



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

“PROPUESTA DE UN MODELO DE DEPRECIACIÓN SEGÚN CLASE DE RIESGO (M.O.D.E.C.L.A.R.) DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA MEJOR GESTIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN EL HOSPITAL SANTA FE”

Proyecto final de graduación presentado como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Biomédica e Instrumentación en la Universidad Latina de Panamá

Rolando Santamaría
C.I.P. 8-969-2157

Director y Asesor:
Ing. Alfredo Lescher

Panamá, República de Panamá
2024

DEDICATORIA

Quiero empezar dedicando este trabajo a Dios Todopoderoso, el Divino Creador que me ha dado todo para llegar hasta este punto en mi vida profesional.

Quiero también dedicar este trabajo a la amada memoria de mis abuelos Rolando Augusto Santamaría Estribi (Q.E.P.D.) y Ana Clara de Santamaría (Q.E.P.D.), quienes vivirán para siempre en mi corazón y quienes estoy seguro de que desde el cielo me siguen apoyando y cuidando, y que de seguro están orgullosos de mí.

También quiero dedicárselo a mi abuela, Aura Navarrette; mis padres, César Santamaría y Alejandra Batista y a mi hermano, César Luis Santamaría, mis motores para seguir adelante y nunca darme por vencido.

AGRADECIMIENTOS.

Quiero iniciar agradeciendo a Dios, ante todas las cosas, por darme la sabiduría, la guía y el entendimiento para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo de grado.

A mis padres, por su constante apoyo incondicional.

A mi novia, por haber sido mi cable a tierra, creer en mí y darme las palabras de apoyo cuando más lo necesité.

Al profesor Alfredo Lescher, por brindarme su asesoría desde el principio durante todo el desarrollo de la investigación.

Al Hospital Santa Fe, por abrirme las puertas para llevar a cabo mi estudio de caso con sus equipos.

A la ingeniera Maricarmen de León, quien con diligencia y paciencia estuvo siendo mi contacto directo con la información de los equipos biomédicos del Hospital Santa Fe.

A la ingeniera Alexandra Montenegro, por su ayuda con su trabajo de grado para orientar mi investigación.

A Valentina Cáceres, por haberme orientado al inicio para adquirir el entendimiento de las clases de riesgo de los equipos biomédicos.

ÍNDICE GENERAL

I.	DEDICATORIA.....	2
II.	AGRADECIMIENTOS.....	3
III.	DECLARACIÓN JURADA.....	4
IV.	ÍNDICE GENERAL.....	5
V.	ÍNDICE DE FÓRMULAS.....	9
VI.	ÍNDICE DE TABLAS.....	10
VII.	ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	11
VIII.	CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
	1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
	1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
	1.3. JUSTIFICACIÓN.....	18
	1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	18
	1.3.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA.....	18
	1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	18
	1.4. OBJETIVOS.....	19
	1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
	1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
	1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	19
	1.6. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	20
IX.	CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	21
	2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES EN EL TEMA.....	22
	2.2. BASES TEÓRICAS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN.....	27
	2.2.1. Depreciación.....	27
	2.2.1.1. Cálculo de depreciación.....	28
	2.2.1.2. Valor Inicial de un Activo.....	28
	2.2.1.3 Valor Residual.....	28
	2.2.1.4. Valor en Libros.....	29
	2.2.1.5. Valor Presente Neto.....	29
	2.2.1.6. Métodos de Depreciación.....	29
	2.2.1.6.1. Depreciación Lineal.....	29
	2.2.1.6.2. Depreciación por Unidades Producidas.....	32
	2.2.1.6.3. Depreciación por Doble Saldo Decreciente...	32

2.2.1.6.4. Método de Depreciación SMARC.....	33
2.3. VARIABLE.....	35
2.3.1. Definición Conceptual.....	35
2.3.2. Definición Operacional.....	35
2.3.3. Cuadro de Variables.....	36
2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	37
a. Depreciación.....	37
b. Vida Útil.....	37
c. Activo Fijo.....	37
d. Propiedad, Planta y Equipo.....	37
e. Bienes Inmuebles.....	38
f. Valor en Libros.....	38
g. Costo Inicial.....	38
h. Valor de Salvamento.....	38
i. Tasa/cuota de depreciación.....	38
j. Equipo Eléctrico-Médico.....	38
k. Evaluación de Riesgo.....	38
X. CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.1. Tipo.....	40
3.1.2. Diseño.....	40
3.2. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.2.1. Planteamiento del problema.....	41
3.2.2. Revisión de literatura.....	42
3.2.3. Diseño de Investigación.....	42
3.2.4. Selección de Muestra.....	42
3.2.5. Recopilación de Datos.....	43
3.2.6. Análisis de Datos.....	43
3.2.7. Interpretación de Resultados.....	44
3.2.8. Informe de Resultados.....	44
XI. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45
4.1. INTRODUCCIÓN.....	46
4.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	46
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	47

4.4. DISCUSIÓN DE HALLAZGOS.....	54
4.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	55
4.6. CONCLUSIONES PARCIALES.....	56
XII. CAPÍTULO 5: DISEÑO DE LA PROPUESTA AL HOSPITAL SANTA FE.....	57
5.1. INTRODUCCIÓN.....	58
5.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	58
5.3. OBJETIVOS.....	61
5.3.1. <i>Objetivo General</i>	61
5.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	61
5.4. METAS A ALCANZAR.....	61
5.5. BENEFICIOS DE LA PROPUESTA.....	62
5.6. CRONOGRAMA DE LA PROPUESTA.....	62
5.7. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	63
5.7.1. <i>Metodología</i>	64
5.7.2. <i>Aplicación del Modelo</i>	65
5.8. RESULTADOS.....	66
5.8.1. <i>Resultados de la Depreciación</i>	66
5.8.1.1. <i>Resultados de depreciación para el equipo: Cama Hospitalaria, E250 [DRE 77425]</i>	66
5.8.1.2. <i>Resultados de depreciación para el equipo: Ultrasonido, ACUSON NX3 ELITE [SIEMENS 505416]</i>	66
5.8.1.3. <i>Resultados de depreciación para el equipo: Desfibrilador, M2 [ZOLL, BA221000155]</i>	67
5.8.1.4. <i>Resultados de la percepción de la Población con Respecto a la Propuesta</i>	67
5.9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
5.9.1 <i>Análisis de resultados</i>	74
5.9.1.1. <i>Interpretación de las Tablas</i>	77
5.9.1.1.1. <i>Vida Útil y Obsolescencia</i>	77
5.9.1.1.2. <i>Depreciación Anual y Acumulada</i>	77
5.9.1.1.3. <i>Valor en Libros</i>	78
5.9.1.2. <i>Interpretación de las Gráficas de Satisfacción</i>	78
5.10. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	78

	<i>5.10.1. Objetivo General</i>	78
	<i>5.10.2. Objetivos Específicos</i>	79
XIII.	CONCLUSIONES	81
XIV.	RECOMENDACIONES	83
XV.	BIBLIOGRAFÍA	85
XVI.	ANEXOS	88

ÍNDICE DE FÓRMULAS

I.	FÓRMULA 1. MODELO EXPUESTO POR CHANG ET AL PARA EL ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD.....	22
II.	FÓRMULA 2. CÁLCULO DE DEPRECIACIÓN LINEAL CON VALOR RESIDUAL.....	30
III.	FÓRMULA 3. CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN POR EL MÉTODO DE UNIDADES PRODUCIDAS.....	32
IV.	FÓRMULA 4. CÁLCULO INICIAL DE DEPRECIACIÓN POR EL MÉTODO SMARC (BLANK Y TARQUIN, 2006).....	34
V.	FÓRMULA 5. CÁLCULO ALTERNO DE LA DEPRECIACIÓN CUANDO EL VALOR EN LIBROS POR AÑO SE DETERMINA POR LA CANTIDAD DE DEPRECIACIÓN DEL VALOR EN LIBROS DEL AÑO ANTERIOR (BLANK Y TARQUIN, 2006).....	34
VI.	FÓRMULA 6. FÓRMULA PROPUESTA PARA DEPRECIAR EQUIPOS BIOMÉDICOS SEGÚN SU CLASE DE RIESGO.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

I.	TABLA 1. Ejemplo de cómo aplicar la depreciación lineal con valor residual usando los datos recopilados en el presente proyecto de investigación.....	30
II.	TABLA 2. Tabulación de cómo se cuantifica la depreciación anual cuando no se especifica algún valor residual.....	31
III.	TABLA 3. Cuadro de variables.....	36
IV.	TABLA 4. Cronograma de actividades donde se expone el rango de tiempo estimado en el desarrollo de la propuesta.....	64
V.	TABLA 5. Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de Clase A.....	68
VI.	TABLA 6. Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de clase B.....	68
VII.	TABLA 7. Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de clase C.....	69
VIII.	TABLA 8. Comparación de cálculos de vida útil de los equipos biomédicos del hospital Santa Fe con el Método Tradicional vs el Método Modificado.....	76
IX.	TABLA 9. Valores finales para el método modificado.....	77
X.	TABLA 10. Valores finales para el método lineal tradicional.....	78
XI.	TABLA 11. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la camilla (equipo de clase A).....	90
XII.	TABLA 12. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el torniquete (equipo de clase A).....	94
XIII.	TABLA 13. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la grúa manual de paciente (equipo de clase A).....	94
XIV.	TABLA 14. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la silla de rueda para obeso (equipo de clase A).....	95
XV.	TABLA 15. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la resonancia magnética (equipo de clase B).....	96
XVI.	TABLA 16. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el monitor de signos vitales (equipo de clase B).....	96
XVII.	TABLA 17. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el ventilador pulmonar (equipo de clase B).....	96

