



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**MEJORA EN PROCESO DE CAPTACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE  
EQUIPO MÉDICO EN FUNDACIÓN CAMO USA/HONDURAS.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21621019**

**JUAN CARLOS RIVERA ALVARENGA**

**ASESOR: REYNA VALLE**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA;**

**OCTUBRE, 2022**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente informe de práctica profesional se hace referencia a actividades que se llevan a cabo en fundación CAMO en el departamento de Ingeniería Biomédica, en Estados Unidos ubicada en Orrville, Ohio y en Santa Rosa de Copán, Honduras. La fundación se centra en la contribución a personas de escasos recursos facilitándoles una mejor forma de vida, los servicios de ingeniería contribuyen directa e indirectamente con efectuar los diferentes mantenimientos preventivos y correctivos a equipos asociados directamente a la salud, de esta forma se contribuye a salvar vidas.

En el desarrollo de la práctica profesional se realizan varias actividades en el cual su enfoque es el proyecto de mejora, por lo cual cada día se adquirieron muchos conocimientos y amplia experiencia laboral en diferentes áreas de ingeniería en biomédica.

La diversidad de actividades desarrolladas del presente proyecto de mejora durante los tres meses de práctica profesional fue propicia para el aprendizaje del trabajo ingenieril, y todo lo que conlleva, al igual se emplea manejo de software para control de mantenimiento y activos con la finalidad de brindar al departamento un mejor desempeño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco a Dios, quien me ha guiado a lo largo de mi vida, llenándome de bendiciones, amor y demostrándome que su bondad hacia mí no tiene límites, guiándome en mi camino con las personas correctas, brindándome fortaleza y sabiduría para poder sobrellevar los momentos difíciles presentados en mi camino.

Gracias a mis padres por su apoyo incondicional y amor recibido en cada momento de mi vida, gracias por ser los principales impulsores de mis sueños, por confiar en mí cada día y creer en mis capacidades, por educarme con los mejores valores, actitudes para enfrentar la vida como el trabajo, el esfuerzo, la disciplina, la responsabilidad, la tolerancia, la paciencia, el respeto, el agradecimiento, el amor, la reciprocidad, y el buen humor que los caracteriza. Gracias a mi madre Floridalma Alvarenga por estar en cada paso de mi vida, por sus consejos a cada día ofreciéndome y mostrándome las adversidades de la vida; gracias a mi padre Juan Benjamín Rivera por siempre ser mi consejero y por cada una de sus palabras que me han guiado por el camino correcto para ser un hombre de bien.

Quiero expresar mi gratitud a dos personas incondicionales en mi vida, mi hermana mayor Fanny Gisella Rivera que me ha brindado su completo apoyo y que me ha soportado en muchos de mis momentos críticos, siendo un modelo de vida, digna de mi completa admiración, a mi hermana menor Dariela Rivera por su apoyo incondicional, siempre contagiándome con su buen humor y motivándome a creer en mí. Agradezco a los docentes de UNITEC que me compartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria, haciendo referencia especial al ingeniero Reyna Elizabeth Valle Ordoñez, quien desde que comenzó su recorrido en UNITEC nos ha evidenciado que somos capaces de dar un extra a cada una de las asignaciones, motivándome a llevar mi potencial a un nivel más alto. Gracias a mi novia Diana Santamaria, la cual a cada momento me ha apoyado y motivado. Gracias a don Mainor Rodríguez y Amelia Mejía por tratarme como una familia, representan mucho en mi último año estudiantil. A mi amigo, colega Jonathan Rodríguez por su sincera amistad y siempre con aptitud positiva ante cualquier dificultad con nuestras clases, se convirtieron en las mejores experiencias, anécdotas, buen humor, aprendizajes y grandes afectos que recordaré por siempre.

Gracias a la vida por este nuevo Éxito.

## EPÍGRAFE

*“La verdadera felicidad radica en la finalización del trabajo utilizando tu propio cerebro y habilidades”*

*– Soichiro honda*

## INDICE

I.	Introducción .....	1
II.	Generalidades de la empresa.....	2
2.1	Descripción de la empresa .....	2
2.1.1	Misión .....	3
2.1.2	Visión .....	3
2.1.3	Valores.....	3
2.2	Descripción del departamento.....	3
2.3	Objetivos del puesto .....	2
2.3.1	Objetivo general.....	2
2.3.2	Objetivos específicos .....	2
III.	Planteamiento del problema.....	3
3.1	Precedentes del problema .....	3
3.2	Definición del problema.....	4
3.3	Objetivo del proyecto de mejora.....	5
3.3.1	Objetivo general.....	5
3.3.2	Objetivos específicos.....	5
IV.	Marco teórico.....	6
4.1	Análisis de la situación actual.....	6
4.2	Análisis específico.....	6
4.2.1	Unidad dental.....	6
4.2.2	Rayos X .....	8
4.2.3	Ecografía.....	12
V.	Desarrollo .....	13
5.1	Variables de investigación.....	13

5.1.1 Variable dependiente.....	13
5.1.2 Variables independientes .....	13
5.2 Técnicas e instrumentos aplicados.....	14
5.3 Materiales .....	15
5.4 Metodología .....	18
5.5 Resultados .....	18
5.5.1 Inspeccion del área de trabajo.....	18
5.5.2 Análisis previo a brindar mantenimiento.....	19
5.5.3    Unidades reparadas y listas para ser enviadas .....	19
5.5.4 diagrama de flujo para captación de equipo medico.....	20
5.6 Cronograma de actividades.....	26
VI.    Conclusiones.....	27
VII.    Recomendaciones.....	28
Bibliografía .....	32

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Logo fundación CAMO.....	2
Ilustración 2 Organigrama departamento biomédica 2022.....	3
Ilustración 3 Donación de unidades dentales por año.....	4
Ilustración 4 Unidad dental completa.....	7
Ilustración 5 Relación longitudinal de onda y voltaje aplicado.....	9
Ilustración 6 Tubo de rayos X de emisión de campo con electrodo de puerta.....	9
Ilustración 7 Comparación de revelado convencional VS CR.....	10
Ilustración 8 Topología empleada en dispositivos médicos.....	11
Ilustración 9 Visualización de ecografía.....	12
Ilustración 10 Variables de investigación.....	13
Ilustración 11 Primera inspección del área de trabajo.....	18
Ilustración 12 Diagrama de flujo.....	20
Ilustración 13 Entrenamiento y mantenimiento preventivo y correctivo Autoclaves.....	21
Ilustración 14 Mantenimiento correctivo.....	21
Ilustración 15 Prueba de funcionamiento.....	22
Ilustración 16 Correcto orden y flujo.....	22
Ilustración 17 A) Unidades listas para brigadas B) Unidades dentales estacionarias.....	23
Ilustración 18 A) Lista con número de partes B) Partes listas para ser enviadas.....	23
Ilustración 19 A) Proceso de compra B) Revisión física de equipo.....	23
Ilustración 20 A) Digitalizador adquirido B) Consola de control proceso desinstalación.....	24
Ilustración 21 Equipos programa de oftalmología.....	24
Ilustración 22 A) Mantenimiento a lampara de hendidura B) Atención de pacientes con lampara.....	25
Ilustración 23 Introducción de equipos en sistema.....	25

Ilustración 24 Revisión de modulo.....	35
Ilustración 25 Reemplazo de turbina a pieza de mano.....	35
Ilustración 26 Empleando CLR para reconstrucción de jeringa .....	36
Ilustración 27 Verificación de funcionamiento correcto Mamógrafo.....	36
Ilustración 28 Adición de equipos médicos a Fiix.....	36
Ilustración 29 Mantenimiento a teclados de ultrasonidos.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales y repuestos.....	15
-------------------------------------	----

## LISTA DE SIGLAS

**Psi:** Presión resultante de fuerza de una libra fuerza aplicada en una pulgada cuadrada.

**CLR:** Producto multiusos para limpiezas de rutina diaria, protección de superficies y para eliminación de óxido en metales.

**CMMS:** Gestión de mantenimiento asistido por computadora

## GLOSARIO

Las definiciones contenidas en este glosario son extraídas del diccionario de La Real Academia Española (RAE). De la misma manera se extraen conceptos de otras fuentes de ayuda.

**Aire comprimido:** Determinada masa contenida de aire que se encuentra a presión elevada que la atmosférica.

**DICOM:** Estándar de transmisión de imágenes médicas.

**Eyector:** Bomba de vacío que modifican la presión de fluido motor, y es funcional debido al efecto Venturi causada por boquilla de conducción.

