarios, como es el caso de las enfermeras, para este caso se utilizó un censo ya

que el tamaño de la población es menor a 100 elementos, la tesis finalizó con las siguientes conclusiones: El personal técnico con escasa preparación realiza acciones correctivas básicas efectuadas en forma elemental sin ningún criterio u orientación de tipo técnico, ocasionando en consecuencia, daños más serios y en muchos casos la inutilización parcial o total de los equipos, el alto grado de obsolescencia de las instalaciones eléctricas alcanzado en la actualidad ha generado la necesidad de la ampliación o remodelación del hospital, por razón del mal estado de la obra civil e instalaciones básicas, sin olvidar los insuficientes recursos financieros para atender estas necesidades, el mantenimiento oportuno y eficiente maximiza el valor de los equipos hospitalarios, algo que es esencialmente importante cuando los recursos son limitados. Si se examinan con atención los recursos humanos, financieros y materiales, es posible establecer y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo exitoso acorde con las necesidades del contexto. No obstante, se debe considerar al programa parte integral de la prestación de atención hospitalaria y asignar recursos básicos para las tareas definidas en él. Solo de este modo los pacientes tendrán acceso a equipos médicos en condiciones de realizar un diagnóstico exacto, un tratamiento eficaz o la rehabilitación adecuada.

3.4.1.2 Antecedentes nacionales

Corcino, Pastor (2018) La presente investigación cuyo título es “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la planta comercial de la empresa San Fernando, Lurín 2018”, tuvo por objetivo determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en la planta comercial de la empresa San Fernando, Lurín 2018. El Método de investigación es aplicado y explicativo cuyo diseño es cuasi experimental con la finalidad de mejorar la productividad en la planta comercial. La población en el presente trabajo está constituida por los mantenimientos efectuados en la planta de producción de la empresa San Fernando durante 24 semanas y la muestra se considera igual a la población. También se obtuvo después de la aplicación del mantenimiento preventivo un incremento de la productividad

en 10,08%, de la eficiencia en 5,72%, de la eficacia en 6,60%. En conclusión, se logró mejorar la productividad en la planta comercial de la empresa San Fernando, permitiendo de esta forma incrementar la producción de alimentos balanceados, bajando los costos de maquila y asegurando la confiabilidad de los equipos en la planta.

Gutiérrez Serna (2017), en su investigación Propuesta de mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar 966h en una empresa de servicios, Callao. Su objetivo de esta investigación fue determinar el mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar 966-H en la mencionada empresa. La investigación se sustenta metodológicamente en una investigación de tipo básica, nivel descriptivo. Para el recojo de información se utilizó técnicas de investigación del cargador frontal Caterpillar 966-H. Los datos estadísticos que sostienen esta investigación, vienen de los resultados obtenidos por la aplicación de los instrumentos de recolección de datos, como han sido los reportes de control de la maquinaria, para efecto de la muestra. En relación a los resultados obtenidos en la investigación se determinó que el mantenimiento preventivo del cargador frontal 966-H de la empresa, finalmente se concluye que la empresa RP Diesel debe seguir ejecutando el plan de mantenimiento preventivo, pero al 100% para así poder mantener la disponibilidad de la maquinaria lo cual generará en el futuro un mayor beneficio.

Astete y Palomino (2016) realizaron un “Plan de Mantenimiento de Equipos Biomédicos en las Unidades Críticas del Hospital Regional del Cusco 2016”, desarrollaron como objetivo general: Realizar el plan de mantenimiento que posibilite ampliar la vida útil mediante la mantenibilidad y presentar un óptimo estado de funcionamiento mediante la confiabilidad de los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco y específicos como: Realizar el plan de mantenimiento que procure ampliar la vida útil mediante la mantenibilidad de los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco; Realizar el plan de mantenimiento para presentar un óptimo estado de funcionamiento mediante la confiabilidad de los equipos biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco; el plan se preparó

haciendo uso del enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo, se obtuvo datos de todos los equipos biomédicos de las unidades críticas que ascienden a 160 y el personal involucrado en el mantenimiento del Hospital Regional Cusco que asciende a 17 trabajadores, para estos datos se hizo de las técnicas de observación, entrevista, encuestas, para el personal y trabajadores, mientras que para equipos se utilizó los informes técnicos, cuestionarios, esta tesis finalizó con las siguientes conclusiones: El Plan de Mantenimiento de los equipos biomédicos de las áreas críticas del Hospital Regional del Cusco amplía la vida útil de los equipos debido a que la evaluación arroja que un 54% de los equipos requieren un mantenimiento correctivo y el 46% restante necesita un mantenimiento preventivo para luego establecer una frecuencia de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos el cual arroja que un 21% de los equipos requiere un mantenimiento bimestral, 44% requiere un mantenimiento trimestral, 29% requiere un mantenimiento semestral y 6% requieren un mantenimiento anual; este plan de mantenimiento preventivo disminuirá los mantenimientos correctivos y en consecuencia los tiempos medios entre fallas se incrementan posibilitando ampliar la vida útil de los equipos biomédicos, Por lo tanto, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo reduce los mantenimientos correctivos produciendo la disminución del tiempo de mantenibilidad hasta conseguir estar dentro del estándar establecido por la OMS, La confiabilidad de los equipos biomédicos de las áreas críticas del Hospital Regional del Cusco en promedio es un 85% del Tiempo Medio de Trabajo Efectivo (TMTE), es decir muy por debajo del estándar de 95% establecido por la OMS, debido a la falta de un plan integral de mantenimiento preventivo, el presente plan de mantenimiento precisamente corrige esta falta, en consecuencia la aplicación de este plan hace posible que la confiabilidad de los equipos biomédicos este dentro del estándar establecido por la OMS.

Rodríguez (2016) realizó una investigación sobre la “Gestión de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el servicio de emergencia-uci del Hospital Nacional Sabogal Sologuren 2016”, el cual desarrollo como objetivo general: Determinar las diferencias de la gestión

de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Sabogal Sologuren 2016 y objetivos específicos como: Determinar las diferencias de la gestión financiera de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Sabogal Sologuren 2016, determinar las diferencias de la gestión del personal de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Sabogal Sologuren 2016, determinar las diferencias de la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Sabogal Sologuren 2016, determinar las diferencias del seguimiento del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016, determinar las diferencias de la mejora del desempeño de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci Sabogal; se desarrolló siguiendo un enfoque cuantitativo, para ello la población estudiada estuvo constituida por 60 trabajadores de los servicios de emergencia y UCI del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2016, cuyas conclusiones son: Existen diferencias significativas en la gestión de un programa de Mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Sabogal 2016 (p –valor = 0,000 < 0.05, U de Mann-Whitney = 65,000), existen diferencias significativas en la gestión financiera de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016. (p –valor = 0,002 < 0.05, U de Mann-Whitney = 239,500), existen diferencias significativas en la gestión del personal de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016 (U de Mann-Whitney = 93,500; p – valor= 0,000 < 0.05), existen diferencias significativas en la gestión operativa de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-Uci del Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2016 (U de Mann-Whitney = 250,000; p – valor = 0,003 < 0.05), existen diferencias significativas en el seguimiento del desempeño de los trabajadores de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia-

Uci (U de Mann-Whitney = 59,000; p – valor = 0,000 < 0.05), existen diferencias significativas en la mejora del desempeño de los trabajadores de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el Servicio de Emergencia (U de Mann- Whitney = 298,500, p –valor = 0,024 < 0.05).

Baca Huamani & García Bereche, (2015) en su investigación sobre la “Implementación de un plan de mantenimiento Preventivo para equipos biomédicos de emergencia y Áreas críticas de un hospital de la región Lambayeque” Al realizar la investigación se encontró equipos biomédicos de un hospital de la región Lambayeque sin un plan de mantenimiento preventivo propio, que garantice disponibilidad y confiabilidad. A través del presente se diseñó la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad actual de los equipos biomédicos pues no basta que el equipo solo funcione, sino que esté calibrado. Cabe resaltar que la población y la muestra en estudio fueron los equipos biomédicos de las áreas en mención; se realizó entrevistas no estructuradas informales al personal de mantenimiento, se revisó y analizó las fallas de los equipos registrado en los históricos de mantenimiento, las cuales evidenciaron la realidad problemática; se actualizó el inventario físico-funcional, se realizó el inventario para el mantenimiento de los equipos biomédicos basado en el riesgo, se determinó los costos, presupuestos y el beneficio económico de la implementación del plan de mantenimiento. Cabe mencionar que el alcance de la presente se basa en: la caracterización de los equipos biomédicos, la evaluación del estado situacional actual y el diseño del plan de mantenimiento anual.

3.4.2 Marco Conceptual

3.4.2.1 Ecocardiógrafo: Un ecocardiógrafo es un aparato de diagnóstico con tecnología avanzada, utilizado para realizar tomas del corazón en alta resolución mediante ultrasonidos. Las ondas sonoras de alta frecuencia generan secuencias de imágenes de órganos y formaciones dentro del cuerpo (figura N° 1)



Figura 1: Ecocardiógrafo. Fuente: <https://www.equipo-ultrasonido.com/ecografo-philips-affiniti-70.html>

3.4.2.2 Conector: Se encarga de transmitir la señal eléctrica a los cristales, actualmente se han creado las sondas que funcionan mediante vía Wifi y por lo tanto ya no es necesario el cable que une el conector con el transductor.

3.4.2.3 Transductor: Es donde se generan las ondas de sonido, en él se encuentran los cristales piezoeléctricos, los cuales tienen la capacidad de transformar la energía eléctrica en sonido y viceversa, es decir que el transductor trabaja como emisor y receptor. Existen diversidad de transductores como lineales, convexos, sectoriales e intracavitarios (Figura N°2).



Figura 2: Transductor S5-1. Fuente: <https://jakenmedical.com/philips-s5-1-sector-array-transducer/>

El transductor presenta varios componentes, entre ellos:

- Cable: Se encarga de transportar energía entre el conector y la sonda. En cada transductor existen 2 cables por cada cristal piezoeléctrico que tenga la sonda de ultrasonido.
- Material de amortiguación: Es el encargado de controlar las vibraciones que genera el cristal y mejora resolución axial.
- Circuito Flexible: Tiene como función conectar el equipo y los cristales piezoeléctricos.
- Cristal Piezoeléctrico: Esta formado por una cerámica con propiedades piezoeléctricas. Tienen la función de convertir señal eléctrica en sonora y viceversa. Un cristal con estas características piezoeléctricas es el cuarzo. (Figura N° 3)

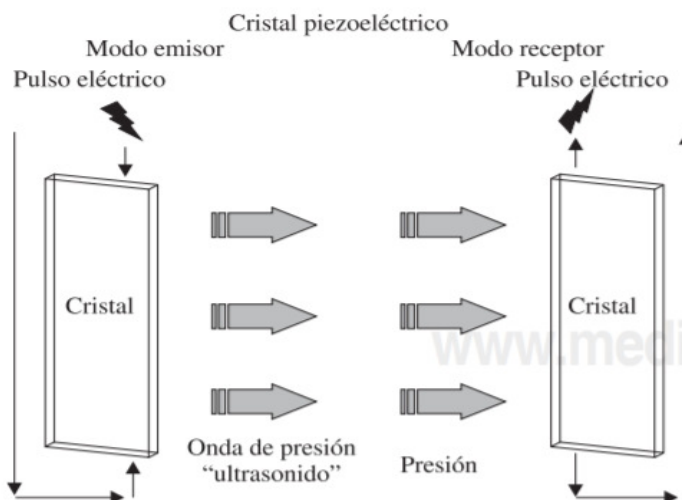


Figura 3: Transductor con cristales piezoeléctricos Fuente: Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos.

- Capa de acoplamiento: Optimiza la transmisión de la mayor cantidad de ondas a través del tejido.
- Capa de apantallamiento: Evita las señales de radiofrecuencia que puedan intervenir nocivamente en el circuito, señales de radio y vibraciones no deseadas.
- Lente: Es la zona que entra en contacto directo con el paciente y está formada por un material especial.