XVIII.	TABLA 18. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el monitor central (equipo de clase B).....	97
XIX.	TABLA 19. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el mamógrafo (equipo de clase C).....	97
XX.	TABLA 20. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la autoclave (equipo de clase C).....	97
XXI.	TABLA 21. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para los rayos x portátil (equipo de clase C).....	98
XXII.	TABLA 22. Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el tomógrafo de estación (equipo de clase C).....	98

ÍNDICE DE GRÁFICAS

I.	GRÁFICA 1. Método de Descarte Utilizado en el Hospital Santa Fe.....	48
II.	GRÁFICA 2. <i>Desgaste del equipo Biomédico Realista según su Riesgo.....</i>	48
III.	GRÁFICA 3. <i>Problemas de Precisión en el Método de Depreciación Actual.....</i>	49
IV.	GRÁFICA 4. <i>Desgaste no Realista en Equipos Biomédicos de Alto Riesgo.....</i>	49
V.	GRÁFICA 5. <i>Efectos Negativos de la Depreciación Inexacta.....</i>	50
VI.	GRÁFICA 6. <i>Influencia de la clase de riesgo del Equipo Biomédico en su Depreciación.....</i>	50
VII.	GRÁFICA 7. <i>Beneficios Administrativos de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.....</i>	51
VIII.	GRÁFICA 8. <i>Beneficios de Evaluación de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.....</i>	52
IX.	GRÁFICA 9. <i>Beneficios Presupuestarios de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.....</i>	52
X.	GRÁFICA 10 <i>Beneficios Económicos de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.....</i>	53
XI.	GRÁFICA 11. <i>Posibles Problemas de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.....</i>	54
XII.	GRÁFICA 12. <i>Fiabilidad de la Depreciación basada en el Nivel de Riesgo.....</i>	54
XIII.	GRÁFICA 13. <i>Disposición a Implementar un Modelo de Depreciación Basado en su Nivel de Riesgo.....</i>	55
XIV.	GRÁFICA 14. <i>Facilidad de Comprensión de la Propuesta.....</i>	69
XV.	GRÁFICA 15. <i>Reflejo del desgaste del Equipo Biomédico de la Fórmula propuesta.....</i>	70
XVI.	GRÁFICA 16 <i>Precisión de la Depreciación con el Método Propuesto.....</i>	70
XVII.	GRÁFICA 17. <i>Planificación Presupuestaria con el Método Propuesto.....</i>	71
XVIII.	GRÁFICA 18. <i>Toma de Decisiones con la Fórmula Propuesta.....</i>	71
XIX.	GRÁFICA 19. <i>Toma de Decisiones con la Fórmula Propuesta.....</i>	72
XX.	GRÁFICA 20. <i>Confianza en la Gestión de los Equipos Biomédicos.....</i>	72
XXI.	GRÁFICA 21. <i>Mejora del Control del Ciclo de Vida Útil de los Equipos Biomédicos.....</i>	73

XXII.	GRÁFICA 22. <i>Precisión de la Evaluación de la Vida Útil y el Valor de los Equipos Biomédicos.....</i>	73
XXIII.	GRÁFICA 23. <i>Predicción de Reemplazo de los Equipos Biomédicos.....</i>	74
XXIV.	GRÁFICA 24. <i>Transparencia en la Gestión de Activos Médicos.....</i>	75
XXV.	GRÁFICA 25 <i>Disposición a Recomendar la propuesta a Otras Instituciones de Salud.....</i>	75
XXVI.	GRÁFICA 26. <i>Comportamiento de la depreciación anual para la camilla.....</i>	91
XXVII.	GRÁFICA 27. <i>Comportamiento de la depreciación acumulada para la camilla....</i>	92
XXVIII.	GRÁFICA 28. <i>Comportamiento del valor en libros para la camilla.....</i>	93

CAPÍTULO 1.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes de la Investigación

A nivel mundial se reconoce o estima que el tiempo de vida útil de los equipos médicos no debería sobrepasar los 10 años. De hecho, aquí en Panamá, el Manual de Normas Generales y Procedimientos para la Administración y Control de los Bienes Patrimoniales (Activos Fijos e Intangibles y Bienes no Depreciables) del Sector Público presentado por el MITRADEL (Gaceta oficial, 2018) estipula que los equipos médicos se deprecian anualmente un 10% de forma lineal, lo cual, al analizarlo de manera estadística, se obtiene que dicha cuota de devaluación limita el tiempo de vida del equipo a 10 años. Ahora bien, a raíz de estas premisas surge la incógnita: ¿Existe algún estudio, normativa o certeza que indique científica y/o matemáticamente que ese porcentaje de depreciación puede ser viable para todos los equipos, aun considerando los diferentes niveles de riesgo y cantidad de uso de los equipos?; es decir, ¿Realmente todos los equipos biomédicos se pueden depreciar de la misma forma?

En el artículo 10 de la Ley 90 del 26 de diciembre de 2017 modificada por la resolución 001 del 5 de enero de 2021, que es la que regula todos los temas relacionados a los equipos médicos, el estado panameño reconoce que es responsabilidad de La Dirección Nacional de Dispositivos Médicos el mantener una base de datos actualizada y pública con respecto a los certificados y licencias de operación necesarias de estos equipos médicos. En el artículo 27, se establecen todos los requisitos e información con la que debe contar un dispositivo médico o producto afín para ingresar o salir del país y en el artículo 29, La Dirección Nacional de Dispositivos Médicos garantiza la implementación de un sistema de vigilancia para prevenir, detectar y/o corregir cualquier irregularidad que afecte su seguridad (Asamblea Nacional de Panamá, 2021). No obstante, en ningún artículo se deja por escrito o estipulado alguna normativa que registre cuál es el tiempo máximo de vida que estos equipos deben tener ni mucho menos, cómo afecta el nivel de riesgo del equipo médico en su devaluación en el mercado tomando en cuenta su nivel de riesgo, ya que de acuerdo con normativas como el Reglamento (UE) n.º 2017/745 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2017 sobre los productos

sanitarios (Unión Europea, 2021) los equipos médicos se pueden dividir en cuatro clases de acuerdo con su nivel de riesgo:

- Clase A: Son equipos cuyo riesgo es muy bajo, de fácil manejo y que no representan un riesgo a la vida del paciente, estetoscopios, termómetros clínicos, esfigmomanómetros no reutilizables, jeringas, etc.
- Clase B: Son aquellos equipos cuyo riesgo escala a “moderado, con funciones más específicas y reglamentos algo más estrictos que los de clase A, como, por ejemplo: Equipos de diagnóstico por imagen que no requieran radiación (Resonancias Magnéticas, Ecógrafos), monitores de signos vitales, nebulizadores, desfibriladores externos automáticos, etc.
- Clase C: El riesgo de estos equipos escala de moderado a alto, ya que suelen ser más invasivos y se emplean más en situaciones clínicas que presenten mayor riesgo para los pacientes que los de clase B, por ejemplo: Equipos de rayos x, equipos de anestesia y equipos quirúrgicos.
- Clase D: Los dispositivos en esta categoría salen de la descripción de “equipos biomédicos” ya son catalogados como “insumos médico-quirúrgicos” y están asociados al mayor rango de riesgo para la salud y seguridad de los pacientes y generalmente se asocian a insumos médico-quirúrgicos, y requieren un más estricto cumplimiento de los controles reglamentarios, como es el caso de las prótesis de columna, desfibriladores automáticos implantables, prótesis vasculares, etc.

A sabiendas de esto, ha surgido la hipótesis de que, en efecto, los equipos biomédicos no pueden depreciarse de la misma forma, ya que directa o indirectamente, el manejo incierto de la gestión del tiempo de vida útil de estos equipos a lo largo del tiempo ha desencadenado en varios problemas de gestión de mantenimiento, costos que se pudieron haber evitado si se llevaba un registro del tiempo de vida de los equipos e incluso, mantenimientos que a la larga no eran necesarios porque el equipo simple y llanamente ya no estaba en óptimas condiciones para seguir funcionando de la manera correcta.

1.2. Planteamiento del problema.

La gestión precisa de la depreciación de equipos biomédicos es fundamental para optimizar los recursos en instituciones de salud, dado que estos equipos representan una inversión considerable y son esenciales para el diagnóstico y tratamiento de pacientes. Acatando un caso específico, en el Hospital Santa Fe se ha identificado una discrepancia en el valor real y contable de sus activos biomédicos debido a métodos de depreciación generalizados, que no consideran factores específicos como el desgaste, la obsolescencia tecnológica y el nivel de criticidad de cada equipo en el contexto hospitalario.

Actualmente, la aplicación de métodos tradicionales de depreciación en el hospital puede subestimar o sobrestimar el valor de los equipos biomédicos a lo largo del tiempo, lo cual impacta en la planificación presupuestaria, el mantenimiento preventivo, y el ciclo de reemplazo de estos equipos críticos. En el contexto hospitalario panameño, esta problemática es particularmente relevante, ya que el uso subóptimo de recursos puede afectar directamente la capacidad operativa y la calidad de la atención médica.