**Lux:** Unidad derivada para la luminancia o iluminación.

**Módulo de control:** Unidad donde se ubican las piezas de mano, y se tiene el control de presión de aire y flujo de agua.

**Switch:** Es un interruptor, dispositivo mecánico, eléctrico, neumático, electrónico u óptico para abrir o cerrar un circuito o para desviar energía de una parte de un circuito.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente informe se refiere al desarrollo de un proyecto de mejora implementando conocimientos de la ingeniería en biomédica para la clasificación, organización y reparación de dispositivos médicos de diagnóstico y de unidades de intervención dental. Los equipos de diagnóstico son aquellos que permiten visualizar el interior del cuerpo sin tener que realizar un proceso quirúrgico, en el cual por medio de rayos X u ondas sonoras de alta frecuencia se logran obtener imágenes donde se pueden visualizar indicios de enfermedades (OrthoInfo, 2021).

El proyecto de mejora se estará realizando en la organización no gubernamental fundación CAMO USA/HONDURAS dicha empresa pertenece al rubro de la salud comunitaria tanto como insumos, educación y atención médica. El desarrollo del proyecto será en los departamentos de ingeniería en biomédica en Estados Unidos que es donde se realiza la captación de estos, y en Honduras que es donde se recibe y asigna donde existe la necesidad, los departamentos mencionados anteriormente es donde se vela por el pilar fundamental de captación, revisión, organización y reparación de los equipos médicos que son necesarios para el funcionamiento de los programas de salud en Honduras.

El objetivo del proyecto de mejora consiste en la implementación de conocimientos de la ingeniería en biomédica tomando en cuenta el ciclo de la tecnología médica y los conocimientos técnicos adquiridos para la búsqueda, organización y reparaciones de los equipos médicos. Con la ejecución de este proyecto se busca tener como resultado el envío de equipo listo para ser utilizado en Honduras, al igual captar los repuestos específicos para no tener tiempo de pérdida si ocurre una falla y de esta manera brindar una atención de calidad a los pacientes.

Este documento está dividido en siete capítulos. En el Capítulo II se describen las empresas en las que se implementan proyectos de mejora y los puestos que se pueden obtener. El Capítulo III describe los proyectos de mejora, sus objetivos y su justificación. El capítulo IV presenta los fundamentos teóricos más relevantes para el proyecto de mejora, teniendo en cuenta las opiniones de otros autores. El capítulo 5 determina el desarrollo de proyecto de mejora. El capítulo VI se refiere a las conclusiones alcanzadas. El Capítulo VII contiene recomendaciones para mejorar y monitorear este proyecto.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El propósito principal de este capítulo es mostrar las generalidades de la empresa, en que consiste, sus valores, misión, visión y descripción del departamento donde se incluye los objetivos del puesto donde se realizara el proyecto de mejora.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Fundada en 1993 por la ex enfermera del Cuerpo de Paz, Kathryn M. Tschiegg, RN, BBA, CAMO es una organización humanitaria no confesional de base cristiana que ofrece servicios médicos, educación y desarrollo comunitario que salvan vidas en Centroamérica. CAMO proporciona más de 140 000 servicios que salvan vidas cada año a personas empobrecidas que de otro modo no tendrían acceso a la ayuda (Kathryn Tschiegg, 2020) .



#### **Ilustración 1 Logo fundación CAMO**

Fuente: Central American Medical Outreach Inc. (2020)

El modelo CAMO fue diseñado por la fundadora Kathryn Tschiegg, después de su experiencia en Peace Corps. Durante su servicio, fue testigo de la pérdida diaria de una cantidad increíble de bebés debido a la falta de recursos básicos para salvar vidas disponibles en América Central. El enfoque inicial de CAMO era proporcionar equipos, suministros y educación a médicos y enfermeras hondureños para que tuvieran las herramientas para salvar vidas. Como resultado, un promedio de 150 bebés por año regresa a casa vivos en brazos de sus padres en lugar de descansar en cajas de madera. Desde el primer programa de CAMO, otros 18 programas se han diversificado, brindando servicios para satisfacer las necesidades que de otro modo no se habrían satisfecho. Ayude a CAMO a satisfacer estas necesidades y salvar vidas (Kathryn Tschiegg, 2020).

### 2.1.1 MISIÓN

Según Central American Medical Outreach Inc., (2020) Somos una organización humanitaria que mejora la vida de las personas mediante el fortalecimiento de los sistemas de salud y promoviendo un desarrollo comunitario sostenible.

### 2.1.2 VISIÓN

Según Central American Medical Outreach Inc., (2020) la visión es ser una organización reconocida con un fuerte liderazgo y las alianzas que impulsen la sostenibilidad de nuestra misión para mejorar la salud y el desarrollo comunitario.

### 2.1.3 VALORES

Central American Medical Outreach Inc. (2020) menciona lo siguiente:

- Responsabilidad
- Innovación
- Calidad
- Unidad
- Solidaridad
- Perseverancia
- Respeto
- Integridad

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento se encarga de diagnosticar, evaluar y reparar equipo médico que se recibe, junto con la toma de decisiones para la adquisición de los mismos. Este también se encarga de garantizar que el inventario de CAMO-USA, sean enviadas hacia Honduras, con la siguiente ilustración podemos observar cómo está conformado el departamento de ingeniería en biomédica para el año 2022.

### Organigrama departamento de ingeniería biomédica



**Ilustración 2 Organigrama departamento biomédica 2022**

Fuente: Eliana García Depto Biomédica, comunicación personal (2022)

En cuanto al departamento de ingeniería en biomédica en Santa Rosa de Copán, Honduras, se encarga de la recepción, verificación e instalación de los equipos médicos enviados de la sede internacional, al igual se debe inspeccionar las donaciones que se entregan, por ejemplo: la venta de equipo por aportaciones. También el departamento se encarga de brindar el servicio de ingeniería a diferentes entes de la salud que requieren mantenimientos e instalaciones de equipo médico, el cual también el ingeniero a cargo emplea el CMMS el cual es necesario para llevar un mejor control de ordenes de trabajo, y llevar el control del inventario.

### **2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO**

El cargo desempeñado en Fundación CAMO es de ingeniero biomédico a cargo de proyectos, a continuación, se detallará objetivo general como los objetivos específicos del puesto.

#### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Incrementar la cantidad de equipos médicos donados por medio de un plan mejora en los procesos de captación, clasificación y reparación de los mismos.

#### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar la toma de decisiones con respecto a la adquisición de equipo médico.
- Emplear un correcto flujo dentro de las instalaciones
- Poner en marcha equipos médicos ubicados en CAMO USA, los cuales son necesarios en los programas en Honduras.
- Aplicar habilidades de liderazgo, investigación, positivismo y autonomía adquiridas durante la formación profesional, en la resolución de problemas presentados.
- Colaborar con todo el equipo y asegurar el cuidado de repuestos que se tengan en stock.
- Supervisar y realizar mantenimientos a instituciones que soliciten el servicio al departamento de ingeniería biomédica.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El propósito principal de este capítulo es evidenciar los precedentes del problema, definición del problema. Se mostrarán los requerimientos solicitados con base en los objetivos del proyecto.

#### **3.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Fundación CAMO cuenta con diversos programas de atención en salud a la población: diagnóstico que incluye imágenes por ultrasonido y rayos X. El problema es con el equipo de mamografía que requiere el reemplazo del mismo, en el servicio de rayos X ubicado en el Servicio Materno infantil en Corquin Copán, se realiza la búsqueda para actualizar el dispositivo de adquisición de imágenes. En 2022 se han realizado brigadas de cuidado dental en áreas rurales y se ha captado hasta 60-70 pacientes por día, con ello se identifica la necesidad de instalar unidades dentales en estas zonas, las cuales serán de beneficio para las personas más necesitadas. Las donaciones de unidades dentales son brindadas a centros de educación públicos, y penitenciaria en Copán, Honduras. En los últimos 4 años se ha tenido un promedio de donación de 3 unidades con el cual se observa que el índice de donaciones en esta área es muy bajo con respecto a las necesidades existentes en este sector del país. En cuanto a las brigadas anteriormente mencionadas luego de pasar el tiempo de pandemia se encontraron las unidades portátiles en mal estado como, por ejemplo, empaques de bloques dañados, mangueras averiadas, chasis de los equipos corroídos, presentándose de esa manera la necesidad de una persona para el departamento de biomédica en CAMO USA, y de esta forma suplir las necesidades en esta área en Honduras, en la siguiente ilustración se demuestra la cantidad de unidades dentales donadas en los últimos 3 años.



**Ilustración 3 Donación de unidades dentales por año**

Fuente: Eliana García Depto Biomédica, comunicación personal (2022).

