

**ESTABLECER UNA HERRAMIENTA PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS
BIOMÉDICOS A PARTIR DEL ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA EN UNA
INSTITUCIÓN DE SALUD**

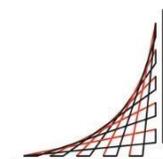
**María Valentina Salamanca Parra
Nissi Jireh Sanchez Fonseca**

Práctica profesional

**Tutor
MSc Jefferson Sarmiento Rojas**



**Universidad del
Rosario**



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2021**

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es un esfuerzo en el que participaron distintas personas, opinando, corrigiendo, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

En primer lugar, agradecemos a Dios y a nuestras familias por acompañarnos todos los días en esta etapa de nuestras vidas, por su esfuerzo y el apoyo que nos brindaron, por nunca hacernos desistir y por estar sin importar nada.

Agradecemos a cada amigo y compañero que se cruzó a lo largo de nuestra carrera por apoyarnos, acompañarnos, por compartir experiencias y conocimientos cada año. A nuestro tutor de proyecto Jefferson Sarmiento, por apoyarnos y ayudarnos a sacar el proyecto adelante.

Agradecemos a nuestra jefe Nidia Nelly Vanegas, y al ingeniero Diego Heredia, quienes nos ayudaron en todo el proceso de prácticas guiándonos, enseñándonos y apoyándonos en todo lo que necesitáramos.

TABLA DE CONTENIDO

1.	GLOSARIO.....	7
2.	RESUMEN.....	8
3.	INTRODUCCIÓN.....	9
4.	OBJETIVOS	12
4.1.	General.....	12
4.2.	Específicos	12
1.	METODOLOGÍA.....	13
5.1.	Contextualización de la problemática a solucionar.....	13
5.2.	Fases del proyecto	14
A.	Fase inicial.....	14
B.	Fase de planeación	15
C.	Fase de desarrollo	15
	Cálculo índice de obsolescencia	15
	Recolección de la información.....	21
	Establecimiento de requerimiento	21
	Desarrollo herramienta digital.....	22
	MODELO EN ESPIRAL.....	22
D.	Fase de evaluación.....	25
E.	Fase de análisis.....	26
F.	Fase de cierre.....	26
6.	RESULTADOS	27
	Fase Inicial.....	27
	Fase de Planeación.....	27
	Fase de Desarrollo	27
A.	Requerimientos Funcionales.....	29
B.	Requerimientos No Funcionales	30
	Fase de Evaluación.....	36
7.	DISCUSIÓN.....	38
8.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	40
9.	CONCLUSIONES.....	41
	REFERENCIAS.....	42
	ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fases y actividades correspondientes establecidas para el desarrollo del proyecto.....	14
Tabla 2. Indicador cualitativo determinado según el índice de obsolescencia.....	18
Tabla 3. Datos del Angiógrafo para evaluación técnica.....	18
Tabla 4. Resultados evaluación técnica.....	19
Tabla 5. Datos del Angiógrafo para evaluación clínica.....	19
Tabla 6. Resultados evaluación clínica.....	20
Tabla 7. Datos del Angiógrafo para evaluación económica.....	20
Tabla 8. Tabla de rangos para definición de constante.....	20
Tabla 9. Total áreas foco.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sub-fases de la fase de desarrollo.....	15
Figura 2. Fases del proceso del índice de obsolescencia.....	16
Figura 3. Modelo en espiral [13].....	22
Figura 4. Escala de usabilidad. Adaptada de [15].	26
Figura 5. Índice de obsolescencia Angiógrafo: en el eje x se encuentra, de arriba a abajo: serial, modelo, marca y nombre del equipo.....	28
Figura 6. Inicio interfaz.....	30
Figura 7. Obsolescencia áreas y selección.....	31
Figura 8. Equipos al elegir área.....	31
Figura 9. Direccionamiento a equipos con su respectivo valor económico.....	32
Figura 10. Equipos con valor económico.....	32
Figura 11. Opciones menú.....	33
Figura 12. Equipos propios.....	33
Figura 13. Equipos no propios.....	34
Figura 14. Gestionar datos.....	34
Figura 15. Información técnica.....	35
Figura 16. Información clínica.....	35
Figura 17. Evaluación económica.....	36
Figura 18. Evaluación usabilidad.....	37
Figura 19. Puntaje usabilidad.....	37

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Diagrama de Gantt.....	43
Anexo 2. Tabla de referencias.....	44
Anexo 3. Tabla de ponderados.....	45
Anexo 4. Evaluación de usabilidad.....	46
Anexo 5. Recolección de datos.....	50
Anexo 6. Manual usuario invitado.....	51
Anexo 7. Manual usuario ingeniero.....	54

1. GLOSARIO

Equipo biomédico: Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación [1].

Modelo: Es la designación mediante números, letras o su combinación con la cual se identifica el diseño y la composición de un equipo biomédico [1].

Número de serie: Designación (mediante números, letras o ambos) de la serie de dispositivos médicos que, en caso de necesidad, permita localizar y revisar todas las operaciones de fabricación e inspección practicadas durante su producción [1].

Registro Invima: Es el documento público expedido por el Invima, el cual faculta a una persona natural o jurídica para producir, comercializar, importar, exportar, envasar, procesar, expender y/o almacenar un dispositivo médico [1].

Mantenimiento: Combinación de acciones que tienen como objetivo mantener un equipo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida [1].

Mantenimiento correctivo: Es el trabajo realizado sobre un equipo o componente para restaurarlo a su estado operacional. No es planificado [1].

Mantenimiento preventivo: Destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. Incluye normalmente inspecciones periódicas para la limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes [1].

Evento adverso: Daño no intencionado al paciente, operador o medio ambiente que ocurre como consecuencia del uso de equipos biomédicos [1].

Riesgo: Posibilidad o probabilidad de que pueda producirse un daño, para el paciente y para el personal que lo manipula [1].

Clase I. Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión [1].

Clase IIA. Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

Clase IIB. Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad [1].

Clase III. Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión [1].

2. RESUMEN

Introducción: Para el sostenimiento tecnológico en una institución prestadora de servicios de salud, es indispensable la evaluación de los dispositivos biomédicos con el fin de reconocer las características de funcionamiento y por ende el estado de la tecnología, esto con el fin de priorizar la adquisición y renovación tecnológica a tiempo, evitando repercusiones sobre el funcionamiento económico y de los servicios de la institución. Para esto, una institución hospitalaria de alta complejidad, desde el departamento de ingeniería clínica, implementa el cálculo y análisis del índice de obsolescencia. El cálculo del índice de obsolescencia en la institución representa un proceso repetitivo y de larga duración, por la gran cantidad de información que se necesita, la cual se encuentra descentralizada y no relacionada, impactando directamente al análisis de obsolescencia y por ende la priorización en la adquisición de tecnología biomédica.

Objetivo: El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta digital que contribuya a la priorización de adquisición de equipos biomédicos mediante el cálculo y análisis del índice de obsolescencia establecido en la propuesta del Ministerio de Salud. Se busca generar una base de datos con información de identificación de los equipos biomédicos, tal como el nombre del equipo, la serie, la marca, el modelo, clasificación de riesgo y registro Invima, así como también información técnica, clínica y económica necesaria para el cálculo del índice de obsolescencia.

Metodología: Para el desarrollo y ejecución del proyecto se planteó un cronograma de actividades correspondientes a 6 fases generales de trabajo establecidas: fase inicial, fase de planeación, fase de desarrollo, fase de evaluación, fase de análisis y fase de cierre. A partir de esto, se llevó acabo la formulación de la problemática, el planteamiento de la solución, la priorización en la recolección de información y el desarrollo de la herramienta teniendo en cuenta el establecimiento de requerimientos funcionales y no funcionales. Finalmente, para la evaluación de la herramienta se implementó cuestionarios de usabilidad y experiencia de usuario para evidenciar el impacto de la herramienta en la institución.

Resultados: Se desarrolló la herramienta digital planteada como solución para el cálculo y el análisis del índice de obsolescencia, y se presentó a dos ingenieros pertenecientes al departamento de ingeniería clínica de la institución de salud para la evaluación de usabilidad del sistema. Se obtuvo como puntaje de la usabilidad del sistema un valor de 71,3, estableciendo que la experiencia del usuario fue "Buena".

Conclusiones: Se diseñó y desarrolló una herramienta digital que contribuyó a la determinación y análisis del índice de obsolescencia, con el fin de apoyar al proceso de priorización de adquisición de tecnología biomédica en las áreas prioritarias de la institución.

3. INTRODUCCIÓN

La institución hospitalaria en la cual se trabajó es privada sin ánimo de lucro de cuarto nivel de alta complejidad, cuenta con alrededor de 68 especialidades médico-quirúrgicas enfocadas en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, trasplantes y neurociencias, que permiten a la institución brindar un servicio integral de alta calidad en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. La institución cuenta con alrededor de 18 áreas prioritarias, en donde se concentran los equipos biomédicos de mayor impacto a nivel asistencial y económico, siendo áreas de gran importancia en la prestación y calidad de los servicios hospitalarios [2].

Actualmente, la práctica profesional del área de ingeniería biomédica, está centrada en el apoyo en procesos de evaluación tecnológica para la adquisición de tecnología biomédica, seguimiento de contratos de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos, apoyo en el proceso de seguimiento y análisis de causalidad de mantenimientos correctivos en equipos biomédicos, análisis de stock de piezas críticas que deben tener los proveedores de equipamiento biomédico con el fin de garantizar disponibilidad y un adecuado tiempo de respuesta en tecnologías de alto riesgo, actualización del inventario total de equipos biomédicos con los que cuenta la institución y del estado de obsolescencia de estos, participación en actividades de tecnovigilancia, apoyo en la elaboración de protocolos para inspección de tecnología biomédica en áreas críticas. Al mismo tiempo, ayuda con el desarrollo de estrategias para la minimización de riesgos en el uso de tecnologías, contribución en el desarrollo de talleres de formación con el objetivo de afianzar el uso adecuado de manejo de tecnologías de alto riesgo, apoyo en la elaboración e implementación de protocolos para la validación de seguridad eléctrica en equipos biomédicos, y soporte en la calificación y evaluaciones del área de metrología.

Para el sostenimiento tecnológico en la institución es importante la evaluación de obsolescencia de los equipos biomédicos que abarcan las áreas prioritarias, puesto que el incremento del índice de obsolescencia de los equipos representa un riesgo para los servicios clínicos, los pacientes, el factor económico de la institución y la reputación de esta. Entre los riesgos que impactan los servicios clínicos se encuentra la disminución en la capacidad de atención al paciente y la calidad del servicio, esto por la implementación de equipos que presentan fallas, requieren mayor cantidad de mantenimientos y se retiran de los servicios, afectando la productividad y la eficiencia de los servicios, que finalmente repercute en la atención del paciente [3]. Los riesgos que recaen sobre el paciente se centran en el desencadenamiento de eventos adversos generados por la funcionalidad errónea de los dispositivos, un deterioro del funcionamiento generado posiblemente por la finalización de su vida útil. Esto representa un riesgo económico para la institución, puesto que al contar y mantener en servicio equipos con un alto índice de obsolescencia, el costo económico de su mantenimiento y la baja operatividad de los equipos representa un

desequilibrio entre la inversión y la generación de ganancias, afectando directamente el capital de la entidad. Finalmente, la experiencia del paciente frente al servicio oportuno y de calidad representa un riesgo para la reputación de la institución, involucra la opinión de los usuarios frente a los servicios que ofrece la institución y repercute en la cantidad de usuarios que acudirán a los servicios [4].

El análisis de obsolescencia es un proceso pertinente para la evaluación de equipamiento biomédico que permite una adquisición y renovación consciente, a partir de esto se busca implementar una herramienta que automatice este proceso, con el propósito de minimizar los riesgos y el impacto, mediante la implementación de la propuesta planteada por el Ministerio de Salud para el cálculo de la obsolescencia. La gestión de equipos biomédicos es uno de los procesos más importantes dentro de una institución de salud, busca garantizar la operación segura, la máxima prestación de servicios y el costo-efectividad de los equipos médicos, con el fin de proporcionar un entorno seguro, teniendo en cuenta el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y la metrología de los equipos [5]. Antes de reconocer la importancia del proceso de adquisición del equipamiento médico, se debe situar en el ciclo de vida de tecnología sanitaria que está comprendido por tres fases según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el suministro, fase en la cual se aplica la política nacional sobre investigación y desarrollo de equipos médicos, la adquisición que consiste en la evaluación de equipos médicos, la planificación y análisis de necesidades, y por último la utilización que hace referencia al seguimiento que se le realiza al equipo biomédico posterior a la adquisición [4].

Para realizar la planeación estratégica de las necesidades tecnológicas se debe tener en cuenta la renovación del equipamiento médico, la reposición y el proceso de baja. La renovación de equipos biomédicos es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la adquisición de equipos con el fin de mejorar su estado o ingresar nuevo equipamiento para la mejora de los servicios, se realiza teniendo en cuenta planes y programas de mantenimiento, se evalúa el estado físico y funcional de la tecnología relacionado con la seguridad, eficiencia y productividad, con el fin de evitar que los equipos presenten un índice de obsolescencia elevado y se puedan generar eventos adversos en la prestación de servicios de salud [4].

La reposición de equipos biomédicos es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la sustitución de equipamiento, con el fin de responder a situaciones de emergencia, se puede generar por varias razones, entre estas, que los equipos estén dañados y no puedan repararse, que se encuentren depreciados, es decir, que su precio haya disminuido, conduciendo a un incremento en los costos de mantenimientos, y que el equipo haya sido dado de baja y represente un riesgo para los usuarios y/o operadores. Lo anterior conlleva a que se genere una disminución en la eficiencia del equipo y por ende el incremento de costos [4].

La baja de equipamiento biomédico es el proceso mediante el cual se retira un equipo del servicio porque se encuentra obsoleto, para la determinación de obsolescencia se evalúan características como el desuso debido a que no cumple con sus funciones de una manera adecuada en comparación con los nuevos equipos que se encuentran en el mercado. Se tiene en cuenta también si el equipo ha cumplido su tiempo de vida útil, es decir, la duración (en tiempo) en la que el equipo puede desempeñar correctamente las funciones para las cuales ha sido diseñado. De igual manera, el equipo se encuentra obsoleto cuando su pérdida o siniestro (accidente causado sin o con intención que conduce al daño irreversible del equipo) produce la salida del inventario de la institución de salud [4].

Por otra parte, la retirada del servicio de equipos biomédicos busca que los equipos que no se encuentren en rangos adecuados de funcionamiento, sean retirados de la prestación de servicios, la decisión se debe tomar basada en evidencia y en un plan de renovación de la tecnología [5]. Esto se relaciona con el análisis de obsolescencia, -proceso mediante el cual se estudia la tecnología actual (equipos biomédicos), basada en criterios tanto cualitativos como cuantitativos, como lo son la edad, los fallos, los costos de mantenimiento, su nivel de utilización y la disponibilidad de repuestos e insumos de los equipos, esto se realiza por medio de puntajes que son ponderados en rangos que determinan si el equipo se debe dar de baja o puede seguir con su funcionamiento dentro de la institución [3].