La falta de precisión en el cálculo de la depreciación, en general, dificulta a las instituciones de salud establecer un ciclo de vida útil realista para sus equipos, lo que genera gastos excesivos en el reemplazo prematuro de equipos o, por el contrario, prolonga el uso de activos en condiciones no óptimas. En este sentido, surge la necesidad de un modelo de depreciación que integre parámetros de riesgo específicos del contexto biomédico y que responda a las características de cada equipo.

A sabiendas de estas situaciones surgen más incógnitas: ¿Se puede plantear un modelo matemático de depreciación que tome en cuenta factores como el nivel de riesgo del equipo con el fin de realizar una depreciación más acertada en el Hospital Santa Fe?, ¿Qué factores se tomaron en cuenta para establecer el 10% de depreciación anual para los equipos médicos? ¿Qué medida alternativa se puede tomar al respecto para gestionar de mejor manera el tiempo de vida útil de los equipos biomédicos en el hospital Santa Fe? La respuesta que se quiere dar con este trabajo

es proponer un modelo matemático de depreciación basado en el riesgo de estos equipos, que permita a la institución objeto de estudio una gestión más eficiente de sus activos biomédicos y la disponibilidad de más información para la toma de decisiones de inversión en nuevas tecnologías. Este modelo lo hemos llamado M.O.D.E.C.L.A.R., según las siglas correspondientes a modelo de depreciación según clase de riesgo en equipos biomédicos.

1.3. Justificación

- **Justificación Social:** Con un modelo matemático que calcule y exprese de manera gráfica la depreciación y disminución de la calidad de un equipo basándose en su nivel de riesgo, el personal de salud del Hospital Santa Fe podrá llevar un mejor control del manejo de los equipos y saber cuántos y cuáles sillones merecen mantenimientos o simplemente ya ameritan ser reemplazados.
- **Justificación Metodológica:** El proceso de esta investigación para llegar a un primer modelo de depreciación basado en el riesgo, puede servir de base para futuras investigaciones en este ámbito, que consideren quizá otros aspectos no estudiados ahora, y obtener un modelo más integral.
- **Justificación Académica:** La propuesta de este proyecto innovará con la adecuación e implementación de una fórmula de depreciación que podrá aplicarse a equipos médicos estaríamos viendo por primera vez, un modelo de depreciación basado en el riesgo directamente aplicado a un equipo biomédico. Esta propuesta podría debatirse en la universidad lo cual propende a la generación de conocimientos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Proponer un modelo matemático de depreciación según clase de riesgo de equipos biomédicos para la mejor gestión del tiempo de vida útil en el Hospital Santa Fe.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los diversos modelos de depreciación existentes.
- Investigar el estado del arte en cuanto a la depreciación de equipos médicos.
- Diagnosticar el estado actual en cuanto al cálculo de la depreciación y la gestión de la vida útil de los equipos en el Hospital Santa Fe.
- Diseñar un modelo matemático basado en el riesgo que calcule el tiempo de vida útil de los equipos médicos usados en el Hospital Santa Fe.
- Validar el modelo propuesto midiendo la percepción del encargado de Biomédica del Hospital Santa Fe.

1.5 Alcance y Limitaciones

Como se ha estipulado, la población de estudio para este proyecto va a ser el personal directivo del Hospital Santa Fe. Basándose en el Reglamento de Dispositivos Médicos de la Unión Europea (MDR 2017/745), se tomarán específicamente en cuenta los dispositivos médicos dentro de la clasificación de Equipos Biomédicos, clasificándolos en sus respectivas 3 clases para tomar en cuenta su depreciación. Ahora bien, esto se buscará hacer con personal que pueda apoyar con la información de los equipos empleados en el Hospital, como la ingeniera Maricarmen de León, encargada del departamento de Biomédica del Hospital. De este estudio, se está limitando solamente hasta los equipos de clase de riesgo C, puesto que, por información facilitada por el hospital, allá no se manejan insumos médico-quirúrgicos de clase D, por lo que esta clase de riesgo estará excluida del estudio.

1.6. Línea de investigación.

El estudio presentado pertenece a la línea de investigación en ciencias de la salud, específicamente en el área de Ingeniería Biomédica, aplicado a la Ingeniería Clínica, que trata de un sistema matemático para gestión de tecnologías de equipos médicos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Investigaciones en el Tema

En un estudio realizado por Riewpaiboon, et al. (2011), los autores analizan cómo la aplicación de distintos métodos de costeo afecta los costos unitarios de los servicios médicos en hospitales. Uno de los aspectos más destacados de su investigación es la comparación entre el método de depreciación lineal y otros enfoques, como el método de unidades de producción. El método lineal, que distribuye el costo de los activos de manera uniforme durante su vida útil, es el más utilizado en la gestión hospitalaria debido a su simplicidad y facilidad de implementación. Sin embargo, Riewpaiboon et al. (2011) destacan que este enfoque no siempre refleja con precisión el desgaste real de los equipos médicos, ya que no tiene en cuenta el uso variable de los equipos en las diferentes etapas de su vida útil. Además, el estudio señala que este método podría llevar a decisiones inexactas sobre la gestión de activos y la asignación de recursos, por lo que este estudio subraya la necesidad de considerar métodos alternativos que ofrezcan una representación más precisa del valor de los equipos médicos en función de su uso real.

En contraste con lo anterior, Chang, Zhao y Li (2017) realizaron un análisis sobre la costo-efectividad de los equipos médicos grandes mediante la aplicación de la teoría de costo de ciclo de vida (Life Cycle Costing, LCC). Esta teoría evalúa no solo el costo inicial de adquisición del equipo, sino también los costos operativos, de mantenimiento y de eliminación o disposición final, proporcionando una visión más completa del impacto económico a lo largo del tiempo. A diferencia de los métodos tradicionales de depreciación, que solo consideran la depreciación como un factor contable, el LCC integra múltiples dimensiones de costos, lo que permite a las organizaciones hospitalarias optimizar las decisiones financieras a largo plazo (Chang et al., 2017). Este enfoque es particularmente útil para equipos médicos de alto valor, como los rayos X y tomógrafos, cuya vida útil y costos asociados varían según el uso. Los autores explican que el modelo de LCC permite predecir los costos totales a lo largo de la vida útil de un equipo y tomar decisiones informadas sobre su reemplazo, reduciendo costos a largo plazo. Además, sugieren que los hospitales deben incluir no solo los costos de mantenimiento, sino también los costos de inactividad asociados con la reparación y el reemplazo de equipos, lo que puede afectar la eficiencia de los servicios médicos. El modelo se expresa como sigue:

$$LCC = C_{\text{inicial}} + \sum (C_{\text{operación}} + C_{\text{mantenimiento}}) + C_{\text{eliminación}}$$

Fórmula 1

Modelo expuesto por Chang et al para el análisis de costo-efectividad. Este enfoque se compara favorablemente con la depreciación lineal, especialmente para equipos de alto costo, al ser más preciso en la estimación de los costos totales (Chang et al., 2017).

Altalabi, Murad y Tohme (2019) proponen un modelo de programación dinámica determinista para optimizar el reemplazo de equipos médicos en hospitales. Este enfoque se enfoca en identificar el momento más rentable para reemplazar un equipo, teniendo en cuenta su desempeño, costo de mantenimiento y los costos futuros de operación. La principal ventaja de este modelo es su capacidad para predecir el momento exacto en que el equipo deja de ser económicamente viable, es decir, cuando los costos de mantenimiento superan los beneficios de seguir operando el equipo. A diferencia de otros enfoques que se basan en el análisis de costos de ciclo de vida o depreciación, el modelo de programación dinámica permite una optimización continua a lo largo del tiempo, ajustándose a las variaciones en los costos y el uso del equipo (Altalabi et al., 2019). Según los autores, este modelo no solo mejora la eficiencia financiera de los hospitales, sino que también minimiza los riesgos operativos asociados con equipos obsoletos o en mal estado. El modelo utilizado se basa en las ecuaciones de optimización de costos, las cuales se presentan de forma secuencial y determinista para cada año de vida del equipo, considerando las tasas de desgaste, costos de operación y los beneficios marginales del reemplazo

Hay que señalar también que López y Velásquez (2019), redactaron una tesis que tiene por título “ACTIVOS FIJOS Y LOS ESTADOS FINANCIEROS EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA SANTA PATRICIA SRL EN EL DISTRITO DE SURCO, PERIODOS 2016 - 2017”. Esta tesis se llevó a cabo con el fin específico de analizar los activos fijos y su efecto en la empresa mencionada en el título, mediante un análisis cuantitativo en cómo los activos fijos y su depreciación tenían influencia en los informes contables. Este análisis se hizo a través de técnicas de observación y análisis documental de la información económica y financiera de la empresa en los periodos 2016 y 2017, que arrojó como resultado observable una eficiencia del uso de los bienes de capital (activo fijo) para generar ingresos mediante las ventas

representó 26 veces la rotación del activo fijo, resultado obtenido mediante el índice de la comparación de las ventas netas respecto del activo fijo del 2017. Uno de estos resultados notorios fue a través de una depreciación CAPEX (capital Externo), que indicó que para el 2017 el índice presentó una recuperación obteniéndose S/ 0.15 por cada sol de inversión, lo que indica que el valor de los bienes de los equipos está aumentando. El indicador depreciación CAPEX permitió identificar el efecto de la depreciación en el valor final del CAPEX (capital externo) es decir con lo que se contaría con un capital de trabajo descontando la depreciación en la empresa en estudio. En cuanto a este estudio hay lagunas científicas y técnicas, ya que es algo que se hizo a nivel general y contaduría. No obstante, los conceptos y/o procedimientos manejados dejan un precedente o un punto de partida en cuanto a cálculo de depreciación que podría ser aplicado en el objeto de estudio de esta tesis, que son los sillones odontológicos.

