

**OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DOCUMENTAL EN EL ÁMBITO DE LA  
BIOMEDICINA HOSPITALARIA: RECOPIACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS  
MANUALES DE EQUIPOS MÉDICOS EN EL SERVICIO DE QUIRÓFANO DEL  
HOSPITAL ESPAÑOL**

**Laura Valentina Aponte Rios**

**Práctica profesional**

**Tutor**

**Ing María Paula Acero Triviño**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
Ciudad de México, México  
2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi mamá Brigitte Rios y a mi papá Héctor Aponte por su apoyo incondicional a lo largo de todo mi proceso de crecimiento tanto profesional como personal, por brindarme una buena educación y darme una crianza llena de valores y recuerdos que me han hecho la mujer que soy hoy en día. A mi familia por su compañía y ayuda en este proceso de adaptación en un nuevo país, por hacerme sentir como en casa y siempre tener la disposición de apoyarme en lo que necesite.

De igual manera, agradezco a mis amigos y compañeros que me acompañaron a lo largo de todo este proceso, por su apoyo y palabras de aliento en los momentos difíciles, por todas las risas y buenos momentos que compartimos, porque sin ellos mi formación profesional y estadía en la universidad no hubiera sido igual, en ellos encontré personas excelentes, una familia que espero preservar por mucho tiempo.

A mis profesores por todo el conocimiento que me brindaron a lo largo de este proceso, por buscar la excelencia en mí y por la paciencia y comprensión que tuvieron en todo momento. Agradezco a mis dos universidades, Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y Universidad del Rosario donde viví experiencias increíbles y me enriquecí de conocimientos que me acompañaran por el resto de mi carrera profesional, a la Lic. Sandra Pacheco y al Lic. Giancarlo Espadas porque sin su esfuerzo y dedicación este proceso de movilización internacional no hubiera sido posible, a mi tutora la Ing. María Paula Triviño por su apoyo en el desarrollo de este proyecto y su ayuda en la comunicación entre las dos instituciones.

Agradezco inmensamente al Hospital Español por la oportunidad que me brindaron, por poner sus instalaciones a mi disposición y tener la mejor actitud hacia mi proceso de formación. Al departamento de Ingeniería Biomédica por recibirme de la mejor manera y hacerme sentir como una más de ellos, a mis jefes el Ing. Ricardo González y el Ing. Daniel García por todo su apoyo y enriquecimiento en el tiempo que estuve allí, a todos los ingenieros por volverse parte de mi día a día y llenarme de aprendizajes y conocimientos, a la Ing. Diana Navarro y el Ing. Rodrigo Hernández por darme su confianza tanto profesional como personal, hicieron mi estadía más bonita y amena llenando mis días de risas e innumerables buenos momentos, son personas maravillosas que llevare en mi corazón durante mucho años.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS .....	9
2.1. General.....	9
2.2. Específicos .....	9
3. METODOLOGÍA .....	10
4. RESULTADOS .....	21
5. DISCUSIÓN.....	25
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	27
7. CONCLUSIONES .....	28
REFERENCIAS .....	29
ANEXOS.....	30

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Total de equipos médicos existentes en el servicio de quirófano del Hospital Español.....	16
Tabla 2. Total de manuales existentes en el DIB del Hospital Español .....	17
Tabla 3. Antes y después de las mejoras realizadas en el repositorio físico del departamento de ingeniería biomédica para el área de quirófano del Hospital Español .....	24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de las fases principales para el desarrollo del proyecto .....	10
Figura 2. Diagrama de Gantt .....	11
Figura 3. Diagrama de Fase 1, recolección de información inicial .....	12
Figura 4. Formato general de la programación de mantenimientos preventivos de quirófano .....	13
Figura 5. Datos generales del equipo .....	14
Figura 6. Periodicidad de mantenimiento preventivo .....	14
Figura 7. Organización de la calendarización de los mantenimientos preventivos .....	15
Figura 8. Personal responsable de brindar mantenimiento al equipo .....	15
Figura 9. Diagrama de Fase 2, búsqueda de información existente .....	16
Figura 10. Instalación correspondiente al repositorio físico de manuales del DIB .....	17
Figura 11. Diagrama de Fase 3, Búsqueda de información faltante .....	18
Figura 12. Reservorio de manuales de servicio y usuario en OneDrive .....	18
Figura 13. Diagrama de Fase 4, Organización de información existente y faltante .....	19
Figura 14. Ejemplo de impresión de documentación .....	19
Figura 15. Ejemplo de encuadernado y marcación de documentación con separadores alfabéticos .....	20
Figura 16. Total de manuales encontrados y no encontrados de acuerdo al número total de equipos médicos correspondientes al servicio de quirófano del Hospital Español .....	21
Figura 17. Total de manuales de usuario y servicio encontrados de acuerdo al número total de equipos médicos correspondientes al servicio de quirófano del Hospital Español .....	21
Figura 18. Total de manuales encontrados y no encontrados de acuerdo con la prioridad planteada para cada uno de los casos .....	22
Figura 19. Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por el DIB .....	22
Figura 20. Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por proveedores ajenos a la institución .....	23
Figura 21. Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que estén exentos de mantenimiento preventivo .....	23

## LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Tabla del número total de equipos presentes en el servicio de quirófano de acuerdo con su fabricante .....	30
---	----

## 1. INTRODUCCIÓN

El Hospital Español es una organización prestadora de servicios de salud, interesada en el desarrollo, motivación y compromiso de su recurso humano, que ofrece a sus pacientes un servicio de calidad y seguridad a través de equipo médico de alta tecnología y sobre todo calidez humana. Ha tenido presencia en la Ciudad de México desde 1842, en sus inicios con el objetivo principal de socorrer a los españoles verdaderamente necesitados. A lo largo de los años ha recibido apoyo de diversas entidades gubernamentales y privadas, lo cual ha permitido la extensión no solo del territorio sino también la mejora en la calidad y servicios ofrecidos por parte del hospital, actualmente, tiene sus puertas abiertas para prestar atención prioritaria y de control a cualquier paciente que así lo requiera puesto que cuenta con áreas como lo son oncología, hemodiálisis, fisioterapia, unidad coronaria, terapia intermedia e intensiva, etc [1].

Gracias a sus altos estándares de calidad, El Hospital Español se encuentra certificado por el Consejo de Salubridad General en México (Se debe tener en cuenta que cada país tiene su propia organización en el ámbito de la salud, sin embargo, el “Consejo de Salubridad General en México” sería equivalente en términos de coordinación y regulación de acciones a el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia), esta certificación es un reconocimiento que solo se obtiene al demostrar el cumplimiento de estándares rigurosos para brindar servicios con calidad y seguridad, de igual manera, es el primer Hospital fuera de los Estados Unidos de Norteamérica en ser catalogado como Hospital 5 estrellas por el Patient Safety Movement, por el diseño de estrategias y la implementación de soluciones en pro de la seguridad del Paciente [2]. Finalmente, cuenta con la Certificación ISO 9001:2015. Esta certificación es reconocida a nivel mundial por fomentar altos estándares de calidad. Por esta razón el Hospital desde el año 2004, la ha integrado a su sistema de trabajo, lo que favorece la estandarización y el control de los procesos basado en buenas prácticas, para promover la mejora continua en la organización [2].