Para realizar este análisis se estudia el índice de obsolescencia, esta herramienta ayuda a la evaluación objetiva del estado de equipos biomédicos, apoya en el conocimiento del estado actual de la tecnología y permite establecer el plan de renovación de equipos biomédicos. Esto con el fin de contribuir a la seguridad y excelencia en la prestación de servicios de salud, ya que el plan de renovación permite identificar las necesidades que la institución tiene frente a los equipos biomédicos realmente y así priorizar la adquisición de los equipos biomédicos [3] y [6].

Según la propuesta del Ministerio de Salud, el índice de obsolescencia tiene en cuenta tres evaluaciones: la evaluación técnica, que evalúa la disponibilidad de consumibles/repuestos, la vida útil del equipo, si ha tendido eventos adversos, la edad del equipo (en años) dentro de la institución, los mantenimientos correctivos en el último año, entre otros. Otra de las evaluaciones que se tiene en cuenta es la clínica, esta se realiza con la ayuda del personal de salud que está relacionado directamente con el equipo para que dé sus opiniones acerca del funcionamiento del equipo. Por último, la evaluación económica tiene en cuenta el precio de adquisición del equipo y su costo de mantenimiento por año [6].

4. OBJETIVOS

4.1. General

Establecer un proceso de adquisición de equipos biomédicos por medio de una herramienta digital, a partir del índice de obsolescencia establecido en la propuesta del Ministerio de Salud.

4.2. Específicos

1. Identificar las áreas prioritarias en las cuales la obsolescencia representa un mayor riesgo para la institución.
2. Definir el índice de obsolescencia de los equipos biomédicos en donde se evalúan las características técnicas, clínicas y económicas de los equipos.
3. Diseñar una herramienta digital a partir de los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación, teniendo en cuenta las diferentes fuentes que maneja la institución.
4. Evaluar la usabilidad de la herramienta posterior a la capacitación del personal, mediante la implementación de cuestionarios que determinan la eficacia, eficiencia y satisfacción percibida por el usuario.

1. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la herramienta digital se implementaron diversas fases metodológicas que se presentan en este apartado del documento, se establecieron partiendo inicialmente de la identificación de la necesidad presentada dentro de la institución, la fundamentación teórica referente a la propuesta del Ministerio de Salud para el cálculo del índice de obsolescencia y la adopción del modelo en espiral enfocado en el ciclo de vida de software, con el fin de garantizar un proceso de desarrollo adecuado y ordenado.

5.1. Contextualización de la problemática a solucionar

Actualmente, la institución cuenta con 18 áreas prioritarias, entre las cuales se encuentran un total de 1082 equipos biomédicos, estas áreas son de gran importancia para la institución, ya que allí se concentran los equipos con mayor valor económico e impacto en la prestación de servicios, primordialmente en áreas de especialidad médica dentro de la institución. Para el óptimo funcionamiento en la prestación de servicios con altos estándares de calidad es indispensable priorizar la evaluación de los equipos biomédicos que se implementan para la atención y diagnóstico de pacientes, la valoración se lleva a cabo mediante el análisis del índice de obsolescencia, lo cual expone el panorama de la condición actual de cada equipo dentro de la institución y de las áreas en general, lo que permite llevar a cabo la priorización oportuna y adecuada en el proceso de adquisición de tecnología biomédica.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que la estimación del índice de obsolescencia es un proceso fundamental dentro del departamento de ingeniería clínica, para gestionar los recursos económicos destinados para la renovación tecnológica. Se identificaron diversas dificultades en la recolección de los datos requeridos, puesto que la información se encuentra descentralizada, lo que impacta directamente en el tiempo de obtención de la obsolescencia de las áreas al ser un proceso manual y por ende una demora en el proceso de análisis y priorización de tecnología biomédica.

La institución actualmente cuenta con 2 fuentes de información indispensables para el cálculo de la obsolescencia, la primera, referente a los datos económicos de los equipos biomédicos catalogados como activos, es una matriz de contabilidad en donde se especifica la fecha de adquisición o ingreso del equipo a la institución y el valor de adquisición. La segunda, hace referencia a la base de datos del área de ingeniería hospitalaria que representa un inventario de los equipos biomédicos donde se realiza la identificación de los equipos por número de serie y se especifican características como el nombre del equipo, la marca, el modelo y la ubicación dentro de la institución, en este sistema, en algunas ocasiones, se almacena información relevante como la ficha técnica, el registro sanitario, manuales de usuario y de servicio, especificaciones y planes de mantenimiento, accesorios y consumibles que requiere el equipo, se lleva a cabo el registro de la trazabilidad de los

equipos, almacenando información acerca de los mantenimientos preventivos y correctivos, cada una de las órdenes de trabajo que especifican los procedimientos realizados y en algunas ocasiones información económica.

En los sistemas de información se concentra la mayor cantidad de datos necesarios para establecer el índice de obsolescencia de cada uno de los equipos biomédicos, sin embargo, se evidencian falencias en la gestión de los datos al presentar información desactualizada, esto debido a cambios y renovación de los sistemas de información, generando pérdida de datos, repercusión en la fiabilidad y veracidad de estos. La información que reposa en cada una de las bases de datos en muchas ocasiones es redundante, se evidencia repetición en los identificadores, para el caso contable, repetición en el código, para el caso hospitalario, repetición en el número de serie, en donde se relacionan equipos totalmente aislados, lo que desencadena una mala interpretación de la información y por ende un aumento en el tiempo de adquisición de información y procesamiento de esta.

El propósito de este trabajo es, mediante el desarrollo de la herramienta digital contribuir a la estimación del índice de obsolescencia de forma automática, se establecieron fases de trabajo asegurando el cumplimiento de los objetivos planteados, estas se presentan a continuación.

5.2. Fases del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se establecieron 6 fases generales, fase inicial, fase de planeación, fase de desarrollo, fase de evaluación, fase de análisis y por último fase de cierre. A continuación, se presenta de forma general cada una de las fases y actividades en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases y actividades correspondientes establecidas para el desarrollo del proyecto.

FASES	Actividades	Fecha inicio	Fecha fin	Duración días
FASE INICIAL	Identificación de la necesidad	18/01/2021	29/01/2021	11
	Revisión bibliográfica	29/01/2021	11/03/2021	41
FASE DE PLANEACIÓN	Establecimiento de la metodología	15/03/2021	26/03/2021	11
FASE DE DESARROLLO	Recolección de datos	18/01/2021	5/04/2021	77
	Procesamiento de datos	18/03/2021	5/04/2021	18
	Desarrollo herramienta digital	29/03/2021	6/04/2021	8
FASE DE EVALUACIÓN	Evaluación de la herramienta digital	5/04/2021	12/04/2021	7
	Resultados	3/02/2021	13/04/2021	69
FASE DE ANÁLISIS	Análisis de resultados	13/04/2021	16/04/2021	3
FASE DE CIERRE	Conclusiones	17/04/2021	7/05/2021	20
	Recomendaciones y trabajos futuros	7/05/2021	14/05/2021	7

A. Fase inicial

Esta fase se orientó hacia al reconocimiento de la institución, en la cual se lleva a cabo la práctica profesional y la identificación de la necesidad o problemática, con el fin de establecer y plantear de forma adecuada la propuesta que brindaría una posible solución. En esta etapa se llevó a cabo la revisión bibliográfica necesaria acerca de los conceptos asociados a la necesidad y la solución, teniendo en cuenta aspectos ingenieriles a nivel clínico, respecto a la obsolescencia y también a nivel de desarrollo, al lenguaje de programación que se implementó con el fin de introducir al tema y así establecer objetivos, todo esto constituyó la primera entrega del documento escrito, así como también la ejecución de las correcciones respectivas.

B. Fase de planeación

Esta fase se centró en el establecimiento de la metodología a desarrollar durante la ejecución del proyecto. Se plantearon fases que están constituidas cada una por tareas específicas que se plantean concretamente en el Diagrama de Gantt (ver Anexo 1), gracias a este se realizó el seguimiento de las actividades del desarrollo del proyecto y del documento escrito.

C. Fase de desarrollo

Esta fase está orientada a la ejecución del proyecto, se plantearon sub-fases (ver Figura 1) que describen el proceso metodológico que se llevó a cabo partiendo de la recolección y el procesamiento de los datos hasta el desarrollo de la herramienta tecnológica propuesta.



Figura 1. Sub-fases de la fase de desarrollo.

Cálculo índice de obsolescencia

En esta etapa se realizó el reconocimiento de la metodología planteada en la propuesta del Ministerio de salud para el cálculo del índice de obsolescencia, mediante la cual se establece la información requerida y el manejo que se debe dar con el fin de llevar a cabo una adecuada estimación. Se plantea la adquisición de información a partir de la indagación de las hojas de vida de cada uno de los equipos biomédicos y por consiguiente la revisión de documentación que relaciona procesos de compra, adquisición y mantenimiento. Se estableció el desarrollo de 3 evaluaciones específicas para cada uno de los equipos, evaluación técnica, clínica y económica (ver Figura 2), a cada una de las cuales se asignó un peso dentro de la evaluación general para el establecimiento del índice de obsolescencia [6].

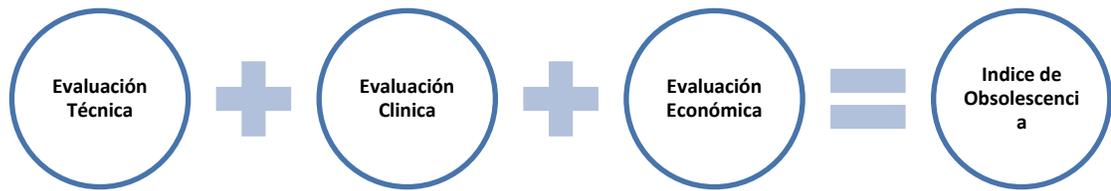


Figura 2. Fases del proceso del índice de obsolescencia.

Evaluación técnica: tiene un peso del 45% y evaluó la trazabilidad del equipo desde su fabricación hasta la puesta en marcha, teniendo en cuenta el soporte del fabricante o proveedor y su funcionamiento. Se evaluaron los siguientes parámetros [6]:

Disponibilidad de soporte de consumibles (Años): hace referencia al tiempo en el cual el fabricante asegura disponibilidad y suministro de consumibles para el equipo, estos son elementos adicionales indispensables para el óptimo uso y funcionamiento de equipo. Este ítem tiene como opciones de respuesta: mayor a 7 años, de 5 a 7 años, de 1 a 4 años, no tiene soporte de consumibles, no requiere consumibles.

Eventos adversos asociados: hace referencia a los eventos adversos que involucran y se generaron por la implementación del equipo biomédico, siendo este un evento en el que se genera daños al paciente, al operador o al medio ambiente. Este ítem tiene como opciones de respuesta: no, menos de 2, 3 o más.

Vida útil contable (Años): hace referencia al tiempo (número de años) durante el cual se puede usar el equipo biomédico.

Edad del equipo (Años): hace referencia al número de años que tiene el equipo desde su fabricación, sin embargo, en ausencia del dato correspondiente a la fecha de fabricación, es posible tomar como referencia la fecha de instalación o de puesta en funcionamiento para el cálculo de años.

Relación entre la edad del equipo y la vida útil contable: hace referencia a un valor calculado automáticamente que indica la proximidad entre la edad del equipo y la vida útil contable.

Mantenimientos correctivos en el último año: hace referencia al número de intervenciones de tipo correctivo ejecutadas sobre el equipo en el último año. Este ítem tiene como opciones de respuesta: hasta 2, entre 3 y 7, más de 8.

Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos): hace referencia al servicio técnico mediante el cual se asegura el óptimo del funcionamiento del equipo, comprende actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, así como también de calibración. Este ítem tiene como opciones de respuesta: con fábrica, otro proveedor, no existe soporte técnico.

Disponibilidad de soporte de repuestos (Años): hace referencia al tiempo en el cual el fabricante asegura disponibilidad de repuestos para el equipo. Este ítem tiene como opciones de respuesta: más de 7 años, entre 5 y 7 años, entre 1 y 4 años, no tiene soporte de repuesto.

Evaluación clínica: tiene un peso del 30%, evaluó la percepción del personal clínico acerca de cada uno de los dispositivos biomédicos, teniendo en cuenta que los profesionales de la salud son los encargados del uso de la tecnología. Se evaluaron los siguientes parámetros [6]:

Porcentaje de operatividad del equipo: hace referencia al uso del equipo en el servicio teniendo en cuenta la configuración técnica y las opciones disponibles del mismo, responde a la pregunta ¿Qué tanto usa las funciones que ofrece el equipo? Este ítem tiene como opciones de respuesta: más del 60%, entre el 30% y el 60%, menos del 30%.

Grado de satisfacción con el equipo: hace referencia a la apreciación del personal clínico frente al uso y desempeño del equipo en el servicio en el cual se encuentra ubicado. Este ítem tiene como opciones de respuesta: Alto (más del 75%), Medio (entre el 31% y el 75%), Bajo (menos del 30%).

Cobertura de las necesidades actuales: hace referencia a la percepción del personal clínico acerca de la capacidad de respuesta del equipo ante las necesidades del servicio en el que se encuentra. Este ítem tiene como opciones de respuesta: Alta (más del 75%), Media (entre el 31% y el 75%), Baja (menos del 30%).

Evaluación económica: tiene un peso del 25%, evaluó la relación entre el precio de adquisición del equipo y el costo del mantenimiento por año incluyendo los repuestos y consumibles asociados con la manutención de los equipos [6].

Los porcentajes anteriormente mencionados, son determinados en la propuesta del Ministerio de salud y brindan un ponderado total por equipo con relación a la obsolescencia, este valor es un parámetro mediante el cual se establece un indicador cualitativo que determina en qué intervalo de tiempo debe llevarse a cabo la reposición, renovación o reevaluación de la tecnología. En la Tabla 2 se presentan los índices cualitativos de acuerdo con los intervalos del índice de obsolescencia establecidos [6].

Tabla 2. Indicador cualitativo determinado según el índice de obsolescencia.