Otro factor importante en cuanto al gráfico anterior es la pandemia del COVID-19 con el cual todas las personas se aislaron, siendo esta es una de las áreas más críticas por el contacto directo con los pacientes, durante este periodo no se solicitaron donaciones de este tipo de equipo, lo que propició el mal manejo en cuanto al flujo de captación, recepción, revisión y envío de las mismos hacia Honduras.

**3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Fundación CAMO Honduras cuenta con convenios con las alcaldías municipales a lo largo del sector occidental del país, con el cual se les brinda insumos médicos, dispositivos, entre ellos equipos de unidades dentales, en muchos casos dependiendo de la necesidad y colaboración con la fundación, se procede a realizar la instalación completa de la clínica dental, como anteriormente fue mencionado dichos programas en pandemia no fueron requeridos, al ser equipos que utilizan aire, agua y vacío al momento de no usarse comienzan a dañarse, y activarlos nuevamente se encuentran en mal estado, en el año 2022 se ha procedido a reinstalaciones, mantenimientos correctivos, en ello se refleja la necesidad de un correcto flujo de estos equipos, de esta manera se permitirá realizar mayor cantidad de donaciones.

### **3.3 OBJETIVO DEL PROYECTO DE MEJORA**

#### 3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un proyecto de mejora, con el cual se pueda agilizar todos los procesos requeridos para el envío de mayor cantidad de equipo médico hacia Honduras.

#### 3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagrama de flujo del proceso de captación, revisión y puesta en marcha previo al envío.
- Crear una lista de partes específicas asociadas a los equipos y solicitar compra de las mismas.
- Realizar los mantenimientos preventivos, correctivos a los programas y a los convenios asociados a la fundación.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

Los temas abordados en el presente capítulo es la retroalimentación para el trabajo a realizar en fundación CAMO, entre los temas a tratar se investigará sobre: Sistemas neumáticos y mecánicos en unidades odontológicas, sistema de generación de rayos x, y de captación de las imágenes, y ecografías.

### **4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El alto índice de crecimiento de la población refleja que la atención médica debe de ser completamente funcional y de bajos costos, para los avances en sistemas de gestión sanitaria brindan una gran oportunidad para prestar una mejor calidad a la atención al usuario, no se puede dejar de lado los avances en los softwares y su implementación para la mejor atención sanitaria, debido a aspectos anteriormente mencionados entran en funcionas las ONG.

Aviles (2016) menciona lo siguiente en su estudio:

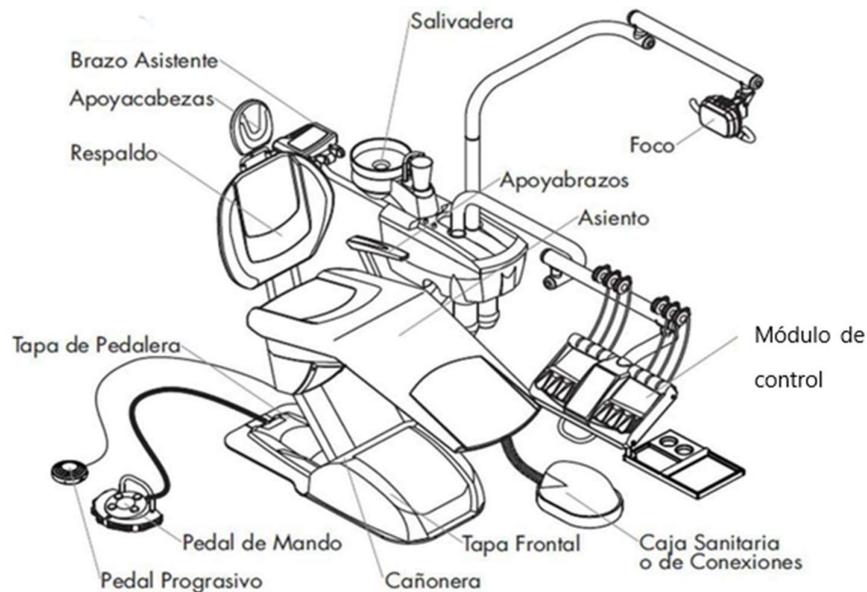
Las ONG, o sea las organizaciones no gubernamentales, son entidades independientes tanto del gobierno como del sector empresarial, su mandato consiste en promover el interés público y servir al bien público en lugar de obtener un beneficio o promover los intereses de un pequeño grupo de individuos, su independencia les permite monitorear el desempeño del gobierno y abogar por mejoras. Las ONG que son respetadas tanto por el gobierno como por el sector empresarial pueden ayudar a mediar en los conflictos o encontrar soluciones a problemas comunes, las ONG movilizan voluntarios y otros recursos para lograr su visión, en las últimas décadas, las ONG han estado a la vanguardia de los principales movimientos sociales para mejorar la vida de la gente.

### **4.2 ANÁLISIS ESPECIFICO**

#### **4.2.1 UNIDAD DENTAL**

Este es el conjunto de partes odontológicas sobre los que el medico odontólogo y los encargados de la limpieza trabajan, esta es una pieza clave dentro de una clínica dental dado que con ella se facilita el trabajo de los operadores y genera una mayor confianza y comodidad al paciente, cabe destacar que el mismo tiene que ser

ergonómico porque de esta forma agiliza el trabajo del odontólogo y permite adaptar a cada tratamiento (Dental, 2019).



#### **Ilustración 4 Unidad dental completa**

Fuente: Espinoza (2019)

Torsutkanok et al. (2018) menciona lo siguiente en su estudio:

Los componentes principales de la unidad dental son 13 partes, que se pueden dividir en componentes principales en 7 tipos que son los siguientes:

1. El sillón dental para pacientes está estructurado como un tipo Z que puede ajustar el respaldo de diferentes formas y altura ajustable bajo con sistema hidráulico. El reposacabezas es un soporte para la prominencia occipital de la cabeza del paciente, existen sistemas de posicionamiento de preestablecida y auto retorno y placa de seguridad.

2. El sillón de práctica dental no debe tener un saliente para evitar daños a los pacientes y al personal dental.

3. Lámpara dental sin calor. Intensidad de luz en el foco no menos de 1 de 3, 0 0 0 lux y no más de 2 8, 0 0 0 lux. La temperatura de color se encuentra entre 3600 K y 6500 K. La distancia de enfoque en el punto de operación no es inferior a 50 centímetros y se puede ajustar tanto vertical como horizontalmente.

4. La escupidera está hecha de un material resistente a la limpieza y desinfección. Utilizando agentes de limpieza y desinfectantes en un total de 20 veces, no debe dañarse ni rayarse. Requiere control automático de agua tanto ponderado como controlado por tiempo.

5. Sistema de succión: Utiliza una fuerza de succión de alto volumen no menor a -80 mmHg y puede operar simultáneamente con el eyector de saliva y los sistemas de alto volumen.

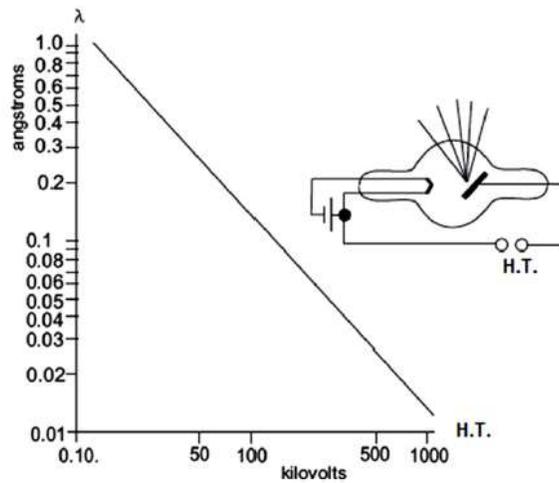
6. El sistema de aire comprimido es un sistema con la presión adecuada para el uso de unidades dentales. Hay equipos para enrollar cables y dispositivos de alivio de presión de todas las partes que puedan estar sobrecargadas.

7. El sistema de control dental de la pieza de mano tiene prioridad y el sistema de protección de succión inversa puede ajustar el volumen de agua y la presión de aire a través de la válvula de aguja y tiene un manómetro.

#### 4.2.2 RAYOS X

Es una forma de radiación u onda electromagnética, al igual que las ondas de radio y la luz visible. Las ondas electromagnéticas son variaciones en la amplitud de la energía en el tiempo y se clasifican de acuerdo con la velocidad con la que fluctúan con el tiempo. A medida que una onda oscila más rápido, su longitud de onda se vuelve más pequeña y su frecuencia aumenta. Más específica y básicamente, todas las ondas electromagnéticas se encuentran en el espectro electromagnético, que está organizado por la longitud de onda o su equivalente, la frecuencia. Los rayos X se encuentran por encima de la radiación ultravioleta, la luz visible y las ondas de radio en el espectro, y por debajo de la radiación cósmica; son una forma de radiación de alta energía, con alta frecuencia y longitud de onda corta (Cervantes, 2016).