Por otro lado, como factor determinante en la misión y visión de esta entidad, y actuando en consecuencia con las necesidades de este proceso, se busca ser reconocidos como uno de los modelos hospitalarios de mayor calidad asistencial y humanitaria, para esto deben funcionar correctamente y seguir los lineamientos impuestos por la ley mexicana para las entidades prestadoras de servicios de salud, todos los departamentos que conforman la institución. En el caso del departamento de ingeniería biomédica, se debe tener como alcance permitir el uso óptimo de todos los recursos tecnológicos (planta física, instalaciones industriales, equipamiento médico y redes de comunicación) con que cuenta la institución, ofreciendo apoyo al personal médico y a los servicios clínicos que lo requieran, con el objetivo de auxiliar en la disminución de defectos y mejorar los niveles de actuación, aumentando la calidad de los servicios de salud [3]

El mantenimiento de los equipos médicos se puede dividir en dos principales categorías: inspección y mantenimiento preventivo (IMP) y mantenimiento correctivo (MC). Por IMP se entienden todas las actividades programadas que aseguran la funcionalidad de los equipos y previenen dificultades en su uso o fallas. Las inspecciones de funcionamiento y seguridad son procedimientos sencillos que permiten verificar el funcionamiento adecuado y el uso seguro del dispositivo. El mantenimiento preventivo (MP) comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir imprevistos, por

ejemplo, calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etc [4]. Las inspecciones se pueden efectuar como una actividad aislada y junto con el MP para garantizar la operatividad; esto es importante porque el MP puede ser bastante laborioso, en el sentido en que se retiran, limpian o reemplazan componentes. Es esencial que todos los establecimientos sanitarios, independientemente de su tamaño, adopten un programa de mantenimiento para los equipos médicos. La complejidad del programa depende del tipo y del tamaño del centro, su ubicación y los recursos requeridos[4].

Los recursos necesarios para el mantenimiento son difíciles de proyectar. Para hacerlo se requieren antecedentes de mantenimiento, cálculos del personal necesario y conocimientos acerca de cuándo un equipo puede fallar. El mantenimiento también exige personal con la competencia, la educación y la experiencia apropiadas. Para el mantenimiento de los equipos complejos, son necesarios proveedores externos [5]. Un programa de mantenimiento exige algunos recursos materiales, entre ellos un lugar de trabajo, herramientas y equipos para realizar pruebas, insumos, piezas de recambio y los manuales de uso y de servicio necesarios para realizar el mantenimiento.

Lo ideal es que en el programa exista un manual de uso y otro de mantenimiento para cada modelo de dispositivo médico. El manual de uso es útil no solo para los usuarios del equipo sino para los técnicos, que deben conocer en detalle cómo se usa el dispositivo en la práctica clínica. El manual de mantenimiento es fundamental para la inspección, el mantenimiento preventivo, la reparación y la calibración. Lamentablemente, los manuales de uso y de mantenimiento no siempre están disponibles, y también se da el caso de que estén en un idioma que los técnicos no comprenden. Por lo tanto, es importante que el departamento de ingeniería biomédica tome medidas para facilitar el acceso a estos manuales [5].

En México en el año 2003, surgió la Dirección General de Evaluación del Desempeño (DGED) como una reestructuración orgánica de la Secretaría de Salud (SS). El objetivo principal de la DGED es evaluar el desempeño de los sistemas nacionales y estatales de salud, a partir del Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal [6]. Además, la DGED cuenta con un organismo conocido como la Unidad de Evaluación de Desempeño (UED) a nivel estatal, el cual verifica el cumplimiento de manuales administrativos y de gestión de equipo y tecnología biomédica, establecido en el estándar FMS.6 del Consejo de Salubridad General [6][7].

Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de mantener los altos estándares de calidad y reconocimiento del Hospital Español, este trabajo se enfoca en la evaluación y optimización del inventario de manuales de equipos médicos en el servicio de quirófano, específicamente en el ámbito del departamento de ingeniería biomédica, esto teniendo en cuenta que el dinámico entorno del servicio de quirófano, donde la precisión y la eficiencia son imprescindibles, la correcta operación de los equipos médicos desempeña un papel esencial en la prestación de atención médica de calidad. Por lo que, el acceso oportuno y la gestión eficiente de los manuales de equipos médicos se revelan como elementos cruciales para garantizar la seguridad y eficacia de los procedimientos quirúrgicos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Evaluar y optimizar el inventario de manuales de equipos médicos del servicio de quirófano en el departamento de ingeniería biomédica del Hospital Español, con el fin de mejorar la eficiencia y la disponibilidad de información para la resolución de situaciones críticas por parte de los ingenieros a cargo.

### **2.2. Específicos**

1. Realizar y detallar un inventario exhaustivo de los equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del hospital.
2. Identificar y recopilar todos los manuales de usuario u operador de los equipos médicos utilizado para quirófano.
3. Evaluar la eficiencia del proceso de recopilación de manuales de los equipos médicos e identificar posibles fallos.
4. Desarrollar un sistema de recopilación, organización y clasificación de los manuales para garantizar un acceso rápido y sencillo a información relevante.
5. Medir el impacto de las mejoras implementadas en términos de disponibilidad de documentación y satisfacción por parte del personal de biomédica

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Problema a solucionar

De acuerdo con lo que se evidencia en el Hospital Español y al hablar con algunos integrantes del departamento de ingeniería biomédica, se hace evidente que, si bien los procesos para recopilar manuales de usuario y técnicos están debidamente estructurados y apoyados en la diferente bibliografía existente. En la práctica se tienen vacíos a la hora de llevarlos a cabo; lo anterior como resultado de diversos factores, tales como pueden ser, la antigüedad que tienen algunos de los equipos que se encuentran en servicio, la mala organización que se tiene a la hora de archivarlos y guardarlos en la reserva bibliográfica del departamento y la pérdida de estos ya sea dentro o fuera del departamento. Por lo cual se hace evidente la necesidad de evaluar y optimizar el inventario de los manuales de equipo médico principalmente en el área de quirófano que es donde más incidentes se presentan y se cuenta con menos recursos para dar solución a estos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se solicitara al departamento de ingeniería biomédica el inventario de equipos médicos que se encuentran en el área de quirófano, al igual que el control de las fechas en las que se debe realizar el mantenimiento preventivo de los equipos y si es realizado por el departamento de ingeniería biomédica del Hospital Español o por un ingeniero externo, esto con el fin de definir los equipos que deben tener su documentación inmediatamente al día pues el personal de ingeniería biomédica en la mayoría de los casos depende de este para poder brindar soporte al área. Una vez se cuente con dicho listado se procede a realizar una revisión bibliográfica en el área de inventarios de manuales del departamento para verificar la documentación faltante, se procederá a realizar la búsqueda de esta misma mediante herramientas digitales como lo son páginas web, foros, comunidades, reservorios avalados por los mismos proveedores, etc., de igual manera se entabla comunicación con algunos proveedores por llamada telefónica y vía correo electrónico. Finalmente se recopilará en físico dicha información, se organizará en el área de inventarios correspondiente a quirófano en orden alfabético, por último, se evaluará la eficiencia que tuvo dicho proceso.

#### 3.2. Fases del proyecto

Para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta su duración de cuatro meses. Se proponen cuatro fases principales para facilitar su ejecución y llevar un proceso más organizado y óptimo, estas fases abarcan en grandes rasgos los objetivos que se tienen y la manera en la que se quiere llevar a cabo.