ÍNDICE CUALITATIVO	ÍNDICE	
Reposición de tecnología (Inmediato)	90%	100%
Renovación de tecnología a la brevedad (Plazo inferior a un año)	40%	89,99%
Evaluar tecnología en un año	11%	39,99%
Tecnología NO requiere evaluación ni renovación en los próximos dos años	1%	10,99%

La clasificación por color presentada en la Tabla 2 establece 4 indicadores cualitativos, el primero, reposición de tecnología que indica que no es viable tener el equipo en funcionamiento y por ende en los servicios, determina que la reposición debe ser inmediata. El segundo, renovación de tecnología a la brevedad, indica que el equipo puede continuar en el servicio funcionando pero se debe llevar a cabo la renovación tecnológica en un plazo inferior a un año, el tercero, evaluación de tecnología en un año, indica que el equipo cuenta con las condiciones adecuadas para funcionar pero requiere seguimiento y evaluación constante, y el cuarto, tecnología que **no** requiere evaluación ni renovación, indica que el equipo se encuentra en condiciones óptimas para su funcionamiento.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de obsolescencia de uno de los equipos de la institución, para este ejemplo se escogió el angiógrafo, modelo Axion Artis, de marca Siemens, perteneciente al área de Intervencionismo. Inicialmente se hace la recolección de datos necesarios y se ejecuta cada una de las evaluaciones enunciadas anteriormente.

Para el desarrollo de la evaluación técnica se tuvo en cuenta los datos presentados en la Tabla 3. Inicialmente, se determinó el valor de la relación entre la edad del equipo y la vida útil contable, para esto se utilizaron las ecuaciones 1 o 2 según el caso. Para el angiógrafo el valor de la relación entre la edad y la vida útil es de 1, puesto que la edad del equipo supera en 6 años la vida útil.

$$\text{Si Edad del Equipo} > \text{Vida Útil} \rightarrow \text{Relación} = 1 \quad (1)$$

$$\text{Si Edad del Equipo} \leq \text{Vida Útil} \rightarrow \text{Relación} = \frac{\text{Edad del Equipo}}{\text{Vida Útil}} \quad (2)$$

Tabla 3. Datos del Angiógrafo para evaluación técnica.

DATOS ANGIÓGRAFO							
Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	Ha tenido eventos adversos asociados	Vida útil contable (Años)	Fecha de fabricación (Utilizado para el cálculo de la edad)	Edad del equipo (Años)	Mantenimiento correctivos en el último año	Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos)	Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)
No tiene soporte de consumibles	No	10	27/12/2005	16	Mas de 8	Con fábrica	No tiene soporte de repuestos

Luego, se asignaron los puntajes a cada uno de los parámetros a evaluar en la estimación del valor de la evaluación técnica, estos puntajes se establecieron a partir de la tabla de referencias que se presenta en el Anexo 2, en donde según la

respuesta a cada parámetro se le asigna un puntaje específico.

Posteriormente, se determinó el peso ponderado a cada parámetro a partir de la tabla de ponderados presentada en el Anexo 3, en la cual se establecen los pesos de cada criterio de acuerdo con los eventos adversos asociados al equipo y la disponibilidad de consumibles. Una vez se obtuvieran los puntajes y ponderados, se llevó a cabo el producto entre estos valores en cada uno de los parámetros y posteriormente se realizó la sumatoria de los productos, obteniendo finalmente el valor de la evaluación técnica. En la Tabla 4 se presentan los puntajes y pesos ponderados establecidos para cada uno de los parámetros que se tuvieron en cuenta y los valores obtenidos.

Tabla 4. Resultados evaluación técnica.

PARÁMETRO EVALUADO	PUNTAJE	PESO PONDERADO	PRODUCTO (Puntaje*Peso Ponderado)
Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	100	0	0
Ha tenido eventos adversos asociados	1	0	0
Mantenimiento correctivos en el último año	100	0,099	9,9
Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos)	1	0,1305	0,1305
Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)	100	0,1305	13,05
Relación entre la edad del equipo y la vida útil contable	100	0,09	9
VALOR EVALUACIÓN TÉCNICA			32,0805

Para el desarrollo de la evaluación clínica se tuvo en cuenta los datos presentados en la

Tabla 5. Inicialmente se determinaron los puntajes para cada parámetro a partir de la tabla de referencias que se presenta en el Anexo 2, a continuación, se establecieron los pesos ponderados según la tabla de ponderados presentada en el Anexo 3.

Tabla 5. Datos del Angiógrafo para evaluación clínica.

DATOS ANGIÓGRAFO		
Porcentaje de operabilidad del equipo. ¿Que tanto usa las funciones que ofrece el equipo?	Grado de satisfacción con el equipo	Cobertura de necesidades actuales
Menos del 30%	Bajo: Menos del 30%	Baja: Menos del 30%

Más adelante se llevó a cabo el producto entre los puntajes y los pesos ponderados, y finalmente la sumatoria de los productos con el fin de obtener el valor de la evaluación clínica. En la Tabla 6 se presentan los puntajes y pesos ponderados establecidos para cada uno de los parámetros que se tuvieron en cuenta en la

evaluación clínica y los valores obtenidos.

Tabla 6. Resultados evaluación clínica.

PARÁMETRO EVALUADO	PUNTAJE	PESO PONDERADO	PRODUCTO (Puntaje*Peso Ponderado)
Porcentaje de operabilidad del equipo. ¿Que tanto usa las funciones que ofrece el equipo?	100	0,06	6
Grado de satisfacción con el equipo	100	0,06	6
Cobertura de necesidades actuales	100	0,18	18
VALOR EVALUACIÓN CLÍNICA			30

Por último, para el desarrollo de la evaluación económica se tuvo en cuenta los datos presentados en la Tabla 7 se determinó el valor de la relación entre el precio de adquisición y el costo del mantenimiento correctivo anual del equipo, para esto se utilizó la ecuación 3, donde la relación económica representa el valor de esta relación. Para el angiógrafo el valor de la relación entre el precio de adquisición y el costo del mantenimiento correctivo anual del equipo fue de 0,05.

Tabla 7. Datos del Angiógrafo para evaluación económica.

DATOS ANGIÓGRAFO	
Precio Adquisición	Costo Mtto/Año
\$ 1.884.411.986	\$ 103.089.539

$$\text{Relación Económica} = \frac{\text{Costo mantenimiento}}{\text{Precio de adquisición}} \quad (3)$$

Posteriormente, a partir del valor obtenido para la relación económica se estableció una constante según los rangos presentados en la Tabla 8, seguido de esto, se determinó el puntaje para la relación entre el precio de adquisición y el costo del mantenimiento correctivo a partir de la tabla de referencias que se presenta en el Anexo 2. Teniendo en cuenta la constante establecida, este puntaje se multiplica por 0,25 con el fin de obtener el 25% correspondiente a la evaluación económica. Para este caso la constante establecida fue de 0 y el puntaje asignado a este criterio fue de 40, el 25% de este valor fue de 10, lo cual corresponde al valor de la evaluación económica.

Tabla 8. Tabla de rangos para definición de constante.

RANGO	VALOR CONSTANTE
Si $Relación\ Económica < 0,1$	0
Si $0,1 \leq Relación\ Económica < 0,2$	0,1
Si $0,2 \leq Relación\ Económica < 0,3$	0,2
Si $Relación\ Económica \geq 0,3$	0,3

Finalmente, para obtener el valor del índice de obsolescencia se desarrolló la sumatoria de los valores obtenidos para cada una de las evaluaciones (evaluación

técnica, clínica y económica). Se obtuvo un índice de obsolescencia de 72,08% para el angiógrafo.

Recolección de la información

La institución cuenta con dos grandes bases de datos en las que se encuentra la información relevante de los equipos biomédicos de la institución. Estas bases de datos se implementaron en el cálculo del índice de obsolescencia, puesto que almacenan información económica y técnica de cada equipo biomédico. La primera base de datos a consultar se denomina SERVINTE, es una base de datos administrada por el área de contabilidad que recopila información relevante de los activos de la institución, en esta encontramos la serie, placa, fecha y precio de adquisición de los equipos. La segunda base de datos se denomina MANTHOSP, es administrada por el personal de ingeniería biomédica de AMAREY que es un proveedor de servicio in-house dentro de la institución, quien se encarga de llevar a cabo el mantenimiento, registro y seguimiento en la base de datos, teniendo en cuenta que cada mantenimiento está ligado a una orden de servicio donde se registran todas las especificaciones de la prestación de servicio, tanto especificaciones técnicas como económicas frente a la adquisición de repuestos de los equipos biomédicos [7], [8] y [9].

Debido a que la serie es la identificación general del equipo dentro de la entidad y se maneja como identificador en ambas bases de datos, es posible relacionar la información que reposa en SERVINTE con la almacenada en MANTHOSP, esto con el fin de automatizar el cálculo de la obsolescencia. Adicionalmente, se trabaja con repositorios de entidades de vigilancia nacional como el INVIMA [10].

Establecimiento de requerimiento

Para el desarrollo de la herramienta digital, fue indispensable establecer los requerimientos funcionales y no funcionales con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de la herramienta acorde al objetivo planteado. Los requerimientos generales para la herramienta estuvieron centrados en la automatización y la usabilidad, estos aspectos son importantes, ya que mediante el desarrollo del proyecto se buscó generar una herramienta que apoyara al proceso del cálculo del índice de obsolescencia de los equipos biomédicos de la institución de forma automática. Adicionalmente, se buscó que la herramienta fuera eficaz, eficiente y abordara la necesidad planteada desde el departamento de ingeniería clínica.

La automatización de la herramienta estuvo enfocada en que el procesamiento de la información relevante para el cálculo de obsolescencia fuera rápido y adecuado, obteniendo información verídica y relacionada entre las fuentes de información trabajadas. Por otra parte, la usabilidad se enfocó en la evaluación de la comodidad percibida por las personas en la interacción con la herramienta digital con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

Desarrollo herramienta digital

Para el desarrollo de la herramienta digital se implementó el modelo en espiral, este modelo es utilizado en la creación y desarrollo de software robusto, que procesa y almacena gran cantidad de información relevante.

MODELO EN ESPIRAL

El modelo en espiral combina el modelo lineal y el modelo iterativo, con el fin de asegurar el desarrollo óptimo de software partiendo de una herramienta básica a una de mayor dificultad. El modelo lineal ordena las etapas del ciclo de la creación de la herramienta digital, se debe realizar cada fase para poder continuar con la siguiente fase y avanzar en el proceso de creación [11]. El diseño iterativo, por su parte, se basa en un proceso continuo de experimentación, prueba y evaluación del producto, el modelo procura solucionar los problemas resultantes de los procesos secuenciales [12].

El modelo en espiral consta de distintas etapas, la etapa de conceptualización, desarrollo, la etapa de mejoras y finaliza con la etapa de mantenimiento, cada etapa consta de varias fases, estas son la planificación, el análisis de riesgos, el desarrollo y la evaluación de las actividades y avances realizados. Conjuntamente, existe una fase que crea un puente entre las etapas, facilitando la transición entre ellas, en la Figura 3 se plantea el resumen de este modelo [13].



Figura 3. Modelo en espiral [13].

Planificación: En esta fase se establecieron los objetivos y el efecto del ciclo que comienza, con el fin de identificar las limitaciones del proceso y del sistema del software. Al mismo tiempo, se planteó una planificación detallada y se identificaron los riesgos.

Análisis de riesgos: En esta segunda fase se identificaron los riesgos asociados al proyecto, realizando el análisis detallado de cada uno y se

plantearon estrategias alternativas. Para esto, se planteó el diseño de los prototipos que van a ser validados en el ciclo.

Implementación: La tercera fase constó del desarrollo y validación del software, a partir de la fase anterior en la que se llevó a cabo el análisis de riesgos.

Evaluación: Para la última fase se tuvo en cuenta el resultado obtenido en el ciclo anterior, con el fin de iniciar un nuevo ciclo. Se analizó si se solucionaron de forma adecuada cada uno de los riesgos. Y así, se plantearon los objetivos que se evaluarían en las siguientes fases. Esta fase ayudó a definir el avance del proyecto y reconocer hacia dónde se enfocaría la siguiente iteración.

Para la identificación de las áreas prioritarias, en las cuales la obsolescencia representa un mayor riesgo para la institución, se definieron las siguientes fases:

Planificación: De acuerdo con la complejidad de los equipos que existen actualmente en la institución, se clasificó cada uno de ellos. Las áreas prioritarias en la institución son aquellas en las que los equipos con valor económico elevado, los equipos apoyan en proceso de diagnóstico y/o tratamiento de pacientes que tienen alguna enfermedad cardíaca, o requieren algún tratamiento para sobrellevar otro tipo de enfermedad. Estas áreas son, cirugía cardiovascular ambulatoria, electrofisiología, esterilización, gastroenterología, hospitalización cardiovascular, hospitalización trasplantes, intervencionismo, radiología-medicina nuclear, salas, UCI cardiovascular, UCI coronaria, UCI médica, UCI pediátrica, UCI cardiología pediátrica, unidad de cardiología no invasivo, unidad cardiopatías congénitas y rehabilitación cardíaca.

Análisis de riesgos: en esta etapa no se identificó la existencia de riesgos que puedan llegar a afectar el resultado del proyecto.

Implementación: se identificaron de la cantidad de equipos existentes en cada área.

Evaluación: se estimó el riesgo de los equipos por cada área.

Para establecer el índice de obsolescencia de los equipos biomédicos en donde se evaluaron las características técnicas, clínicas y económicas de los equipos, se definieron las siguientes fases:

Planificación: se realizó el consolidado de equipos de las 18 áreas prioritarias, se recolectó información de SERVINTE, MANTHOSP y de repositorios nacionales.

Análisis de riesgos: se tuvo en cuenta el índice de obsolescencia por equipo de cada área, ya que si el cálculo del índice de obsolescencia está mal calculado se daría de baja a un equipo que no lo requiere o no se daría de baja a uno que sí lo requiere.

Implementación: se analizó equipo por equipo en cada una de las áreas, teniendo en cuenta la evaluación técnica, clínica y económica.

Evaluación: se determinó el índice de obsolescencia de los equipos según el resultado de la evaluación.

Diseñar una herramienta digital a partir de los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación, teniendo en cuenta las diferentes fuentes que maneja la institución, comprendió las siguientes fases:

Planificación: se realizó boceto de interfaz con el fin de identificar los requisitos para tener en cuenta para el desarrollo de la herramienta. Se realizó y estableció el consolidado del índice de obsolescencia de todos los equipos biomédicos de las áreas prioritarias. Se realizó el cruce de información de las dos bases de datos mencionadas anteriormente.

Análisis de riesgos: se realizó el cruce de la información entre las dos bases de datos, y al mismo tiempo se desarrolló una herramienta que le sirviera a la institución de ahora en adelante.

Implementación: se desarrolló la herramienta según los requisitos establecidos y se consolidó toda la información en la herramienta digital.

Evaluación: se identificaron falencias de la herramienta y la veracidad de la información recolectada.

Evaluar la usabilidad de la herramienta posterior a la capacitación del personal, mediante la implementación de cuestionarios que determinan la eficacia, eficiencia y satisfacción percibida por el usuario, comprendió las fases presentadas a continuación:

Planificación: se reunió a los usuarios que utilizarían la herramienta y se realizó encuesta para saber la eficacia, eficiencia y satisfacción que tuvieron los usuarios frente a la herramienta.

Análisis de riesgos: se tuvo en cuenta la opinión de cada usuario.

Implementación: se desarrollaron encuestas para evaluar la usabilidad de la herramienta según la percepción del usuario.