Asimismo, para las labores diarias existen diferentes tipos de transductores, como a continuación se detallan (Figura N° 4):

- Transductor de ultrasonido Sectorial (mecánico) con ángulo de irradiación pequeña (típico 120°), con un elemento simple piezoeléctrico.
- Transductor de ultrasonido Sectorial (mecánico) con ángulo de irradiación amplio (típico 270°), con un elemento simple piezoeléctrico.
- Transductor de ultrasonido Convexo (electrónico), con un arreglo de varios elementos piezoeléctricos (típico 128)

- Transductor de ultrasonido Lineal (electrónico), con arreglo de varios elementos piezoeléctricos (típico 128) (Pineda et. al.,2012)

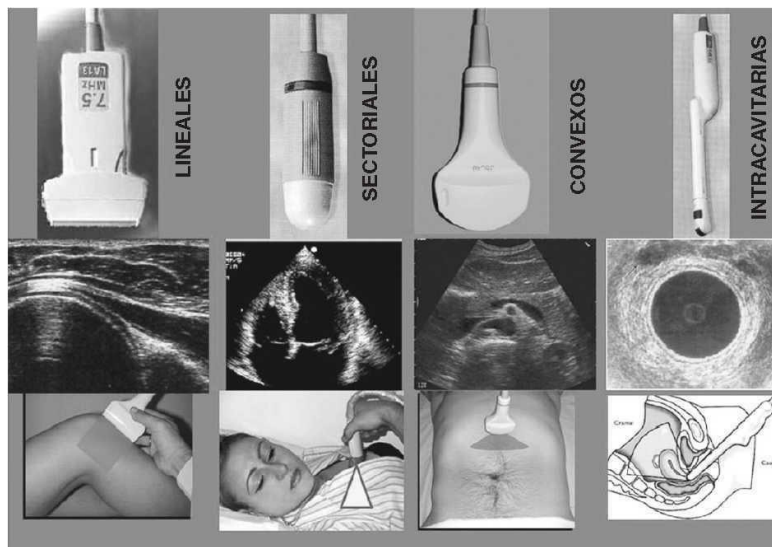


Figura 4: Tipos de transductores Fuente: Metodología y técnicas. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico

3.4.2.4 Ultrasonido: El ultrasonido se define como aquel sonido que tiene una frecuencia mayor de la que puede ser oída por los seres humanos, presenta propiedades físicas y características detalladas a continuación:

- a) Características físicas del ultrasonido: La ultrasonografía (US) es una técnica de diagnóstico médico basada en la acción de ondas de ultrasonido. Las imágenes se obtienen mediante el procesamiento de los haces ultrasónicos (ecos) reflejados por las estructuras corporales (Vargas et. al., 2018).
- b) Dirección de propagación. - Los ultrasonidos, se transmiten en forma de ondas de presión, se propagan en forma de ondas longitudinales, donde la dirección de propagación coincide con la de vibración. La onda se transmite en forma de ciclos sucesivos.
- c) Ondas de alta frecuencia: se utiliza como medida básica el Megahercio (Mhz) que es igual a un millón de Hertz. Las

frecuencias de ultrasonido son superiores a los 20 KHz. (20.000 Hz), presentando un alto rango de frecuencias en las vibraciones acústicas (ondas sonoras), La distancia que existe entre dos puntos que se encuentran en el mismo estado de vibración, se denomina longitud de onda y el tiempo de una oscilación completa, es decir lo que tarda el ultrasonido en recorrer una longitud de onda, se denomina período. Donde h es la longitud de onda, f la frecuencia, la flecha indica la dirección de propagación de la onda y Vp es la velocidad de propagación. Se relacionan con la siguiente formula:

$$F = Vp/h$$

- d) Medios de propagación de los ultrasonidos. – Es cualquier sector interno o externo de un volumen orgánico u inorgánico, dentro del cual se puede encontrar capas con material de diferente composición las cuales influyen en la velocidad y el 15 grado de reflexión de una onda ultrasónica (Figura N°5)

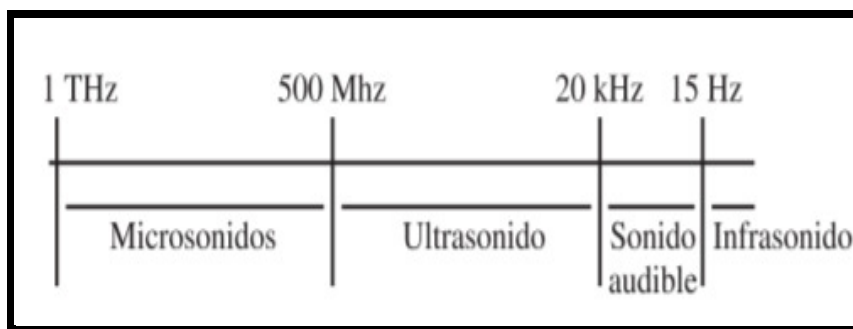


Figura 5: Espectro de vibraciones acústicas Fuente: Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos.

- e) Velocidad de propagación (VP): La velocidad de los ultrasonidos en un tejido depende de la densidad y elasticidad del medio y a su vez varían con la temperatura. Es constante para cada medio

y para cada frecuencia de emisión, si la temperatura es constante. La velocidad de propagación del sonido en aire seco a una temperatura de 0° C es de 331,6 m/s. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad del sonido; por ejemplo, a 20° C, la velocidad es de 344 m/s. Los cambios de presión a densidad constante no tienen prácticamente ningún efecto sobre la velocidad del sonido.

- f) Creación de la imagen: Las imágenes ecográficas están formadas por una matriz de elementos fotográficos. Las imágenes en escala de grises están producidas por la visualización de los ecos regresando al transductor como elementos fotográficos (píxeles) variando en brillo en proporción a la intensidad del eco. Un circuito transmisor aplica un pulso de pequeño voltaje a los electrodos del cristal transductor. Éste empieza a vibrar y transmite un haz ultrasónico de corta duración, el cual se propaga dentro del paciente, donde es parcialmente reflejado y transmitido por los tejidos que encuentra a su paso. La energía reflejada regresa al transductor y produce vibraciones en el cristal, las cuales son transformadas en corriente eléctrica por el cristal y después son amplificadas (Figura N° 6).

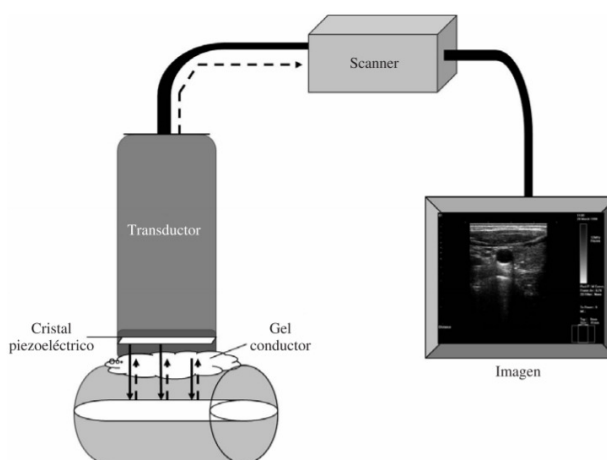


Figura 6: Creación de la imagen ecográfica. Fuente: Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos.

- g) Propagación de los ultrasonidos en medios orgánicos (Área médica). - La característica más útil del ultrasonido para el área médica es su capacidad de reflexión, debido a ello, un haz ultrasónico que atraviese diferentes medios orgánicos se reflejará parcialmente generando de esta manera información de las características de los medios atravesados (Figura N° 7)
- h) Efectos piezoeléctricos: El efecto piezoeléctrico relaciona fenómenos mecánicos y eléctricos. Así al aplicar una corriente alterna a un cristal piezoeléctrico se produce un ciclo de compresiones y dilataciones que puede transmitirse al medio circundante (producción de ultrasonidos).
- i) Cristales de cuarzo (elemento piezoeléctrico). - Es una sustancia mineral y cuya composición química es bióxido de silicio (SiO_2). Este compuesto es uno de los minerales más comunes y se presenta en la naturaleza en variadas formas, una de las cuales es transparente.
- j) Tecnología de los transductores de ultrasonidos. - Existen varios tipos de transductores. Dependiendo del tipo de arreglo de sus cristales, se clasifican en mecánicos y electrónicos. (Pérez et.al., 2002) (Figura N°7)

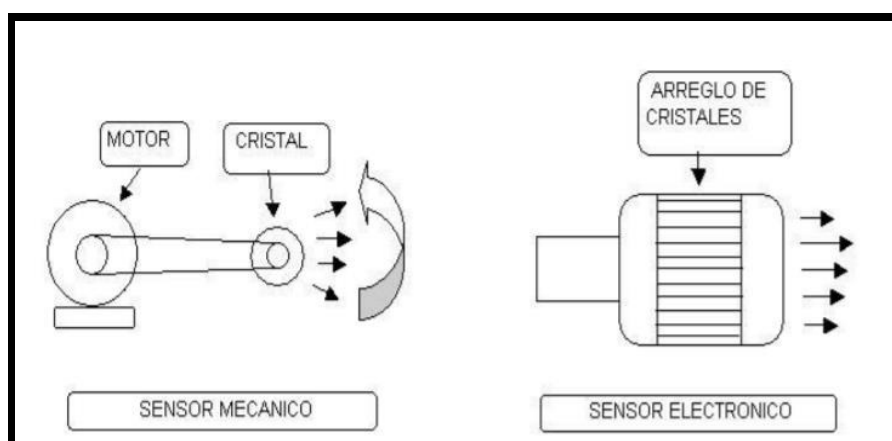


Figura 7: Tipos de transductores por el arreglo del cristal piezoeléctrico. Fuente:

https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-08-05_12-37-21141764.pdf

- k) Modos de funcionamiento de los transductores de ultrasonido. Hay transductores que funcionan en modo continuo (el transductor tiene dos cristales, uno emisor y otro receptor. Se aplica una diferencia de potencial continua) y transductores que funcionan en modo pulsado (El mismo cristal actúa como emisor y como receptor. Una diferencia de potencial es aplicada en breves secuencias. La sonda se aprovecha como receptora durante el intervalo entre pulsos)

3.4.2.5 Sistema electrónico del ecocardiógrafo: La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) ha establecido un conjunto de símbolos para equipos electrónicos médicos que clasifican una conexión o advierten de peligros potenciales. De esos símbolos, es posible que se utilicen los siguientes en el sistema y sus accesorios y embalaje. El sistema operativo y las aplicaciones son compatibles con una unidad de estado sólido (SSD) para un inicio y para aislar los datos del paciente en su propia unidad. Admite hasta tres cabezales gráficos en una placa gráfica, incluido el monitor (1920 x 1080). Asimismo, este sistema eléctrico también tiene otros componentes como son:

- Vídeo auxiliar (región de interés o pantalla completa, seleccionable por el usuario) y panel de control / táctil pantalla. Funciona como un módulo de PC independientemente del hardware de adquisición. Esto facilita las pruebas del Módulo de PC en el campo y durante la fabricación. (Figura N°8)








Rx only	La ley federal de EE. UU. Restringe la venta de este dispositivo a médicos o por prescripción facultativa.
	Conexión de paciente aislada (pieza aplicada tipo BF).
	Conexión del paciente a prueba de desfibrilación (pieza aplicada tipo BF).
	Conexión de paciente no aislada (pieza aplicada tipo B).
	Conexión de paciente aislada para la parte aplicada destinada a uso intraoperatorio,
	Conexión del paciente a prueba de desfibrilación (pieza aplicada tipo CF).
	Identifica la sensibilidad ESD (descarga electrostática) de un conector que no probado según lo especificado en IEC 60601-1-2. No toque las clavijas del conector expuestas.
	Identifica el control de encendido / apagado.

Figura 8: Símbolos del equipo electrónico. Fuente: <https://www.philips.es/healthcare/product/HC795200/epiq-7-ultrasound-system>

- Panel de control: Detecta las entradas del usuario, se comunica con el módulo de PC del sistema a través de un puerto USB y muestra las salidas.
- Elemento de procesamiento de baja potencia: monitorea el estado del interruptor de encendido / apagado. Controla la lógica que enciende y apaga el sistema cuando se presiona el interruptor de encendido / apagado.
- Contextualización de los transductores: dados los proveedores disponibles se adquirió un transductor completo, lo que implica el cabezal transductor, la empuñadura, el cable de conexión y el conector principal. El transductor especificado no es pasivo, es decir, posee electrónica que realiza labores de multiplexión en el mismo dispositivo.
- Conector: El estándar de los transductores ultrasónicos es fabricado para escáneres de ultrasonografía estacionarios, los cuales además de estar conectados a la red eléctrica del recinto permanentemente, también tienen mucho espacio para el hardware, puesto que su arquitectura es muy similar a la de un mueble. Estas características hacen que los transductores convencionales para ecógrafos

estacionarios tengan tamaños de magnitudes como: 12 [cm] x 10 [cm] x 6 [cm]; algo absolutamente. Si bien, este hecho genera grandes ventajas respecto al aumento en la velocidad del desarrollo dado que se tiene un transductor activo con multiplexión listo para operar, se tiene la gran desventaja que implica no tener información respecto del funcionamiento y la arquitectura, ya que son dispositivos de consumo ya producidos que justamente intentan proteger sus diseños, ocultando su funcionamiento interno.

3.4.2.6 Funcionamiento del sistema del ecocardiógrafo: El sistema funciona de acuerdo a los siguientes pasos:

- El transductor (cristal piezoeléctrico) genera ondas ultrasónicas sincronizadas por acción del Generador de pulsos de excitación; ambos conforman el Generador de Ultrasonidos. (Figura N° 9, 10 y 11)



Figura 9: Fotografía del cabezal piezoeléctrico utilizado. Fuente: Elaboración propia.