Fig 1. Diagrama de las fases principales para el desarrollo del proyecto

En primer lugar, se llevará a cabo la búsqueda de la información sobre los equipos y su debido mantenimiento, al igual que datos relevantes para este, tales como la fecha en la que se debe realizar y quien lo realiza. En la segunda etapa se busca realizar una revisión bibliográfica entre el inventario de manuales que se encuentra presente en el departamento de ingeniería biomédica, allí se busca saber con qué documentación se cuenta y cuál sería la faltante lo que conlleva a la tercera fase que es la recolección de dicha información ya sea por medios digitales o electrónicos, aquí se busca recaudar toda la documentación faltante con el fin de tener una base de datos lo más actualizada y completa que sea posible y por último, se encuentra la parte de creación y organización del espacio para los manuales encontrados y los que ya se tenían, se podrán por orden alfabético según el nombre del equipo médico al que corresponden, de igual manera, se busca hacer una medición y comparación de la eficiencia del proceso que se planeó y ejecuto.

Para llevar a cabo estas cuatro fases, se proponen ocho tareas que embarcan de manera global los objetivos que se quieren alcanzar para cada una de ellas teniendo en cuenta el tiempo con el que se cuenta, que corresponde a 16 semanas y la prioridad que debe tener cada una en términos de dificultad y durabilidad.

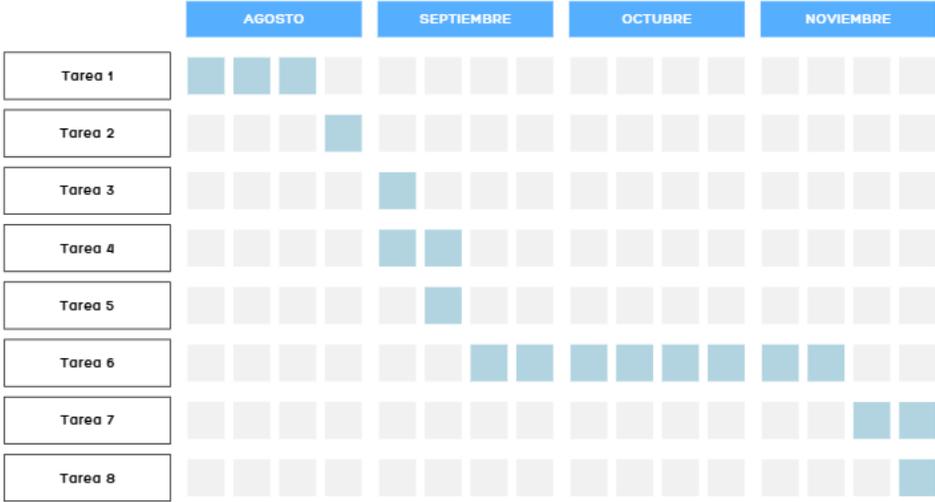


Fig 2. Diagrama de Gantt

A continuación, se describe a detalle cada una de las actividades propuestas en la figura 2:

**Actividad 1.** Identificación de necesidades existentes en el departamento de ingeniería biomédica y planteamiento de posibles soluciones, tendrá una durabilidad de tres semanas (Fase 1).

**Actividad 2.** Definición de la problemática exacta a tratar mediante reuniones con el personal de ingeniería biomédica del Hospital Español y la ingeniera María Paula Acero Triviño, docente de la Escuela colombiana de ingeniería, tendrá una durabilidad de una semana (Fase 1).

**Actividad 3.** Recolección de inventario de equipos médicos que se encuentran en el área de ingeniería biomédica, su fecha correspondiente de mantenimiento y persona que se encarga de realizar dicha revisión tendrá una durabilidad de una semana (Fase 1).

**Actividad 4.** Definición de los equipos con mayor y menor prioridad de recopilación de documentación, se cuenta con dos semanas para llevarla a cabo (Fase 2).

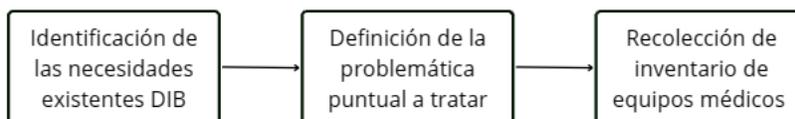
**Actividad 5.** Búsqueda de manuales de servicio y usuario en el repositorio físico del departamento de ingeniería biomédica, se cuenta con una semana para llevarla a cabo (Fase 2).

**Actividad 6.** Inicio de búsqueda de la bibliografía faltante en los diferentes medios mencionados, internet, llamadas telefónicas y vía correo electrónico, se tendrán ocho semanas para llevar a cabo esta actividad (Fase 3).

**Actividad 7.** Impresión y recopilación física de los manuales encontrados en la investigación realizada, tendrá una durabilidad de dos semanas (Fase 4).

**Actividad 8.** Creación y organización del nuevo espacio en la zona de inventarios de manuales de servicio y usuario para el área de quirófano, realización de estadísticas para medir la eficiencia de la metodología aplicada, se estima la duración de una semana (Fase 4).

### 3.2.1. Fase 1



**Fig 3.** Diagrama de Fase 1, recolección de información inicial.

En esta primera fase mostrada en el diagrama de la figura 3 se recolecta la información necesaria para el desarrollo y la definición del proyecto. Una de las funciones principales de un practicante de ingeniería biomédica en el Hospital Español es realizar acompañamiento a los ingenieros encargados de las diferentes áreas cuando se presenta algún inconveniente en estas mismas, el cual puede ir desde un reporte sencillo que se atiende en cuestión de minutos hasta la realización de un mantenimiento correctivo que puede tomar horas e incluso días, de igual manera, se brinda acompañamiento en los mantenimientos preventivos que se realizan de manera mensual dependiendo del equipo médico que así lo requiera.

Al realizar dichos acompañamientos se identifican varias necesidades y carencias que presentan los ingenieros a la hora de realizar su trabajo que afectan la rapidez y la eficiencia de los resultados esperados, principalmente se evidencia una alta dificultad a la hora de plantear una solución a un problema de funcionamiento que no se había presentado anteriormente, esto se debe a la falta de recursos e información disponible que se tiene

sobre el equipo. De igual manera se entabla un dialogo con el personal de ingeniería biomédica donde refuerzan la existencia de este problema en especial en las áreas críticas como lo es el quirófano, al igual que de sus causas. Una vez se identifica la necesidad que se tiene, se propone una solución que es avalada por la Ing. María Paula Triviño Acero, tutora de este proyecto y por el departamento IB, por lo que se procede a plantear los objetivos y el desarrollo que se quiere realizar.

En primer lugar, se solicita al ingeniero encargado del departamento de ingeniería biomédica la base de datos que se tiene acerca de los equipos médicos con los que cuenta el servicio de quirófano.

Programación de Mantenimientos Preventivos De Quirófano																			
Localización: 9º U.P.D.											Año 2023								
Jefe o Responsable: Lic. Enf. Alejandra Malagón M.																			
Datos generales del equipo					Periodicidad	Calendarización Mantenimiento Preventivo												Responsable	
Descripción	Marca	Modelo	No. serie	Ubicación		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		E
Analizador de tiempos de coagulación	Medtronic	ACT II	8004158	Salas	Semestral	x							ok						Ing. Biomédica
Arco en C	GE	OEC 9900 Elite Vas 15	E2-3441	Bodega	Semestral							x							GE
Arco en C	GE	OEC 9900 Cardiac	ES-2862-CH	Bodega	Semestral							x							GE
Arco en C	Siemens	Cios Alpha	42137	Bodega	Anual		ok										ok		Siemens
Aspirador	Gomco	3020	442	Salas	Semestral	ok							ok						Ing. Biomédica
Aspirador	Gomco	3020	4475	Salas	Semestral	x												x	Ing. Biomédica
Aspirador	Gomco	6036	P 9096	Salas	Semestral								ok					x	Ing. Biomédica
Báscula	Medi Data	DS-5	H17-000147		Anual								ok						Ing. Biomédica
Báscula	Medi Data	V11P30	90900664		Anual					ok									Ing. Biomédica
Báscula	VINSON		3070531148		Anual													x	Ing. Biomédica
Biobomba	Vitalmex	48-40-00	48E04535	Sala 7	Anual													x	Vitalmex
Bomba de Irrigación	Stryker	AHTO	07C052434	Bodega	Libre de mtto	Libre de mantenimiento												LIBRE	
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	221503934	Bodega	Libre de mtto	Libre de mantenimiento												Orion quirurgico	
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	22E532554	Bodega	Libre de mtto	Libre de mantenimiento												Orion quirurgico	
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	09J041504	Bodega	Libre de mtto	Libre de mantenimiento												Orion quirurgico	
Bomba PCA	Caad Legacy	6300	226011	Bodega	Anual													ok	Ing. Biomédica

Fig 4. Formato general de la programación de mantenimientos preventivos de quirófano.