Evaluación: se identificaron las falencias de la herramienta según la percepción del usuario.

D. Fase de evaluación

Durante esta fase se llevó a cabo la presentación de la herramienta digital como solución y la respectiva capacitación acerca de su funcionamiento, se presentó a los ingenieros del departamento de ingeniería clínica con el fin de evaluar la conformidad y aprobación de la herramienta, teniendo en cuenta que son los usuarios finales. Se tuvo en cuenta en esta etapa que la información con la cual se alimentó la aplicación fue verificada y optimizada por los ingenieros durante todo el proceso de recolección garantizando la veracidad de los datos.

La evaluación de usabilidad de la herramienta se llevó a cabo mediante la implementación de cuestionarios al personal correspondiente y la evaluación de la herramienta como producto terminado, con el fin de recibir la realimentación respectiva frente a las características y funcionamiento, todo esto para establecer las posibles mejoras a realizar.

Los cuestionarios desarrollados se realizaron siguiendo la escala de usabilidad del sistema (SUS), esta escala se centró en la evaluación de diez premisas, las cuales ofrecen una visión global de la evaluación subjetiva de la usabilidad. Para la evaluación de las premisas se implementó una escala de Likert que consta de cinco niveles que dieron cuenta del grado de satisfacción del usuario frente al uso de la herramienta digital, las opciones que se establecieron fueron las siguientes: muy de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, muy en desacuerdo [14].

Para la implementación del cuestionario se implementó la herramienta de Google Forms, mediante la cual se recopiló la información de forma ordenada con opción de exportarla directamente a Excel, con el fin de tener la información específica y poder llevar a cabo el resumen de la evaluación y el tratamiento de los datos con el fin de obtener un resultado concluyente.

Para el tratamiento de datos, se tuvo como principal objetivo el cálculo del puntaje de usabilidad del sistema, este puntaje varía en un rango de 0 a 100 y brinda una calificación cualitativa según el valor obtenido. Para calcular el puntaje se establecieron las contribuciones por cada ítem evaluado que oscilan en un rango de 0 a 4. La contribución al puntaje de los ítems 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, y 10 fue la escala de Likert establecida por el usuario menos 1. Para los ítems 2 y 3 la contribución fue de 5 menos la escala de Likert, establecida de igual forma por el usuario. Posteriormente se llevó a cabo la sumatoria de las contribuciones de los ítems evaluados y el resultado se multiplicó por 2,5, obteniendo así el puntaje general de la usabilidad del sistema por cada uno de los evaluadores [15]. La interpretación cualitativa de puntaje final obtenido se estableció de acuerdo con la escala de adjetivos presentada en la Figura 4.

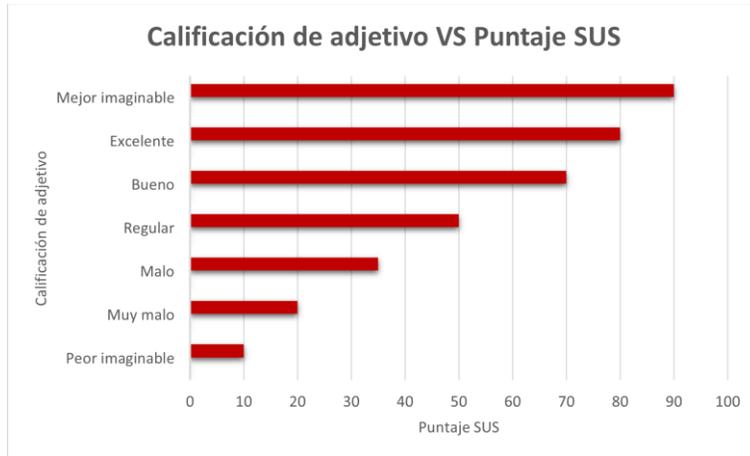


Figura 4. Escala de usabilidad. Adaptada de [15].

Finalmente, se establecieron los resultados obtenidos en el documento escrito y se llevaron a cabo las correcciones pertinentes.

E. Fase de análisis

Durante esta fase se llevó a cabo el análisis correspondiente, con el objetivo de interpretar y discutir los resultados obtenidos, así como también identificar las limitaciones y fortalezas del trabajo realizado, se llevó a cabo la comparación entre los resultados obtenidos y los resultados esperados. Al mismo tiempo, se realizó la redacción de la discusión de resultados en el documento escrito.

F. Fase de cierre

Esta fase estuvo enfocada en el ajuste de los últimos detalles del documento final, se establecieron las conclusiones del proyecto y las recomendaciones para trabajos futuros con la herramienta. Se llevó a cabo una revisión general del documento y las correcciones pertinentes.

6. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en las 6 fases de desarrollo planteadas para la ejecución del proyecto, en cada una de las cuales se definieron los pasos y actividades a seguir, con el fin de garantizar el adecuado desarrollo de la herramienta digital a partir de información verídica y obtener el resultado esperado, contando finalmente con la aceptación de la herramienta por parte de los usuarios pertenecientes a la institución.

Fase Inicial

Durante la fase inicial se llevó a cabo el reconocimiento de la institución identificando los procesos que se desarrollan actualmente en el departamento de ingeniería clínica con el fin de establecer la necesidad presentada en la institución. Entre estos procesos se identificó la gestión tecnológica biomédica como el de mayor impacto en los servicios asistenciales que finalmente repercuten sobre los pacientes, la reputación y la actividad económica de la institución. La gestión de tecnología biomédica comprende la evaluación del estado de los equipos biomédicos y el proceso de priorización para la adquisición y renovación tecnológica, con la experimentación laboral se identificó la existencia de una oportunidad de mejora en la evaluación del estado de la tecnología, siendo esta la evaluación de la obsolescencia de los equipos biomédicos, herramienta mediante la cual se lleva a cabo la priorización.

Fase de Planeación

Se llevó a cabo la revisión de los conceptos que involucra el término de la obsolescencia, esto con el fin de establecer una propuesta clara y concreta que abordará la necesidad de la institución brindando la solución. Posteriormente se realizó el consenso con los ingenieros del departamento y el tutor del proyecto, quienes dieron el aval de la propuesta y el visto bueno de la solución planteada, teniendo en cuenta el nivel de complejidad y extensión con respecto al tiempo destinado para la ejecución del proyecto (16 semanas). Adicionalmente, en conjunto, se estableció que la herramienta digital propuesta debía ser desarrollada en Microsoft Excel, un software que cuenta con herramientas de cálculo, gráficos y lenguaje de programación denominado Visual Basic.

Fase de Desarrollo

La tercera fase se orientó a la ejecución del proyecto, para lo cual se plantearon sub-fases que demarcarían las actividades a realizar.

En la sub-fase inicial, Cálculo índice de obsolescencia, se estableció el índice de obsolescencia del angiógrafo con el fin de evidenciar el óptimo tratamiento de los datos, verificando así que la herramienta digital cumplía su función de forma eficaz. En la Figura 5 se observa que el índice de obsolescencia calculado por la herramienta para el angiógrafo fue de 72%, en comparación con el valor obtenido en el ejemplo presentado en la metodología que fue de 72,08%, mostrando que la información presentada en la aplicación es verídica.

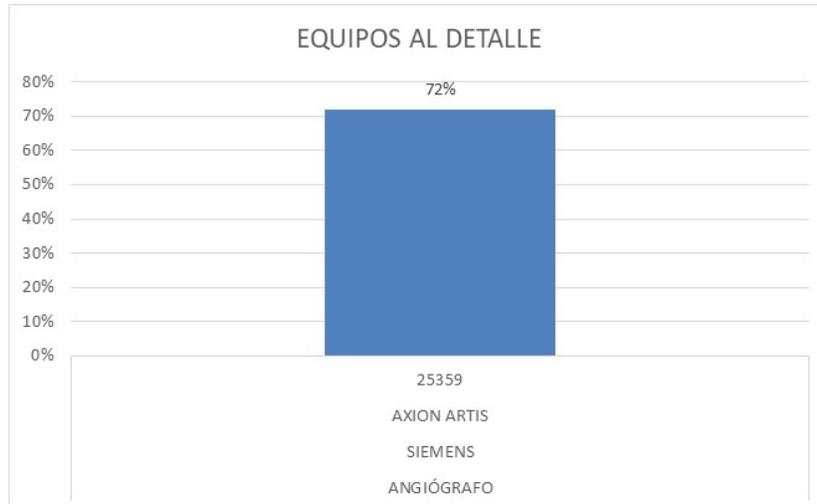


Figura 5. Índice de obsolescencia Angiógrafo: en el eje x se encuentra, de arriba a abajo: serial, modelo, marca y nombre del equipo.

Para la segunda sub-fase, Recolección de la información, se establecieron las áreas sobre las cuales se recolectaría la información, esto ligado al tiempo de ejecución del proyecto. Actualmente la institución cuenta con un total de 46 áreas segmentadas en dos categorías, FOCO, constituida por 18 áreas, y NO FOCO constituida por 28 áreas, cada categoría constituida por un total de 952 y 962 equipos respectivamente. Partiendo de esta segmentación, se determinó que el enfoque del proyecto se centraría en la recolección de la información las áreas correspondientes a la categoría de FOCO (ver Tabla 9), debido a que en esta categoría reposan tecnologías biomédicas de alta gama y alto valor económico, siendo equipos indispensables para el diagnóstico y tratamiento de patologías pertenecientes a especialidades en las que la institución es pionera.

Tabla 9. Total áreas foco.

	ÁREAS FOCO	NUMERO DE EQUIPOS POR ÁREA
1	Cirugía Cardiovascular Ambulatoria	46
2	Electrofisiología	49
3	Esterilización	4
4	Gastroenterología	58
5	Hospitalización Cardiovascular	15
6	Hospitalización Trasplantes	32
7	Intervencionismo	47
8	Neurofisiología	24
9	Radiología / Medicina Nuclear	46
10	Salas	215
11	UCI Cardiovascular	45
12	UCI Coronaria	34
13	UCI Médica	123
14	UCI Pediátrica	32
15	UCI Cardiología pediátrica	72
16	Unidad Cardiología No Invasivo	35
17	Unidad Cardiopatías Congénitas	34
18	Rehabilitación Cardiaca	41
	TOTAL EQUIPOS	952

Para la recolección de la información se consultaron las bases de datos de la institución, la primera de ellas, MANTHOSP, en donde reposan las especificaciones técnicas de los equipos identificados por el número de serie, correspondientes al número de mantenimientos correctivos y preventivos ejecutados en los equipos, la segunda de ellas, SERVINTE, en donde se encontró la información acerca del ingreso del equipo a la institución, extrayendo de esta la fecha y el valor de adquisición del equipo, así como también la placa que representa la identificación del activo dentro de la institución. Se tiene en cuenta que en esta etapa se cruzó la información entre las dos bases de datos, como el nombre, la marca y el modelo del equipo, así como también el número de serie, esto con el fin de generar el inventario y que la información entre el área técnica y contable coincidiera, con el fin de favorecer los procesos de auditoría. En esta etapa se lograron cruzar un total de 307 equipos correspondientes al 32% de equipos, dejando un restante de 655 equipos sin cruzar correspondientes al 68% de los equipos que reposan en la categoría de áreas FOCO.

Adicionalmente se recolectó información de la base de datos del INVIMA, de donde se extrajo el registro Invima, mediante el cual se obtuvo información acerca de la vida útil de cada equipo y el tiempo soporte de repuestos y consumible garantizado por el fabricante o el distribuidor del equipo en el país. A su vez se trabajó con la matriz de contratos del departamento de ingeniería clínica, de donde se obtuvieron valores acerca del costo de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos. Para el registro de esta información se implementó el formato para el cálculo del índice de obsolescencia desarrollado por el ministerio de salud mediante el cual se realizó el procesamiento inicial de la información, se presenta en el Anexo 3. En este se adicionaron parámetros como la placa, la clasificación de riesgo de los equipos y el registro Invima. Una vez se terminó de recolectar toda la información, se validaron los datos obtenidos con los ingenieros del departamento y se reportaron las inconsistencias encontradas, con el fin de realizar la depuración pertinente entre el área técnica y contable.

Posterior a la recolección de la información, se llevó a cabo la sub-fase correspondiente a el establecimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales, los cuales se presentan a continuación:

A. Requerimientos Funcionales

- La herramienta debe realizar el cálculo del índice de obsolescencia automáticamente a partir de la información solicitada por la aplicación y suministrada por el usuario.
- La herramienta debe permitir el ingreso de nuevos equipos al inventario para el análisis de obsolescencia.
- La herramienta debe permitir añadir, editar o eliminar la información de un equipo.
- La herramienta debe permitir la búsqueda de información por equipo, modelo, marca, ubicación.
- La herramienta debe almacenar información acerca del nombre del equipo, la marca, el modelo, la ubicación, el registro Invima, la disponibilidad de consumibles, la disponibilidad de repuesto, la fecha de fabricación y el costo de adquisición.
- La herramienta debe realizar el cálculo de índice de obsolescencia por equipo y por área
- La herramienta debe contener y generar una lista de los equipos que se encuentran en comodato, indicando nombre del equipo, marca, modelo y

ubicación.

- La herramienta debe permitir la generación de un informe interactivo sobre el índice de obsolescencia, en donde se visualice el estado de obsolescencia gráficamente filtrado por área, por grupo tecnológico ligado al área. Adicionalmente el informe debe presentar información económica de los equipos analizados.
- La actualización del informe debe ser automática al realizar modificaciones en la información almacenada en la aplicación.

B. Requerimientos No Funcionales

- La herramienta debe ser programada en Visual Basic de Excel.
- El idioma de la herramienta debe ser en español.
- La interfaz de usuario desarrollada debe contener el nombre y logo de la institución, el área y departamento de desarrollo.
- Cada pestaña del aplicativo debe contar con la titulación correspondiente.
- El diseño de la interfaz de usuario debe estar ligado a los colores de la institución.
- La interfaz desarrollada debe ser intuitiva y clara

Una vez se establecieron los requerimientos de la herramienta, se llevó a cabo la ejecución de la última sub-fase correspondiente al desarrollo de la herramienta en Visual Basic de Excel. La interfaz desarrollada permitió el acceso a dos tipos de usuarios diferentes, invitado e ingenieros. En la Figura 6 se muestra el inicio de la interfaz que permite el ingreso directo del invitado, esta lo direcciona directamente a la visualización del informe (ver Figura 7), o por el contrario la opción de autenticación para el ingeniero. Adicionalmente, el invitado tiene la opción de acceder y visualizar el manual de usuario para su rol como invitado (Anexo 6) desde el inicio de la interfaz mediante el botón de etiqueta "Instrucciones de uso", por el contrario, el ingeniero puede acceder al manual de usuario de su rol como ingeniero (Anexo 7), una vez realice la autenticación correspondiente, desde el menú de la herramienta.



Figura 6. Inicio interfaz.