Otro estudio tesista similar fue hecho por Morocho y Cárdenas (2013), dos estudiantes de la facultad de Ciencias económicas y Administrativas de la Universidad de Cuenca realizaron una tesis llamada "NIIF PARA PYMES: PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO, APLICADO EN EL CENTRO QUIRÚRGICO METROPOLITANO LÓPEZ ORDOÑEZ EN EL PERIODO 2011", en la que se planteaba una propuesta de contaduría donde se tomaban en cuenta todos los conceptos relacionados a cálculo de tiempo de vida útil y depreciación, que es la base de este proyecto de grado. En esta tesis, definían a fondo a qué se refiere el término "depreciación", cómo se calculaba, los tipos de depreciación existentes, etc. A pesar de que este caso fue hecho con el fin específico de establecer parámetros de comparación entre las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) y los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados (PGA), el contenido que abarca respecto a cómo realizar la depreciación es más que útil para este trabajo, ya que deja precedentes teóricos generales de los cuales valerse para comparar los diversos tipos de depreciación existentes (línea recta, exponencial...) y adecuar uno de esos a lo que se quiere con la propuesta.

Pacheco Alarcón (2019) publicó también un trabajo de grado titulado: "Depreciación y su influencia en el estado de resultados de las empresas industriales del distrito de Los Olivos año 2018", un estudio aplicado en el área de contaduría que seguía la línea

de estudio de las finanzas. En este, se abarcó precisa y concisamente la depreciación, como objeto principal de estudio teórico, para demostrar la forma en que ésta tenía una notoria influencia en el estado de resultados de las empresas del distrito Los Olivos, ya que en esta tesis se manifestaba la problemática existente en que muchas empresas del sector industrial adquirían unidades para elaborar productos y no hacían un seguimiento apropiado de la depreciación, lo cual planteó la iniciativa de proponer alternativas de solución para que estas empresas no recurrieran a gastos por la “no depreciación”. A través de presentación de descripciones del concepto de depreciación, modelos de cómo se puede calcular y gráficas como evidencia de resultados, esta tesis buscaba demostrar maneras para llevar un control moderado de los diversos activos.

Ahora bien, Castor y Pluás (2013) publicaron una tesis en la Universidad Politécnica Salesiana en Ecuador, cuyo enfoque no era tan general en cuanto a la depreciación, sino que era aplicada a equipamiento y cuyo enfoque es paralelamente similar al de este trabajo, titulada: “LEVANTAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LOS BIENES MUEBLES Y EQUIPOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL Y SU INCIDENCIA EN EL MANEJO TÉCNICO”. En este estudio, se estableció la problemática del deterioro, pérdida física y obsolescencia de los bienes muebles y equipos que la Universidad había adquirido (lo cual contrasta con la problemática de esta tesis, con los problemas de deterioro con los sillones dentales), esto gracias a que no se contaba con un preciso control físico ni base de datos actualizada. Entonces, ante dicha carencia surge la idea de plasmar la alternativa de proponer un modelo a través de la investigación cualitativa, definiendo los activos fijos y bienes muebles, para luego abordar el tema de depreciación. Para esto, se tuvo que llevar a cabo una contabilización de todo el equipamiento que se había adquirido, tomando en cuenta todos los costos del bien y dejando de capitalizarlos una vez el activo estaba listo para funcionar. Luego pasaron a describir la parte importante de la depreciación, exponiendo todos los modelos de cálculo existentes y también la forma matemática de calcularla (que es otro punto que se quiere tocar en esta tesis) y encuestar a los directivos de la universidad, así también como realizar más encuestas a nivel de satisfacción. Mediante análisis y metodología tanto cualitativa como cuantitativa, en el estudio se expusieron tablas donde marcaban el equipo, su vida y costo para luego exponer el cálculo de su depreciación y vida útil.

En añadidura a los trabajos anteriormente mencionados, Montenegro (2021) hizo una propuesta basada en un modelo de la OMS donde se buscaba sustentar el beneficio y la productividad que representaba tener un departamento de biomédica en el Hospital Santa Fe., ciudad de Panamá. En la parte de interpretación de resultados, se habla de la situación actual del departamento que reunía toda la información propuesta por la OMS de cómo gestionar equipos médicos (cosa que el departamento no tenía) Mediante el estudio, se buscaba reunir toda la información para demostrar a nivel científico que en efecto sí hacía falta y era tanto productivo, como beneficioso y viable económicamente. Ahora, en la misma propuesta, se hizo un inventario del hospital nuevo y actualizado basado en este mismo modelo de la OMS y que tomaba en cuenta el nivel de riesgo de cada equipo, mostraron tablas de periodicidad y cuantificación en los anexos de todos los equipos que se usaban y se clasificaron según su riesgo. A pesar de que no era tan complejo, estos últimos anexos son de vital importancia para la investigación, puesto que lo que se quiere es proponer fórmulas de depreciación basadas en el riesgo como alternativa científica, por ende, una cuantificación de los niveles de riesgo de varios equipos sirve como el factor que faltaba para continuar con la investigación.

Para contrastar los trabajos anteriores, Aguilar Mayorga (2011) llevó a cabo el desarrollo de un proyecto de grado titulado “Diseño de un sistema de automatización de línea de empaque a partir de la instrumentación de equipos empacadores de cloro”, el cual también tomaba un enfoque más técnico y/o científico, como el de Montenegro. En este estudio tesista, Aguilar Mayorga lanzó la propuesta de un sistema de automatización con el objetivo de garantizar el ordenamiento constante de docenas de sachets de cloro en una línea de empaque industrial. Para realizar la propuesta, en el estudio se evaluó tanto el aspecto técnico como el económico del diseño elegido iniciando con la selección y dimensionamiento del equipo necesario para garantizar un proceso automatizado con un elevado grado de confiabilidad. Al momento de realizar lo que fue el análisis económico, Aguilar Mayorga planteó una descripción del concepto “Depreciación” basándose en el libro “Ingeniería Económica” de Blank y Tarquin, lo que lo llevó también a describir el método SMARC, modelo de depreciación que ninguna otra tesis había tocado y que por consiguiente significó una ampliación significativa en cuanto al espectro teórico de esta investigación. Al final,

con el diseño de la propuesta de Aguilar Mayorga se logró garantizar un flujo de operación automatizado e incrementar la confiabilidad del producto a partir de la eliminación de la intervención humana en el proceso. Además, determinó que el tipo de compresor óptimo para el diseño propuesto es el compresor centrífugo.

2.2 Bases Teóricas que sustentan la Investigación

Como punto de partida teórico para esta tesis, hay que dejar por escrito la definición y/o explicación de varios conceptos.

2.2.1 Depreciación.

Empezando por uno que se ha tocado a lo largo del planteamiento del problema y de los antecedentes del proyecto de tesis: La depreciación. En términos reglamentarios, La Norma Internacional de Contabilidad 16 de Propiedad, Planta y Equipo (2016) define la depreciación como “la distribución sistemática del importe depreciable de un activo a lo largo de su vida útil”. Ahora bien, la definición plasmada en el Manual de Procedimientos y Funciones del Departamento de Bienes Patrimoniales aprobado por el MITRADEL (Gaceta Oficial, 2018) es algo más comprensible. Aquí, la depreciación se define como “El monto conceptual de la pérdida de valor que experimenta un activo como consecuencia de su uso durante el paso del tiempo”, es decir, la cuantificación de qué tanto el activo pierde su valor durante su tiempo de vida.

En términos de literatura y/o investigación, Morocho y Cárdenas (2013) definen en su tesis que la depreciación es la pérdida de valor de un activo fijo, o también la disminución del valor de propiedad que puede tener como causa el paso del tiempo, desgaste por uso, uso excesivo, insuficiencia técnica, obsolescencia y/o algún otro factor operativo o técnico. Especifican, además, que la depreciación puede calcularse sobre su valor de uso, su valor en libros, el número de unidades producidas o en función de algún índice establecido por la autoridad competente o por estudios técnicos de ingeniería económica sobre reemplazamientos de activos. Esto también constituye la pérdida progresiva de valor de una máquina, equipo o inmueble por cada año que envejece. Aquí también se señala la depreciación como un arrendamiento que la empresa paga así misma por el uso y deterioro de sus instalaciones y equipos.

La depreciación de un año varía de acuerdo con el método seleccionado pero, la depreciación total a lo largo de la vida útil del activo no puede ir más allá del valor de residual. Este valor, también conocido como valor de desecho y/o de rescate, Chancusig y Murillo (2012) lo definen como la representación del valor que se estima obtener de la venta de un activo fijo que se encuentre fuera de servicio o depreciado en su totalidad.