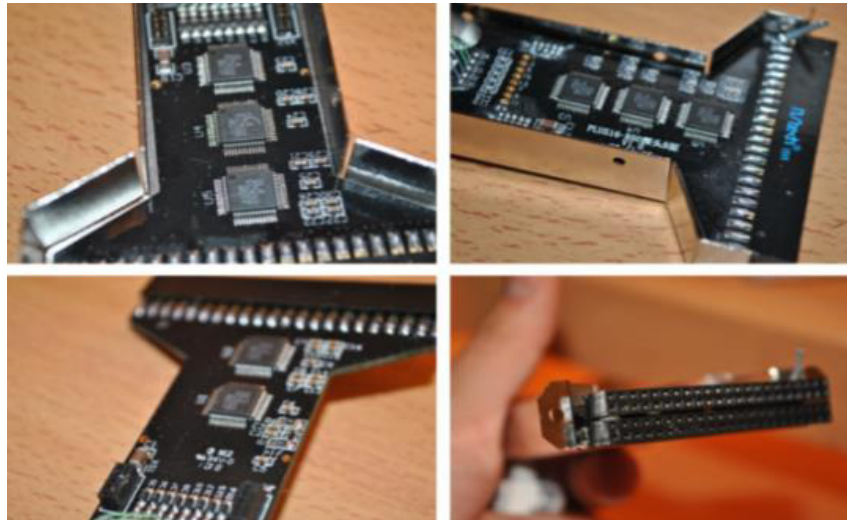


Figura 10: Situación interna del ultrasonido. Fuente: Elaboración propia

- El Encoder del cristal determina su posición angular y sentido de giro. Esta señal sincroniza el sistema. El ultrasonido generado se aplica al organismo humano.
- Las señales atraviesan medios (músculos, fluidos, etc), desde donde se reflejan en forma de ECOS. Los ECOS regresan al cristal que los ha generado. Luego son amplificados y digitalizados.
- Se forma un vector con los datos de los ECOS, hasta formar un cuadro de imagen de 510 líneas y 510 columnas (resolución) que representa un archivo. Se almacena el archivo en memoria bajo un formato texto
- Este archivo de imagen puede procesarse con el objetivo de obtener una imagen mejorada. (Vargas et.al, 2008).



Figura 11: Conector de un transductor. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.7 Etapas del Funcionamiento del Sistema del ecocardiógrafo: El sistema desarrolla tres etapas y son:

- a) *Etapa de Procesamiento Analógico:* generar la señal de ultrasonido y obtener las señales analógicas, contiene, generador de Ultrasonido, extractor de Sincronismo del Encoder, generador de Sincronismo de Línea, sistema de amplificación de video (Figura N° 12). (Vargas et. al., 2008)
- b) *Etapa de Digitalización:* digitalizar las señales de los ECOS y adquirir una imagen ecográfica, mediante: Frecuencia de la señal, presentación visual y resolución de la imagen, velocidad del eco y distancias entre tejidos (Figura N° 13). En ese sentido, se consideran como Subetapas:
 - Conversor Analógico Digital.
 - Control del conversor A/D.
 - Módulo de sincronismo.
 - Control de memoria.
 - Banco de memorias para las muestras.

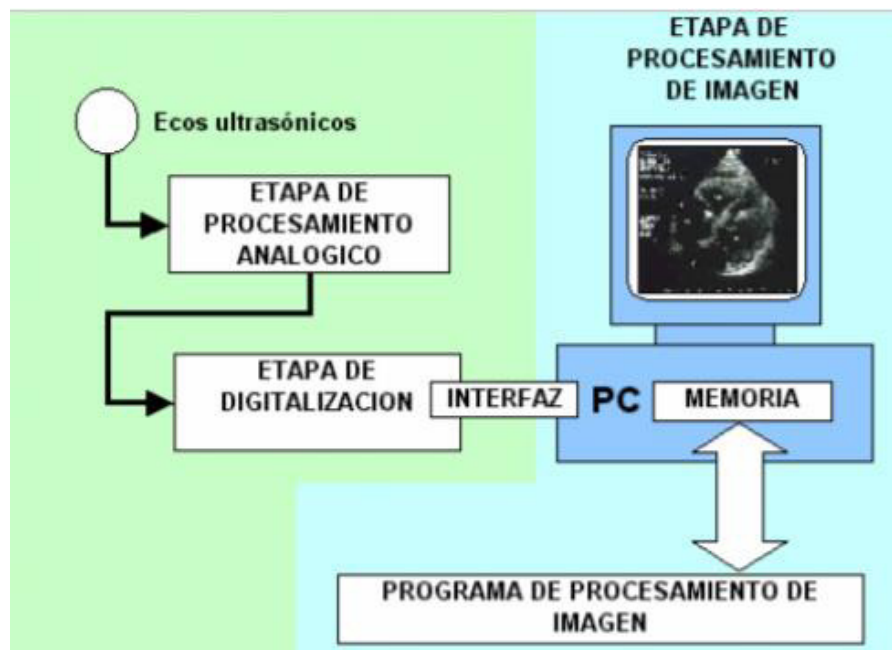


Figura 12: Diagrama de bloques de la Etapa de Procesamiento de la Imagen dentro del Sistema. Fuente: Elaboración propia

- c) Etapa de Procesamiento de Imagen: Mejorar mediante un software la presentación de la Imagen ecográfica para tener una mejor interpretación. El desarrollo del software comprende, el programa de procesamiento elaborado en Visual C++: IECOGRAFO.CPP. Menús: Escala de Grises, Filtros de frecuencia, Filtros espaciales, Detector de bordes, Contraste y Umbral.

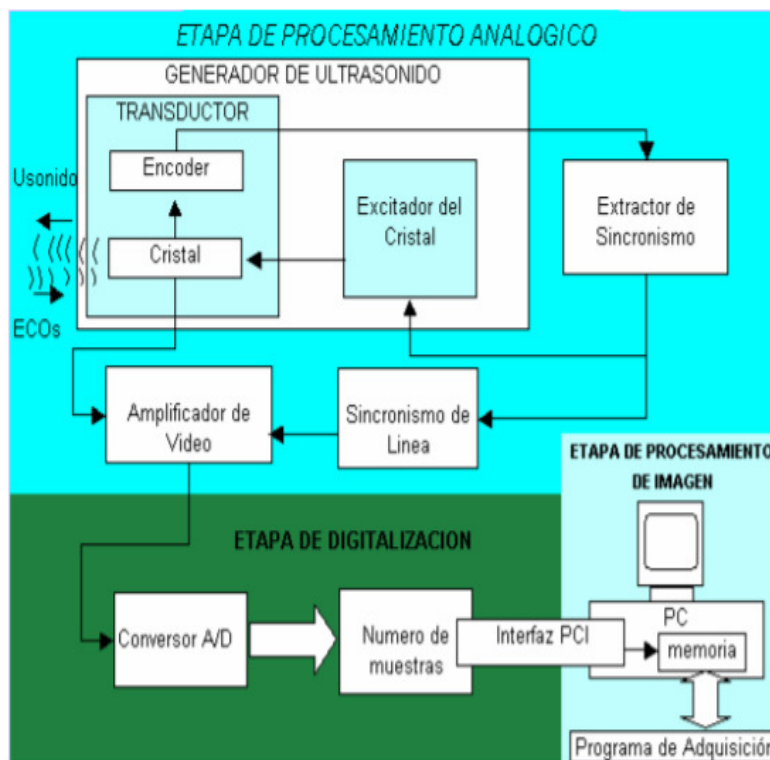
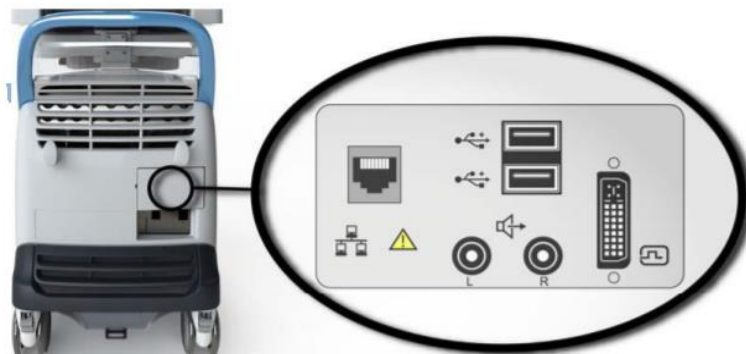


Figura 13: Propuesta para las Etapas del Sistema. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.8 Perspectiva del procesamiento digital de imágenes del ecocardiógrafo: La técnica para el procesamiento de imágenes, tiene gran perspectiva debido a la infinidad de aplicaciones, no solo en medicina, sino también en la industria, el entretenimiento, la seguridad, la agricultura, la investigación espacial, entre otros. El procesamiento de una imagen cualquiera tiene por objetivo, resaltar y mejorar sus características para obtener un resultado final favorable al diagnóstico del paciente, a la calidad de fabricación de partes metálicas, a determinar niveles de líquidos y gases, entre otros. Para ello se utiliza técnicas de realce, bordeado, restauración, suavizado, contraste, histograma, topología, agrandamiento (zoom), coloración y superposición. Cumplen con toda una metodología científica para su aplicación, entre los cuales están el método del dominio espacial (tratamiento a nivel de píxeles) y el método del dominio de la frecuencia (Figura N° 14).



Conectores en el Panel Posterior:

- 2 x USB 2.0 (via HUB)
- Salida de Audio Out L+R
- Salida DVI (monitor externo)
- Puerto Ethernet

Figura 14: Conectores en el Panel Posterior. Fuente: Vivid™ E80/Vivid™ E90/Vivid™ E95 Manual Básico de servicio.

3.4.2.9 Diagrama de Bloques: Los diagramas de bloque están conformadas por tarjetas, que se detallan a continuación:

- Tarjeta transmisora GTX-TLP192, usado en el Vivid E95, contiene 192 canales de transmisión controlados individualmente en una sola tarjeta. La tarjeta GTX proporciona pulsos de transmisión a través del plano frontal (XD BUS) a la tarjeta de relés y luego a los transductores. (Figura N° 15)



Figura 15: Tarjeta Transmisora. Fuente: Vivid™ E80/Vivid™ E90/Vivid™ E95 Manual Básico de servicio.

- Tarjeta Relé (GRLY), la tarea principal de la tarjeta Relé es encaminar los canales del transductor entre la sonda activa y los módulos del Transmisor o Receptor que están activos. Los relés se utilizan para cambiar las conexiones entre los conectores de la sonda activa (Figura N° 16).



Figura 16: Tarjeta Relé Fuente: Vivid™ E80/Vivid™ E90/Vivid™ E95 Manual Básico de servicio.

- Tarjeta receptora: La tarjeta CRX es una tarjeta receptora de ultrasonido, capaz de procesar 192 canales al mismo tiempo. El AFE incluye un amplificador de señal de bajo ruido (LNA), un TGC y un convertidor análogo a digital (A/D), convirtiendo la señal analógica en una secuencia digital de bits (Figura N° 17).

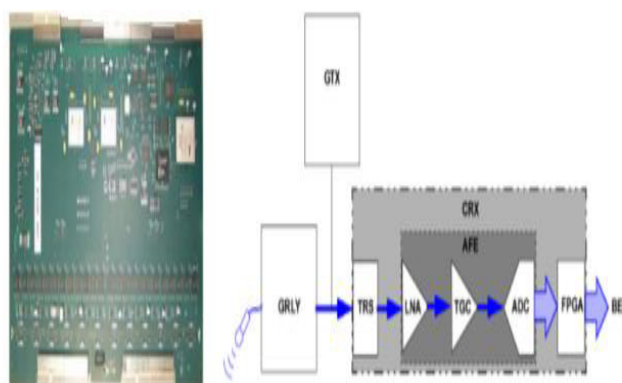


Figura 17: Tarjeta Receptora. Fuente: Elaboración propia.

- Tarjeta del plano frontal: Las dos tarjetas del plano frontal se conectan a los conectores del borde posterior en la tarjeta de relés, la tarjeta GTX y la tarjeta CRX. Las señales a y desde los transductores (vía la tarjeta de relés) son encaminadas vía esas tarjetas (figura N° 18)

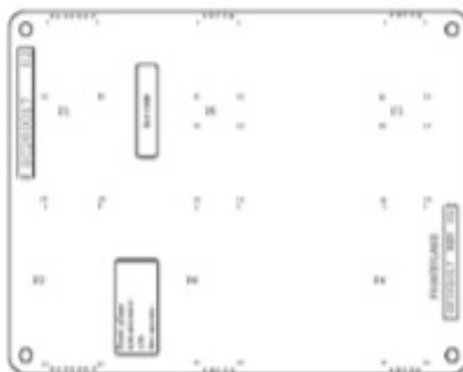


Figura 18: Tarjeta del plano frontal. Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.10 Módulo de energía cSound (CPM): El módulo de energía cSound es una fuente de alimentación DC/DC para la tarjeta CRX, pero también para las secciones digitales de la tarjeta GTX-TLP192. Los ventiladores debajo del estante cSound son también controlados desde el módulo de energía (Figura N° 19)



Figura 19: Módulo de energía cSound (CPM). Fuente: Vivid™ E80/Vivid™ E90/Vivid™ E95 Manual Básico de servicio.