En el informe presentado en la herramienta, inicialmente se visualiza el gráfico de barras de todas las áreas FOCO trabajadas (ver Figura 7), este gráfico se encuentra

semaforizado teniendo en cuenta la escala del índice de obsolescencia establecida en la propuesta del Ministerio de Salud (ver Tabla 2), como se puede evidenciar, el área con mayor obsolescencia es el área de Intervencionismo con un índice del 51% y la que cuenta con un índice menor es el área de UCI Cardiovascular con un 21%.

Al mismo tiempo, el usuario tiene la posibilidad de visualizar y seleccionar el área que se desee analizar, como se puede evidenciar en el recuadro que se encuentra en la parte derecha de la gráfica en la Figura 7.



Figura 7. Obsolescencia áreas y selección.

Una vez el usuario haya ejecutado la acción de seleccionar área, puede observar el gráfico de barras semaforizado de los equipos que reposan en el área seleccionada como se puede observar en la Figura 8.



Figura 8. Equipos al elegir área.

A continuación, el usuario podrá seleccionar el grupo tecnológico que desee y visualizará el gráfico de barras correspondiente a los equipos de la línea tecnológica seleccionada (ver Figura 9) donde se puede observar información acerca de la marca, modelo y serie del equipo específico, así como también el porcentaje exacto correspondiente al índice de obsolescencia. El usuario tiene la posibilidad de desglosar la información económica del equipo mediante un botón (ver Figura 9).

DIRECCIÓN DE OPERACIONES

INGENIERÍA CLÍNICA

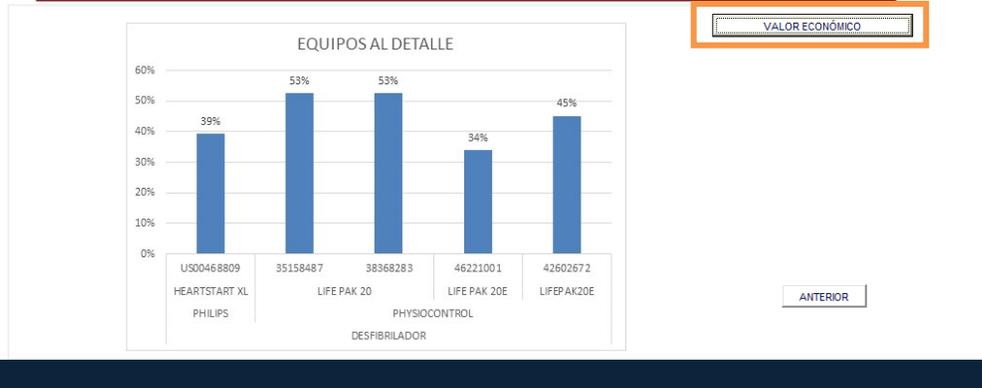


Figura 9. Direccionamiento a equipos con su respectivo valor económico.

Al presionar el botón del valor económico, se presenta un gráfico de barras en donde se especifica adicionalmente el valor de adquisición del equipo correspondiente (ver Figura 10).



Figura 10. Equipos con valor económico.

Pese a que el direccionamiento de los dos tipos de usuarios es hacia el informe, las opciones presentadas en el menú difieren. El menú compartido por ambos usuarios tiene las opciones: informe, listado de equipos, bien sea propios o no propios, e inicio. El menú que visualiza el ingeniero difiere en la posibilidad de gestionar los datos y el acceso al manual de usuario del ingeniero desde la opción de "Instrucciones de uso" (ver Figura 11).



Figura 11. Opciones menú.

En cualquiera de los dos usuarios, se puede obtener y observar la lista de equipos propios y no propios, en la Figura 12 se evidencian los equipos propios, con su respectiva marca, modelo, serie, ubicación, placa y clasificación según el riesgo (I, IIa, IIb o III).

LISTADO DE EQUIPOS PROPIOS

MENÚ

DIRECCIÓN DE OPERACIONES INGENIERÍA CLÍNICA

CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	PLACA	CLASIFICACIÓN
1	BÁSCULA	SECA	876	5.87628E+12	CIRUGIA CARDIOVASC		I
2	BÁSCULA	SECA	876	5.87602E+12	CIRUGIA CARDIOVASC		I
3	BÁSCULA	SOEHNLE		CE/A78	CIRUGIA CARDIOVASC		I
4	ECÓGRAFO	TOSHIBA	TUS-V200	99813Y2403	CIRUGIA CARDIOVASC	13843	IIA
5	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 809	CIRUGIA CARDIOVASC		I
6	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 810	CIRUGIA CARDIOVASC		I
7	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 811	CIRUGIA CARDIOVASC		I
8	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 812	CIRUGIA CARDIOVASC		I
9	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 815	CIRUGIA CARDIOVASC		I
10	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 816	CIRUGIA CARDIOVASC		I
11	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 817	CIRUGIA CARDIOVASC		I
12	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 818	CIRUGIA CARDIOVASC		I
13	EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 819	CIRUGIA CARDIOVASC		I
14	LÁMPARA PIELTICA	WELCH ALLYN	GS 300	CONS 813	CIRUGIA CARDIOVASC		I
15	PLETISMOGRAFO	DAVIS MEDICAL ELECT	VISTA AVS	02142387 / VA007162	CIRUGIA CARDIOVASC	13621	I
16	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063114	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA
17	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063127	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA
18	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063083	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA
19	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063126	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA
20	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063109	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA
21	TENSÍOMETRO	HEINE	Gamma XXL LF	500063128	CIRUGIA CARDIOVASC		IIA

Figura 12. Equipos propios.

Para ambos usuarios, al igual que los equipos propios, también se pueden visualizar los equipos no propios, tales como, comodato, alquiler, préstamo y donación, como se observa en la Figura 13.

MENÚ

DIRECCIÓN DE OPERACIONES INGENIERÍA CLÍNICA

MODO DE ADQUISICIÓN

CÓDIGO	EQ	VA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	MODO DE ADQUISICIÓN
1	EC	ALQUILER	ACCLUSON P500	394284	CIRUGIA CARDIOVASCULAR	COMODATO
2	VA	COMODATO	VACUUM	VR44652700	CIRUGIA CARDIOVASCULAR	COMODATO
3	VA	PRESTAMO	24965	RO8008453A	ELECTROFISIOLOGIA	DEMO
4	MONITOR PORTÁTIL	MEDTRONIC	STERRAD 100 NX	1046181080	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
5	ESTERILIZADOR	ASP	STERRAD 100 NX	1046181081	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
6	ESTERILIZADOR ÓXIDO ET	3M STERI-VAC	GSS	84000020	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
7	MONITOR ÓXIDO ETILENC	DRAEGER	POINT GARD II	ERHM-0098	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
8	INCUBADORA INDICADOR	sterrad cyclesure	390G	4318071799	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
9	INCUBADORA DE LECTURA	3M	EVIS EXERA III-CV190	430193	ESTERILIZACIÓN	COMODATO
10	PROCESADOR DE VIDEO	OLYMPUS	PSD-30	762573	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
11	ELECTROBISTURI	OLYMPUS	EPK-5010	7652942	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
12	PROCESADOR DE VIDEO	PENTAX	CV-180	U8010403	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
13	PROCESADOR DE VIDEO	OLYMPUS	END-OCLENS-NSX	7965535	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
14	REPROCESADORA DE EQU	ASP	END-OCLENS-NSX	2700170383	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
15	REPROCESADORA DE EQU	ASP	END-OCLENS-NSX	2700170384	GASTROENTEROLOGIA	COMODATO
16	VIDEOGASTROSCOPIO	OLYMPUS	GIF-H180	2628114	GASTROENTEROLOGIA	PRESTAMO
17	SISTEMA DE PHMETRIA	Digitrapper, Versaflex, Given	INTERFACE V2	0721106551,	GASTROENTEROLOGIA	DEMO
18	ADAPTADOR	GE HEALTHCARE	ELVP001COL - MONOCANA	1012255556	HOSPITALIZACION CARDI	COMODATO
19	BOMBA DE INFUSIÓN	BAXTER/EVO IQ/DOSE IQ	5K00402858	5K00402858	HOSPITALIZACION CARDI	COMODATO

Figura 13. Equipos no propios.

En caso de acceder desde el usuario del ingeniero, se puede realizar la gestión de datos como se observa en la Figura 14, el usuario puede buscar un equipo, registrar un nuevo equipo, editar, eliminar y limpiar, esta última opción permite vaciar todos los campos con el fin de seleccionar un nuevo equipo y realizar nuevamente el proceso, al mismo tiempo en el registro de un nuevo equipo, el usuario puede registrar la información referente a cada una de las evaluaciones que se realizan (evaluación técnica, clínica y económica).

GESTIONAR DATOS

MENÚ SIGUIENTE

DIRECCIÓN DE OPERACIONES INGENIERÍA CLÍNICA

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN
BÁSCULA	SECA	876	5.87626E+12	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
BÁSCULA	SECA	876	5.87626E+12	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
BÁSCULA	SOHNLE		CEVA78	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
ECOGRAFO	TOSHIBA	TUS-X200	9981372403	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 809	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 810	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 811	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 812	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 815	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 816	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 817	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA
EQUIPO DE ORGANOS	HEINE	EN 100	EOCONS 818	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA

EQUIPO MODELO UBICACIÓN RIESGO

MARCA SERIE PLACA REGISTRO
INVIDMA

Figura 14. Gestionar datos.

Para el desarrollo de la gestión de los datos de las evaluaciones, se implementó un formulario mediante el cual se puede realizar la edición de los datos requeridos para el cálculo del índice de obsolescencia de cada uno de los equipos. Para la evaluación técnica, se establecieron campos para diligenciar la disponibilidad de soporte técnico y consumibles, si el equipo ha tenido eventos adversos, la vida útil, el número de mantenimientos correctivos ejecutados en el año, el tipo de proveedor de soporte técnico, y a partir de la información diligenciada realizar de forma automática el cálculo de la edad del equipo y la relación entre la edad y la vida útil contable (ver Figura 15).

GESTIONAR DATOS ×

DIRECCIÓN DE OPERACIONES
INGENIERÍA CLÍNICA

DISPONIBILIDAD DE SOPORTE DE CONSUMIBLES (AÑOS) <input type="text"/>	RELACIÓN ENTRE LA EDAD Y LA VIDA ÚTIL CONTABLE <input type="text"/>
HA TENIDO EVENTOS ADVERSOS <input type="text"/>	MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS EN EL ÚLTIMO AÑO <input type="text"/>
VIDA ÚTIL (CONTABLE) <input type="text"/>	PROVEEDOR DE SOPORTE TÉCNICO (NO INCLUYE REPUESTOS) <input type="text"/>
FECHA DE FABRICACIÓN <input type="text"/>	DISPONIBILIDAD DE SOPORTE DE REPUESTOS (AÑOS) <input type="text"/>
EDAD DEL EQUIPO (AÑOS) <input type="text"/>	

Figura 15. Información técnica.

En la Figura 16 se presenta el formulario establecido para el desarrollo de la evaluación clínica, en este se tienen campos para diligenciar el porcentaje de operabilidad del equipo, la cobertura de las necesidades actuales y el grado de satisfacción que tiene el personal acerca del equipo. Adicionalmente, el usuario tiene opción de visualizar la imagen correspondiente al equipo evaluado en el recuadro que se observa a la derecha.

GESTIONAR DATOS ×

DIRECCIÓN DE OPERACIONES
INGENIERÍA CLÍNICA

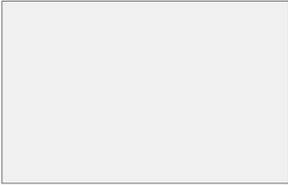
PORCENTAJE DE OPERABILIDAD DEL EQUIPO (¿QUÉ TANTO USA LAS FUNCIONES QUE OFRECE EL EQUIPO?) <input type="text"/>	
COBERTURA DE NECESIDADES ACTUALES <input type="text"/>	
GRADO DE SATISFACCIÓN DEL EQUIPO <input type="text"/>	

Figura 16. Información clínica.

Por último, en la Figura 17 se pueden observar los campos habilitados para llevar a cabo la evaluación económica, tales como: el precio de adquisición y el costo de mantenimiento por año, para este último se tiene en cuenta si tuvo mantenimientos correctivos y/o preventivos. A partir de esto se calcula y presenta automáticamente la relación entre el costo del equipo y el mantenimiento del equipo.

GESTIONAR DATOS ×

DIRECCIÓN DE OPERACIONES
INGENIERÍA CLÍNICA

PRECIO DE ADQUISICIÓN <input style="width: 80%;" type="text"/>	COSTO MANTENIMIENTO/AÑO <input style="width: 80%;" type="text"/>
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS <input style="width: 80%;" type="text"/>	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS <input style="width: 80%;" type="text"/>
RELACIÓN <input style="width: 80%; background-color: #cccccc;" type="text"/>	
<input type="button" value="CALCULAR"/>	<input type="button" value="MODIFICAR"/> <input type="button" value="AGREGAR"/>

Figura 17. Evaluación económica.

Fase de evaluación

Previamente a la evaluación de la herramienta, en cada una de las fases se discutió con los ingenieros las características que se debían tener en cuenta en la herramienta digital propuesta, se evaluaron los datos recolectados por cada área, analizando de igual forma la veracidad de la información y realizando los ajustes pertinentes, con el fin de llevar a cabo de forma óptima el cálculo del índice de obsolescencia de los equipos de las áreas prioritarias. A partir de las reuniones con los ingenieros se logró obtener la información necesaria y el boceto de la herramienta digital.

Para evaluar la usabilidad de la herramienta se realizó una encuesta de 10 preguntas en Google Forms a dos ingenieros pertenecientes al departamento de ingeniería clínica, quienes serían los usuarios finales de la herramienta digital. Según la escala Likert, cada ítem se evaluó con un puntaje de 5 a 1, donde 5 corresponde a muy de acuerdo, 4 a de acuerdo, 3 a ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2 a en desacuerdo y 1 a muy en desacuerdo. Las preguntas establecidas se presentan a continuación:

1. La herramienta digital está programada en lenguaje de programación acordado por las partes.
2. La herramienta no presenta un nivel de dificultad alto.
3. Se necesita del apoyo de alguien para poder utilizar esta herramienta.
4. La herramienta cumple con los requerimientos no funcionales (lenguaje de programación, idioma, distribución funciones y diseño).
5. La distribución de las funciones se presenta de forma clara y ordenada.
6. La herramienta permite cumplir con las funciones principales establecidas.
7. La herramienta muestra los resultados de acuerdo con los esperados.
8. El tiempo de ejecución de la herramienta es adecuado.
9. La gestión de la información cumple con los requisitos y necesidades del hospital.
10. La herramienta es la solución apropiada para resolver la problemática planteada al inicio del proyecto.

La Figura 18 presenta mediante un diagrama de barra, la calificación dada por cada uno de los evaluadores, a cada uno de los ítems o preguntas presentadas anteriormente. En la gráfica se muestra en el eje “x” el numeral de la pregunta que se realizó a cada evaluador y en el eje “y” la calificación que cada uno de los evaluadores determinó.