2.2.1.1 Cálculo de depreciación.

Disecionando un poco los términos mostrados en el cálculo de depreciación, Blank y Tarquin (2006) describen la tasa de depreciación como aquella fracción del costo inicial que es eliminada de manera anual a causa de la depreciación. También afirman que, en las fórmulas de cálculo, esta tasa suele estar representada por d puede ser constante con el pasar de los años, lo que entonces la denominaría como tasa en línea recta.

2.2.1.2 Valor Inicial de un Activo

Tapia-Segarra et al (2022) definen el valor inicial de un activo (o costo inicial) como el costo de instalación de un activo, tomando en cuenta su precio de compra, despacho, instalación y/o demás costos depreciables en los que se incurre con el fin de dejar al activo listo para su uso.

2.2.1.3 Valor Residual.

En cuanto al valor residual o costo de salvamento, declaran que es el valor neto o valor de mercado que se espera tener al final de la vida útil del activo. En añadidura a esta definición, Blank y Tarquin indican que se expresa como una cantidad estimada en dólares o como un porcentaje del costo inicial, que puede ser tanto positivo, como también cero o negativo, debido a los costos de desmantelamiento y de remoción.

2.2.1.4 Valor en Libros

Tapia-Segarra et al (2022) también declaran que el valor en libros de un activo hace referencia al remanente entre la inversión inicial no depreciada en libros de una compañía (en el caso de esta tesis, un hospital y/o clínica) después del cargo de depreciación a la fecha en que fue restada de su valor inicial. Señalan, además, que el valor en libros usualmente es determinado al final del año, y así se pueda tener consistencia con la convención de fin de año utilizada previamente.

2.2.1.5 Valor Presente Neto

Meza Orozco (2017) describe el Valor presente neto (VPN) como una herramienta financiera que se utiliza para determinar el valor presente de un flujo de efectivo futuro y una medida importante en la toma de decisiones de inversión y se utiliza para evaluar la rentabilidad de un proyecto

2.2.1.6 Métodos de Depreciación

Blank y Tarquin (2006) mostraron que algunos métodos de depreciación dan como resultado un gasto mayor en los primeros años de vida del activo, lo cual repercute en las utilidades netas del periodo. Paralelo a esto, Tapia Segarra et al (2022), muestran que estos métodos son basados en reglas que ya han sido aprobadas a nivel legal, y no necesariamente suelen reflejar los patrones de uso de un activo durante el período de su posesión. También señalan que es de gran importancia analizar los diversos métodos:

2.2.1.6.1 Depreciación Lineal

Chancusig y Murillo (2012) afirman que este método “al aplicarse gráficamente en un cuadrante de coordenadas cartesianas las cuotas proporcionales al número de años, se obtiene la recta de la depreciación al final de su vida útil” (pp. 38). Parafraseando esta declaración, lo que ellos establecen es que en este método, al hacer el cálculo del tiempo de vida del activo, éste siempre va a darse de forma lineal, dando a entender que a través de este método, un activo se deprecia de igual forma de manera constante por año hasta llegar al final de su ciclo de vida o a su valor de salvamento estimado, razón por la cual suele ser el método más utilizado a nivel general y al que

se le suele brindar mayor interés, ya que es el que se utiliza en el cálculo para que se cumpla los diversos porcentajes de depreciación establecidos por el MITRADEL (Gaceta Oficial, 2018). Este método supone que el activo en cuestión sufre un igual desgaste durante cada período constante. Se basa en el cálculo del valor original del activo multiplicado por su coeficiente de depreciación. Ahora, si en el activo se especifica que cuenta con un valor residual o valor de desecho, este se le restaría al valor original antes.

Tomando un ejemplo con los datos recopilados hasta el momento para ilustrar el caso con valor residual: Un sillón dental Care 22-D marca Runyes del oferente Denti Clínica S.A. cuesta 4495\$ (2023). Basándonos en la teoría de este método, este sillón tendría un valor residual de 445\$, todo a sabiendas de la tasa de depreciación del 10% para equipos médicos que dicta el MITRADEL (2018). A sabiendas de esto tenemos que:

$$D = (\text{Valor Inicial del Activo} - \text{Valor residual}) * 0.10$$

Fórmula 2

Cálculo de depreciación lineal con valor residual

Donde:

D = Cuota de depreciación constante

Valor Inicial del Activo= El valor original de nuestro activo en cuestión.

Valor Residual= El valor monetario que se espera tener a la vida final del activo.

0.10 = es el equivalente al porcentaje de depreciación estipulado para el activo, en este caso el MITRADEL estipula 10% (2018)

Efectuando el cálculo tenemos que:

$$D = (4495 - 449.5) * 0.10$$

$$D = (4045.5) * 0.10$$

$$D = 404.55\$$$

A sabiendas de nuestra cuota de depreciación, podemos calcular la depreciación acumulada (es decir, que tanto se deprecia el equipo durante su tiempo de vida) y el valor neto del activo en libros (que sería el valor final del equipo a medida que pasan los años). Tabulado se vería así:

Depreciación Lineal de Sillón Dental (valor residual)			
Año	Cuota de Depreciación (\$)	Depreciación Acumulada (\$)	Valor Neto en Libros del Activo
1	404.55	404.5	4090.45
2	404.55	809.05	3685.9
3	404.55	1213.6	3281.35
4	404.55	1618.15	2876.8
5	404.55	2022.7	2472.25
6	404.55	2427.25	2067.7
7	404.55	2831.8	1663.15
8	404.55	3236.35	1258.6
9	404.55	3640.9	854.05
10	404.55	4045.45	449.5

Tabla 1

Ejemplo de cómo aplicar la depreciación lineal con valor residual usando los datos recopilados en el presente proyecto de investigación. Elaboración propia (2024)

El cálculo termina cuando el valor neto en libros llega a dar el mismo número que el valor residual, condición que se cumple en el ejemplo ilustrativo. Esto deja como conclusión de que, siguiendo el parámetro estándar general del MITRADEL, la vida útil de este equipo en efecto no debería extenderse de los 10 años. Ahora, usando el mismo ejemplo sin valor residual, quedaría de la siguiente forma:

$$D = Valor\ Original * 0.10$$

$$D = 4495 * 0.10$$

$$D = 449.5$$

En este caso, como no es necesaria la intervención de valor residual, la cuota de depreciación pasaría a ser únicamente el diez por ciento de nuestro valor original, en este caso 449.5. Tabulada, la información se vería así:

Depreciación Lineal de Sillón Dental			
Año	Cuota de Depreciación (\$)	Depreciación Acumulada (\$)	Valor Neto en Libros del Activo
1	449.5	449.5	4045.5
2	449.5	899	3596
3	449.5	1348.5	3146.5
4	449.5	1798	2697
5	449.5	2247.5	2247.5
6	449.5	2697	1798
7	449.5	3146.5	1348.5
8	449.5	3596	899
9	449.5	4045.5	449.5
10	449.5	4495	0

Tabla 2

Tabulación de cómo se cuantifica la depreciación anual cuando no se especifica algún valor residual.
Elaboración propia (2024)

2.2.1.6.2 Depreciación por Unidades Producidas

Castro y Pluás (2013) establecen que, al igual que el método lineal, en la depreciación por unidades producidas hay una distribución equitativa del gasto por depreciación. Al aplicar el método por unidades producidas, el costo o importe de depreciación será constante para cada período contable; sin embargo, la cifra total de depreciación de cada período va a depender de cuántas unidades se producen. Para llevar a cabo el cálculo a través de este método, hay que tomar como base el número total de unidades producidas por el activo y el número de unidades producidas en el primer año, cuya fórmula también puede variar si al activo se le especifica o no un valor residual. Si el activo no cuenta con valor residual, la fórmula sería así:

$$Dep \ x \ unidad = \frac{Valor \ original \ del \ Activo}{\# \ total \ Unidades \ Prod.}$$

$$Dep. \ Anual = Dep \ x \ unidad * unidades \ prod. \ x \ año$$

Fórmula 3

Cálculo de la depreciación por el método de Unidades producidas

Donde:

Dep x unidad representa la depreciación que tiene el activo por unidad. En esta primera operación solo se divide el valor principal de nuestro activo entre la cantidad total de unidades que produce. Luego entonces, el resultado se debe multiplicar por

la cantidad de unidades producidas en el primer año. En caso de que el activo sí especificase tener un valor de rescate, a la operación solamente se le agregaría la resta del valor original menos el valor residual establecido

2.2.1.6.3 Depreciación por Doble Saldo Decreciente

López y Velásquez (2017) reportaron dos definiciones distintas plasmadas por dos autores: Una describe principalmente el método de saldo decreciente, que se puede definir como el resultado de un cargo decreciente sobre la vida útil de un activo, y luego especifica que el método de saldo decreciente que se aplica con más frecuencia es el de Doble Saldo decreciente.

Castro y Plúas (2013) declaran que en este método no se deduce el valor residual, sino que durante el primer año el costo total del activo es multiplicado por un porcentaje equivalente a dos veces el porcentaje de depreciación lineal; y a partir del segundo año, el porcentaje se aplica al valor en libros del activo, que sería el costo del activo restado a la depreciación acumulada.