3.4.2.11 Back End Processor (BEP): El BEP recibe los datos de ultrasonido digitalizados desde la tarjeta CRX en el Front End. Realiza la formación del haz, procesa el flujo de color, Doppler, Modo M y cálculos de datos 3D/4D. Para ser capaz de manejar todas las tareas, el BEP tiene dos adaptadores gráficos, donde uno es usado para la formación del haz y otras tareas, y el otro es usado para controlar el monitor. El BEP obtiene energía a través de la fuente de alimentación BEP. La Fuente de alimentación del BEP no maneja voltajes AC. Recibe 48VDC de voltaje de entrada desde la fuente de alimentación principal del equipo (Figura N° 19)

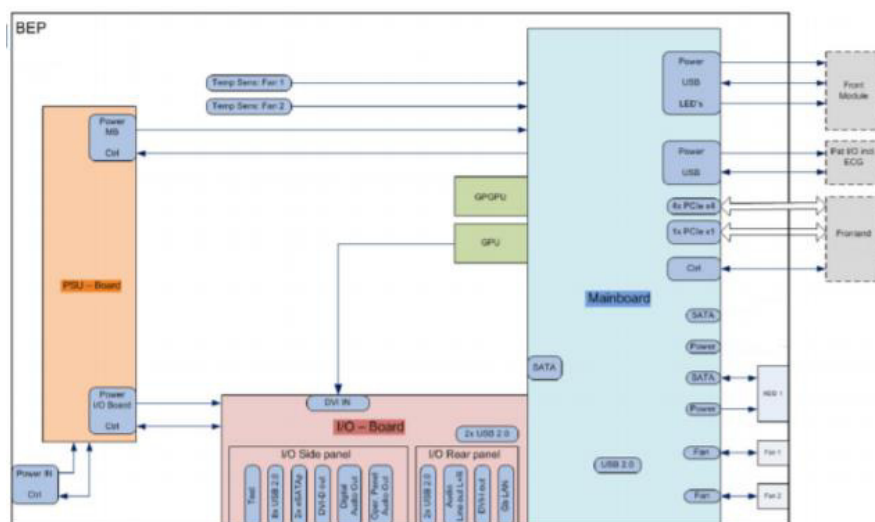


Figura 20: Figura 20: Back End Procesor. Fuente: Vivid™ E80/Vivid™ E90/Vivid™ E95 Manual Básico de servicio.

3.4.2.12 Fuente de alimentación principal del ecocardiógrafo:

La tarea principal de la Fuente de alimentación principal es de aislar galvánicamente el equipo del sistema de energía principal del sitio y de administrar los varios subsistemas internos con voltajes DC sobre +/- 6 VDC. Dos salidas 115 VAC para el uso con periféricos internos, también están incluidos. Energía desde la toma de corriente (100 VAC a 230 VAC, 50/60 Hz) está conectada a la fuente de alimentación principal. La Fuente de alimentación principal entrega los voltajes necesarios para el resto del sistema de ultrasonido.

3.4.2.13 Mantenimiento de equipos biomédicos: Es el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, a fin de prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados, existen tres tipos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los cuales el último es el que debemos reducir o evitar ya que está relacionado directamente con el bajo índice de disponibilidad de los equipos biomédicos. El término “equipo médico” excluye los implantes y los dispositivos médicos desechables o de un solo uso. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

3.4.2.14 Mantenimiento preventivo: Es un conjunto de actividades que tiene como objetivo principal prolongar la vida útil de los equipos biomédicos y mantenerlos en buen estado de funcionamiento. (Organización Mundial de la Salud, 2012). Rodríguez (2010) señala que el programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódica de actividades tales como lubricación, limpieza, ajustes y remplazo de ciertas partes vulnerables. La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos sean confiables y estén disponibles de manera permanente cuando estos sean requeridos para algún procedimiento, eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada, discontinuidad del servicio y la falta de seguridad de los usuarios y pacientes. Según García, (2012, p.59), indica que el mantenimiento preventivo con una buena planificación traerá grandes beneficios a la empresa, entre las diversas ventajas que tiene el mantenimiento preventivo,

La inspección son actividades relacionadas con el control de la calidad y aplican a las diferentes entregas que pueda producir el proyecto (Albertos, 2012, p.22). Este mantenimiento consta de varias fases (Figura N° 20). Este mantenimiento se realiza mediante un plan de mantenimiento, según García, (2012, p.55), el mantenimiento preventivo consiste en el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten continuar su operación de forma eficiente y segura, y así prevenir fallas futuras y paros imprevistos.

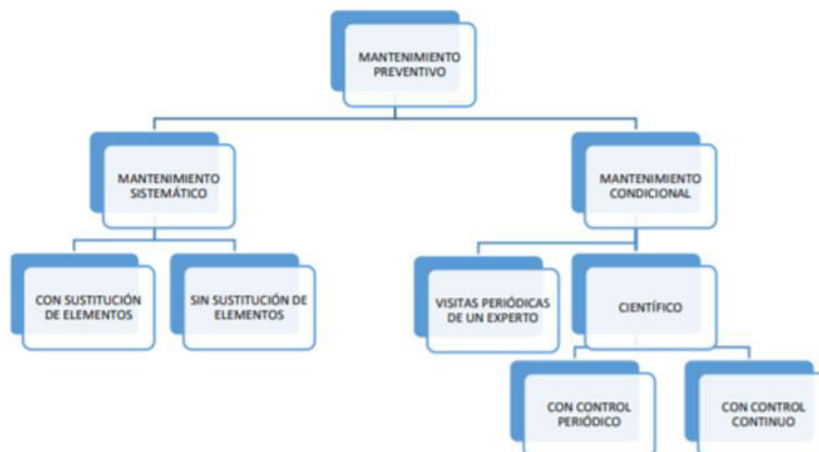


Figura 21: Clases de mantenimiento preventivo. Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.15 Criterios de evaluación de equipos biomédicos: De acuerdo al Ministerio de Salud, establece un primer criterio para la evaluación de los equipos biomédicos con el objetivo de determinar si el bien evaluado requiere mantenimiento preventivo, correctivo o es necesario tramitar su baja mediante la aplicación de criterios técnicos que nos permitan determinar el estado de funcionamiento de los equipos, para lo cual debemos de considerar:

- Obsolescencia tecnológica. Inoperancia del equipo, producido por la antigüedad, los cambios y los avances tecnológicos.
- Reposición. Reemplazo de un activo cuyo estado de conservación es malo, o ha superado su periodo de vida útil, es obsoleto o ha sufrido daños por factores imprevisibles o por condiciones de seguridad que afectan la continuidad de sus operaciones.

3.4.2.16 Productividad: Para García (p.10), la productividad no hace referencia a la cantidad de producción, sino a cómo se han usado todos los recursos o insumos para lograr los resultados esperados.

Fórmula de la productividad:

$$\text{Productividad} = (\text{Producción}) / (\text{Recursos utilizados})$$

Para Cruelles, (2013, p.722), la productividad es una ratio que va medir el grado de aprovechamiento de todos los factores y recursos que intervienen en el proceso de producción. EL aumento de la productividad genera en la empresa menores costos de producción, y esto genera el incremento de la competitividad dentro del mercado. Para García (p.19), la productividad presenta dos variables importantes, eficacia y eficiencia.

- La eficacia es el cumplimiento de todas las metas trazadas en la producción.
- La eficiencia es realizar la producción correctamente utilizando la menor cantidad de recursos.

Tipos de Productividad: Entre los tipos de productividad tenemos: productividad parcial y productividad multifactorial.

- Producción factorial: Es el resultado de la división de la producción final con un solo factor empleado (insumos o recursos).

$$\text{Productividad factorial} = (\text{Producción final}) / (\text{Recurso utilizado})$$

- Producción multifactorial: Es el resultado de dividir la producción final con varios factores o recursos utilizados, éstos pueden ser: trabajo, capital, mano de obra, etc.

$$\text{Producción multifactorial} = (\text{Producción final}) / (\text{Recursos utilizados})$$

Factores que intervienen en la productividad: Para mejorar la productividad de una empresa, no basta con cumplir los objetivos programados, sino, hacerlas de la mejor manera posible. En el proceso de producción intervienen algunos factores que hacen posible el desarrollo de ésta. Los factores que intervienen son:

- Factores Internos (no controlables)
- Factores Externos (controlables)

Control de la Productividad:

Con el control de la productividad se podrán identificar y cuantificar las causas y por ellos, podrán ser atacadas. Causas que sin herramientas pasarían desapercibidas ya que no hay un desglose. Pérdidas de tiempo endémicas y reiteradas durante años y por las cuales no hay ninguna reacción, saldrán a la luz generando todo tipo de quejas y propuestas de mejora una vez implantado el control de la productividad. Las pérdidas de tiempo están asignadas siempre a alguna causa y cada causa tiene un responsable". (Cruelles,2013, p722)

3.5 Procedimiento

3.5.1 Población y Muestra:

El presente trabajo de investigación estuvo representado por una población de 5 equipos de ecocardiografía, distribuidos en los servicios de UCI, Cardiología no invasiva, Unidad de cuidados críticos agudos, Cardiología Intervencionista adulto y pediátrico.

3.5.2 Técnicas e Instrumentos:

3.5.2.1 Técnicas: Para el presente trabajo, se usará la técnica de observación, porque los datos se obtienen a través de los registros diarios que serán realizados por las operaciones de las máquinas. Valderrama (2013), (194pp.) dice que la observación es el registro mediante un sistema, confiable sobre todos los comportamientos y situaciones que se pueden observar a través de un conjunto de dimensiones e indicadores.

3.5.2.2 Instrumentos: Bernardo y Calderero (2012), consideraron que: "los instrumentos son un recurso del que puede valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información". Para el presenta trabajo se utilizó una ficha de observación. Es una técnica

en la cual se registran datos, que servirán para analizar los indicadores, con el objetivo de realizar mejoras. Los instrumentos que se emplearon son: Ordenes de trabajo de mantenimiento para el mantenimiento y la producción de ecografías empleadas para la evaluación de la operatividad. Este instrumento tiene confiabilidad y validez porque ha sido aprobado por la oficina de calidad del INCOR

3.5.3 Procedimientos de recolección datos

Antes de realizar el mantenimiento a cada uno de los ecógrafos, se realizó el diagnóstico situacional de los equipos de ultrasonido, mediante las siguientes fases

3.5.3.1 Fase 1: Actualización del inventario físico

Se realizó un recorrido por el Instituto Nacional Cardiovascular con el objetivo de conocer las infraestructuras y conocer los principios de funcionamiento, luego se solicitó el inventario físico para llevar a cabo la siguiente actividad.

Recolección de información y documentación del inventario de equipos médicos del área de ecografía. Inicialmente el técnico me informó mediante el inventario la vida útil de los ecógrafos con el propósito de actualizar la información recibida, se utilizó la nomenclatura de dispositivos médicos ECRI (Universal Medical Device Nomenclature System).

3.5.3.2 Fase 2: Establecimiento del inventario para el mantenimiento: Se estableció las siguientes pautas, funcionamiento del equipo, aplicación técnica, requerimiento de mantenimiento, condiciones del equipo.

3.5.3.3 Fase 3: Evaluación y verificación para los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos: Los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo son útiles para evaluar y verificar el mantenimiento de los equipos.

Asimismo, la evaluación, verificación y rediseño de los procedimientos para la inspección y mantenimiento preventivo.

El Instituto Nacional Cardiovascular cuenta con un documento de metodología de mantenimiento de los ecocardiógrafos (Anexo N° 1).

3.5.3.4 **Diagnostico situacional de los ecocardiógrafos:**

Previamente a la realización del trabajo de investigación y para la selección de la muestra se realizó el diagnóstico situacional se recolectó la información detallada y actualizada de cada ecocardiógrafos relacionada al funcionamiento de los equipos instalados en las diferentes aéreas los cuales fueron evaluados teniendo en cuenta los criterios técnicos de evaluación.

La información se detalla en la Tabla N° 1

Tabla 1. Detalle de los equipos de ecocardiógrafo del Instituto Nacional Cardiovascular

N°	Ecocardiógrafo Marca	Referencia	Año de ingreso	Frec. Mantenimiento	Servicio	Operatividad
				(Veces/año)		
1	Philips	Eco 1	2015	1	Cardiología Intervencionista adulto y pediátrico, Uci cardiología	activo
2	Philips	Eco 2	2015	1	Cardiología no Invasiva, Hospitalización	activo
3	Philips	Eco 3	2015	1	Cardiología no Invasiva, Uci cirugía cardiaca	activo
4	Philips	Eco 4	2015	1	Cardiología no Invasiva	activo
5	Philips	Eco 5	2015	1	Unidad de cuidado cardiaco agudo	activo

Fuente: elaboracion propia

Del total de los 5 equipos biomédicos evaluados se tiene que los 5 están operativos.

3.5.3.5 Antigüedad del ecocardiógrafos hospitalarios: Se revisaron los expedientes técnicos de los equipos para constatar el año de fabricación y determinar la antigüedad del equipo.

Tabla 2. Antigüedad del equipamiento en rango de años

Rango en años		
(0-5 años)	(5-7 años)	(mayor de 7 años)
0	5	0

Fuente: elaboracion propia

Se observa que el total de los ecocardiógrafos tienen una antigüedad mayor de 05 años, pero menor de 07 años.

3.5.3.6 Procedimientos para el mantenimiento preventivo:

Para realizar un mantenimiento preventivo en el INCOR debe considerarse los siguientes pasos establecidos en el flujograma del Instituto: (Anexo N° 2)

- Obtener la solicitud de la orden de trabajo.
- Obtener el protocolo de mantenimiento preventivo.
- Ver la disponibilidad del equipamiento.
- Prueba del funcionamiento.
- En caso de mal funcionamiento llevar el equipo al taller.
- Realizar la prueba de productividad.
- Realizar el mantenimiento preventivo el cual dependerá si el equipo presenta avería o no.
- Regreso del equipo
- Mostrar el funcionamiento del equipo ante el jefe del Servicio.
- Reportar el trabajo al jefe de mantenimiento.
- Terminar la tarea y archivar el OT.

Asimismo, el INCOR cuenta con un programa anual de mantenimiento detallado para el año 2021 (anexo N° 3), donde se observa los meses del mantenimiento preventivo.

3.5.3.7 Ficha técnica de los equipos:

En el plan de mantenimiento debe estar incluido la ficha técnica de cada ecógrafo para que se pueda realizar el mantenimiento, en esta ficha debe estar registrado toda la información de las máquinas como: nombre de la máquina, marca, modelo, frecuencia del mantenimiento, código patrimonial, ejecutor, firma.