Como se puede observar en la Figura 18, los evaluadores consideraron que la herramienta digital funciona de manera adecuada, cumplió con los requisitos planteados al iniciar el proyecto, la gestión de la información cumple con los requisitos y necesidades del hospital, es decir, la información que se planteó obtener se encuentra plasmada en la herramienta de manera correcta, al mismo tiempo, la herramienta no presentó un nivel de dificultad alto. Por otro lado, en la pregunta tres se puede evidenciar que el puntaje es menor, ya que esta pregunta hacía referencia a si se necesitaba ayuda o no de alguien externo para poder entender y utilizar la herramienta, los dos evaluadores comentaron que no necesitan de alguien para poder entender a detalle la herramienta, por lo cual este ítem obtuvo el menor puntaje.

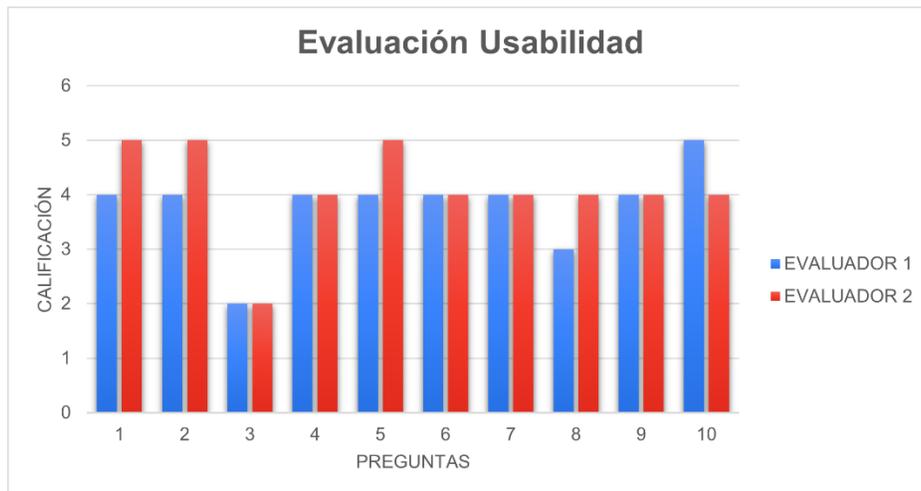


Figura 18. Evaluación usabilidad.

En la Figura 19 se presenta el puntaje de usabilidad del sistema obtenido por cada uno de los evaluadores. Para el evaluador 1 se obtuvo un puntaje de 70 y para el evaluador 2 un puntaje de 72,5, obteniendo así un puntaje general de usabilidad de la herramienta digital desarrollada de 71,3. A partir de este puntaje se estableció que la usabilidad de la aplicación experimentada por los usuarios fue “Buena”.

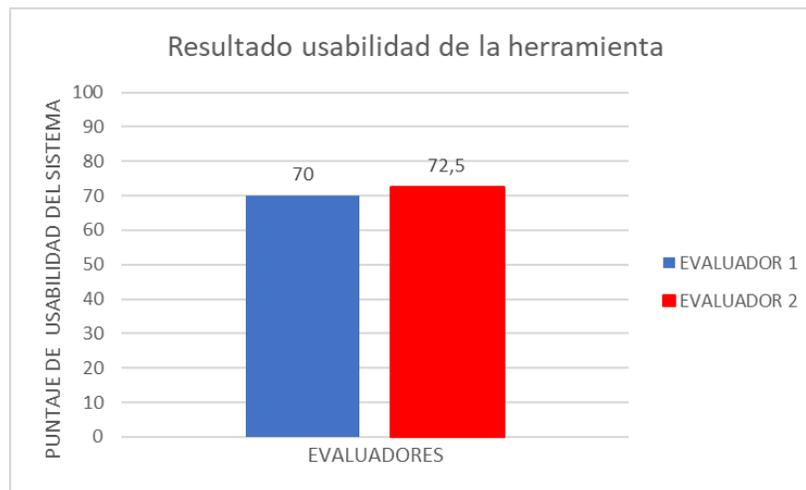


Figura 19. Puntaje usabilidad.

7. DISCUSIÓN

La herramienta digital fue programada en Visual basic, su función es gestionar la información del índice de obsolescencia de los equipos que se encuentran ubicados en las áreas prioritarias de la institución de salud. El tiempo total en el que se desarrolló la totalidad del proyecto fue de 16 semanas, durante este periodo se llevó a cabo la recolección y actualización de información de los equipos biomédicos, para calcular de manera correcta el índice de obsolescencia de los equipos por cada área.

La metodología que se implementó tuvo en cuenta cada objetivo específico planteado al principio de este documento, en cada objetivo se evaluó la planeación, análisis de riesgos, implementación y evaluación. Cada que se cumplía un objetivo se verificaba cada una de estas fases, para poder así pasar al siguiente objetivo. Cada fase se desarrolló en base al diagrama de Gantt que se encuentra en el Anexo 1, cada que se terminaba una fase, se rectificaba la información, para poder así solucionar los inconvenientes y tener la información verídica al momento de crear la herramienta digital.

La herramienta se desarrolló después de obtener toda la información necesaria para calcular el índice de obsolescencia de cada área prioritaria de manera verídica, se cruzó la información de las bases de datos trabajadas, este fue un proceso repetitivo que se ejecutó varias veces puesto que parte de la información recolectada no coincidía y presentaba incoherencias, obteniendo información inexacta. Posterior a la culminación de la etapa de desarrollo de la herramienta se evaluó nuevamente la veracidad de la información, se tuvo en cuenta que la información se presentara de forma fácil y fuera correcta, realizando los ajustes pertinentes. En la recolección de la información se encontraron limitantes para implementar más funciones en la herramienta, puesto que se encontraron repeticiones en los seriales de los equipos, así como también en las placas, siendo los identificadores en la información técnica y económica para cada uno de los equipos biomédicos respectivamente. Lo anterior condicionó el tratamiento de datos para desarrollar una automatización óptima en el procesamiento de información.

Desde el departamento de ingeniería se esperaba que la aplicación fuera una herramienta amigable con el usuario y permitiera visualizar un informe general del estado de obsolescencia de las áreas de la institución, sirviendo como un instrumento de apoyo en la presentación de resultados a las distintas áreas operativas que participan en los procesos de adquisición y renovación. Se esperaba que el informe permitiera establecer fácilmente de forma visual qué áreas y equipos biomédicos cuentan con un índice de obsolescencia alto y así exponer los equipos a priorizar en la adquisición de tecnología. A partir de lo anterior, se pudo establecer que la herramienta cumple con la necesidad primordial del departamento, siendo esta su función principal.

Por otro lado, en la Figura 5 se evidencia que la herramienta brinda el valor de obsolescencia del angiógrafo de manera adecuada, ya que según lo que se puede observar en el ejemplo plasmado en la metodología, el índice de obsolescencia de este equipo es del 72%, es decir que, el equipo debe de renovarse a la brevedad en menos de un año. Por otro lado, en la Figura 7 se evidencia que el área con mayor índice de obsolescencia es Intervencionismo y la de menor es la UCI Cardiovascular, dando por entendido que, la mayoría de los equipos que se encuentran en Intervencionismo deben de ser renovados en menos de un año, mientras que los equipos encontrados en la UCI Cardiovascular deben evaluarse de nuevo en un año.

La herramienta que se desarrolló cumple con las necesidades planteadas al principio, impacta de manera positiva a la institución, ya que, soluciona un problema que se ha venido presentando a lo largo de los años enfocado en tener la obsolescencia de cada equipo de todas las áreas de la institución de manera ordenada y clara, y de forma tal que cualquier persona que necesite de la información pueda acceder a ella de manera sencilla y eficaz. Por otro lado, ayuda a que los ingenieros biomédicos del área de ingeniería clínica puedan tener de una manera resumida el índice de obsolescencia por cada área y puedan ayudar en la adquisición de nueva tecnología o simplemente saber cuánto tiempo un equipo puede o no estar en la institución. Adicionalmente, esta herramienta ahorra tiempo y desgaste del ingeniero, ya que el informe se refresca de forma automática con la actualización y modificación de los datos, permitiendo al ingeniero realizar la presentación de resultados a los directivos de la institución de forma efectiva.

El cuestionario que fue diligenciado por dos ingenieros biomédicos del área de ingeniería clínica se evaluó teniendo en cuenta cada respuesta, en aspectos generales, la herramienta es útil para la institución y cumple con la problemática que se planteó desde un principio. La pregunta 4 es la que menos puntuación tiene, ya que la pregunta se basa en entender si se necesita o no de ayuda externa para poder entender la herramienta, ambas respuestas fueron 2, dando por entendido que no se necesitaría de alguien externo para poder utilizar la herramienta de manera correcta. Como resultado general de la usabilidad fue "Bueno", este resultado es positivo, puesto que se cumplió con el propósito general del proyecto, sin embargo, se identifican posibilidades de mejora en la ampliación de funciones que hagan la aplicación más amigable y productiva para el usuario.

8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La herramienta digital desarrollada trabaja con una base de datos alimentada únicamente con la información de los equipos que reposan en las áreas FOCO de la institución como recomendación se plantea el ingreso de la información de las áreas NO FOCO de la institución, teniendo en cuenta la depuración de los datos, identificando las series repetidas y garantizando el cruce al 100% de la información, estableciendo así el inventario completo de los equipos biomédicos con los que cuenta la institución.

Para la administración de información se propone la implementación de alertas cuando se detecten repeticiones en los identificadores para el área técnica y para el área contable (serie y placa respectivamente). De igual forma, se plantea el desarrollo de alarmas y notificaciones para comunicas a los ingenieros sobre registros Invima vencidos, finde soporte de consumibles y repuestos, así como también la caducidad y fin de la vida útil de cada equipo.

Como trabajo futuro, centrado en la generación del informe, se plantea la mejora de este informe, se propone el desarrollo de gráficos que brinden información económica segmentada en rangos de valor de forma automatizada, esto como una herramienta para el análisis económico en donde se pueda comparar visualmente el índice de obsolescencia según los valores de adquisición.

Adicionalmente se plantea la inclusión de más opciones de búsqueda, donde se pueda aplicar varios filtros y encontrar información por varias formas. Se plantea también la generación de un informe automático donde se planteen valores de interés acerca de la cantidad de equipos según su categoría y modo de adquisición.

Frente a la gestión de la información se recomienda a la institución generar la depuración final de la información y así obtener un consolidado claro y veraz de los equipos con los que cuenta la institución. Se recomienda generar un protocolo para la administración y actualización de la información con el fin de mantener la base de datos actualizada en todo momento.

9. CONCLUSIONES

Se identificaron las áreas de mayor impacto en la institución, permitiendo así la priorización la recolección de información y con esto el cálculo del índice de obsolescencia, se identificaron los equipos de cada una de las áreas con sus respectivos datos de identificación y caracterización, se recolectó gran cantidad de información, sin embargo, no se desarrolló un cruce de información a gran escala entre el área técnica y el área contable.

La información de la evaluación técnica se corroboró con la base de datos de MANTHOSP, la clínica se realizó con el jefe de enfermería o doctor a cargo de cada área, y la evaluación económica tuvo en cuenta la base de datos de SERVINTE. Al cruzar toda la información se obtuvo el cálculo del índice de obsolescencia por cada equipo, por cada área y la obsolescencia general de las áreas prioritarias, estableciendo el área con mayor y menor índice de obsolescencia.

Durante el diseño y desarrollo de la herramienta digital planteada como solución se tuvo en cuenta los requerimientos funcionales, logrando así el adecuado tratamiento y procesamiento de los datos para la generación del informe requerido en el departamento de ingeniería clínica, así como también la presentación de la información y la gestión de esta. Adicionalmente se llevó a cabo el diseño teniendo en cuenta, los requerimientos no funcionales, mediante los cuales se establecieron los parámetros visuales de la interfaz y permitieron el desarrollo de una herramienta intuitiva.

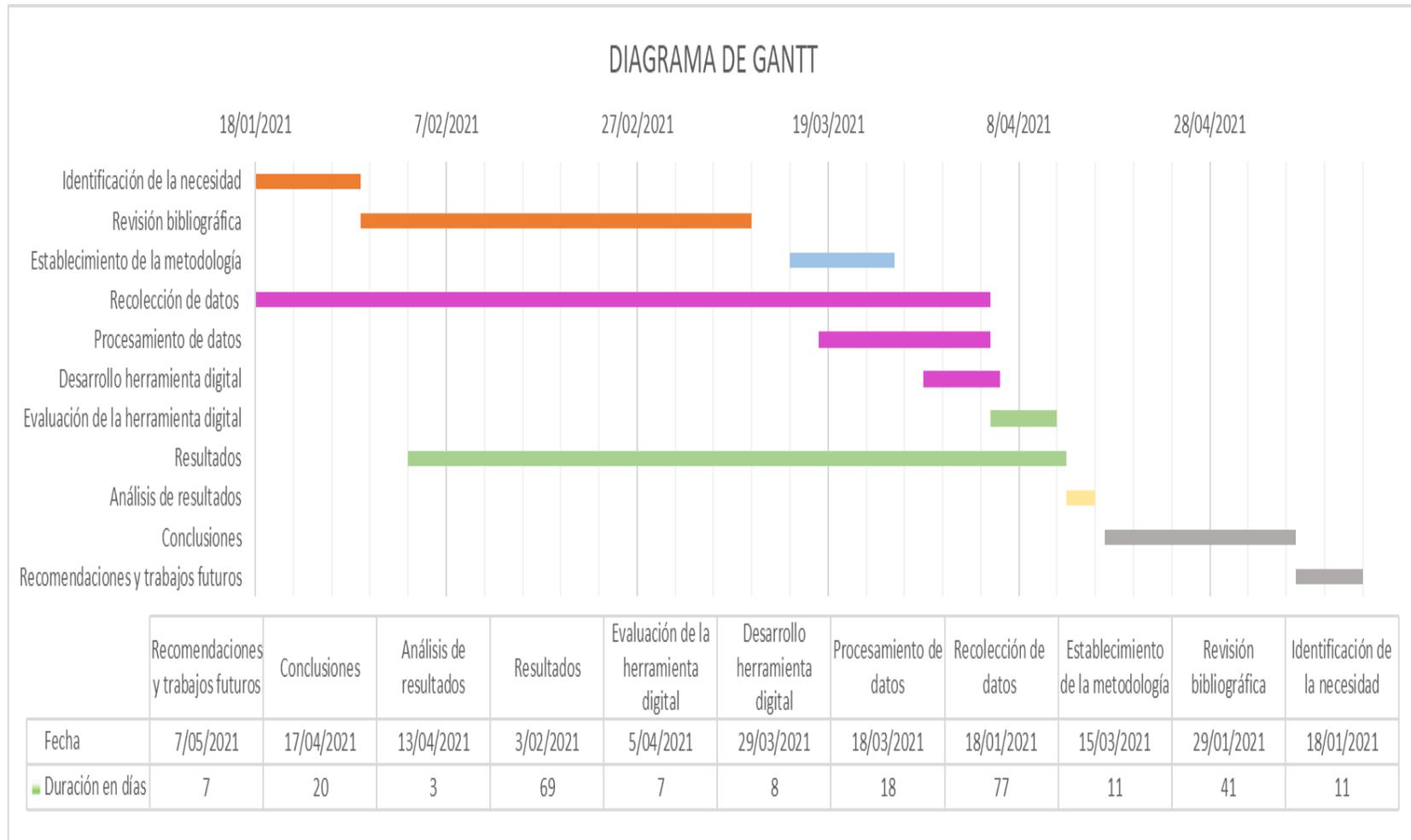
La usabilidad de la herramienta digital se evaluó mediante la implementación de un cuestionario diligenciado por dos ingenieros biomédicos del área de ingeniería clínica. A partir de los resultados obtenidos, se pudo establecer que la usabilidad de la herramienta es buena y por tanto se pudo evidenciar que cuenta con las características que fueron planteadas en un principio y no causa dificultades en su manejo. En general, a los evaluadores les gustó la herramienta y se evidenció un alto grado de satisfacción entre ellos.