En el trabajo de Pacheco Alarcón (2019) se mencionan 3 definiciones que redundan básicamente en la idea de que esta depreciación suele ser el doble o mayor que el resto de las depreciaciones. No obstante, en este estudio se señala también que este método se usa más que nada en empresas que, prácticamente, están a punto de quebrar. Lo que puede llevar a la deducción de que este modelo en sí, no suele ser la primera opción para tomar en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la depreciación de un activo

2.2.1.6.4 Método de Depreciación SMARC

De acuerdo con Aguilar Mayorga (2011), el Método por Sistema Modificado Acelerado de Recuperación de Costos (por sus siglas SMARC) “propone un modelo de depreciación impositiva que se requiere a nivel de impuestos para todos los activos depreciables en los Estados Unidos de América” (pp. 31). Aguilar Mayorga también declara que el cálculo de la depreciación anual a través de este método se usa con esta fórmula:

$$D_t = d_t B$$

Fórmula 4

Cálculo inicial de depreciación por el método Smarc (Blank y Tarquin, 2006)

Aguilar Mayorga (2011) añade que en esta ecuación, B representa el valor inicial que tiene el activo en cuestión y d_t vendría a ser la tasa de depreciación ya tabulada en sus valores específicos. Igualmente, aquí se hace escala en el trabajo de Blank y Tarquin (2006), en el que señalan el uso de una segunda fórmula, haciendo énfasis en que, para otros métodos, el valor en libros en el año t es determinado mediante la sustracción de la cantidad de depreciación del valor en libros del año anterior, quedando:

$$VL_t = VL_{t-1} - D_t$$

Fórmula 5

Cálculo alternativo de la depreciación cuando el valor en libros por año se determina por la cantidad de depreciación del valor en libros del año anterior (Blank y Tarquin, 2006)

Blank y Tarquin (2006) hacen énfasis en que el método SMARC incluye con algunas ligeras diferencias los métodos de depreciación lineal y de saldo decreciente, señalando que estos dos métodos igual no podrían tomarse en cuenta de manera directa en el caso de que la depreciación por año sea deducible de impuestos. También declaran que “Muchas compañías estadounidenses todavía aplican los métodos clásicos para llevar sus propios libros, debido a que estos métodos son más representativos de cómo los patrones de uso del activo reflejan la inversión de capital restante.” En añadidura a esto, se deja por escrito también que la gran mayoría de los países siguen reconociendo tanto el método de depreciación en línea recta como el de saldo decreciente para fines de libros y/o fiscales.

Prosiguiendo con las definiciones de Blank y Tarquin (2006) y añadiendo el aporte de Aguilar Mayorga (2011), se menciona la necesidad de hacer énfasis en que todas las tasas de depreciación del modelo SMARC son presentadas para 1 año más allá del período de recuperación estipulado, resaltando también que la tasa correspondiente al año extra vendría a equivaler la mitad de la tasa del año anterior, debido a que dentro del método de depreciación SMARC, existe una convención de medio año incorporada, que supone que “toda la propiedad entra en servicio en el punto medio del año fiscal de instalación”. Esto conlleva a que sea aplicado única y exclusivamente

el 50% de la depreciación del saldo decreciente del primer año, todo para fines impositivos.

2.3 Variable

2.3.1 Definición Conceptual.

La variable de estudio en este trabajo de investigación es el cálculo de depreciación, una herramienta contable y económica esencial para medir la pérdida de valor de los activos tangibles a lo largo de su vida útil. Según Tapia-Segarra et al. (2022), la depreciación se define como “la reducción en el valor del activo perteneciente a la compañía”, causada por factores como el desgaste físico, la obsolescencia tecnológica y el paso del tiempo.

En el contexto de los equipos biomédicos, el cálculo de la depreciación adquiere una importancia crítica, ya que permite a las instituciones de salud gestionar eficientemente sus recursos, planificar la renovación de equipos y garantizar su operatividad dentro de los estándares clínicos requeridos.

2.3.2 Definición Operacional

Esta variable de depreciación se mide a nivel cuantitativo. Partiendo de la nota de entrega y con base al valor inicial de compra, se va aplicando un modelo matemático periódico que va arrojando un valor de forma gradual. Recapitulando en lo estipulado en la investigación de Chancusig y Murillo (2012), donde afirman que el método lineal “al aplicarse gráficamente en un cuadrante de coordenadas cartesianas las cuotas proporcionales al número de años, se obtiene la recta de la depreciación al final de su vida útil” (pp. 38).

$$D = (\text{Valor Inicial del Activo} - \text{Valor residual}) * 0.10$$

Donde:

D = Cuota de depreciación constante

Valor Inicial del Activo= El valor original de nuestro activo en cuestión.

Valor Residual= El valor monetario que se espera tener a la vida final del activo.

0.10 = es el equivalente al porcentaje de depreciación estipulado para el activo, en este caso el MITRADEL estipula 10% (2018)

2.3.3 Cuadro de Variables

Objetivo General: Proponer un modelo matemático de depreciación según clase de riesgo de equipos biomédicos para la mejor gestión del tiempo de vida útil en el Hospital Santa Fe.			
Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
Identificar los diversos modelos de depreciación existentes.	Modelo de depreciación	Tipos. Parámetros utilizados. Fórmulas.	Número de modelos identificados, características de cada modelo
Investigar el estado del arte en cuanto a la depreciación de equipos médicos.	Modelo de depreciación	Pertinencia Cientificidad Hallazgos	-Número de estudios revisados. Enfoques metodológicos. Resultados Obtenidos.
Diagnosticar el estado actual en cuanto al cálculo de la depreciación y la gestión de la vida útil de los equipos en el Hospital Santa Fe.	Modelo de depreciación	-Método de Descarte Utilizado en el Hospital Santa Fe. -Desgaste del equipo Biomédico Realista según su Riesgo. -Problemas de Precisión en el Método de Depreciación Actual. -Desgaste no Realista en Equipos Biomédicos de Alto Riesgo. -Efectos Negativos de la Depreciación Inexacta. - Influencia de la clase de riesgo del Equipo Biomédico en su Depreciación -Beneficios Administrativos de una Depreciación -Beneficios de Evaluación de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. -Beneficios Presupuestarios de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. -Beneficios Económicos de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. -Posibles Problemas de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. - Fiabilidad de la depreciación basada en el Nivel de Riesgo.	Escala Likert

		- Disposición a Implementar un Modelo de Depreciación Basado en su Nivel de Riesgo	
--	--	--	--

Tabla 3.

Cuadro de variables. Elaboración propia (2024)

Objetivo específico 4: Diseñar un modelo matemático basado en el riesgo que calcule el tiempo de vida útil de los equipos médicos usados en Panamá.

Objetivo específico 5: Validar el modelo propuesto midiendo la percepción del encargado de Biomédica del Hospital Santa Fe.

Estos objetivos serán desarrollados en la propuesta (capítulo 5 de la investigación)

2.4 Glosario de Términos.

- a. **Depreciación:** Reducción del valor de un activo durante un período de tiempo transcurrido (Blank y Tarquin, 2006).
- b. **Vida Útil:** Se define como el período limitado en el tiempo, expresado en años durante el cual se espera utilizar el equipo hospitalario en condiciones aceptables de funcionamiento, garantizando la calidad del producto obtenido. (Molinelli, Barredo et al, 2019).
- c. **Activo Fijo:** Es el conjunto de bienes duraderos que posee una entidad para ser utilizados en operaciones regulares y representa el valor de los bienes tales como terreno, edificios, maquinarias y equipos, construcciones en proceso y otras propiedades del Estado. (MITRADEL, 2018).
- d. **Propiedad, Planta y Equipo:** están constituidas por todos los activos tangibles adquiridos o contruidos por un ente económico, o que se encuentran en proceso de construcción y son utilizados permanentemente en la producción de bienes y servicios, para arrendarlos o usarlos en la administración de un ente. (Castro y Pluás, 2013).

- e. **Bienes Inmuebles:** Bien caracterizado por su tendencia a la perdurabilidad y clara identificación. (MITRADEL, 2018).
- f. **Valor en Libros:** Inversión restante y no depreciada en los libros, después de que el monto total de cargos de depreciación a la fecha se restó de la base (Blank y Tarquin, 2006).
- g. **Costo Inicial:** Es el costo del activo entregado e instalado que incluye precio de compra, comisiones de entrega e instalación, y otros costos directos depreciables en los que se incurre con la finalidad de preparar el activo para su uso. (Blank y Tarquin, 2006).
- h. **Valor de Salvamento:** Valor estimado de intercambio o de mercado al final de la vida útil del activo (Blank y Tarquin, 2006).
- i. **Tasa/cuota de depreciación:** Fracción del costo inicial que se elimina cada año por depreciación. (Blank y Tarquin, 2006).
- j. **Equipo Eléctrico-Médico:** Equipo eléctrico que tiene una parte aplicada o transfiere energía hacia o desde el paciente o detecta dicha energía hacia o desde el paciente (ISO-60601-1, 2012).
- k. **Evaluación de Riesgo:** Proceso por el cual se analiza la probabilidad de ocurrencia y posibles consecuencias del daño o del evento que surge como resultado de la exposición a determinados riesgos.

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación.