3.5.3.8 Solicitud de mantenimiento

La solicitud de mantenimiento se realiza antes del procedimiento, en algunos casos va dirigida a los jefes de servicio (Anexo N°4)

3.5.3.9 Cartilla de Control de mantenimiento:

Es una ficha de registro donde se lleva a cabo las fechas de realización del mantenimiento preventivo de los ecocardiógrafos (Figura N° 21)


CARTILLA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
EQUIPO:				
MARCA:		ETIQUETA:		
MODELO:		FRECUENCIA (meses):		
N° OTM	FECHA DE EJECUCIÓN	EJECUTOR	ESTADO	V° B°

Figura 22: Cartilla de Control de Mantenimiento Fuente: INCOR

3.6 Resultados de la actividad

La presente investigación tuvo como finalidad aplicar un mantenimiento preventivo y ver su influencia en la producción. Previo al mantenimiento preventivo de los ecocardiógrafos se obtuvo la producción de cada equipamiento según el número de exámenes por servicio donde se brinda el

servicio. Se detalla la producción de las ecocardiografías, con diferentes equipos y áreas de uso durante los meses de octubre y noviembre del 2020, antes del mantenimiento preventivo (Tabla N° 3, 4, 5).

Tabla 3. Producción según área de trabajo del Ecógrafo 1 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020

AREA	NUMERO DE EXAMENES
Cardiología	
Intervencionista adulto y pediátrico,	336
Uci cardiología	155
Total	491

Fuente: elaboracion propia

Con el Eco 1, se ha realizado una producción de atenciones de 491, durante los meses de octubre y noviembre, con mayor producción en cardiología Intervencionista adulto y pediátrico (Tabla N°3).

Tabla 4. Producción según área de trabajo del Ecógrafo 2 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020

AREA	NUMERO DE EXAMENES
Cardiología no Invasiva	370
Hospitalización	162
Total	532

Fuente: elaboracion propia

Con el Eco 2, se ha realizado una producción de atenciones de 532, durante los meses de octubre y noviembre, con mayor producción en cardiología no invasiva (Tabla N°4).

Tabla 5. Producción según área de trabajo del Ecógrafo 3 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020

AREA	FACTURADOS
Cardiología no Invasiva	363
Uci cirugía cardiaca	187
Total	550

Fuente: elaboracion propia

Con el Eco 3, se ha realizado una producción de atenciones de 550, durante los meses de octubre y noviembre, con mayor producción en cardiología no invasiva.

Tabla 6. Producción según área de trabajo del Ecógrafo 4 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020

AREA	FACTURADOS
Cardiología no Invasiva	440
Total	440

Fuente: elaboracion propia

Con el Eco 4, se ha realizado una producción de atenciones de 440, durante los meses de octubre y noviembre.

Tabla 7. Producción según área de trabajo del Ecógrafo 5 Philips Epiq 7C durante el periodo 01/10/2020 al 30/11/2020

AREA	FACTURADOS
Unidad de cuidado cardiaco agudo	238
Total	238

Fuente: elaboracion propia

Con el Eco 5, se ha realizado una producción de atenciones de 238, durante los meses de octubre y noviembre.

Tabla 8. Producción total de Ecografías realizadas durante octubre y noviembre

Ecógrafos	MES	
	Octubre	Noviembre
Eco 1	261	230
Eco 2	245	287
Eco 3	237	313
Eco 4	256	184
Eco 5	124	114
Total	1123	1128

Fuente: elaboracion propia

De la tabla 8: Se observa que el ecógrafo que los más es utilizados son el ECO 3 y el ECO 2 con una producción de 24% (1082), seguido del ECO 1 con 22% (491) y por último el ECO 5 11% (238).

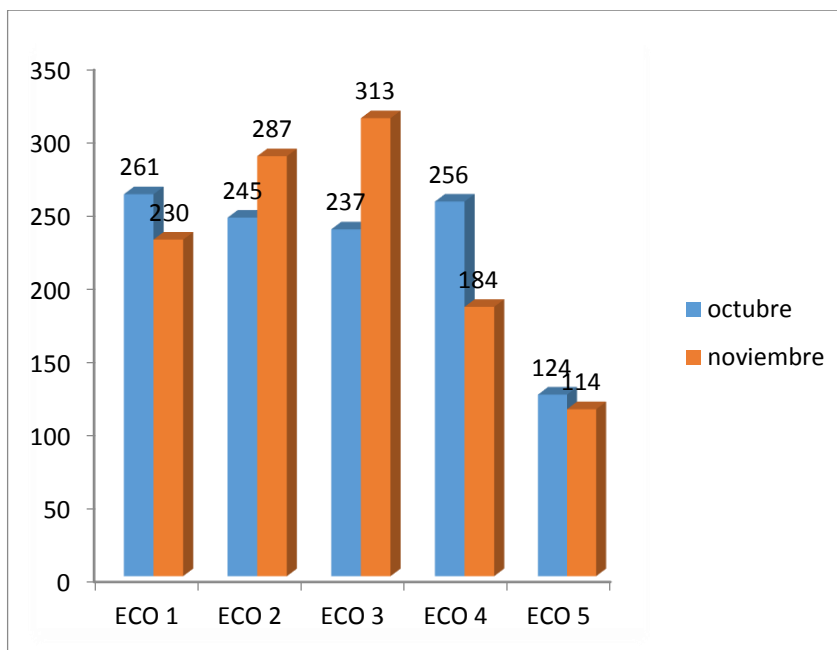


Figura 23 Producción de las ecografías de octubre y noviembre del área de cardiología no invasiva 2020. Fuente: elaboracion propia

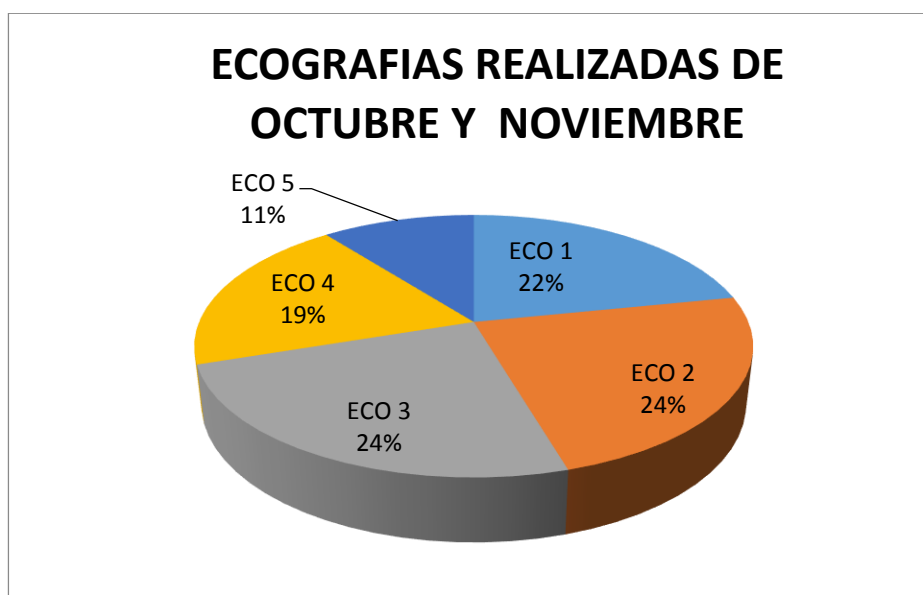


Figura 24. Porcentaje de ecografías realizadas de octubre y noviembre del área de cardiología no invasiva 2020. Fuente: elaboracion propia

Después de haber aplicado Mantenimiento Preventivo a los 5 ecógrafos en el mes de diciembre, tenemos los siguientes resultados:

Producción: ecografías realizadas en los meses de enero y febrero.

Tabla 9. Producción de ecografías después del mantenimiento

MES	PRODUCCIÓN				
	ECO 1	ECO 2	ECO 3	ECO 4	ECO 5
Enero	304	383	377	270	220
Febrero	244	295	353	194	135
Total	548	678	730	464	355

Fuente: Elaboración propia

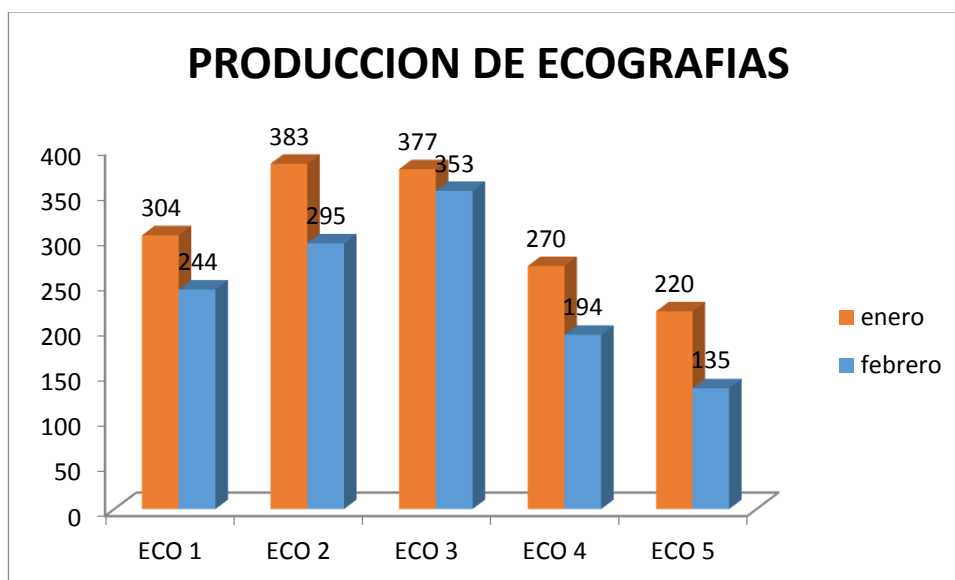


Figura 25. Producción de las ecografías de los diversos ecógrafos después del mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

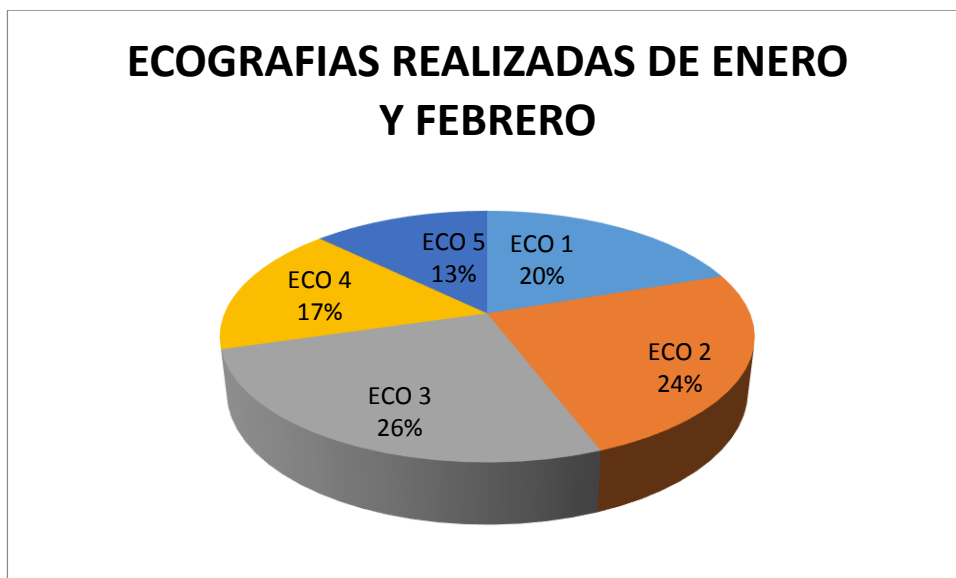


Figura 26. Producción de las ecografías después del mantenimiento del área de cardiología no invasiva. Fuente: Elaboración propia

De la tabla 09 se observa que el ecógrafo que más es utilizado es el ECO 3, ha incrementado su producción en dos meses, con 26% (730), seguido del ECO 2 es 24% (678), luego está el ECO 1 con 20% (548), el ECO 4 con 17% (464) y por último el ECO 5 13% (355).

Con los resultados obtenidos, se demuestra que es posible realizar una correcta implementación de mantenimiento de los equipos de ultrasonido en el Instituto Nacional Cardiovascular, 2020.

3.7 Procedimiento de Verificación

Como parte final del mantenimiento preventivo se realizan unas pruebas de verificación con la finalidad de garantizar la confiabilidad del ecocardiógrafo, usamos para esto el fantoma CIRS modelo 040GSE.