Como se observa en la figura 4, dicha base de datos cuenta con datos generales sobre el equipo médico, la periodicidad con la que se realiza el mantenimiento de cada uno de estos, la calendarización del mantenimiento preventivo que se debe realizar y el responsable de este mismo.

Datos generales del equipo				
Descripción	Marca	Modelo	No. serie	Ubicación
Analizador de tiempos de coagulacion	Medtronic	ACT II	8004158	Salas
Arco en C	GE	OEC 9900 Elite Vas 15	E2-3441	Bodega
Arco en C	GE	OEC 9900 Cardiac	ES-2862-CH	Bodega
Arco en C	Siemens	Cios Alpha	42137	Bodga
Aspirador	Gomco	3020	442	Salas
Aspirador	Gomco	3020	4475	Salas
Aspirador	Gomco	6036	P 9096	Salas
Báscula	Medi Data	DS-5	H17-000147	
Báscula	Medi Data	V11P30	90900664	
Báscula	VINSON		3070531148	
Biobomba	Vitalmex	48-40-00	48E04535	Sala 7
Bomba de Irrigación	Stryker	AHTO	07C052434	Bodega
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	221503934	Bodega
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	22B532554	Bodega
Bomba de Irrigación	Stryker	0250070601	09J041504	Bodega

**Fig 5.** Datos generales del equipo

En la figura 5, se evidencia que para esta sección del formato se encuentra información puntual sobre cada equipo; Nombre, marca, modelo, número de serie y ubicación dentro del Hospital Español. Este último es el único dato que se actualiza contantemente pues ya sea por mal funcionamiento, por la baja de un equipo, la solicitud de llevarlo a otro servicio, etc. El gerente del DIB debe dar autorización para cambiar la ubicación del equipo tanto en el hospital como en la base de datos del servicio de quirófano.

Periodicidad
Semestral
Semestral
Semestral
Anual
Semestral
Semestral
Semestral
Anual
Anual
Anual
Anual
Libre de mtto

**Fig 6.** Periodicidad de mantenimiento preventivo

En la figura 6 se visualiza la periodicidad con la que se le debe brindar mantenimiento preventivo a cada equipo presente en el servicio de quirófano según recomienda el proveedor, puede ser mensual, trimestral, semestral, anual o libre de mantenimiento.

Calendarización Mantenimiento Preventivo											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	x						ok				
					x						x
					x						x
	ok								ok		
ok						ok					
	x						x				
				ok						x	
				ok							
		ok									
				x							
				x							
Libre de mantenimiento											
Libre de mantenimiento											
Libre de mantenimiento											

Fig 7. Organización de la calendarización de los mantenimientos preventivos

Como se observa en la figura 7, teniendo en cuenta información como; la fecha de entrada del equipo y la periodicidad con la que se debe dar mantenimiento, se planea desde inicio de año el calendario de los meses en los que se debe realizar este mismo, las equis simbolizan los meses en los que corresponde realizar el mantenimiento y los ok los que se cumplieron según lo propuesto.

Responsable
Ing. Biomédica
GE
GE
Siemens
Ing. Biomédica
Vitalmex
LIBRE
Orion quirurgico
Orion quirurgico
Orion quirurgico

**Fig 8.** Personal responsable de brindar mantenimiento al equipo

Por último, en la figura 8 se observa la identificación del responsable de realizar el mantenimiento preventivo de cada equipo, este dependerá de si el proveedor ofrece sus servicios de reparación y la vigencia que tenga esta misma cláusula. En caso de no prestarlo por el vencimiento de alguna de las razones nombradas anteriormente el Hospital Español es el encargado de dar soporte a estos equipos.

### 3.2.2. Fase 2



**Fig 9.** Diagrama de Fase 2, búsqueda de información existente.

Para esta segunda fase se lleva a cabo el proceso ilustrado en la figura 9 teniendo en cuenta la información obtenida en la fase 1, inicialmente se realiza la definición de la prioridad que tendrá cada equipo, para esto se tiene en cuenta a partir del número total de equipos que se tiene en el servicio de quirófano (Contando únicamente uno por cada modelo que se tenga), quien es la persona responsable de realizar el mantenimiento preventivo y si están exentos o no de mantenimiento.

Parámetro	Total
Número total de equipos	99
Exentos de mantenimiento	3
Responsable Hospital Español	52
Responsable Proveedor externo	44

**Tabla 1.** Total de equipos médicos existentes en el servicio de quirófano del Hospital Español.

Como se muestra en la tabla 1, resaltado de azul, se cuenta con un total de 96 equipos en el área de quirófano teniendo en cuenta que se está contando uno por cada modelo existente y resaltado en amarillo se encuentra el desglosé de ese total de equipos entre los que están exentos de mantenimiento preventivo, los equipos que reciben este servicio por parte del personal del departamento de ingeniería biomédica del Hospital Español y por último, los equipos que reciben mantenimiento por parte de un proveedor ajeno a la institución.

Teniendo en cuenta la normativa establecida en el Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Unidad de Evaluación de Desempeño (UED) demanda que todo equipo presente en un hospital debe tener su manual técnico o en su defecto de usuario disponible en el departamento de ingeniería biomédica, por lo que los 99 equipos presentes en el área de quirófano deben presentar dicha documentación, sin embargo, la prioridad en este proyecto será ofrecer a los ingenieros del DIB la información pertinente para que puedan realizar su trabajo de manera eficiente en la institución por lo que se establece el siguiente orden de prioridad de búsqueda de manuales:

1. Manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por el DIB.
2. Manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por proveedores ajenos a la institución.
3. Manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que estén exentos de mantenimiento preventivo.

Una vez se tiene clara la prioridad de búsqueda de información y documentación que se tendrá para la realización de este proyecto, se inicia la exploración en el repositorio físico disponible en el área de ingeniería biomédica con el fin de definir la cantidad de manuales existentes allí y la cantidad faltante.



**Fig 10.** Instalación correspondiente al repositorio físico de manuales del DIB

Como se muestra en la figura 10, se realiza la búsqueda bibliográfica en todas las áreas presentes del Hospital Español con el objetivo de encontrar la mayor cantidad de información disponible.

<b>Parámetro</b>	<b>Total</b>
Número total de manuales encontrados	24
Manuales en buen estado	21
Manuales descartados	3

**Tabla 2.** Total de manuales existentes en el DIB del Hospital Español.

Como resultado se obtiene la tabla 2, en la que se visualiza de color azul que se encontraron 24 manuales de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano, sin embargo, 3 de

ellos se descartaron debido a su mal estado, ya sea porque estaban incompletos o por la falta de legibilidad que presentaban, lo que deja un total de 21 manuales disponibles.