Una mejor forma de generar lo que es rayos X es acelerar los electrones, que ellos producen una radiación deseada al chocar con el objetivo forma por una sustancia adecuada, es conformada por un tubo donde internamente cuenta con electrodos, a los mismos se les aplica un alto potencial eléctrico de esta forma se aceleran los electrones, y chocan con el ánodo de esta forma se generan los rayos X, en la siguiente ilustración se observa la relación interna que se puede llegar a tener en los electrodos, la cual es dependiente del voltaje aplicado.

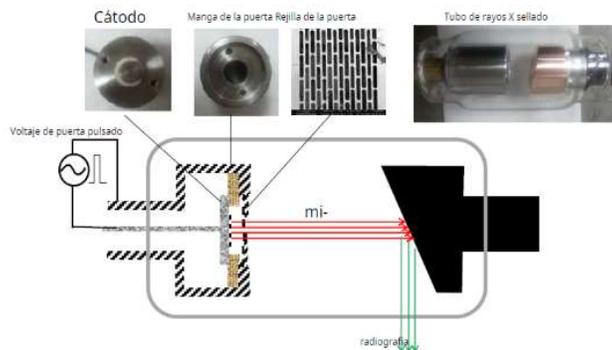


**Ilustración 5 Relación longitudinal de onda y voltaje aplicado**

Fuente: Cervantes (2016).

#### 4.2.2.1 Tubo de rayos X

En los tubos de rayos X tradicionales, es bastante difícil proporcionar una corriente de haz de electrones pulsado estrecho con un valor pico alto. La corriente emitida por el cátodo termoiónico no se puede encender o apagar muy rápido, el cátodo termoiónico no puede proporcionar un valor de corriente ultra alto en un período de emisión corto. Sin embargo, en un tubo de rayos X con cátodo de emisión de campo, es posible generar una radiación de rayos X muy fuerte en un ancho de pulso estrecho porque el cátodo de emisión de campo tiene un excelente rendimiento de emisión de corriente pulsada, en la ilustración se demuestra la parte interna de un tubo de rayos X con electrodo de puerta (Wei et al., 2017).



**Ilustración 6 Tubo de rayos X de emisión de campo con electrodo de puerta**

Fuente: Wei et al (2017).

#### 4.2.2.2 Radiología digital computarizada

Nina Huanca (2016) menciona lo siguiente sobre su estudio:

El CR es un tipo de radiología digital introducida por FUJI en 1981, esta tecnología es la etapa intermedia hacia la radiología digital directa y mantiene un entorno de trabajo esencialmente idéntico a la radiología convencional. Los equipos digitales CR cuentan con una interfaz de usuario sólida, un procesamiento de imágenes rápido y una variedad de opciones y herramientas de software de procesamiento de imágenes EVPlus con las funciones de procesamiento de frecuencia mejorado, con la siguiente ilustración se puede visualizar los aspectos de mejora que representa el empleo de revelado convencional y revelado utilizando un digitalizador.



**Ilustración 7 Comparación de revelado convencional VS CR**

Fuente: Nina Huanca (2016).

#### 4.2.2.3 Imágenes y comunicación digital en medicina

DICOM es el estándar internacional para imágenes médicas, el cual define el formato de imágenes médicas se pueden intercambiar los datos necesarios para uso clínicos, este protocolo se implementa en equipos de radiología, cardiología y radioterapia e incluso se implementan en oftalmología y odontología (*About DICOM-Overview*, s. f.).

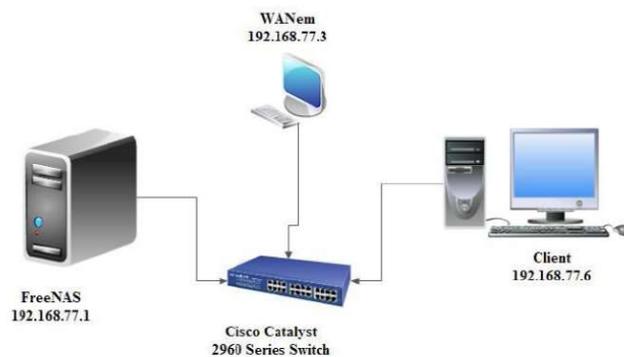
El Informe Estructurado DICOM se considera el estándar para la transacción de datos estructurados recopilados durante el proceso de posprocesamiento de imágenes que incluye mediciones, cálculos y autores, comentarios de ecografistas, hallazgos, dosis de radiación, el mismo contiene datos estructurados en diferentes contenedores y cada contenedor contiene información sobre los conceptos codificados y los valores que tienen importancia clínica y otros objetos compuestos (Lu et al., 2016).

#### 4.2.2.4 Alternativa PACS en transmisión de imágenes DICOM

Es responsable de almacenar imágenes digitales y las imágenes de Comunicación en medicina lo que es DICOM de las modalidades de radiología a su base de datos, las imágenes toman mucho tiempo para transferirse a una ubicación remota a través de WAN debido al gran tamaño de archivo y al protocolo de transferencia lento. Se ha desarrollado un sistema alternativo de PACS que realiza funciones básicas de un PACS genérico (Veeramani et al., 2014).

Xie & Wu (2011) menciona lo siguiente sobre su estudio:

PACS se convierte en una plataforma de información en comunión con la información de las imágenes del hospital, que es el vínculo importante de la información digital. al hospital. En la actualidad, la aplicación de PACS en el departamento de imágenes del hospital se encuentra todavía en etapa de prueba por lo que muchos hospitales no estaban suficientemente familiarizados con el sistema. Luego, los procesos de recolección de datos de acuerdo con la imagen médica digital se resumieron al microordenador PACS. Por lo tanto, PACS se aplicará de manera más real en el sistema de tratamiento médico y aumentará de manera más efectiva el hospital para servicios médicos y manejo y diagnóstico del nivel de enfermedad, con la siguiente ilustración se ejemplifica en que consiste y los equipos necesarios para la transmisión de imágenes DICOM, donde es precisa la conexión entre el equipo médico, ordenador de visualización, servidor e importante destacar que todos son conectados por medio de un switch.



**Ilustración 8 Topología empleada en dispositivos médicos**

Fuente: Veeramani et al (2014).

### 4.2.3 ECOGRAFÍA

Es la imagen menos técnica menos dañina para observar órganos internos, el ultrasonido fue el primero aplicado como herramienta de diagnóstico médico en la década de 1940. Se estaba usando el método de escaneo de ultrasonido modo de amplitud donde las imágenes se forman trazando exploraciones A una al lado de la otra, los dispositivos de imágenes usan transductores que generalmente tienen 646 o 128 elementos, mientras está en uso, cada elemento del transductor es impulsado por una onda electrónica dedicada formador de haz en transmitir. Se recogen ecos acústicos reflejados de forma similar de nuevo mediante una electrónica formadora de haces de recepción dedicada. Mediante el uso formadores de haz, las imágenes 2D y 3D se obtienen sin ningún tipo de escaneo mecánico. Sin embargo, debido a la gran cantidad de canales, unidades de procesamiento y electrónica dedicadas, estos sistemas de imágenes ultrasónicas son voluminosos y estacionarios, en la siguiente ilustración se observa una imagen ecográfica donde se visualiza la fosa de Morrison (Sobhani et al., 2016).



**Ilustración 9 Visualización de ecografía**

Fuente: Casasola (2018).

## V. DESARROLLO

En este capítulo se abordará el desarrollo implementado donde se podrán visualizar las variables de investigación, técnicas e instrumentos aplicados, materiales y resultados.

### 5.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables de investigación empleadas en el desarrollo del presente proyecto de mejora, se pueden visualizar en la siguiente ilustración.



#### Ilustración 10 Variables de investigación

Fuente: Propia (2022)

##### 5.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE

- Optimización de proceso en la entrega de donaciones de equipo médico.

La variable dependiente es aquella que el comportamiento es afectado por las variables independientes, en este estudio es definida en sí como la optimización de donaciones de equipo médico, por el cual las siguientes variables asociadas se irán anexando, dado que es el alcance asociado para la realización del proyecto, mismo que brindará el fin para poder llevar a cabo una interpretación de resultados.

##### 5.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Dichas variables son las que se determinan a nivel experimental para poder llevar a cabo con éxito la variable dependiente planteada anteriormente.