REFERENCIAS

- [1]"ABC. De Dispositivos Médicos - PDF Descargar libre", *Docplayer.es*, 2013. [Online]. Available: <https://docplayer.es/10198277-Abc-de-dispositivos-medicos.html>. [Accessed: 24-Feb- 2021].
- [2]"Nuestra Historia", *Institución de salud*. [Accessed: 22- Feb- 2021].
- [3]D. Gómez Arias, *ANÁLISIS DE OBSOLESCENCIA EN LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LOS SERVICIOS HOSPITALIZACIÓN QUIRÚRGICA Y URGENCIAS DE LA CLÍNICA LEÓN XIII*. 2019.
- [4]K. Salazar Flórez, S. Botero-Botero and C. Jiménez Hernández, *Adquisición de tecnología biomédica en IPS colombianas: comparación y mejores prácticas*. Bogotá, 2016.
- [5]C. C P and L. P H, *Análisis comparativo de modelos de gestión de tecnología biomédica*. 2015.
- [6]A. Garcia Ibarra, *GUIA PARA DILIGENCIAR LA PROPUESTA DE INDICE DE OBSOLESCENCIA DE EQUIPOS BIOMEDICOS*. 2017.
- [7]C. Servicios, "Servinte | Carvajal Tecnología y Servicios", *Carvajal Tecnología y Servicios* /. [Online]. Available: <https://www.carvajaltys.com/sector-salud/servinte/>. [Accessed: 18-Apr- 2021].
- [8] *Geelectromedico.com*, 2018. [Online]. Available: <http://www.gееlectromedico.com/wp-content/uploads/2018/08/MantHosp2018.pdf>. [Accessed: 18- Apr- 2021].
- [9] "Grupo Amarey", *Grupoamarey.com*. [Online]. Available: <https://www.grupoamarey.com/>. [Accessed: 23- Apr- 2021].
- [10] "Inicio - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos", *Invima.gov.co*. [Online]. Available: <https://www.invima.gov.co/>. [Accessed: 18- Apr- 2021].
- [11] *Utpuebla.edu.mx*, 2021. [Online]. Available: http://www.utpuebla.edu.mx/divisiones/tic/TIC/2_materias/2/image/2do_sist/Introduccio%C%81n%20al%20ana%CC%81lisis%20y%20disen%CC%83o%20de%20sistemas/Portafolio%20de%20evidencias/Producto%204.pdf. [Accessed: 15- Mar- 2021].
- [12] "El modelo iterativo como evolución del modelo en cascada", *ASPgems*, 2021. [Online]. Available: <https://aspgems.com/metodologia-de-desarrollo-de-software-ii-modelo-de-diseno-iterativo/>. [Accessed: 15- Mar- 2021].
- [13] "El modelo de desarrollo en espiral como mezcla de cascada e iterativo", *ASPgems*, 2021. [Online]. Available: <https://aspgems.com/metodologia-de-desarrollo-de-software-iii-modelo-en-espiral/>. [Accessed: 18- Mar- 2021].
- [14] "(PDF) SUS: A quick and dirty usability scale", *ResearchGate*, 1995. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale. [Accessed: 10- Apr- 2021].
- [15] Sorflaten, "Human Factors International", *HFI*, 2010. [Online]. Available: https://www.humanfactors.com/newsletters/clean_metrics_from_quick_and_dirty_assessment.asp. [Accessed: 07- Apr- 2021].

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de Gantt.



Anexo 2. Tabla de referencias.

EVALUACIÓN	CRITERIO	RESPUESTA	PUNTAJE
TÉCNICA	Relación entre la edad del equipo (Años) y la vida útil contable	0,2	1
		0,4	25
		0,6	50
		0,8	75
		1	100
	Mantenimiento correctivos en el último año	Ninguno	1
		Hasta 2	30
		Entre 3 y 7	65
		Mas de 8	100
	Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos)	Con fábrica	1
		Otro proveedor	50
		No existe soporte técnico	100
	Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)	Mas de 7 años	1
		Entre 5 y 7 años	30
		Entre 1 y 4 años	65
		No tiene soporte de repuestos	100
	Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	Mayor a 7 años	1
		De 5 a 7 años	30
		De 1 a 4 años	65
		No tiene soporte de consumibles	100
No requiere consumibles		0,5	
Ha tenido eventos adversos asociados	No	1	
	Menos de 2	50	
	3 o más	100	
CLÍNICA	Porcentaje de operabilidad del equipo. Que tanto usa el equipo?	Más del 60%	1
		Entre el 30% y el 60%	50
		Menos del 30%	100
	Grado de satisfacción con el equipo	Alto: Mas del 75%	1
		Medio: Entre el 31% y el 75%	50
		Bajo: Menos del 30%	100
	Cobertura de necesidades actuales	Alta: Mas del 75%	1
		Media: Entre el 31% y el 75%	50
		Baja: Menos del 30%	100
ECONÓMICA	Precio Adquisición Costo Mto/Año	0	40
		0,1	60
		0,2	80
		0,3	100
		0,4	100
		0,5	100
		0,6	100
		0,7	100
		0,8	100
		0,9	100
1	100		

Anexo 3. Tabla de ponderados.

Criterio técnico	¿Puede detener el funcionamiento del equipo?	¿Es una condición que se puede revertir?	Nivel de importancia	Ponderación	Peso del criterio general	peso final	Ponderación no requiere consumibles	peso final	Ponderación sin eventos	peso final	No consumibles no eventos	peso final
Relación entre la edad del equipo y la vida útil contable	NO	SI	Poco importante	12%	45%	0,054	16%	0,072	14%	0,063	20%	0,09
Mantenimiento correctivos en el último año	NO	NO	Importante	14%	45%	0,063	18%	0,081	17%	0,0765	22%	0,099
Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos)	SI	NO	Muy importante	20%	45%	0,090	24%	0,108	23%	0,1035	29%	0,1305
Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)	SI	NO	Muy importante	20%	45%	0,090	24%	0,108	23%	0,1035	29%	0,1305
Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	SI	NO	Muy importante	20%	45%	0,090	0%	0	23%	0,1035	0%	0
Ha tenido eventos adversos asociados	NO	NO	Importante	14%	45%	0,063	18%	0,081	0	0	0%	0
Criterio clínico												
Porcentaje de operabilidad del equipo. Que tanto usa las funciones que ofrece el equipo?	NO	SI	Poco importante	20%	30%	0,06	20%	0,06	20%	0,06		
Grado de satisfacción con el equipo	NO	SI	Poco importante	20%	30%	0,06	20%	0,06	20%	0,06		
Cobertura de necesidades actuales	SI	NO	Muy importante	60%	30%	0,18	60%	0,18	60%	0,18		
Criterio económico												
Relación				100%	25%	0,25	100%	0,25	100%	0,25		
						1		1		1		

Anexo 4. Evaluación de usabilidad.

Nombre del evaluador

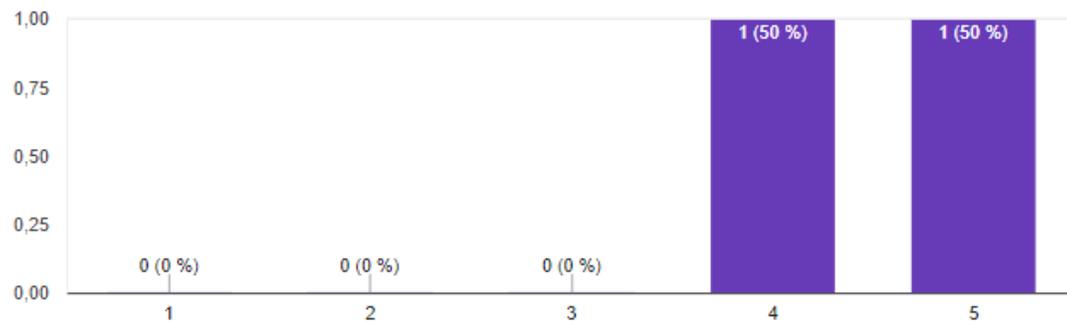
2 respuestas

Diego Heredia

Nidia Nelly Vanegas Pabón

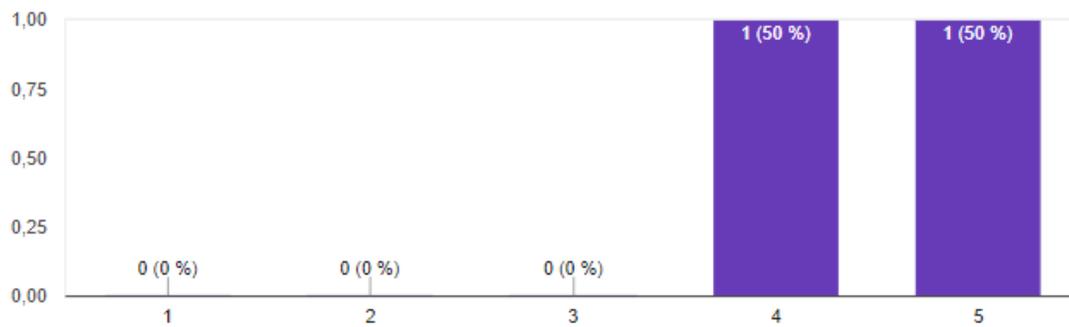
La herramienta digital está programada en lenguaje de programación acordado por las partes

2 respuestas



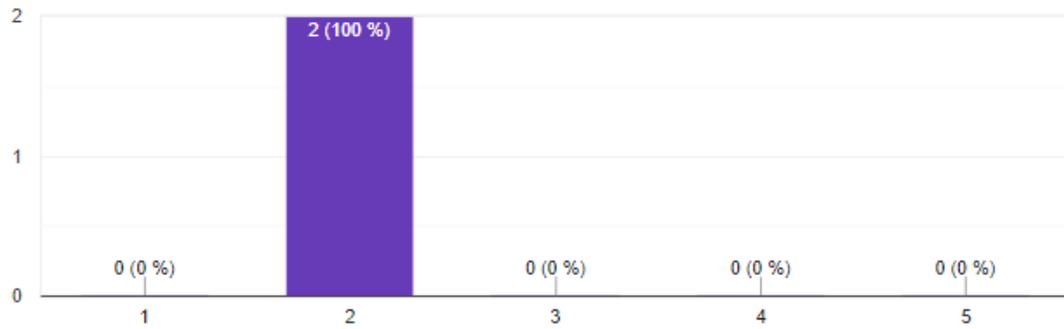
La herramienta no presenta un nivel de dificultad alto

2 respuestas



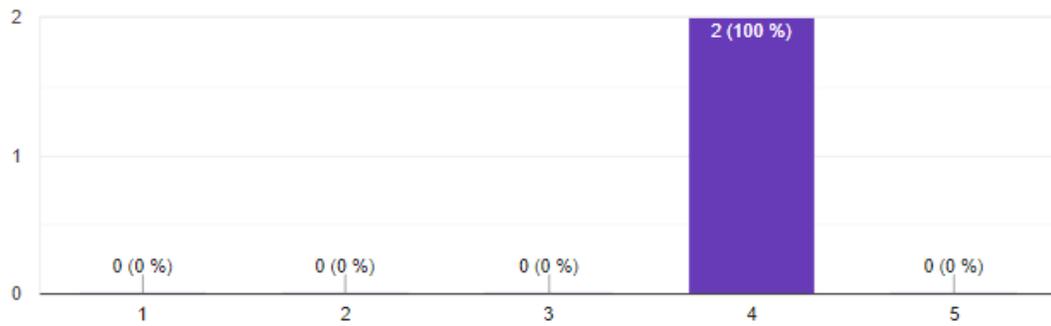
Se necesita del apoyo de alguien para poder utilizar esta herramienta.