Sampieri et al (1997) señala que las investigaciones o estudios descriptivos “Miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así -y valga la redundancia- describir lo que se investiga.” (pp. 71). Basado en esta descripción, se puede deducir que esta investigación pertenece al carácter descriptivo, ya que describe las características del modelo de depreciación escogido y, en añadidura, presenta modificaciones en su fórmula.

Ahora bien, en contraste con esto, Ñaupá et al (2006) define que la ciencia de carácter cuantitativa es “un conjunto de conocimientos sistematizados, racionales, objetivos, verificables o demostrables, provisionales, que son obtenidos metódicamente y se encuentran en pleno desarrollo, referidos a la realidad natural, social y del pensamiento” (pp. 62). Tomando dicha premisa en cuenta, esta tesis también entra en el tipo de investigación cuantitativa, ya que se está tomando datos numéricos y fórmulas de depreciación reales para, a través del desarrollo metódico y/o matemático, implementar una mejora basada en el nivel de riesgo del equipo

3.1.2 Diseño de la investigación

En cuanto al diseño de investigación, según Conforme y Cevallos (2013-2014), una investigación diagnóstica siempre trata de contener información relevante, además de que impulsan a mejorar el estudio, ya que permiten identificar las falencias, fortalezas y/o necesidades de la sociedad. En contraste con esto, Simbaña (2012) afirma que la investigación diagnóstica “es la tendencia del comportamiento del objeto de estudio que deseamos conocer en un determinado contexto espacio tiempo, a través de sus funciones y principios que lo caracterizan como tal”. Dejando esto por sentado, se puede llegar a la deducción de que esta tesis pertenece al diseño de “Investigación Diagnóstica, debido a que se va a evaluar los componentes que conforman una fórmula matemática para calcular la depreciación, específicamente de

equipos biomédicos pertenecientes al Hospital Santa Fe, además de que se espera observar y/o analizar la tendencia gráfica de cómo varía este comportamiento de depreciación basado en el nivel de riesgo del equipo biomédico a comparación a cómo normalmente se suele hacer de manera unilateral para todos los equipos basado en la cuota lineal del 10% establecida por el MITRADEL, para así demostrar que no todos los equipos médicos presentan las mismas condiciones como para depreciarse por igual.

3.2. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación está compuesta de las siguientes etapas:

3.2.1 Planteamiento del Problema

Como se estableció en el capítulo 1, el problema por abordar es la incertidumbre de si todos los equipos biomédicos se deprecian linealmente bajo la cuota del 10% establecida por el MITRADEL en el Hospital Santa Fe, ya que considerando que los equipos biomédicos tienen diferentes niveles de riesgo, distinta cantidad porcentual de uso y en añadidura a su calidad y costo de producción, claramente podría desencadenar en que algunos tengan un desgaste mayor a otros, por lo que no es seguro totalmente que todos los equipos médicos se puedan depreciar de la misma manera anualmente por la cuota lineal del 10%, ya que como se planteó en el anterior capítulo, esa cuota o porcentaje de depreciación establecida queda como un factor netamente “estándar” que bien podría provocar diversas variaciones en su cálculo o resultado. Considerando esta problemática estipulada, surgió la gran incógnita principal: ¿Se puede implementar una modificación a un modelo matemático de depreciación existente que tome en cuenta factores como el nivel de riesgo del equipo con el fin de realizar una depreciación más acertada? Lo que se quiere lograr con este trabajo de investigación tesista es analizar todos los modelos de depreciación existentes y, una vez comparados, elegir el más conveniente para estudiarlo a fondo y así implementar una mejora que se base en el nivel de riesgo del equipo para gestionar su tiempo de vida a dicho modelo escogido.

3.2.2 Revisión de literatura

Retomando lo plasmado en el capítulo anterior, Morocho y Cárdenas (2013) definen en su tesis que la depreciación es la pérdida de valor de un activo fijo, o también la disminución del valor de propiedad que puede tener como causa el paso del tiempo, desgaste por uso, uso excesivo, insuficiencia técnica, obsolescencia y/o algún otro factor operativo o técnico. Existen varios métodos conocidos para llevar a cabo la depreciación: el Método de Línea Recta, el cual Chancusig y Murillo (2012) explican que se da cuando el cálculo del tiempo de vida de un activo se hace sobre un porcentaje de depreciación con un comportamiento lineal con el paso de los años; El método por Unidades producidas, en el que Castro y Pluás (2013) establecen que al aplicar el método por unidades producidas, el costo o importe de depreciación será constante para cada período contable; sin embargo, la cifra total de depreciación de cada período va a depender de cuántas unidades se producen; El método por doble saldo decreciente, el cual López y Velásquez (2017) definen como el resultado de un cargo decreciente sobre la vida útil de un activo y el método SMARC, sobre el cual Aguilar Mayorga (2011) señala que “propone un modelo de depreciación impositiva que se requiere a nivel de impuestos para todos los activos depreciables en los Estados Unidos de América”.

3.2.3 Diseño de Investigación

Esta investigación de tesis tiene un enfoque de tipo cuantitativo, pues se basa en la implementación de datos numéricos y/o matemático y encuestas para medir la percepción y cuantificar la justificación del estudio, y su diseño pertenece al tipo “Investigación Diagnóstica”, ya que su base será la observación y/o análisis del comportamiento de la depreciación de los equipos biomédicos cuando se toma en cuenta su nivel de riesgo en el cálculo.

3.2.4 Selección de muestra

Se divide la investigación en 2 fases. En la primera se diagnostica la situación actual de la institución, y en la segunda fase se aplica el modelo en varios equipos de la institución para evaluar el método propuesto vs el convencional.

En esta investigación se seleccionarán 5 personas entre directores y coordinador de biomédica, para diagnosticar la situación actual de la institución objeto de estudio, acerca de método de cálculo de la depreciación y la toma de decisiones de desincorporación de equipos, y compra de nuevas tecnologías. También se tomarán posteriormente una muestra de 15 equipos divididos en 3 grupos según categorías de riesgo, para determinar la depreciación.

3.2.5 Recopilación de datos:

Se aplicará en la fase 1 una encuesta a las 5 personas elegidas de 13 preguntas para establecer la situación actual en cuanto a la metodología de depreciación utilizadas.

Por otra parte, en la fase 2 se seleccionan 5 equipos biomédicos de ejemplo facilitados por el Hospital Santa Fe, para cada una de las tres clases de riesgo que manejan (A, B y C, recalando que la clase D ha sido excluida de este estudio), para luego aplicarles la cuota de depreciación del 10% establecida en el Manual de Procedimientos del MITRADEL y, posteriormente, aplicarles el mismo cálculo con la fórmula modificada.

3.2.6 Análisis de Datos

La fase 1 de diagnóstico, permitirá establecer la presencia del problema de la investigación, y los requerimientos de la institución objeto de estudio, para plasmarlos en el diseño a realizar,

En la fase 2, se realizará un estudio económico del valor presente neto tanto de la depreciación lineal establecida por el MITRADEL, como del modelo matemático diseñado para cada nivel de riesgo del equipo, con el fin de establecer las diferencias y efectividad de cada uno.

3.2.7 Interpretación de Resultados

La evidencia cualitativa recolectada en la Fase 1 permitirá establecer la realidad actual de la institución y visualizar sus problemas para la toma de decisiones. Así mismo, la evidencia cuantitativa obtenida en la fase 2, permite mostrar el grado de pertinencia del modelo novel presentado.

3.2.8 Informe de Resultados

Una vez obtenidos y analizados los resultados, este trabajo se entregará como la tesis en físico y concluirá con una defensa en frente de un jurado calificador.

CAPÍTULO 4.
ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados a lo largo de la investigación, cuyos objetivos fueron diagnosticar la problemática del descarte impreciso de los equipos biomédicos en el Hospital Santa Fe y sustentar la viabilidad de un modelo modificado de depreciación de equipos biomédicos que considere la clase de riesgo para dar una mejor precisión y realismo a su desgaste y, por consiguiente, mejorar la gestión de su tiempo de vida útil, en comparación con el método de depreciación lineal tradicional. A lo largo de este análisis, se utilizaron técnicas de estadística descriptiva para examinar los resultados de encuestas aplicadas al personal del hospital, así como la sustentación para elegir el método de depreciación a trabajar.

El análisis de resultados se centrará en presentar objetivamente los datos recolectados a través de las encuestas, discutiendo la relevancia de la depreciación de los equipos biomédicos basada en clases de riesgo A, B y C, recordando que la clase D fue excluida de este estudio al no entrar en la clasificación de “Equipo Biomédico” y estar fuera del manejo de la directiva del hospital.