### 3.2.3. Fase 3

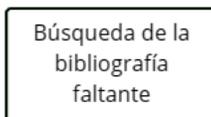


Fig 11. Diagrama de Fase 3, Búsqueda de información faltante.

Como se establece en la figura 11, esta etapa del proyecto consiste en la recolección de toda la información faltante teniendo en cuenta lo establecido en la fase 1 y 2, se inicia la búsqueda de acuerdo con la prioridad mencionada anteriormente de los 78 manuales restantes, para esto se utiliza principalmente páginas web, repositorios de información oficial suministrada por el fabricante como General Electric (GE), Baxter, ATM, Medtronic, etc., asociaciones de ingenieros biomédicos, de igual manera, se hizo uso de vías de comunicación tales como llamadas telefónicas o correos electrónicos a proveedores con el fin de solicitar la información que se requiere y no se encontraba facilidad abierta al público. Para facilitar dicha tarea se realiza una tabla en la que se separa cada equipo médico según su fabricante como se muestra en el anexo 1.

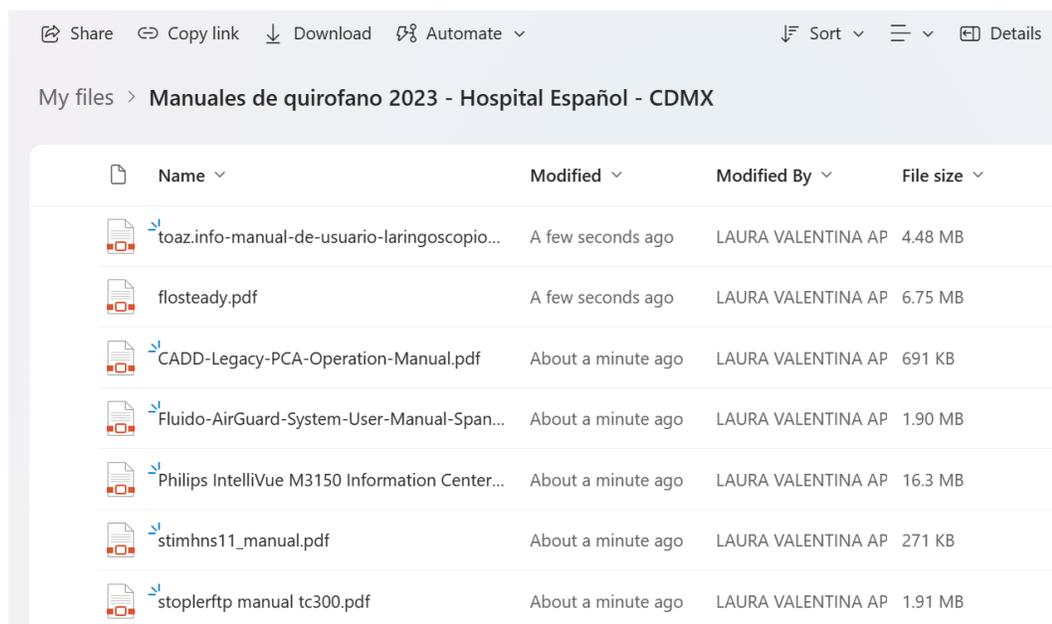


Fig 12. Reservorio de manuales de servicio y usuario en OneDrive.

La información que se recolectó internamente se guardó en una carpeta de OneDrive como se visualiza en la figura 12, esto con el fin de tener una pequeña base de datos de la documentación que se iba adquiriendo a lo largo de la búsqueda de esta.

### 3.2.4. Fase 4

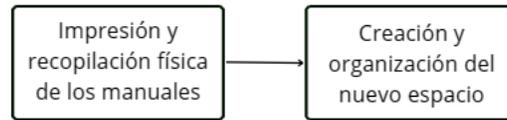


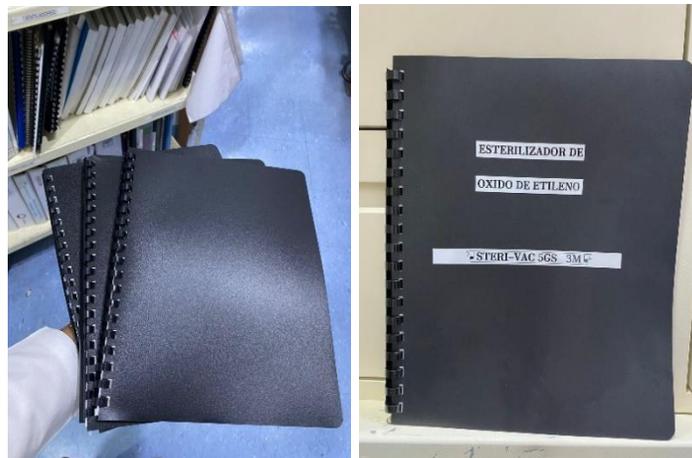
Fig 13. Diagrama de Fase 4, Organización de información existente y faltante.

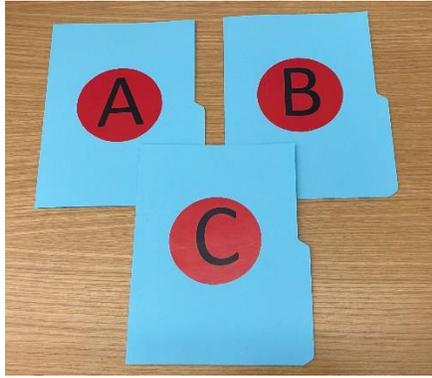
Por último, como se ilustra en la figura 13, se realiza la impresión de toda la información recolectada en las fases anteriores (figura 14), dicha tarea se ejecuta con el apoyo del departamento de IB.



Fig 14. Ejemplo de impresión de documentación.

Posteriormente se encuaderna e identifica haciendo una marcación con el nombre del equipo al que pertenece, de igual manera se organiza de manera alfabética haciendo uso de separadores (figura 15).