- Captación y recepción de equipo médico.

Con el correcto manejo de flujo de las unidades dentales y demás equipos se podrá suplir las necesidades existentes de los mismos en Honduras.

- Revisión y reparación.

Brindando los mantenimientos correctivos necesarios a cada uno de los equipos en Estados Unidos, implica directamente al tiempo, dado que si es necesario partes esenciales de los mismos son accesibles y el tiempo de llegada es corto en comparación si realizamos la importación desde Honduras

- Envío de los equipos médicos

Luego de realizar los procedimientos en las variables anteriormente mencionadas se procede con el envío de los equipos, los cuales se garantiza que sean enviados sin problemas y listos para ser donados e instalados.

## 5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

- **Compresor de aire comprimido:** Es el encargado de generar el aire, sometiéndolo a una determinada presión, disminuyendo su volumen, por medio de pistones que puede variar dependiendo del tipo y tecnología. En varias aplicaciones de la vida cotidiana se emplea, y las unidades dentales requieren un aire comprimido grado médico.
- **Neumática:** La neumática es la tecnología que emplea aire comprimido, como modo de propagación de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos, en este caso con las unidades dentales todo el sistema de las mismas funciona con este principio, son equipadas con jeringas, piezas de mano que se instalan las herramientas como taladros y pulidoras las cuales son empleadas en el cuidado dental.
- **Analizador de oxígeno:** Es un instrumento de medición de la saturación de oxígeno, el cual ayuda a la correcta verificación de producción y porcentaje de pureza de este.
- **Multímetro:** Instrumento eléctrico capaz de medir magnitudes eléctricas activas, resistencia, capacitancia dependiendo del modelo a emplearse.
- **FIIX:** Sistema de gestión de mantenimiento y activos basada en la nube.

### 5.3 MATERIALES

Con el empleo de estos de estos materiales se optimiza la entrega de donaciones, dado que se puede realizar el mantenimiento correctivo en las instalaciones de Estados Unidos, permitiendo llegar a Honduras listos para entregar e instalar, los materiales y repuestos necesarios se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1 Materiales y repuestos**

Numero	Nombre	Imagen	Descripción
1	Sistema de agua integrado.		Es el encargado de enviar el agua a todas las piezas de mano, funcionando a 40 PSI.
2	Tuerca y conector 4 agujeros.		Encargado de realizar la unión de manguera con las piezas de mano.
3	Empaques de conector.		Es el que garantiza que no exista fuga entre conector y pieza de mano.
4	Medidor de presión de pieza de mano.		Empleado para realizar la calibración de presión dado que cada pieza de mano según su aplicación varia la presión.

5	Tubo de conexión para pieza de mano.		Encargado de conducir el aire y agua a las piezas de mano.
6	Kit de reparación de jeringa.		Kit encargado de correcto funcionamiento de jeringa.
7	Switch automatico on/off para pieza de mano.		Encargado de activar y desactivar el flujo a las piezas de mano.
8	Pedal		Encargado de realizar la activación de bloque de flujo a las piezas de mano.
9	Caja de suministro		Área donde se concentran las conexiones necesarias para el funcionamiento de la unidad.
10	Regulador de presión entrada de suministro		Parte fundamental para la unidad dado que la presión a regularse en la

			entrada del sistema es 70 PSI.
11	Regulador interno de presión		Empleado para regular internamente presión por ejemplo al sistema de agua integrado a 40 PSI.
12	Activador de flujo de agua.		Usado en el sistema para abrir y cerrar el flujo de agua a usarse en pieza de mano y escupidera.
13	Switch On/Off		Activa o desactiva el flujo de aire al sistema.
14	Cable de conexión interno		Encargado de suministrar el voltaje al monitor, interno en el ultrasonido

Fuente: Propia (2022)

## 5.4 METODOLOGÍA

El requerimiento del presente proyecto de mejora consiste en la optimización de proceso de entrega de donaciones de equipo médico en Honduras, el cual implica la captación, recepción, revisión y mantenimientos correctivos de los mismos. El primer paso para realizar dicho proyecto radica en la inspección de dicha área de trabajo, conlleva realizar el análisis en cuanto a necesidades, donde se debe emplear la toma de decisiones en cada una de las actividades a realizar.

En este estudio se pretende cuantificar y calificar la mejora implementada en la mayor de cantidad de equipos médicos captados, revisados y listos para enviar a Honduras, lo cual conlleva con una serie de pasos los cuales son diferentes en cada caso porque son de distintas marcas, modelo y el tipo de equipo.

## 5.5 RESULTADOS

### 5.5.1 INSPECCION DEL ÁREA DE TRABAJO

Se realizó el recorrido por el departamento de ingeniería en biomédica en CAMO USA, cuenta con una división de dispositivos de diagnóstico e insumos, la otra sección consiste en área de equipos de cuidado dental, encontrando aquí el mayor problema, dado que aún existe equipo almacenado desde el 2018, lo cual por cuestiones de personal no se había podido dar continuidad a las mismas. Y es en esta área donde se centra el foco del proyecto de mejora donde se pretende implementar un mejor flujo de equipo.



**Ilustración 11 Primera inspección del área de trabajo**

Fuente: Propia (2022).

### 5.5.2 ANÁLISIS PREVIO A BRINDAR MANTENIMIENTO

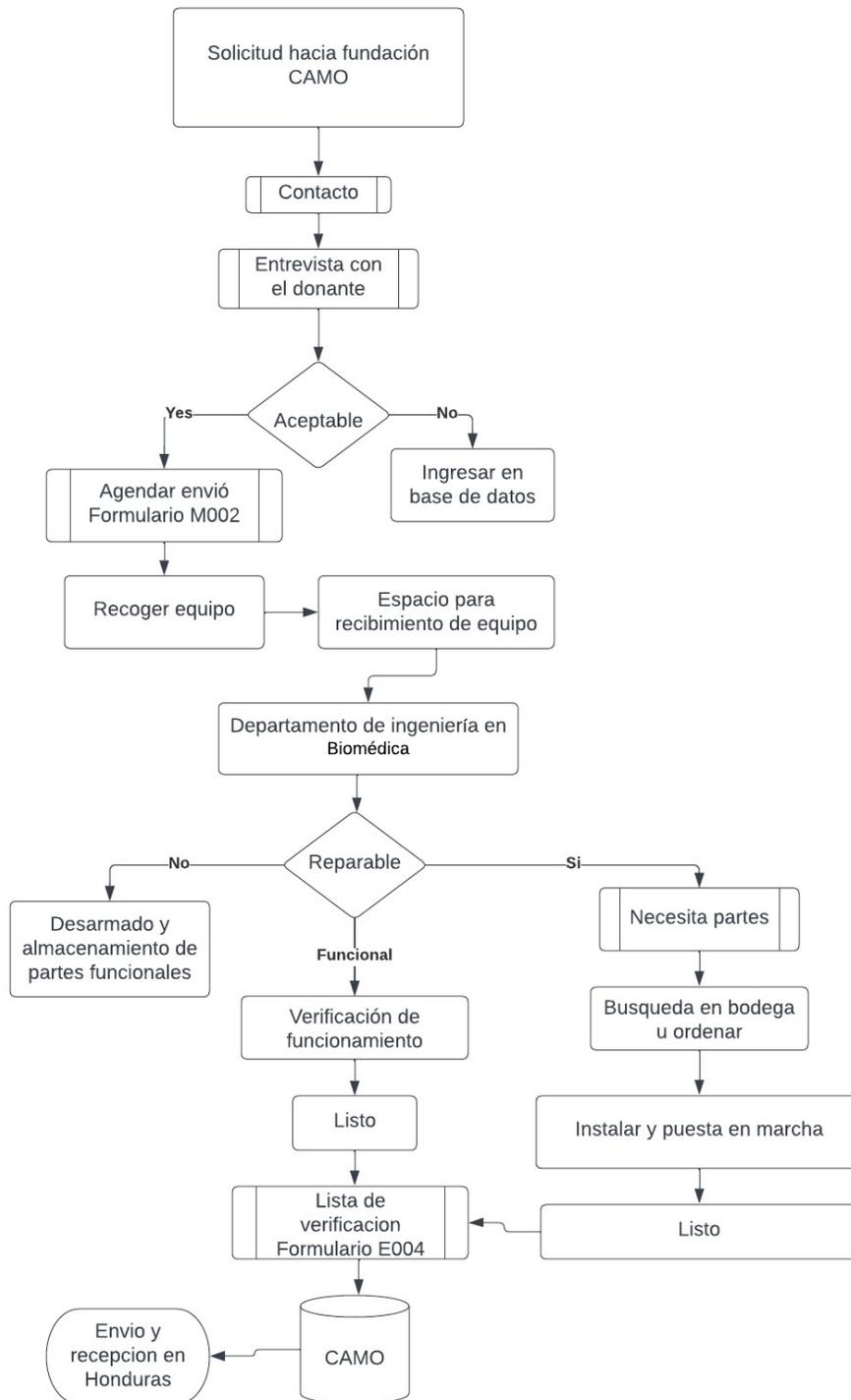
Antes de comenzar a diagnosticar las unidades se procedió a analizar cuáles son las más adecuadas y que las condiciones sean óptimas. Para este análisis fue esencial saber el ciclo de vida de los dispositivos médicos en este caso en área de dental, al igual conocer los requerimientos que se deben de contar para realizar alguna instalación como ser espacio, magnitud de voltaje y rangos de movimiento, todo ello previo a ser enviadas a Honduras de esta manera garantizar que sean utilizables en su destino final.