Figura 27. Fantoma Cirs 040GSE. Fuente: Elaboración propia

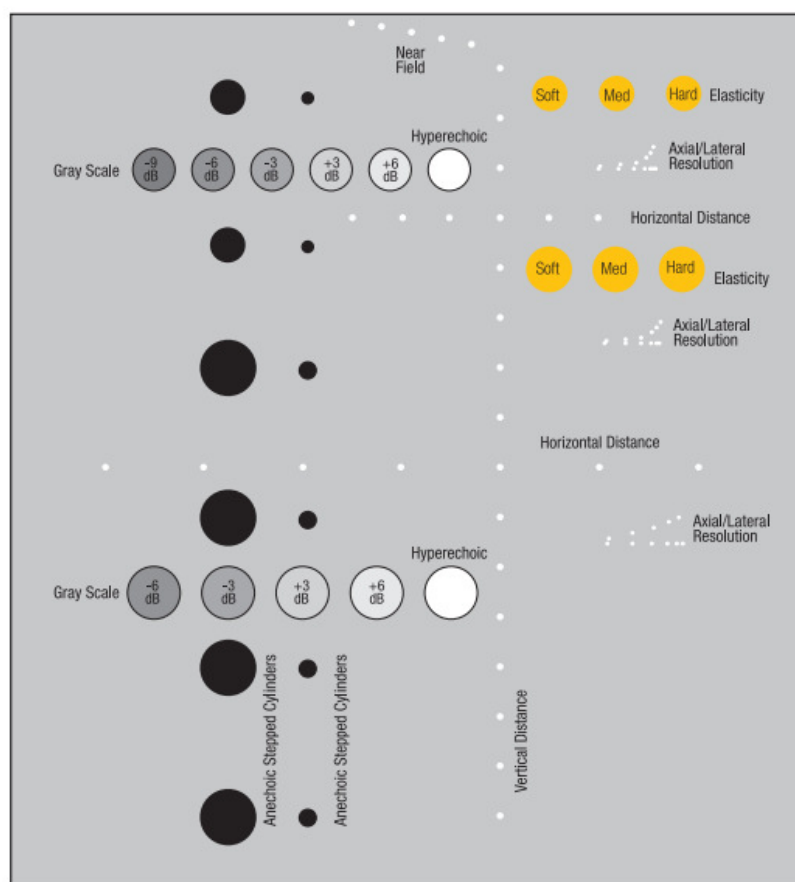


Figura 28. Parte frontal del fantoma Cirs 040GSE. Fuente: <https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2021/09/040GSE-DS-093021.pdf>

DIMENSIONS	17,8 cm x 12,7 cm x 20,3 cm (7" x 5" x 8")
PHANTOM WEIGHT	11 lbs. (4.1 kg)
HOUSING MATERIALS	ABS Plastic
MEMBRANE	Saran-based laminate
TISSUE-MIMICKING MATERIAL	Zerdine® solid elastic hydrogel

ZERDINE® PROPERTIES

Freezing point:	0° C
Melting point:	Above 100° C
Speed of Sound:	1540 m/s
Attenuation:	Low: 0.7 dB/cm/mHz; High: 0.95 dB/cm/mHz
Other:	Compatible with harmonic imaging

VERTICAL DISTANCE GROUP

Number of targets:	16
Wire diameter:	100-micron, nylon monofilament
Depth range:	1 to 16 cm
Spacing:	10 mm

HORIZONTAL DISTANCE GROUP

Number of groups:	2
Wire:	100-micron, nylon monofilament
Depths:	4 & 9 cm
Number of Targets:	6 & 7 respectively
Spacing:	10 & 20 mm respectively

NEAR FIELD GROUP

Number of targets:	5
Wire Diameter:	100 microns
Depth range:	1 to 5 mm
Distance b/w Targets:	1 mm

ELASTICITY TARGETS

Group 1:	1.5 cm deep, Ø 6 mm
Group 2:	5 cm deep, Ø 8 mm
Elasticity*:	Soft, medium & hard
Grayscale Contrast:	-3 db with respect to background

MODEL 040GSE INCLUDES

QTY	COMPONENT DESCRIPTION
1	Multi-Purpose, Multi-Tissue Ultrasound Phantom
1	Detachable Protective Cover
1	Detachable Water Well (1cm deep)
1	Detachable Endocavity Well
1	Carry Case
-	48-Month Warranty
-	User Guide
-	Certificate of Compliance

AXIAL-LATERAL RESOLUTION GROUPS

Wire diameter: 80 microns

Group 1&2 Depths:	3 & 6.5 cm
Axial separation:	4, 3, 2, 1, 0.5 & 0.25 mm
Lateral separation:	4, 3, 2, 1, 0.5 & 0.25 mm

Group 3 Depths:	10,5 cm
Axial separation:	5, 4, 3, 2 & 1 mm
Lateral separation:	5, 4, 3, 2 & 1 mm

ANECHOIC STEPPED CYLINDERS

Number of targets:	12
Diameter of targets:	1.3, 2.0, 3.0, 4.5, 6.7 & 10.0 mm
Depth of Targets:	1.5, 4.5, 7.0, 10.0, 13.0, 16.0 cm
Contrast:	Anechoic, Cyst-like

GRAY SCALE TARGETS

Group 1:	3 cm deep, Ø 8 mm
Contrast:	-9 dB, -6 dB, -3 dB, +3 dB, +6 dB & > +15 dB with respect to background
Group 2:	11.5 cm deep, Ø 10mm
Contrast:	-6 dB, -3 dB, +3 dB, +6 dB & > +15 dB with respect to background

Figura 29. Especificaciones técnicas del fantoma Cirs 040GSE. Fuente:

<https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2021/09/040GSE-DS-093021.pdf>

Este fantoma está compuesto de hidrogel Zerdine contiene objetivos de la escala de grises y permite el trabajo con los transductores que van de 2 MHz a 15MHz. Contiene dos zonas de atenuación (una para alta atenuación y otra para baja atenuación) para usar la mayor variedad de tipos de transductores.

Colocando el gel directamente al transductor y luego colocarlo dentro de la superficie de exploración procedemos a realizar las pruebas de uniformidad y al terminar limpiar la superficie del transductor



Figura 30. Modo de uso del fantoma. Fuente: Elaboración propia

3.7.1 Prueba de Uniformidad

Para esta prueba alienamos la sonda de tal manera que los objetivos del fantoma se vean lo más claro posible, luego ajustando la ganancia, TGC, etc, finalmente congelamos la imagen y luego observaremos si los objetivos se están mostrando con la misma intensidad.



Figura 31. Uniformidad. Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Prueba de Profundidad

Se realiza alineando la sonda de manera que los objetivos verticales se muestren y ajustando la ganancia, TGC, etc hasta que los objetivos muestren un nivel de intensidad máxima, luego medir la distancia entre la superficie y el último de los ecos que se puede observar.

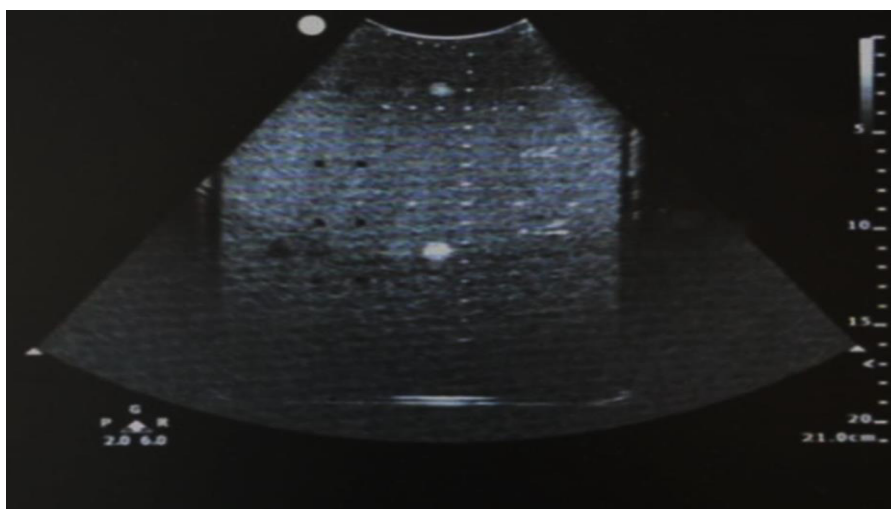


Figura 32. Profundidad. Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Medida de distancia vertical

Sin presionar mucho la sonda ajustamos la configuración como son el TGC, ganancia, etc. para que los objetivos verticales se vean lo mejor posible, luego congelamos la imagen para poder realizar las medidas entre objetivos y hacer la comparación con las distancias bases.



Figura 33. Distancia Vertical. Fuente: Elaboración propia

3.7.4 Medida de distancia horizontal

Sin presionar mucho la sonda ajustamos la configuración como son el TGC, ganancia, etc para que los objetivos horizontales se vean lo mejor posible, luego congelamos la imagen para poder realizar las medidas entre objetivos y hacer la comparación con las distancias bases.

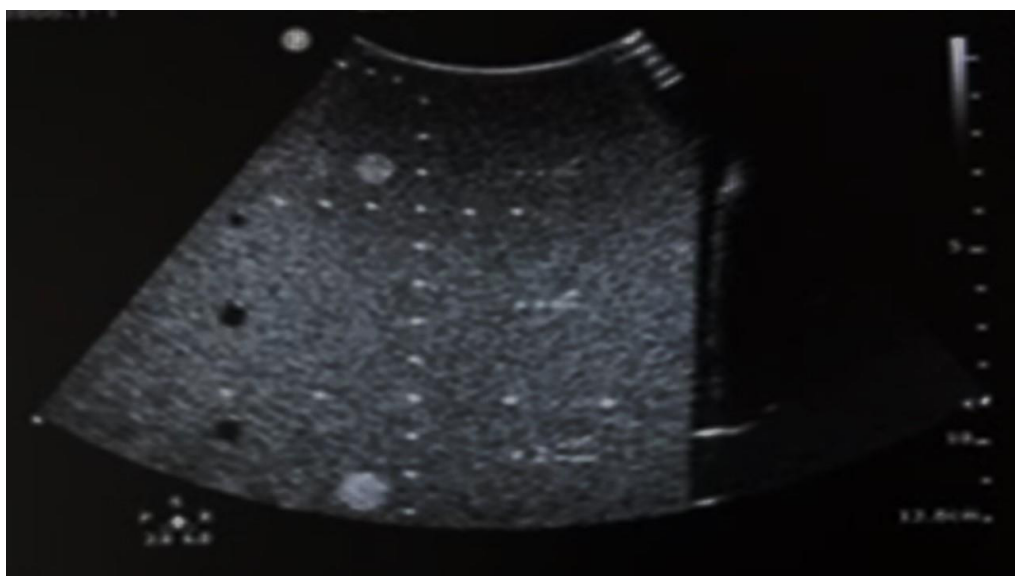


Figura 34. Distancia horizontal. Fuente: Elaboración propia

3.7.5 Prueba de zona muerta

Colocar el transductor encima del objetivo de campo cercano, ajustando la configuración de TGC, ganancia, etc. Para que los objetivos se vean lo mejor posible luego se observa cuantos objetivos se ven y cuantos no se logran ver luego se hace la diferencia de los dos y el resultado es la distancia de zona muerta.

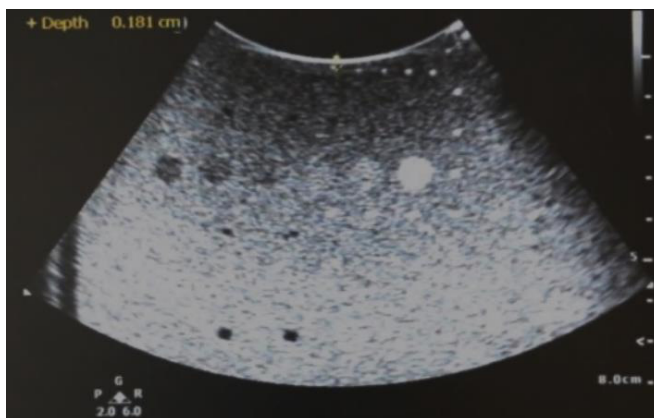


Figura 35. Zona muerta. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV CONCLUSIONES

4.1 Justificación

En la actualidad, los hospitales son un soporte fundamental en la salud de las personas, debiendo brindar un servicio efectivo en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, tanto en los servicios de consultorio como los servicios de emergencia.

En todos los centros de sanitarios de nivel I-II existe desconocimiento del plan preventivo de los equipos biomédicos, o es que por falta de recursos no se cuenta con personal adecuado para el mantenimiento de los equipos, sabiendo que con un buen mantenimiento y/o inspección de dichos equipos se podría detectar a tiempo el deterioro de los mismos. Donis (2011, México), realizó una investigación donde determino las causas que ocasionan el deterioro y desgaste prematuro de los equipos biomédicos, encontró que la implementación de un programa de mantenimiento predictivo disminuye los costos de operación, reduce los tiempos de parada de los equipos, mejora la calidad del servicio y genera un beneficio económico de un 100% aproximadamente. Otro estudio a nivel local, Tena (2009) sobre el plan de mantenimiento preventivo del equipamiento biomédico, con el objetivo de mejorar las atenciones, teniendo un mantenimiento preventivo, con el fin de minimizar los costos de reparación; además se propone que dichos ahorros sean destinados a la adquisición de herramientas y equipos para implementar el servicio de mantenimiento a fin de mejorar la efectividad en el soporte tecnológico de los equipos biomédicos.

Nepo-Linares & Velásquez (2016) afirman que en el Acuerdo Nacional demandó, en el documento “Los Objetivos de la Reforma de Salud”, la necesidad de rediseñar, ampliar y fortalecer la red de atención integrada de

emergencias y urgencias, dotándola de medios suficientes y no poner en riesgo la vida o integridad de los pacientes.

4.2 Metodología Aplicada

4.2.1 Evaluación Económica

En este informe se evalúa el costo por mantenimiento preventivo realizado por la empresa contratada por licitación y por el personal biomédico.