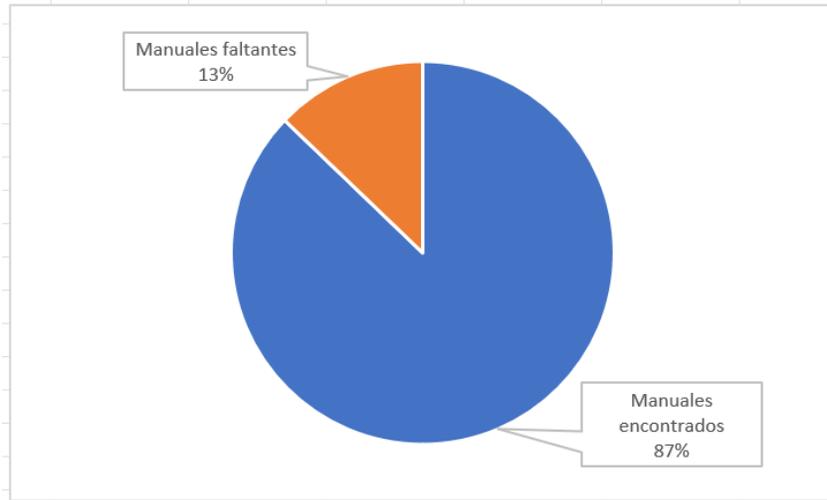




**Fig 15.** Ejemplo de encuadernado y marcación de documentación con separadores alfabéticos.

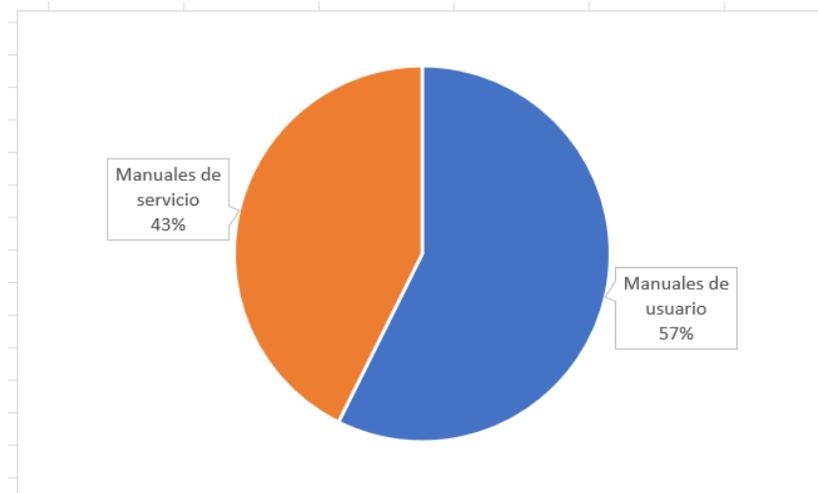
#### 4. RESULTADOS

De acuerdo con la metodología planteada anteriormente y una vez se lleva su desarrollo a cabo, se obtiene como resultado la búsqueda exitosa de 68 manuales (87%) los cuales fueron guardados en la base de datos y previamente llevados a formato físico para su marcación y organización, por otro lado, se tienen 10 manuales (13%) a los cuales no fue posible asignarles su correspondiente manual (figura 16).



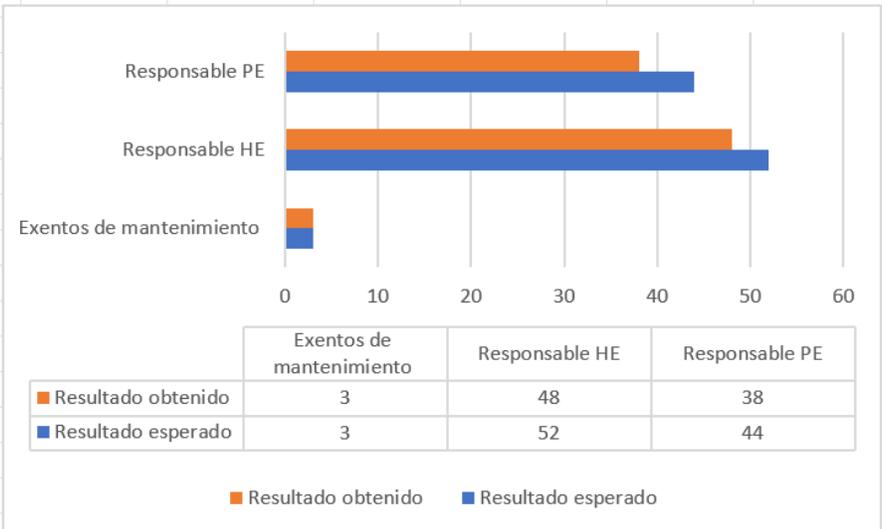
**Fig 16.** Total de manuales encontrados y no encontrados de acuerdo al número total de equipos médicos correspondientes al servicio de quirófano del Hospital Español.

De los 68 manuales encontrados para los diferentes equipos médicos se tienen 39 manuales de usuario (57%) y 29 manuales de servicio (43%), se decidió seleccionar estos primeros para los casos donde no se encontró la documentación correspondiente al servicio técnico ya que de igual manera brinda especificaciones y detalles puntuales sobre el equipo médico que pueden ayudar a la resolución del problema que se presente (Figura 17).

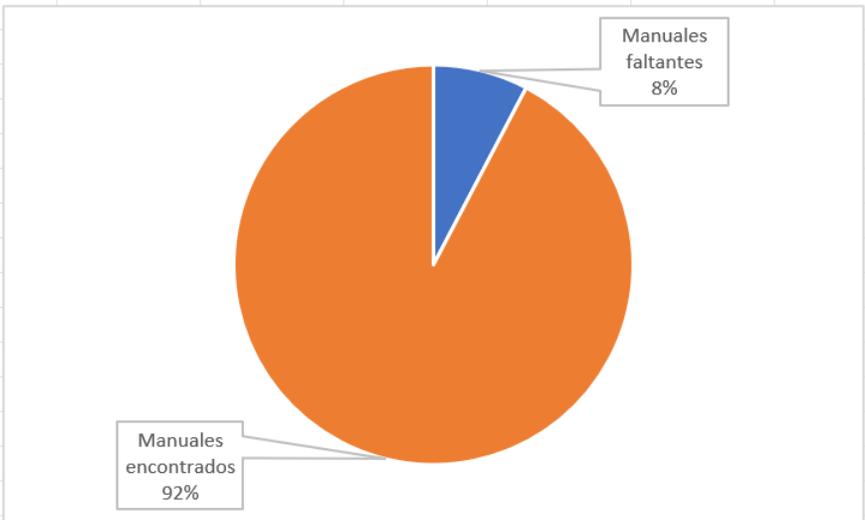


**Fig 17.** Total de manuales de usuario y servicio encontrados de acuerdo al número total de equipos médicos correspondientes al servicio de quirófano del Hospital Español

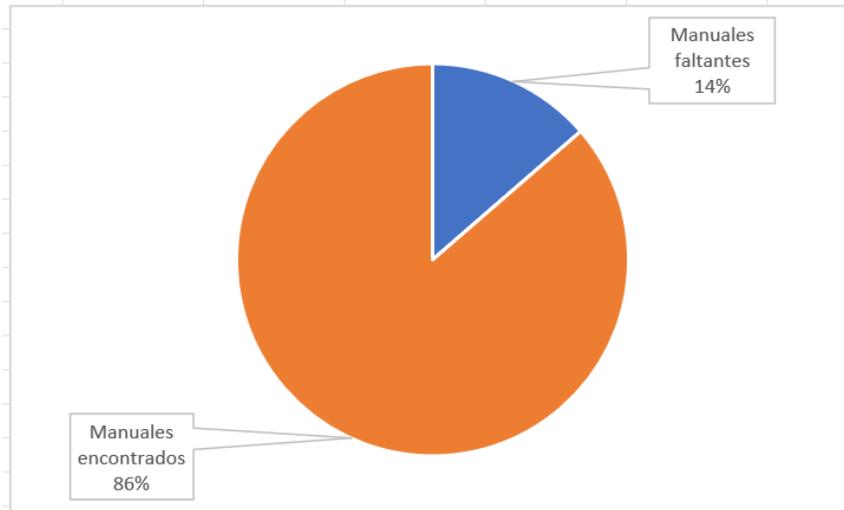
Por otro lado, de acuerdo con la prioridad de búsqueda planteada (figura 18) se tiene que para el primer caso, correspondiente a manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por el DIB se cumplió en un 92.3% pues se encontraron 48 de los 52 que se tenían previstos (figura 19), el segundo caso, que hace referencia a la búsqueda de manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por proveedores ajenos a la institución se cumplió en un 86.3% ya que de los 44 manuales que se buscaban, se encontraron 38 (figura 20). Finalmente, los manuales técnicos o de usuario de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que estén exentos de mantenimiento preventivo se alcanzó un 100% en su búsqueda debido a que se encontraron los 3 manuales que correspondían a esta categoría (figura 21).