### 5.5.3 UNIDADES REPARADAS Y LISTAS PARA SER ENVIADAS

Posterior al desarrollo de análisis de cuáles son las unidades aptas, viables para ser reparadas y enviadas a Honduras, se concluyó el trabajo brindándole con éxito el mantenimiento correctivo 4 unidades completas, y un módulo. De las cuales a cada una de ellas se les reemplazo empaques, bloques de control, mangueras, switch y se realizó la instalación de los sistemas de agua integrado.



### 5.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA CAPTACIÓN DE EQUIPO MEDICO



**Ilustración 12 Diagrama de flujo**

Fuente: Propia (2022)

#### 5.5.4 Implementación

Una vez se llevó a cabo todas las actividades previas para llevar a cabo la implementación, se procedió a realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a unidades dentales, autoclaves, compresores, ultrasonido, concentrador de oxígeno, al igual una parte del flujo es el correcto posicionamiento de las herramientas y repuestos, en las siguientes ilustraciones y en la sección de anexos se demuestra el trabajo realizado.



**Ilustración 13 Entrenamiento y mantenimiento preventivo y correctivo Autoclaves**

Fuente: Propia (2022).

En la ilustración anterior se observa el momento de estar brindando instrucciones para realizar mantenimiento a dichos equipos, el cual fue brindado por ingeniero biomédico que realiza voluntariado a fundación CAMO.

En la siguiente ilustración se observa el momento de realizar mantenimiento correctivo a unidad dental de las cuales fueron seleccionadas para ser enviadas a Honduras, tomando en cuenta las características anteriormente mencionadas.



**Ilustración 14 Mantenimiento correctivo**

Fuente: Propia (2022).

En la siguiente ilustración se puede demostrar una de las pruebas que se le deben realizar a los equipos, el cual consiste en observar la cantidad de flujo que llegara a la pieza de mano, tomando en consideración no tenga alguna fuga, presiones adecuadas dependiendo si es alta o baja la pieza de mano, pedal funcionando de manera correcta al igual sus movimientos.



**Ilustración 15 Prueba de funcionamiento**

Fuente: Propia (2022).

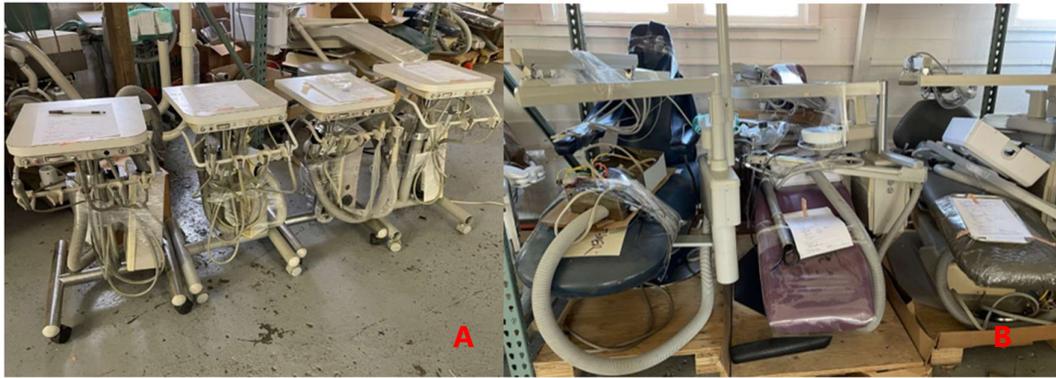
En la siguiente ilustración se demuestra el correcto orden y flujo de las unidades, al igual se empleó a herramientas y partes por cada una de las áreas.



**Ilustración 16 Correcto orden y flujo**

Fuente: Propia (2022).

En las siguientes ilustraciones se demuestran unidades dentales, con sus revisiones y respectivos mantenimientos brindados para poder ser usadas en Honduras, a las cuales se les adiciono el sistema de agua integrado.



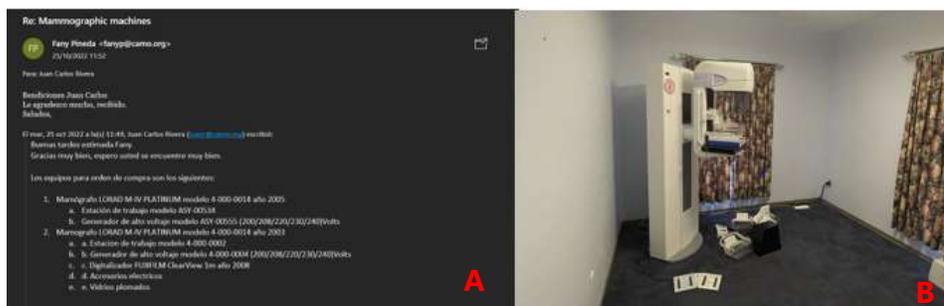
**Ilustración 17 A) Unidades listas para brigadas B) Unidades dentales estacionarias**  
Fuente: Propia (2022).

Uno de los objetivos del proyecto de mejora es la creación de lista y envío de partes específicas para unidades dentales, en la siguiente ilustración se puede observar la lista creada y algunas de las cajas donde están las partes listas para ser enviadas.



**Ilustración 18 A) Lista con número de partes B) Partes listas para ser enviadas**  
Fuente: Propia (2022).

En las siguientes ilustraciones se demuestra el proceso de captación, revisión y desinstalación de equipo de mamografía, con el cual se incluyó el digitalizador modelo CR-IR368, el cual es encargado de lectura de la imagen en formato DICOM



**Ilustración 19 A) Proceso de compra B) Revisión física de equipo**  
Fuente: Propia (2022).

En la siguiente ilustración 19 A se observa el digitalizador que fue adquirido, el cual se realizó las pruebas necesarias, y en la ilustración 19 B se muestra una parte del proceso de desmontaje y desconexión de la consola de control.



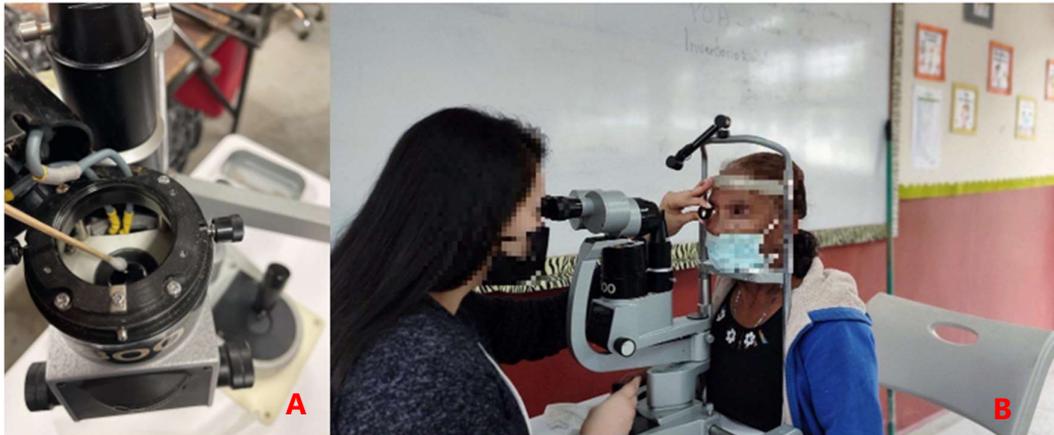
**Ilustración 20 A) Digitalizador adquirido B) Consola de control proceso desinstalación**  
Fuente: Propia (2022).

En las siguientes ilustraciones se muestran dispositivos médicos del programa de oftalmología, los cuales son del programa de fundación CAMO, se realizó un recorrido para el levantamiento de inventario y crear un programa de mantenimiento para los mismos.