Tabla 10. Costo por Mantenimiento

Personal a Cargo del Mantenimiento	Costo por Mantenimiento
Empresa contratada por licitación	S/.10344.44
Personal biomédico	S/.131.43

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Evaluación Técnica

Usando un enfoque técnico podemos mejoras al momento de realizar el mantenimiento preventivo

4.3 Descripción de la Implementación

Para realizar la implementación de este mantenimiento preventivo, primero se toma en cuenta la productividad actual de cada equipamiento en las diversas áreas de trabajo donde funcionan los mismos. Este dato es obtenido de las órdenes de mantenimiento y del mismo ecocardiógrafo al ser examinados previamente a que se le realice el mantenimiento preventivo.

Estos equipos cuentan ya con un plan de mantenimiento a ejecutar, pero optamos por realizar modificaciones de este plan tomando en cuenta el tiempo de vida de cada equipo y la carga laboral que estará sometido según el servicio y examen que realice.

Posteriormente hemos realizado la medición de la nueva producción del equipo.

Toda esta implementación está enmarcada en los lineamientos de mantenimiento que tiene el área del INCOR.

4.4 Conclusiones

Una correcta implementación se realiza contrastando información de todas las fuentes, sean las de fabricante y las del solicitante.

El UPS como el transformador de aislamiento son importantes al momento de usar el equipo ya que lo protegen tanto de las subidas de tensión como de las corrientes parasitas.

Así mismo se determinó que mantener el inventario actualizado de los equipos biomédicos, elaboración de fichas técnicas y registros históricos son factores determinantes en la toma de decisiones en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.

Se obtiene un buen resultado con el mantenimiento preventivo de los ecógrafos a un 95%, logrando la aprobación del supervisor de turno.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los mantenimientos preventivos de forma adecuada y no esperar mucho tiempo, para que los equipos trabajen adecuadamente.
- Se recomienda la implementación de un check list quincenal con el fin de ver el estado de filtros y memorias internas con el fin de evitar fallas en el software.
- Se recomienda que el equipo este en un ambiente cuya temperatura este entre los 10 a 35 °C y con limites de humedad de 30 a 85% sin condensación.
- Se recomienda realizar capacitaciones al usuario con el fin de evitar malas manipulaciones que conlleve a alguna avería en el equipo.

CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA

Astete, R y Palomino, F. (2016). *Plan de Mantenimiento Preventivo Bajo los Lineamientos de la OMS de los Equipos Biomédicos de las Unidades Críticas del Hospital Regional del Cusco 2016*. (Tesis de pregrado, Universidad Andina del Perú). Recuperado de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/834>

Baca Huamani, P. W., & García Bereche, J. G. (2015). *Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para Equipos Biomédicos De Emergencia Y Áreas Críticas De Un Hospital De La Región Lambayeque, 2015*. (Tesis Pregrado, Universidad César Vallejo). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8869>

Bernardo, J y Calderero, J. (2000). *Aprendiendo a Investigar en educación*. Madrid: Ediciones Rialp. Recuperado de <http://creson.edu.mx/Bibliografia/Licenciatura%20en%20Educacion%20Preescolar/Repositorio%20Investigacion%20educativa/Aprendiendo%20a%20Investigar%20en%20Educacion.PDF>

Centeno (2015). *Análisis de los Procesos de Mantenimiento de Equipos y su Incidencia en el Adecuado Funcionamiento de los Mismos en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro*. (Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Milagro). Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/2556/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LOS%20PROCESOS%20DE%20MANTENIMIENTO%20DE%20EQUIPOS%20Y%20SU%20INCIDENCIA%20EN%20EL%20ADECUADO%20FU.pdf>

- Corcino Pastor, E. F. (2018). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la planta comercial de la empresa San Fernando, Lurín 2018*. (Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo). Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31964>
- Cruelles, J.A. (2012). *Productividad e Incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=keXDrXAU5YYC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Doniz, A. (2011). *Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédica en el Instituto Mexicano del Seguro Social*. (Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de Tula-Tepej). Recuperado de <https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/62A.pdf>
- García Placencia, O. (2012). *Gestión Moderna del mantenimiento Industrial*. Ediciones de la U. https://kupdf.net/download/gesti-oacute-n-moderna-del-mantenimiento-industrial-versi-oacute-n-1-oliverio-garc-iacute-a-p-2012_58c327a7dc0d60614733902f_pdf
- Gutiérrez Serna, M. D. (2017). *Propuesta de mantenimiento preventivo del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicios, Callao, 2017*. (Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo) Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28079>
- EsSalud (2018). *Uso Básico de los Equipos Biomédicos*. Recuperado de http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/tecnologias_sanitarias/boletin_tecnologico_001_2018.pdf
- Ferreres, V y Gonzales, Á (2006). *Paradigmas Positivista y Pospositivista*, Pp 2. Recuperado de <https://vdocuments.site/paradigmas-positivista-y-postpositivista.html>
- Nepo-Linares, E., & Velásquez, A. (2016). El acuerdo nacional como espacio de consenso para la definición de los objetivos de la reforma de salud y establecer políticas de salud en el Perú. *Revista Peruana de Medicina*

Experimental y Salud Publica, 33(3), 540-545.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.333.2331>

OMS (2012). Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44824/9789243501369_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*, Pp 4-5. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pineda, C., Macías, M., Bernal, A. (2012). Principios físicos básicos del ultrasonido. *Revista Investigación en Discapacidad*,1(1): 25-34. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdis/ir-2012/ir121e.pdf>

Pérez, J. J. P., Richard, C., & Nguyêñ, V.-A. (2002). Predicción de las pérdidas y la eficacia de un transductor piezocomposite 1-3 mediante un método de homogeneización parcial. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 41(1), 171-176. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3083038>

Pérez (2013). *Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos Biomédicos en la sección Físicoquímica del Laboratorio de Salud Publica perteneciente al Instituto departamental de salud de Nariño*. (Tesis de Pregrado, Universidad de Nariño). Recuperado de <https://docplayer.es/56698637-David-alexander-perez-ortega.html>

Sánchez - Rodríguez, Ángel. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 13(2),72-78. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225115200008>.

- Rodríguez, F (2016). *Gestión de un programa de mantenimiento de los equipos biomédicos en el servicio de emergencia-uci del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2016*. (Tesis de Maestría, Universidad Cesar Vallejo). Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23631/Flores_RW.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tadia, V. K., & Kharate, S. (2020). A comprehensive study on the maintenance of medical equipment at tertiary care hospital in India. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 8(2), 464-469. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20200034>
- Tena, L. (2009). Plan de mantenimiento preventivo del equipamiento biomédico [versión electrónica]. Hospital de San Juan de Lurigancho. Recuperado de <http://www.hospitalsjl.gob.pe/ArchivosDescarga/Transparencia/PlanMantenimiento.pdf>
- Valderrama, S (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Lima: Editorial San Marcos. Recuperado de <http://biblioteca.ulasamericas.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=88>
- Vargas, A., Amescua-Guerra, L. M., Bernal, M. A., & Pineda, C. (2008). Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. *Acta Ortopédica Mexicana*, 22(6), 361-373. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=19129>

**CAPITULO VII
ANEXOS**

**ANEXO N° 1
DOCUMENTO DE METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO DE
ECÓGRAFOS.**



**ANEXO 2
METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO DE
ECOGRAFOS**

Código: PIC+IH - 01

Página: 1 de 2

1. OBJETIVO

Orientar las condiciones básicas para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de la cobertura.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es fuente de consulta y aplicación para la realización del mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo de los ecógrafos

3. RESPONSABILIDADES

3.1 Es de responsabilidad del Jefe del Departamento de Mantenimiento:

- 3.1.1 Verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento de acuerdo a lo solicitado.
- 3.1.2 Elaborar el programa de mantenimiento anual de los equipos e instalaciones

3.2 Es de responsabilidad del ingeniero responsable:

- 3.1.1 Ejecutar el programa de mantenimiento.
- 3.1.2 Realizar el control del servicio que se brinda al cliente, de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- 3.1.3 Informar mensualmente al Departamento de Mantenimiento sobre las gestiones realizadas en el servicio a su cargo.

3.3 Es de responsabilidad de los técnicos de mantenimiento:

- 3.3.1 Realizar y ejecutar las actividades de mantenimiento descritas en el programa de mantenimiento.
- 3.3.2 Cumplir con las recomendaciones de reparación descritas en los manuales de mantenimiento y/o técnico de los equipos indicados por el fabricante.

4. Terminología.

- 4.1 **Mantenimiento preventivo:** Consiste en inspecciones, ajustes, verificaciones metrológicas etc., actividades que se ejecutan sobre el equipamiento de manera programada y periódica.
- 4.2 **Mantenimiento correctivo:** Está orientado a reparar una falla que se presenta en el equipo de manera inesperada.
- 4.3 **Orden de trabajo de mantenimiento:** Es el documento a través del cual se solicita una actividad de mantenimiento sobre un equipo o instalación.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Revisión:
----------------	---------------	---------------	-----------

	ANEXO 2 METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO DE ECOGRAFOS	Código: PIC+IH - 01 Página: 2 de 2
---	---	---------------------------------------

5. DESARROLLO

N° ACT	RESPONSABLE	(1) ACTIVIDAD	FORMATO
1	Dpto. Mantenimiento.	Programación de actividades ,frecuencia y cronograma y lugar de ejecución de mantenimiento	
2	Usuario/cliente	Solicitud de OTM y entrega del bien para la ejecución del mantenimiento	
3	Usuario/cliente	Verificación del estado del bien	
4	Servicio/Ing. Residente	Ejecución de la actividad de mantenimiento	
5	Servicio/Ing. Residente	Llena la orden de trabajo de mantenimiento y entrega el bien	
6	Usuario	Verificación del bien	
	Instructivo 1	Limpieza desinfección del equipo	
	Instructivo 2	Verificación físico y funcional	
	Instructivo 3	Limpieza de etapas	
	Instructivo 4	Evaluación de componentes (Ver diagama de flujos de preventivo, correctivos, predictivo)	
	Instructivo 5	Determinar tipo de atención del mantenimiento (P,)	Formato preventivo
		Determinar tipo de atención del mantenimiento (P, C, Predict)	Formato Mantto correct.
		Determinar tipo de atención del mantenimiento (P, C, Predict)	Form. Predictivo
7	Ing. Responsable tecnico	Preparación del informe de actividades de mantenimiento.	
8	Jefatura Mantenimiento	Monitoreo y supervisión de la ejecución de los servicios	
9	Servicio/ Ing. Residente	Conformidad del servicio ejecutado en el mes	
	Fin		

ANEXO N° 2

DIAGRAMA DE PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO, DOCUMENTO DEL INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR.