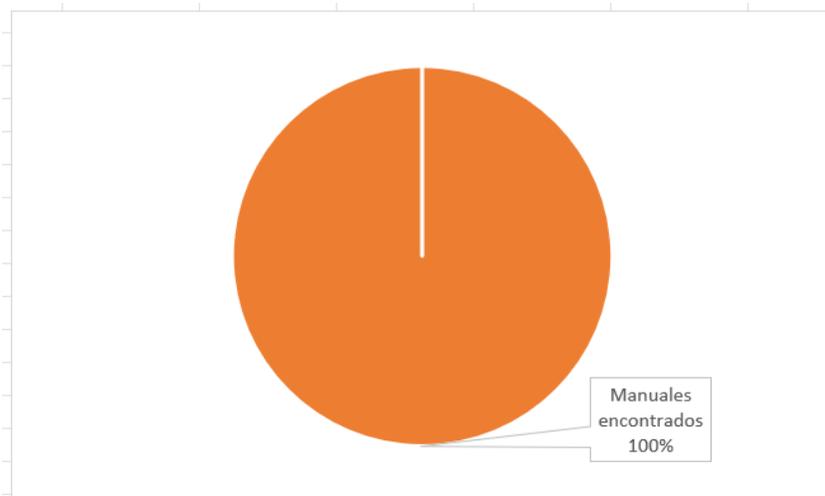
**Fig 18.** Total de manuales encontrados y no encontrados de acuerdo con la prioridad planteada para cada uno de los casos.



**Fig 19.** Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por el DIB.

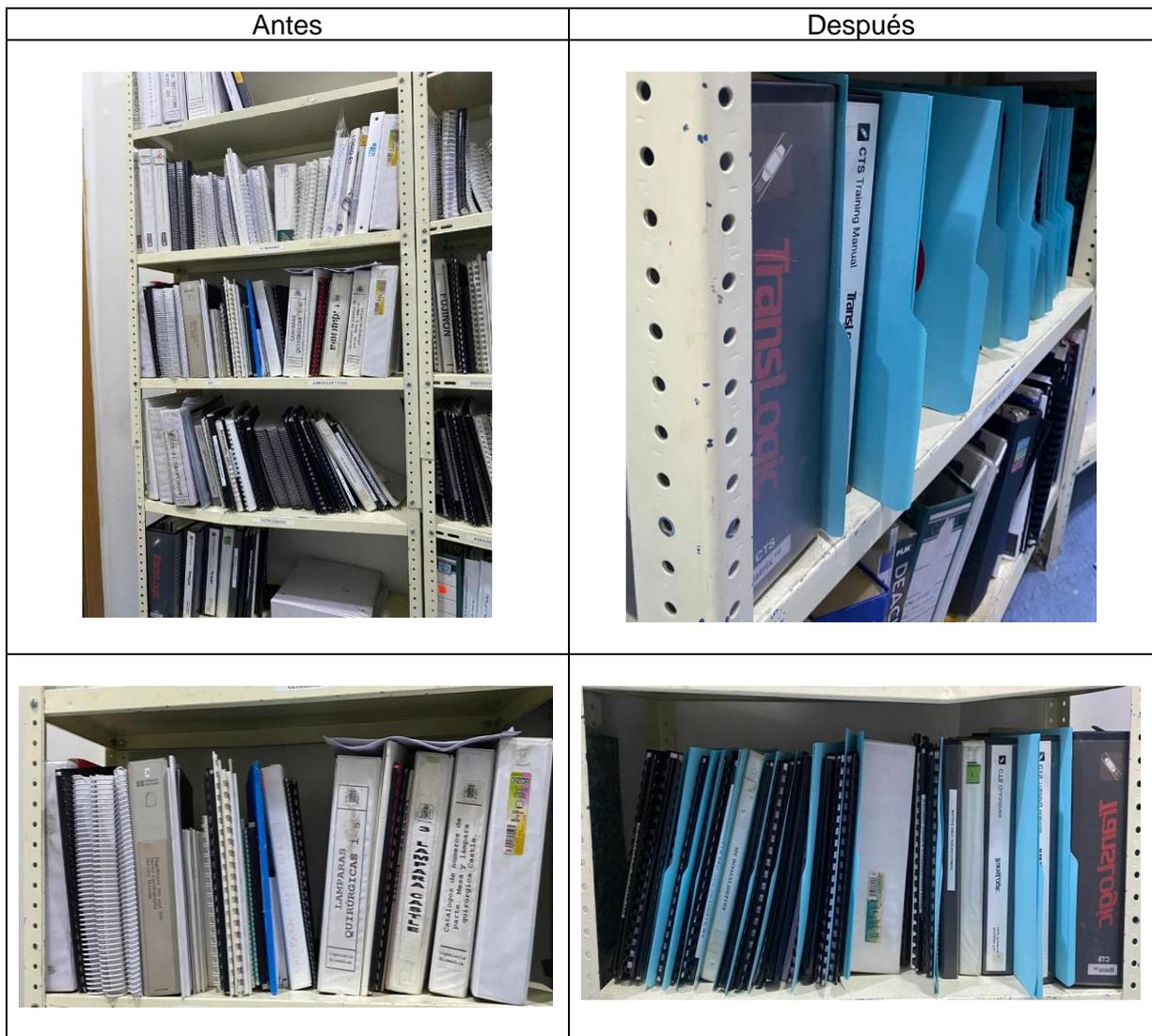


**Fig 20.** Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que sus mantenimientos preventivos sean realizados por proveedores ajenos a la institución.



**Fig 21.** Total de manuales encontrados y no encontrados de equipos médicos presentes en el servicio de quirófano del Hospital Español que estén exentos de mantenimiento preventivo.

A lo largo del desarrollo de este proyecto se llevó a cabo un registro fotográfico tanto del proceso que fue expuesto en la metodología como del resultado, esto con el fin de evidenciar los cambios realizados no solo de manera numérica sino también de forma visual ya que al principio se tenían tan solo 21 manuales del servicio de quirófano distribuido por todas subdivisiones y finalmente se creó un repositorio físico de 68 manuales donde solo se encuentra la bibliografía correspondiente a los equipos médicos del área de quirófano presentes en el Hospital Español (Tabla 3).



**Tabla 3.** Antes y después de las mejoras realizadas en el repositorio físico del departamento de ingeniería biomédica para el área de quirófano del Hospital Español.

## 5. DISCUSIÓN

Para este proyecto, se propuso evaluar y optimizar el inventario de manuales de equipos médicos del servicio de quirófano en el departamento de ingeniería biomédica del Hospital Español con el objetivo de mejorar la eficiencia y la disponibilidad de información para la resolución de situaciones críticas por parte de los ingenieros a cargo, para esto se realizó un proceso de revisión inicial de la información con la que se contaba en la cual se obtuvo que tan solo se tenía el 24% de la documentación requerida, una vez realizada la búsqueda del 76% restante se tuvieron varias limitaciones y desafíos pues teniendo en cuenta los diferentes medios de recolección de información utilizados se logró el 87% del objetivo total, la cadencia de este se debió a factores como la antigüedad que tienen los diferentes equipos, la falta de información que se encuentra abierta al público y la dificultad de comunicación con los proveedores a la hora de solicitar la documentación necesaria.