**Ilustración 21 Equipos programa de oftalmología**  
Fuente: Propia (2022).

En la siguiente ilustración podemos observar donde se le está realizando el mantenimiento a una lampara de hendidura, la cual se le brindo mantenimiento para poder emplearla en brigada en el municipio de San Agustín Copán, donde se logró brindar atención oftalmológica a 48 personas.



**Ilustración 22 A) Mantenimiento a lampara de hendidura B) Atención de pacientes con lampara.**  
Fuente: Central American Medical Outreach Inc., (2022).

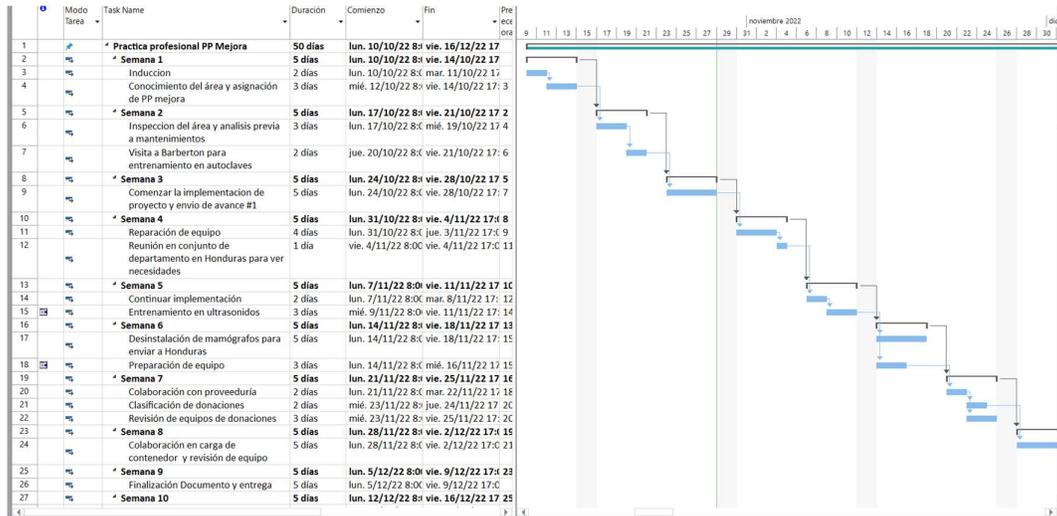
En las siguientes ilustraciones se demuestra el trabajo inicial en el sistema de control de activos, el cual beneficia para tener un mejor control de los equipos médicos asociados a los programas de la fundación, donde se introdujeron los dispositivos de los siguientes programas: cáncer de cérvix, Rayos X, Ultrasonido, por cuestiones de tiempo faltó realizar el levantamiento de inventario en Oftalmología, Protesis y ortesis, programa de US en Gracias Lempira y Rx en Corquin Copán.

Name	Code	Asset Location	Make	Model
E J	A88	CAMO USA BioMed (A5)		
E H	A74	CAMO USA BioMed (A5)		
E I	A55			
CAMO USA BioMed	A5			
E I	A25	CAMO USA BioMed (A5)		
INSSA EQUIPOS	A203	Programas CAMO (A181)		
Equipo para atención al pub...	A202	CAMO HONDURAS (A201)		
CAMO HONDURAS	A201			
Ultrasonido Portatil	A199	Brigada general CAMO (A197)	General Electric	Logiq i
Electrocardiografo	A198	Brigada general CAMO (A197)	Burdick	EK10
Brigada general CAMO	A197	Programas CAMO (A181)		
Digitalizador	A196	Programa Rayos X Vicente Fer...	Fujifilm	Carbon
Esfigmomanometro	A194	Programa Cáncer de Cérvix (A...	TYCOS	
Oto/oftalmoscopio	A193	Programa Cáncer de Cérvix (A...	Welch Allyn	
Colposcopio	A191	Programa Cáncer de Cérvix (A...	CRVOMEDICS	59
Colposcopio	A189	Programa Cáncer de Cérvix (A...	SEILER	MI-150N2
Estirilizador	A188	Programa Cáncer de Cérvix (A...	Pelton Crane	
Electrocardiografo	A187	Programa Ultrasonido Vicente ...	EDAN	SE-601
Doppler fetal	A186	Programa Ultrasonido Vicente ...	Contec	Sonotrax
Oto/oftalmoscopio	A185	Programa Ultrasonido Vicente ...	Welch Allyn	
Immovisiona M6000	A184	Programa Ultrasonido Vicente ...	Sony	18-807

**Ilustración 23 Introducción de equipos en sistema.**  
Fuente: Propia (2022).

## 5.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades se muestra en la siguiente ilustración, con el cual se detallan los pasos a seguir en cada semana. La implementación del proyecto de mejora debe de realizarse en un plazo de 10 semanas el cual es de 10 de octubre al 16 de diciembre del 2022.



## **VI. CONCLUSIONES**

- Se empleo la toma de decisiones en adquisición de equipo médico, tomando en consideración todos los aspectos necesarios.
- Se logro poner en marcha diversos equipos médicos ubicados en CAMO USA, los cuales representan necesidad en Honduras.
- Se aplico habilidades como liderazgo, investigación, y autonomía, adquiridas durante la formación profesional, permitiendo la resolución de problemas presentados.
- Se realizo la supervisión de todos los programas de la fundación, realizando mantenimientos preventivos y correctivos.
- Se logró realizar el diagrama de flujo del proceso de captación, revisión y puesta en marcha de los equipos, con el cual su implementación permite obtener resultados positivos en cuanto a unidades reparadas y buen uso del área.
- Se estableció la lista de partes específicas asociadas a unidades dentales, compresores y autoclaves, de esta forma se solicitó a gerencia la compra de estas, de este modo se tendrá un amplio stock de partes en Honduras, garantizando brindar los mantenimientos correctivos de manera rápida, las cuales no son de fácil acceso en Honduras.
- Se desarrollo el plan de captación, revisión y desinstalación de equipo de mamografía, el cual se llevó a cabo tomando en consideración los conocimientos de ingeniería en biomédica y con base en las necesidades del programa de mamografía de fundación CAMO.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A partir del trabajo realizado durante la práctica profesional se recomienda:

### **A la universidad:**

- Realizar talleres o reforzamientos en áreas técnicas por ejemplo en instalaciones eléctricas industriales las cuales son necesarias al momento de salir al campo laboral en el área de proyectos.

### **A la empresa:**

- Se recomienda contratar personal de ingeniería en biomédica en las instalaciones de CAMO Estados Unidos.
- Se recomienda ampliación de bodegas de equipos y partes en Honduras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-oxigeno/analizador-hi-91424345.htm](https://iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-oxigeno/analizador-hi-91424345.htm)
  2. DCI EDGE. (s. f.). *Parts\_Catalog—DCI Edge—PDF Catalogs | Technical Documentation*. Recuperado 29 de octubre de 2022, de <https://pdf.medicaexpo.com/pdf/dci-edge/parts-catalog/122075-189167.html>
  3. *Ecografía Doppler: Prueba de laboratorio de MedlinePlus*. (s. f.). Recuperado 29 de octubre de 2022, de <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/ecografia-doppler/>
  4. MIDMARK. (s. f.). *Sala Mecánica | Odontología Midmark*. Recuperado 29 de octubre de 2022, de [https://www.midmark.com/dental/products/mechanical-room?gclid=Cj0KCQjwnvOaBhDTARIsAJf8eVNoFDlg-ykwxUN3o9ERKRcWKxZbIXw2Mssq8DWbSyTg1E35istq74QaAI32EALw\\_wcB](https://www.midmark.com/dental/products/mechanical-room?gclid=Cj0KCQjwnvOaBhDTARIsAJf8eVNoFDlg-ykwxUN3o9ERKRcWKxZbIXw2Mssq8DWbSyTg1E35istq74QaAI32EALw_wcB)
  5. R, J. L. (2018, enero 7). *MULTIMETRO | Que es, para que sirve, como funciona y partes*. <https://como-funciona.co/un-multimetro/>
- About DICOM- Overview*. (s. f.). DICOM. Recuperado 26 de mayo de 2021, de <https://www.dicomstandard.org/about>
- Aviles, H. B. (2016). *Que es una ONG*. [https://static.america.gov/uploads/sites/8/2016/05/The-NGO-Handbook\\_Handbook-Series\\_Spanish\\_508.pdf](https://static.america.gov/uploads/sites/8/2016/05/The-NGO-Handbook_Handbook-Series_Spanish_508.pdf)
- Casasola, G. G. (2018). *Manual de Ecografía clinica*. <https://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros%20de%20Ecograf%C3%ADa/libro100.pdf>