2 respuestas



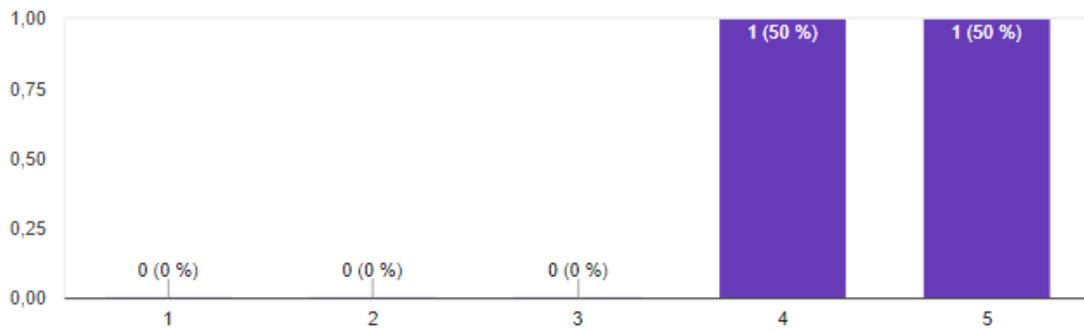
La herramienta cumple con los requisitos no funcionales (lenguaje de programación, idioma, distribución funciones y diseño)

2 respuestas



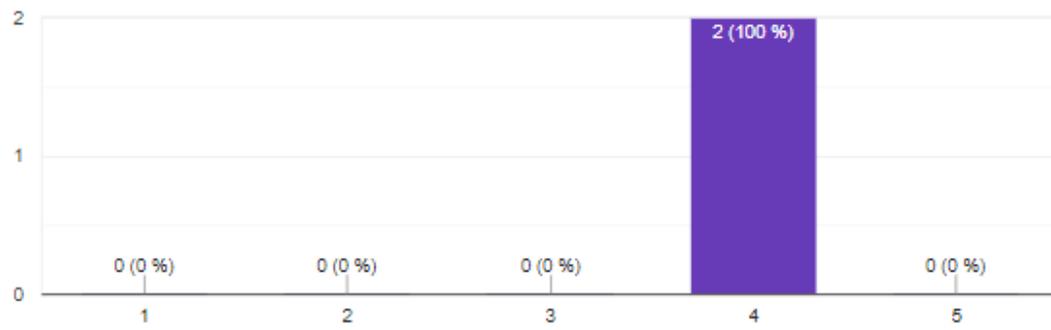
La distribución de las funciones se presenta de forma clara y ordenada

2 respuestas



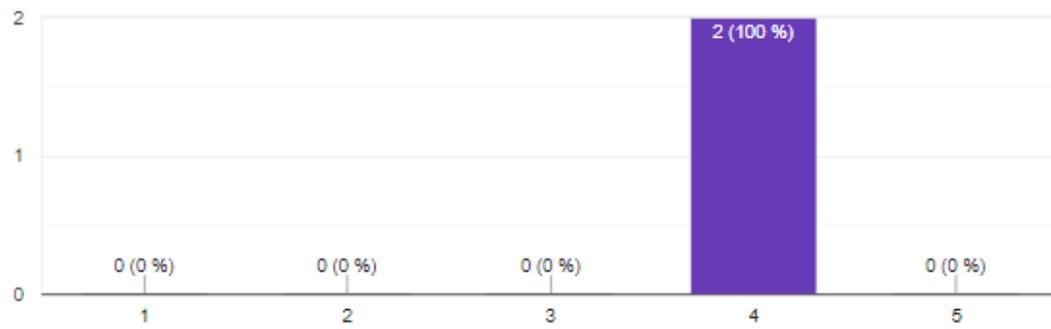
La herramienta permite cumplir con las funciones principales establecidas

2 respuestas



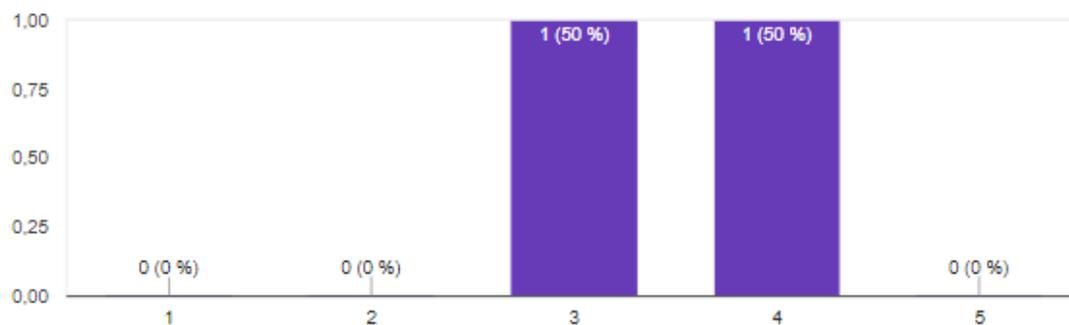
La herramienta muestra los resultados de acuerdo a los esperado

2 respuestas



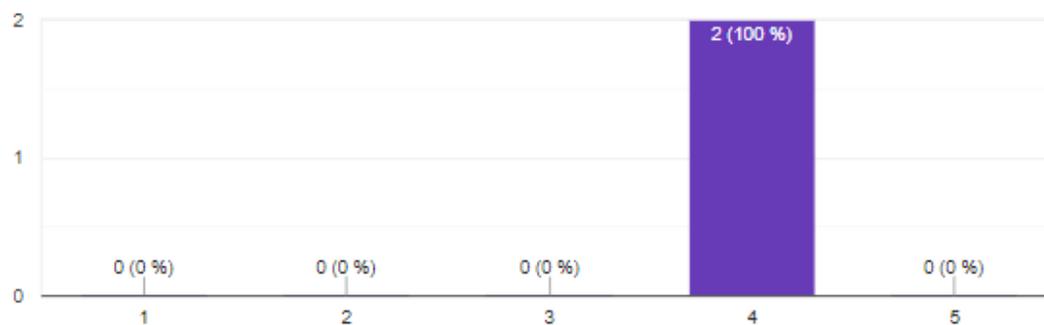
El tiempo de ejecución de la herramienta es adecuado

2 respuestas



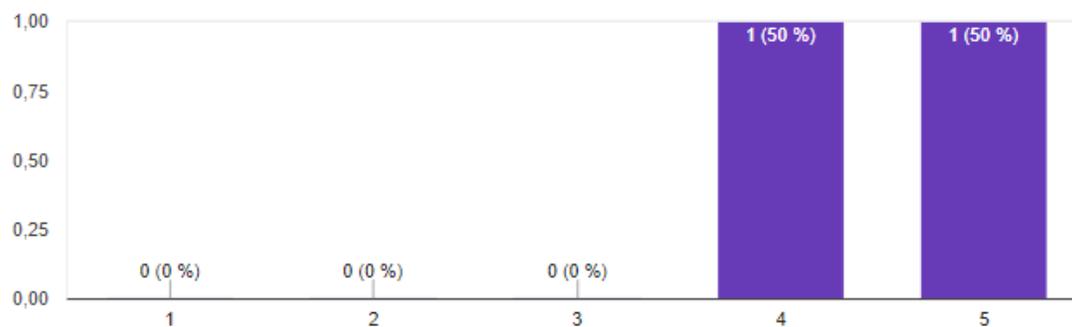
La gestión de la información cumple con los requisitos y necesidades del hospital

2 respuestas



La herramienta es la solución apropiada para resolver la problemática planteada al inicio del proyecto

2 respuestas



Anexo 5. Recolección de datos.

FECHA DE OBSOLESCENCIA: 01/01/2020 -- 17/07/2021

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACIÓN	PLACA	CLASIFICACIÓN SEGÚN RIESGO	REGISTRO INVIMA
BÁSCULA	SECA	876	5,87626E+12	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA		I	2018DM-0010000
BÁSCULA	SECA	876	5,87602E+12	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA		I	2018DM-0010000
BÁSCULA	SOEHNLE		CEXA78	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA		I	
ECÓGRAFO	TOSHIBA	TUS-X200	99B13Y2403	CIRUGIA CARDIOVASCULAR AMBULATORIA	13843	IIA	2018DM-0018035

EVALUACIÓN TÉCNICA								
Disponibilidad de soporte de consumibles (Años)	Ha tenido eventos adversos asociados	Vida útil contable (Años)	Fecha de fabricación (Utilizado para el calculo de la edad)	Edad del equipo (Años)	Relación entre la edad del equipo y la vida útil contable	Mantenimiento correctivos en el último año	Proveedor de soporte técnico (no incluye repuestos)	Disponibilidad de soporte de repuestos (Años)
No requiere consumibles	No	10	30/09/2015	6	0,6	Ninguno	Otro proveedor	Entre 1 y 4 años
No requiere consumibles	No	10	30/09/2015	6	0,6	Ninguno	Otro proveedor	Entre 1 y 4 años
No requiere consumibles	No	10	30/09/2015	6	0,6	Ninguno	Otro proveedor	Entre 1 y 4 años
De 5 a 7 años	No	7	4/07/2014	7	1	Hasta 2	Con fábrica	Entre 5 y 7 años

EVALUACIÓN CLÍNICA			EVALUACIÓN ECONÓMICA		
Porcentaje de operabilidad del equipo. ¿Qué tanto usa las funciones que ofrece el equipo?	Grado de satisfacción con el equipo	Cobertura de necesidades actuales	Precio Adquisición	Costo Mtto/Año	Relación
Más del 60%	Alto: Mas del 75%	Alta: Mas del 75%	\$550.000	\$16.500	0,03
Más del 60%	Alto: Mas del 75%	Alta: Mas del 75%	\$550.000	\$16.500	0,03
Más del 60%	Alto: Mas del 75%	Alta: Mas del 75%	\$550.000	\$16.500	0,03
Entre el 30% y el 60%	Medio: Entre el 31% y el 75%	Media: Entre el 31% y el 75%	\$289.099.479	\$9.511.194	0,032899381

Anexo 6. Manual usuario invitado.

MANUAL DE USUARIO

Descripción

La herramienta le permitirá observar el índice de obsolescencia de los equipos biomédicos de la institución, dependiendo del área en el que se encuentra.

USUARIO

Puede ingresar como invitado para que pueda evidenciar un resumen de las áreas y los equipos de estas, dependiendo del índice de obsolescencia.

1 INGRESO

Dar doble click en el archivo de Excel (cerrar todos los archivos que tenga abiertos de excel).

2 MENÚ

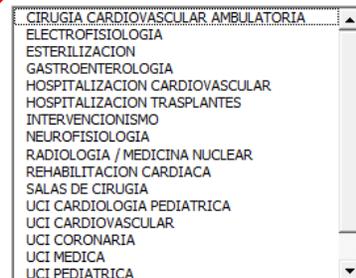
En el menú puede entrar a las siguientes opciones.

1. Informe.
2. Ver equipos propios y no propios.
3. Inicio

3 VER INFORME

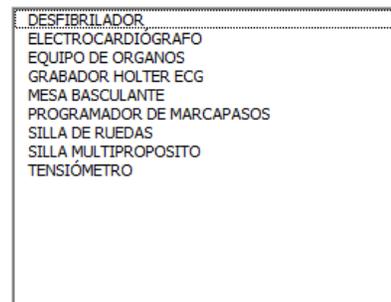
1. Ingresar por "INVITADO".
2. Se abrirá el informe, allí observará todas las áreas, en la parte derecha podrá elegir el área al que quiere ingresar dando solamente un click sobre ella.

Seleccione el Área que desea visualizar.



3. Al elegir el área puede elegir la tecnología que quiere evaluar.

Seleccione el Equipo que desea visualizar.



4. Luego de esto puede ver la tecnología, es decir, si escoge equipo de órganos, puede ver todos los equipos de órganos que hay en esa área y puede ver su índice de obsolescencia.
5. En esa misma parte puede ver cada equipo con su precio, dan click en el botón "valor económico".
6. Para salir, dar click en la X ubicada en el lado superior derecho.

4 EQUIPOS PROPIOS

Puede ver los equipos propios que se encuentran en la institución en las áreas foco,

con su marca, modelo, serie, ubicación, placa y la clasificación según riesgo.

5

EQUIPOS NO PROPIOS

1. Puede ver los equipos no propios que se encuentran en la institución en las áreas foco, con su marca, modelo, serie, ubicación, placa y el modo de adquisición.

2. El modo de adquisición que puede elegir es: alquiler, donación, comodato, demo o préstamo.

Anexo 7. Manual usuario ingeniero.

MANUAL DE USUARIO

Descripción

La herramienta le permitirá observar y modificar el índice de obsolescencia de los equipos biomédicos de la institución, dependiendo del área en el que se encuentra.

1 INGRESO

Dar doble click en el archivo de Excel (cerrar todos los archivos que tenga abiertos de excel), si quiere dirigirse directamente al excel dar click en el botón "CERRAR".

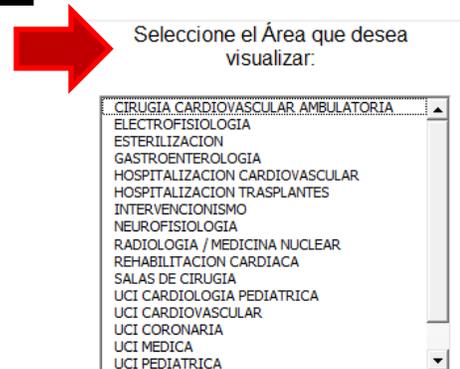
2 MENÚ

En el menú puede entrar a las siguientes opciones.

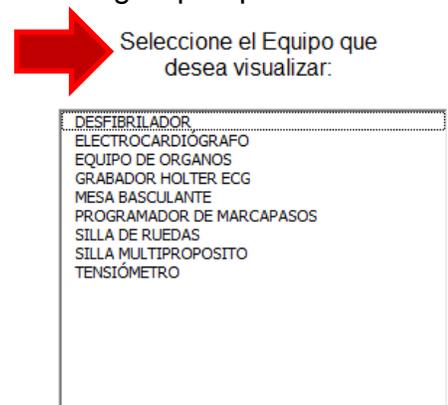
1. Informe.
2. Gestionar datos.
3. Ver equipos propios y no propios.
4. Instrucciones de uso.
5. Inicio.

3 INFORME

1. Se abrirá el informe, allí observará todas las áreas, en la parte derecha podrá elegir el área al que quiere ingresar dando solamente un click sobre ella.



2. Al elegir el área puede elegir la tecnología que quiere evaluar.



3. Luego de esto puede ver la tecnología, es decir, si escoge equipo de órganos, puede ver todos los equipos de órganos que hay en esa área y puede ver su índice de obsolescencia.
4. En esa misma parte puede ver cada equipo con su precio, dan click en el botón "valor económico".

4 GESTIONAR DATOS

1. Hay cinco opciones: buscar equipo, registrar uno nuevo, eliminarlo, editarlo o simplemente comenzar de nuevo con el botón de "LIMPIAR".

2. Para la búsqueda de un equipo, debe ingresar la serie correspondiente a este y darle click en **“BÚSQUEDA”**.
3. Para registrar uno nuevo debe dar click en **“REGISTRAR”**, la ventana aumentará de tamaño y podrá registrar todos los datos correspondientes al equipo, dar click en el botón **“SIGUIENTE”**.
4. Al dar click allí se registrarán los datos de la evaluación técnica, para calcular la edad del equipo y la relación debe dar click en **“CALCULAR”**, luego dar click en **“SIGUIENTE”**.
5. Allí se registrarán los datos de la evaluación clínica.
6. Por último, al dar click en **“SIGUIENTE”**, podrá ingresar la información de la evaluación económica. Si el equipo registrado tiene contrato colocar el valor correspondiente al contrato, por el contrario, colocar los mantenimientos correctivos y preventivos y calcular la relación dando click en **“CALCULAR”** y luego dar click en **“AGREGAR”**, para registrar el equipo nuevo por completo.
7. Para eliminar el equipo dar click en el equipo que desea eliminar, luego en **“ELIMINAR”**, pedirá una clave para saber si está seguro de eliminar el equipo, esta es **“123”**, dar click en **“ACEPTAR”**.
8. Para modificar un equipo, dar click en el equipo, luego en

“EDITAR”, allí se aumentará la ventana al igual que como se hace para registrar un equipo nuevo, modificar lo que sea necesario y al llegar a la evaluación económica dar click en **“MODIFICAR”**.

5 EQUIPOS PROPIOS

Puede ver los equipos propios que se encuentran en la institución en las áreas foco, con su marca, modelo, serie, ubicación, placa y la clasificación según riesgo.

6 EQUIPOS NO PROPIOS

3. Puede ver los equipos no propios que se encuentran en la institución en las áreas foco, con su marca, modelo, serie, ubicación, placa y el modo de adquisición.
4. El modo de adquisición que puede elegir es: alquiler, donación, comodato, demo o préstamo.