Por otro lado, como se observa en la figura 17, la cantidad de manuales de usuario (57%) es mayor a la de servicio (43%) esto debido a que los fabricantes a menudo priorizan la disponibilidad de manuales de usuario, ya que son utilizados por el público en general. La información en estos manuales está diseñada para ser fácilmente comprendida por los usuarios finales, como médicos, enfermeros o personal no técnico. A diferencia de los manuales de servicio técnico que a menudo es más detallada y específica, incluyendo detalles internos del equipo y procedimientos de mantenimiento. Los fabricantes pueden considerar esta información más confidencial y protegerla estrictamente para evitar mal uso o intentos no autorizados de reparación.

De igual manera, en la figura 18 se evidencia que se tiene una probabilidad más alta de encontrar manuales de equipos médicos cuando el proveedor o fabricante de estos no es el mismo que brinda el servicio de mantenimiento preventivo en la institución si no que es realizado por personal del DIB del Hospital Español (92% en comparación con un 86%), esto se debe posiblemente a que en ciertos entornos empresariales, es común que los manuales de servicio técnico se restrinjan a empleados internos con habilidades de ingeniería o técnicos debidamente autorizados, esta limitación puede derivarse de inquietudes relacionadas con la seguridad, la garantía del producto o las políticas internas establecidas por la empresa. También se puede deber a que la entrada a datos técnicos puede estar sujeta a regulaciones y pautas establecidas por la industria, especialmente en situaciones donde los equipos médicos deben cumplir con estándares rigurosos de seguridad y calidad. Con el propósito de asegurar el cumplimiento normativo, las empresas podrían restringir el acceso a esta información.

Sin embargo, se realiza la medición de la eficacia con el fin de evaluar el grado en el cual los objetivos y metas establecidos se han alcanzado y para determinar la calidad del desempeño y los resultados obtenidos, esto utilizando la siguiente ecuación:

$$Eficacia = \left( \frac{\text{Resultados Obtenidos}}{\text{Resultados Esperados}} \right) 100\% \quad (1)$$

$$Eficacia = \left( \frac{68 \text{ manuales}}{78 \text{ manuales}} \right) 100\%$$

$$\mathbf{Eficacia = 87\%}$$

De igual manera, se utiliza la ecuación (1) para calcular la eficiencia que se tiene utilizando la metodología actualmente implementada en Hospital Español, para esto se hace uso de los datos iniciales recolectados como se muestra a continuación:

$$Eficacia = \left( \frac{Resultados\ Obtenidos}{Resultados\ Esperados} \right) 100\%$$

$$Eficacia = \left( \frac{21\ manuales}{99\ manuales} \right) 100\%$$

$$\mathbf{Eficacia = 24\%}$$

Finalmente se obtiene que, al utilizar la metodología propuesta en este proyecto, la eficacia nos arroja un valor del 87% en comparación a un 24% que se presenta usando los datos iniciales encontrados en el DIB del Hospital Español. Se tiene una diferencia de casi el 65% de eficacia entre una metodología y otra, esto quiere decir que implementando este proyecto, se logra cumplir los objetivos propuestos dentro del tiempo y de la forma indicada, con mayor rapidez a diferencia de la manera actual en la que se realiza.

## **6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Para terminar, acorde a los objetivos trazados en este documento, se demuestra que siguiendo la metodología planteada se logra mejorar casi en un 90% el proceso de recopilación y almacenamiento de los manuales de equipos médicos del área de quirófano en el DIB del Hospital Español. Sin embargo, se esperaría poder cumplir en un 100% el objetivo propuesto, además de implementar este mismo proceso para las diferentes áreas y así tener el repositorio bibliográfico del departamento al día.

Como recomendaciones para los implicados en el proceso (DIB) se propone que se realice un calendario y cronograma de actividades y objetivos a largo plazo priorizando las áreas de mayor urgencia a menor con el fin de definir la documentación existente para así poder complementar la faltante, de igual manera, apoyarse en los diferentes proveedores que van diariamente para recolectar de manera más sencilla dicha información.

Para futuros estudiantes, se recomienda en principio tener una actitud de aprendizaje. En caso tal, que se continúe este trabajo, se recomienda además de completarlo y extenderlo a diferentes áreas buscar la documentación en español, para este proyecto no fue un factor relevante, sin embargo, se recomienda la traducción de la información existente o en su defecto la nueva búsqueda de la documentación.

## **7. CONCLUSIÓN**

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en este documento y los resultados obtenidos, se concluye que se logra reunir la información necesaria para crear un espacio dentro del DIB con manuales tanto de usuario como de servicio de los equipos médicos pertenecientes al área de quirófano del Hospital Español, se tiene una eficacia mayor al 85% lo que indica que se realizó una buena gestión y planeación a la hora de pensar el desarrollo del presente trabajo. Sin embargo, con base en los resultados se evidencia que, si bien hay un incremento en tener al día la documentación de cada equipo médico, quedan pendientes algunos. Además, de las mejoras en cuanto al idioma y la necesidad de expandirlo a otras áreas con el fin de tener en su totalidad la documentación de todas las áreas presentes. En resumen, se logra dar un apoyo al sistema de recolección y documentación de manuales del servicio de quirófano al Hospital Español.

## REFERENCIAS

- [1] "Hospital Español de México". Hospital Español de México. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.hespanol.com/>
- [2] "Certificaciones". Hospital Español de México. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.hespanol.com/certificaciones>
- [3] E. Agudelo y M. Zapata. "MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD DE SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN". dssa.gov.co. Accedido el 1 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.dssa.gov.co/images/Manual\\_De\\_Especificaciones\\_Tecnicas\\_Segundo\\_Nivel\\_ActualizadoEC\\_21%20juni.pdf](https://www.dssa.gov.co/images/Manual_De_Especificaciones_Tecnicas_Segundo_Nivel_ActualizadoEC_21%20juni.pdf)
- [4] "Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos". pediatria.gob.mx. Accedido el 1 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.pediatria.gob.mx/archivos/burbuja/5\\_Mantenimiento\\_de\\_equipos.pdf](https://www.pediatria.gob.mx/archivos/burbuja/5_Mantenimiento_de_equipos.pdf)
- [5] F. Jordán, M. García. (2023). Percepción de seguridad del paciente en salas quirúrgicas y quirófano respecto a otras salas en un hospital español de segundo nivel. Enfermería Global, 22(70), 321-348. Epub 26 de junio de 2023. <https://dx.doi.org/10.6018/eglobal.537541>
- [6] J. López. "LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL". senado.gob.mx. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo\\_social/docs/marco/Ley\\_OAP.pdf](https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/marco/Ley_OAP.pdf)
- [7] J. López. "LEY Orgánica de la Administración Pública Federal". Secretaría de Salud. Accedido el 2 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/L291276.html>

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla del número total de equipos presentes en el servicio de quirófano de acuerdo con su fabricante.

Fabricante	Total de equipos
Medtronic	2
GE	12
SIEMENS	1
Gomco	2
Medi Data	1
VINSON	1
Vitalmex	1
Stryker	3
Caad Legacy	1
Karl Storz	4
Mallinkrodt	1
Bair Hugger	1
Sims	2
Gaymar	1
Baxter	1
Hillrom	1
Arrow	1
Kendall	2
Philips	2
Kodak	2
Nihon Kohden	1
Covidien	2
Valleylab	3
Intuitive	1
Welch Allyn	4
Acmi	1
Indumex	1
Medrad	1
Aspirator II plus	1
Sarns 3M	1
Desing for vision	1
Castle	1
Maquet	2
Ohmeda	1
Carl Zeiss	2
Rex Legend	1

Masimo	1
Johnson & Johnson	1
MDMS	1
Bbraun	1
Medex	1
Dideco	1
Chemetron	1
Medtech	1
BK - Medical	2
Drager	2
Total	78