- Central American Medical Outreach Inc. (2020). Servicios para personas con discapacidad. CAMO. <https://es.camo.org/servicios/servicios-para-personas-con-discapacidad/>
- Cervantes, G. A. (2016). *Technical Fundamentals of Radiology and CT*. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-1212-7>
- Dental, D. (2019, mayo 15). Conoce mejor tu unidad dental: Partes del sillón dental. *Odontomecum Blog*. <https://www.dvd-dental.com/blogodontomecum/partes-del-sillon-dental/>
- Eliana Garcia Depto Biomedica. (2022). *Estadística de donaciones* [Comunicación personal].
- Espinoza, W. (2019). *Materiales*. emaze presentations. <https://www.emaze.com/@AZZFOWCQ/Materiales>
- Kathryn Tschiegg. (2020). About Us. CAMO. <https://www.camo.org/about-us/>
- Lu, H., Kapoor, M., & Prasath, A. P. (2016). Enhancement of medical device interoperability by defining custom extensions to DICOM standards: User-defined DICOM SR. *2016 International Conference on Systems in Medicine and Biology (ICSMB)*, 83-86. <https://doi.org/10.1109/ICSMB.2016.7915093>
- Nina Huanca, D. (2016). Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 57(2), 57-60.
- OrthoInfo. (2021). *Radiografías, tomografías computarizadas (TC) e imágenes por resonancia magnética (IRM) (X-rays, CT Scans, and MRIs)—OrthoInfo—AAOS*.

<https://www.orthoinfo.org/es/treatment/radiografias-tomografias-computarizadas-tc-e-imagenes-por-resonancia-magnetica-irm-x-rays-ct-scans-and-mris/>

Sobhani, M. R., Ozum, H. E., Yaralioglu, G. G., Ergun, A. S., & Bozkurt, A. (2016). Portable low cost ultrasound imaging system. *2016 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2016.7728837>

Torsutkanok, N., Thongpance, N., & Wongkamhamg, A. (2018). The Development of Smart Dental Unit. *2018 11th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BMEiCON.2018.8609925>

Veeramani, S., Masood, M. N., & Sidhu, A. S. (2014). A PACS alternative for transmitting DICOM images in a high latency environment. *2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)*, 975-978. <https://doi.org/10.1109/IECBES.2014.7047657>

Wei, L., Zuoya, Z., Xiaobing, Z., Yitao, C., & Baoping, W. (2017). High performance of x-ray tube with field-emission cathode. *2017 Eighteenth International Vacuum Electronics Conference (IVEC)*, 1-2. <https://doi.org/10.1109/IVEC.2017.8289515>

Xie, Z., & Wu, R. (2011). Discussion the system of medical PACS. *2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering*, 4157-4159. <https://doi.org/10.1109/ICEICE.2011.5777920>

## BIBLIOGRAFÍA

- About DICOM- Overview.* (s. f.). DICOM. Recuperado 26 de mayo de 2021, de <https://www.dicomstandard.org/about>
- Aviles, H. B. (2016). *Que es una ONG.* [https://static.america.gov/uploads/sites/8/2016/05/The-NGO-Handbook\\_Handbook-Series\\_Spanish\\_508.pdf](https://static.america.gov/uploads/sites/8/2016/05/The-NGO-Handbook_Handbook-Series_Spanish_508.pdf)
- Casasola, G. G. (2018). *Manual de Ecografia clinica.* <https://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros%20de%20Ecograf%C3%ADa/libro100.pdf>
- Central American Medical Outreach Inc. (2020). Servicios para personas con discapacidad. CAMO. <https://es.camo.org/servicios/servicios-para-personas-con-discapacidad/>
- Cervantes, G. A. (2016). *Technical Fundamentals of Radiology and CT.* IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-1212-7>
- Dental, D. (2019, mayo 15). Conoce mejor tu unidad dental: Partes del sillón dental. *Odontomecum Blog.* <https://www.dvd-dental.com/blogodontomecum/partes-del-sillon-dental/>
- Eliana Garcia Depto Biomedica. (2022). *Estadística de donaciones* [Comunicación personal].
- Espinoza, W. (2019). *Materiales.* emaze presentations. <https://www.emaze.com/@AZZFOWCQ/Materiales>
- Kathryn Tschiegg. (2020). About Us. CAMO. <https://www.camo.org/about-us/>

- Lu, H., Kapoor, M., & Prasath, A. P. (2016). Enhancement of medical device interoperability by defining custom extensions to DICOM standards: User-defined DICOM SR. *2016 International Conference on Systems in Medicine and Biology (ICSMB)*, 83-86. <https://doi.org/10.1109/ICSMB.2016.7915093>
- Nina Huanca, D. (2016). Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnósticas de calidad. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 57(2), 57-60.
- OrthoInfo. (2021). *Radiografías, tomografías computarizadas (TC) e imágenes por resonancia magnética (IRM) (X-rays, CT Scans, and MRIs)—OrthoInfo—AAOS*. <https://www.orthoinfo.org/es/treatment/radiografias-tomografias-computarizadas-tc-e-imagenes-por-resonancia-magnetica-irm-x-rays-ct-scans-and-mris/>
- Sobhani, M. R., Ozum, H. E., Yaralioglu, G. G., Ergun, A. S., & Bozkurt, A. (2016). Portable low cost ultrasound imaging system. *2016 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2016.7728837>
- Torsutkanok, N., Thongpance, N., & Wongkamhamg, A. (2018). The Development of Smart Dental Unit. *2018 11th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/BMEiCON.2018.8609925>
- Veeramani, S., Masood, M. N., & Sidhu, A. S. (2014). A PACS alternative for transmitting DICOM images in a high latency environment. *2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)*, 975-978. <https://doi.org/10.1109/IECBES.2014.7047657>

Wei, L., Zuoya, Z., Xiaobing, Z., Yitao, C., & Baoping, W. (2017). High performance of x-ray tube with field-emission cathode. *2017 Eighteenth International Vacuum Electronics Conference (IVEC)*, 1-2. <https://doi.org/10.1109/IVEC.2017.8289515>

Xie, Z., & Wu, R. (2011). Discussion the system of medical PACS. *2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering*, 4157-4159. <https://doi.org/10.1109/ICEICE.2011.5777920>

## ANEXOS



**Ilustración 24 Revisión de modulo**

Fuente: Propia (2022)



**Ilustración 25 Reemplazo de turbina a pieza de mano**

Fuente: Propia (2022)



**Ilustración 26 Empleando CLR para reconstrucción de jeringa**

Fuente: Propia (2022).



**Ilustración 27 Verificación de funcionamiento correcto Mamógrafo**

Fuente: Propia (2022).

Asset	Modelo	Programa	Marca	Modelo
Programa Rayos X	A196	Programa Rayos X	Varian	Varian
Programa Cáncer de Cérvix	A194	Programa Cáncer de Cérvix	TYCOS	TYCOS
Programa Cáncer de Cérvix	A193	Programa Cáncer de Cérvix	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer de Cérvix	A192	Programa Cáncer de Cérvix	GE	GE
Programa Cáncer de Cérvix	A189	Programa Cáncer de Cérvix	SEELER	SEELER
Programa Cáncer de Cérvix	A188	Programa Cáncer de Cérvix	PERIN CARE	PERIN CARE
Programa Ultrasonido	A187	Programa Ultrasonido	SONY	SONY
Programa Ultrasonido	A186	Programa Ultrasonido	CONTEC	CONTEC
Programa Ultrasonido	A185	Programa Ultrasonido	WALLACE	WALLACE
Programa Ultrasonido	A184	Programa Ultrasonido	SONY	SONY
Programa Ultrasonido	A183	Programa Ultrasonido	GENERAL ELECTRIC	GENERAL ELECTRIC
Programa Ultrasonido	A182	Programa Ultrasonido	GE	GE
Programa Cáncer	A181	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer	A179	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer	A178	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer	A177	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer	A176	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Cáncer	A175	Programa Cáncer	WALLACE	WALLACE
Programa Rayos X	A174	Programa Rayos X	BENNETT	BENNETT
Programa Rayos X	A173	Programa Rayos X	WALLACE	WALLACE
Programa Rayos X	A172	Programa Rayos X	WALLACE	WALLACE
Programa Rayos X	A171	Programa Rayos X	WALLACE	WALLACE
Programa Rayos X	A170	Programa Rayos X	WALLACE	WALLACE

**Ilustración 28 Adición de equipos médicos a Fiix**

Fuente: Propia (2022).



**Ilustración 29 Mantenimiento a teclados de ultrasonidos**

Fuente: Propia (2022).