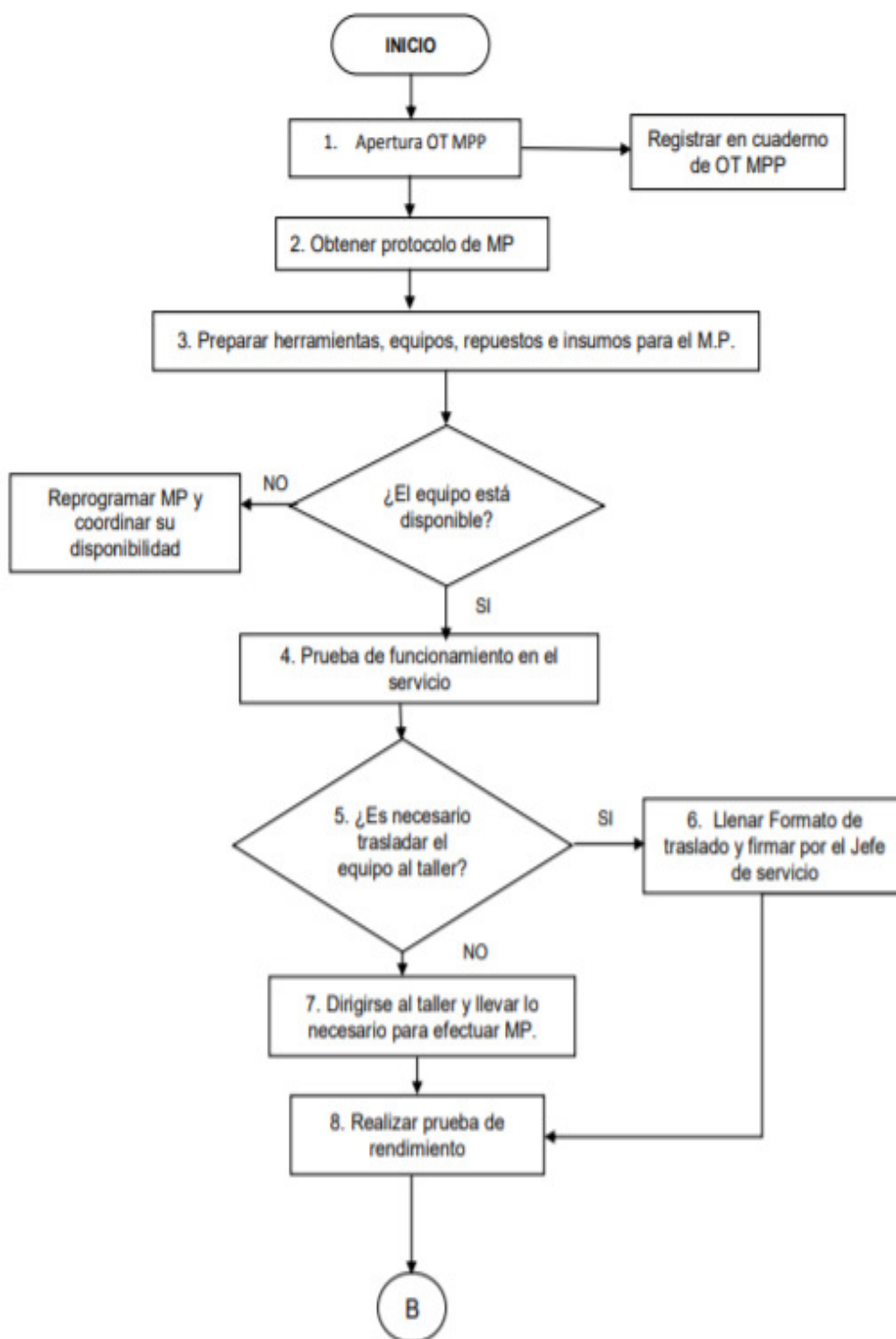
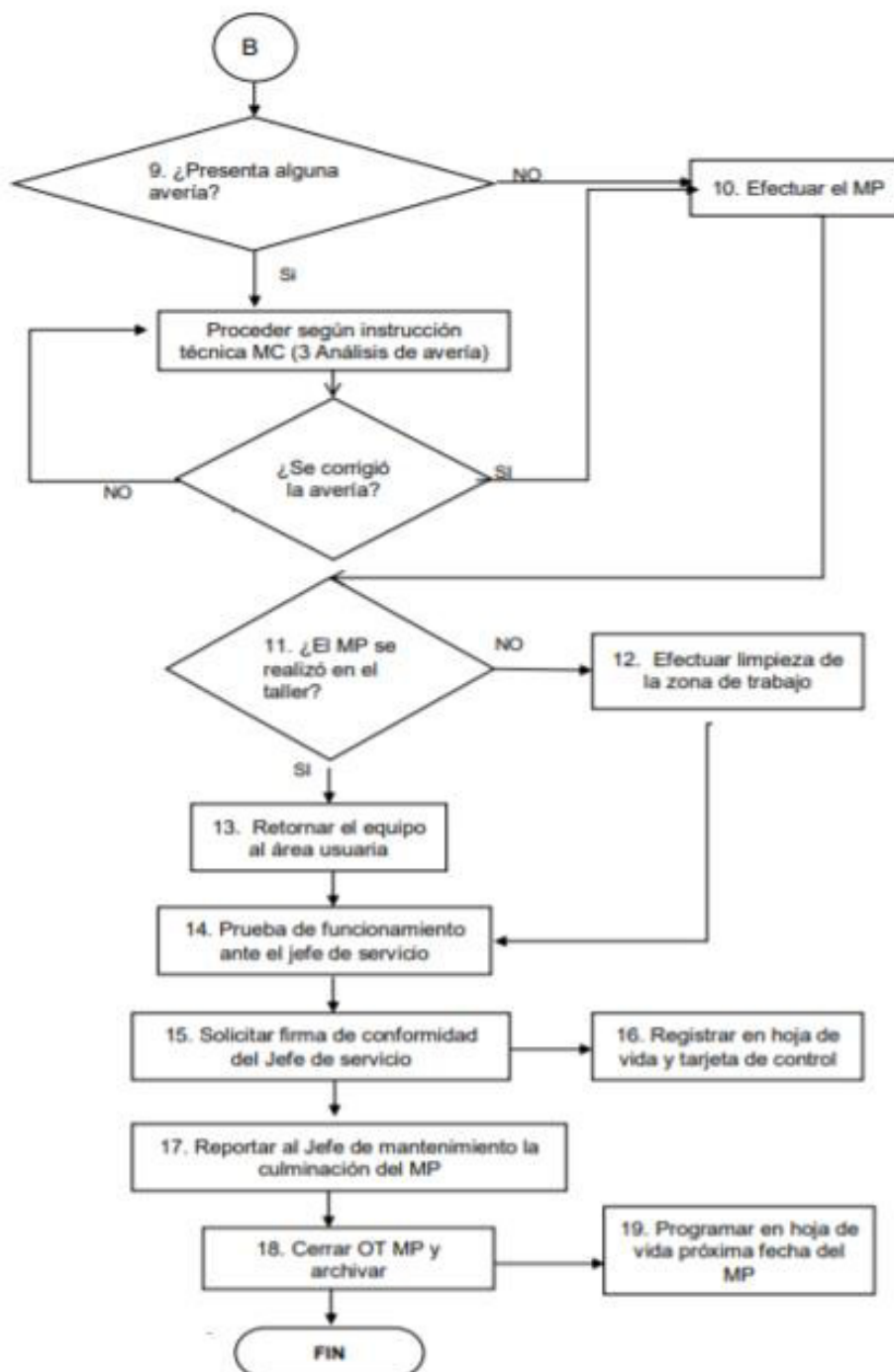


DIAGRAMA DE PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO, DOCUMENTO DEL INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR.



ANEXO N° 3
PROGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO DETALLADO AÑO 2021



ÓRGANO DESCONCENTRADO:

ID	DATOS DEL EQUIPO								DATOS DEL MANTENIMIENTO				PROGRAMACIÓN MENSUAL																				
N°	UNIDAD PRESTADORA	SERVICIO ASISTENCIAL	COBERTURA	COD. PATRIM.	DENOM. ESPECÍFICA	MARCA / MODELO	CRITICIDAD	MODALIDAD EJECUCION	ACTIVIDADES A REALIZAR				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D									
4	INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR	CARDIOLOGIA NO INVASIVA	TALLER BIOMÉDICO	00931579	ECOCARDIOGRAFO + TEE	PHILIPS / EPIQ 7C	A	MO	1	INSPECCION FISICA DEL EQUIPO							24					10					13						
									2	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL PANEL FRONTAL, TRACKBALL E IMPRESORA							24								10						13		
									3	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARTICULACIONES, FRENOS Y RUEDAS							24										10					13	
									4	LIMPIEZA DE TARJETAS ELECTRONICAS (ACB, P. REGULATOR, ADQUISICION MODULE Y FUENTE)							24											10					13
									5	REVISION Y LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE, SE REALIZA MEDICIONES ELECTRICAS							24											10					13
									6	BACK UP DE PRESETS, LOGS DE ERRORES. SE REALIZA TEST DEL SISTEMA.							24											10					13
									7	SE REALIZAN PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON EL TRANSDUCTOR							24											10					13
									8	EQUIPO OPERATIVO							24											10					13
5	INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR	CARDIOLOGIA NO INVASIVA	TALLER BIOMÉDICO	00931579	ECOCARDIOGRAFO + TEE	PHILIPS / EPIQ 7C	A	MO	1	INSPECCION FISICA DEL EQUIPO							24					10					13						
									2	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL PANEL FRONTAL, TRACKBALL E IMPRESORA							24								10					13			
									3	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ARTICULACIONES, FRENOS Y RUEDAS							24									10					13		
									4	LIMPIEZA DE TARJETAS ELECTRONICAS (ACB, P. REGULATOR, ADQUISICION MODULE Y FUENTE)							24										10					13	
									5	REVISION Y LIMPIEZA DEL FILTRO DE AIRE, SE REALIZA MEDICIONES ELECTRICAS							24											10					13
									6	BACK UP DE PRESETS, LOGS DE ERRORES. SE REALIZA TEST DEL SISTEMA.							24											10					13
									7	SE REALIZAN PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON EL TRANSDUCTOR							24											10					13
									8	EQUIPO OPERATIVO							24											10					13

ANEXO N° 4
SOLICITUD DE SERVICIO TECNICO

SOLICITUD DE SERVICIO TÉCNICO.		IPM _____ MC _____
Servicio: _____		Centro de Costo #: _____
Fecha: _____	Hora: _____	
Equipo: _____		
Problema o Sintoma: _____		
Representante del Servicio:		
Nombre: _____		Firma _____
REPORTE SERVICIO TÉCNICO		
Fecha: _____		Hora: _____
Equipo: _____		
# inventario: _____		
Problema encontrado y acción tomada: _____		
Representante del Servicio Técnico:		
Nombre: _____		Firma _____
ALTA DEL EQUIPO		
Fecha: _____		Hora: _____
Recibido por: _____		Firma _____
Observaciones: _____		

ANEXO N° 5
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO



ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

TIPO DE OTM: PROGRAMADO

ORGANO DESCONCENTRADO: INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR

N° OTM	101727 - 2021
Fecha de emisión	26/04/2021
solo para equipos en garantía	
N° de mantenimiento	
Cantidad de días de retraso atribuidos al proveedor	

UNIDAD PRESTADORA: INSTITUTO - INSTITUTO NACIONAL CARDIOVASCULAR
"CARLOS ALBERTO PESCHIERA CARRILLO"

SERVICIO ASISTENCIAL: CONSULTA EXTERNA - CARDIOPEDIATRIA

UBICACION: PISO: 2 BLOQUE: C

DENOMINACION GENERAL DEL EQUIPO: ECOCARDIOGRAFO

DENOMINACION ESPECIFICA: ECOCARDIOGRAFO + TEE

MARCA: PHILIPS MODELO: EPIQ 7C SERIE: USN15B1047

CODIGO PATRIMONIAL: 00931586 TIPO DE EQUIPAMIENTO: BIOMEDICO

COBERTURA: TALLER BIOMÉDICO

TIPO DE MANTENIMIENTO: CORRECTIVO EJECUTOR DE LA ACTIVIDAD: MEDTECH S.A.C.

PRIORIDAD: NORMAL MODALIDAD DE EJECUCION: SERVICIO A TODO COSTO

FECHA DE SOLICITUD	DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD DE TRABAJO O FALLA DE EQUIPO	FECHA DE CONFORMIDAD
26/04/2021	MANT. PREVENTIVO	24/04/2021
DIAGNOSTICO		
Dr. Rafael Muñoz Llanos Jefe del Servicio Clínico Cardiovascular Instituto Nacional Cardiovascular INCOR - ESSALUD	MANT. PREVENTIVO	Dr. Rafael Muñoz Llanos Jefe del Servicio Clínico Cardiovascular Instituto Nacional Cardiovascular INCOR - ESSALUD
ESTADO INICIAL DEL BIEN:	OPERATIVO BUENO	TIPO DE FALLA:

N°	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD EJECUTADA
1	INSPECCION FISICA DEL EQUIPO
2	REVISION Y MANTENIMIENTO AL PANEL DE CONTROL, TRACKBALL IMPRESORA
3	REVISION Y MANTENIMIENTO DEL MECANISMO DE ARTICULACION FRENO, RUEDAS
4	LIMPIEZA DE TARJETAS ELECTRONICAS INTERNAS (ACB, P. REGULATOR, AQUISICION MODULE Y FUENTE)
5	REVISION Y LIMPIEZA DE FILTRO DE AIRE Y MEDICION ELECTRICAS. CALIBRACION DEL EQUIPO CON FANTOMA
6	BACKUP DE LOS PRESETS LOGS DE ERRORES. SE REALIZA EL TEST DE FUNCIONAMIENTO
7	SE REALIZA PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CON TRANSDUCTOR (SE VERIFICA LA FUNCIONABILIDAD DE LOS MODOS DE OPERACION)
8	EQUIPO OPERATIVO

ESTADO FINAL DEL BIEN: OPERATIVO BUENO GARANTÍA DE TRABAJO (meses): 0 FECHA INICIO: 24/04/2021 hora: 07:30

FECHA PROGRAMADA(Solo para Trabajos Programados): 24/04/2021 TOTAL H.H. PROGRAMADAS: 3.5 FECHA TÉRMINO: 24/04/2021 hora: 11:00

N°	CODIGO SAP	ORIGEN DE LA ADQUISICION	REPUESTO / CARACTERISTICA	DEVOLUCION? SI/N	UNID. MED.	CANT.	COSTOS (S/.)		
							UNITARIO	TOTAL	
Origen de Adquisición E Capital de trabajo ejecutor A Almacen EsSalud C Caja Chica EsSalud							TOTAL	-	

N°	CODIGO DEL PERSONAL	CARGO	NOMBRE DEL PERSONAL	H.H. EJECUTADAS	COSTOS (S/.)	
					HH	TOTAL
1	42618114	TECNICO BIOMEDICO	ALVARADO MUÑOZ DANIEL DIOGENES	3.00	37.55	112.62
2	42618114	TECNICO BIOMEDICO	ALVARADO MUÑOZ DANIEL DIOGENES	0.25	37.62	9.40
3	42618114	TECNICO BIOMEDICO	ALVARADO MUÑOZ DANIEL DIOGENES	0.25	37.63	9.41
4						
5						
6						
TOTAL				3.50	-	131.43

TOTALES

MANO DE OBRA (S/.) 131.43 REPUESTOS (S/.) 0.00 COSTO TOTAL (S/.) 131.43

OBSERVACIONES:

FIRMA Y SELLO DE RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO

LUIS ENRIQUE TORRES ORTEGA
INGENIERO ELECTRONICO
Reg. CIP N° 79742

FIRMA Y SELLO DEL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO - ESSALUD

Ing. Victor Félix Flores Calderón
 Jefe de la Oficina de Ingeniería de Materia y Servicio
 Instituto Nacional Cardiovascular
 INCOR - ESSALUD
 FIRMA Y SELLO DEL JEFE DE MANTENIMIENTO - ESSALUD