4.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS

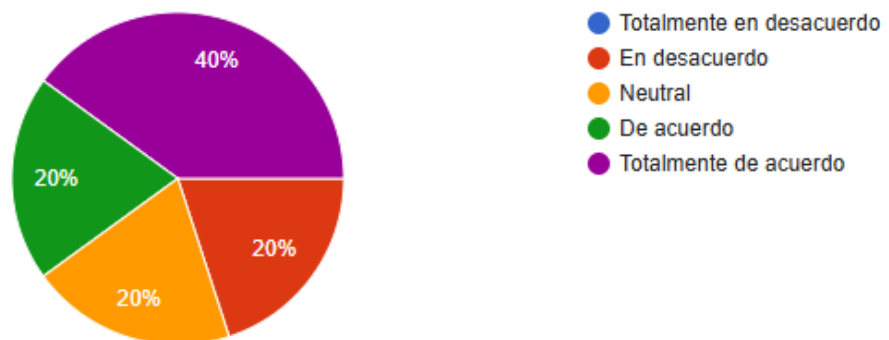
Se aplicó una encuesta de validación a 5 personas que conformaban el personal directivo del departamento de Biomédica del Hospital Santa Fe, con el objetivo de validar la propuesta de un modelo modificado de depreciación basado en la clase de riesgo de los equipos biomédicos. Dicha encuesta se diseñó utilizando una escala Likert de cinco puntos, en la cual los participantes indicaron su grado de acuerdo o desacuerdo con una serie de afirmaciones relacionadas con el método de depreciación vigente y la propuesta de un modelo modificado. Las preguntas abordaban aspectos como la precisión del método de depreciación actual, la influencia que debería tener la clase de riesgo en la depreciación de los equipos, y la disposición a implementar un nuevo modelo basado en el riesgo si este demostraba ser más preciso y beneficioso. El procesamiento de los datos siguió los siguientes pasos:

- **Recopilación de las respuestas:** Todas las respuestas fueron agrupadas según las categorías de la escala Likert (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Neutral, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- **Cálculo de frecuencias y porcentajes:** Se calcularon las frecuencias absolutas de cada respuesta y se expresaron en porcentajes para una mejor visualización de los datos.
- **Representación gráfica:** Los resultados fueron presentados a través de gráficos de pastel o diagramas sectoriales que permitieron identificar de forma clara la distribución de las respuestas en cada una de las preguntas.

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El Hospital Santa Fe utiliza el método de depreciación y la cuota de depreciación de 10% lineal establecida por El Manual de procedimientos y funciones del departamento de bienes patrimoniales para llevar el control del desgaste de sus equipos biomédicos

5 respuestas



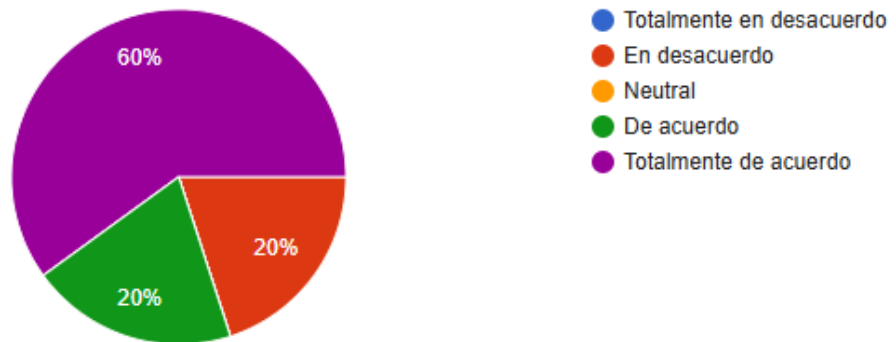
Gráfica 1.

Método de Descarte Utilizado en el Hospital Santa Fe. Elaboración propia (2024)

Primer elemento de la encuesta que indica que el Hospital Santa Fe tiene conocimiento del uso del método lineal de depreciación y la cuota establecida del 10%.

El método de descarte usado actualmente en el Hospital Santa Fe refleja adecuadamente el desgaste y el riesgo asociado a los equipos biomédicos.

5 respuestas



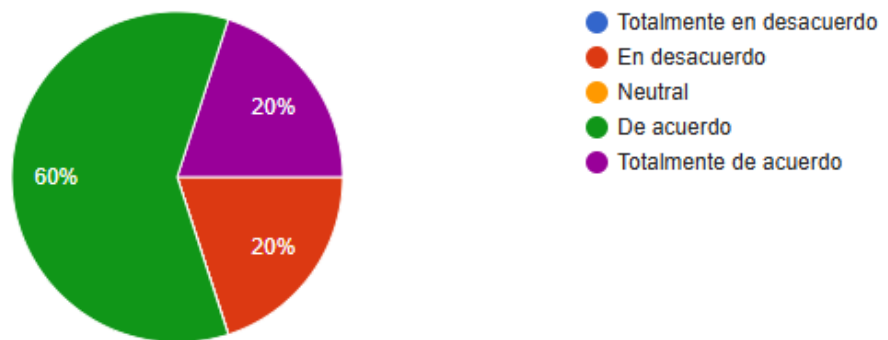
Gráfica 2.

Desgaste del equipo Biomédico Realista según su Riesgo. Elaboración propia (2024).

En esta gráfica, se muestra que la mayoría del personal concuerda con que el método de descarte empleado en el Hospital Santa Fe es el adecuado.

El método de descarte de equipos biomédicos usado en el Hospital Santa Fe presenta problemas de precisión y relevancia

5 respuestas



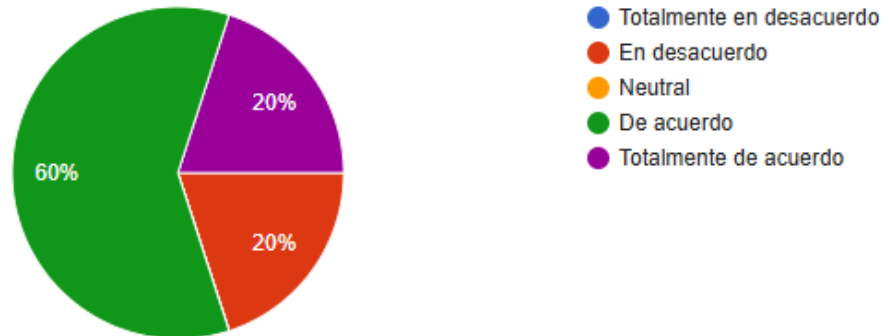
Gráfica 3.

Problemas de Precisión en el Método de Depreciación Actual. Elaboración propia (2024).

A pesar de lo expresado en la gráfica anterior, la mayoría de los directivos consideran que el método de descarte de equipos biomédicos puede no ser tan preciso a la hora de indicar el desgaste real de los equipos biomédicos.

Existen casos en los que equipos biomédicos de alto riesgo se descartan y/o deprecian a un ritmo que no refleja desgaste real.

5 respuestas



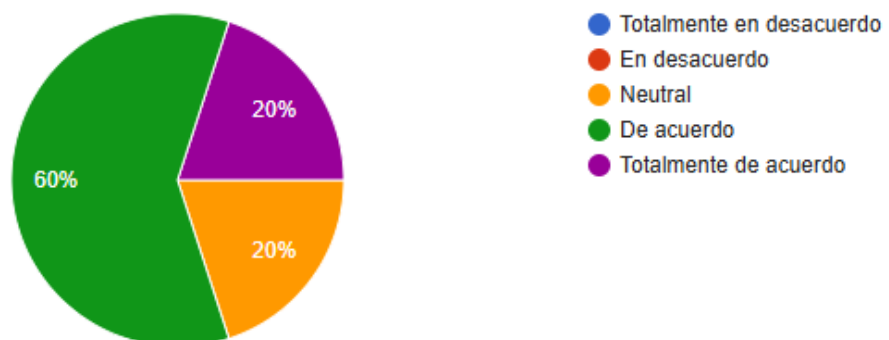
Gráfica 4.

Desgaste no Realista en Equipos Biomédicos de Alto Riesgo. Elaboración propia (2024).

La mayoría del personal encuestado concuerda en que ha existido casos imprecisos del desgaste de los equipos biomédicos, y solo uno de ellos discrepa. En términos generales, se valida lo que se ha propuesto en el planteamiento del problema.

El descarte/depreciación inexacta de los equipos médicos afecta negativamente la toma de decisiones sobre su mantenimiento, reparación o reemplazo.

5 respuestas



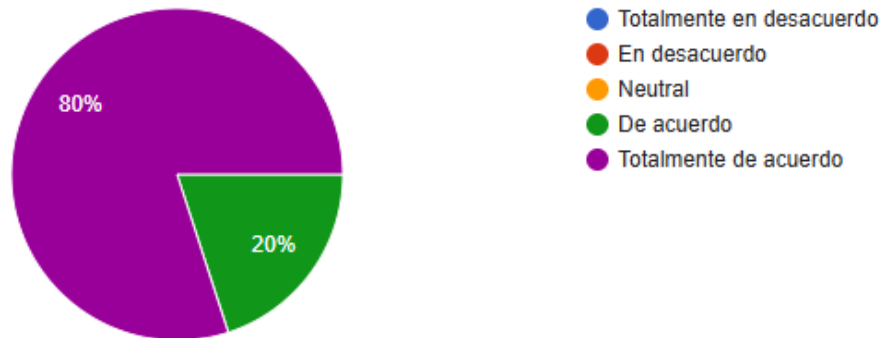
Gráfica 5.

Efectos Negativos de la Depreciación Inexacta. Elaboración propia (2024).

Mientras que solo un encuestado se abstiene, el resto, en términos generales, coincide en que estos casos de descarte irreal de los equipos biomédicos pueden traer consecuencias negativas en su gestión, lo cual valida la hipótesis de la problemática planteada en este estudio.

El nivel de riesgo del equipo biomédico debería influir en su depreciación.

5 respuestas



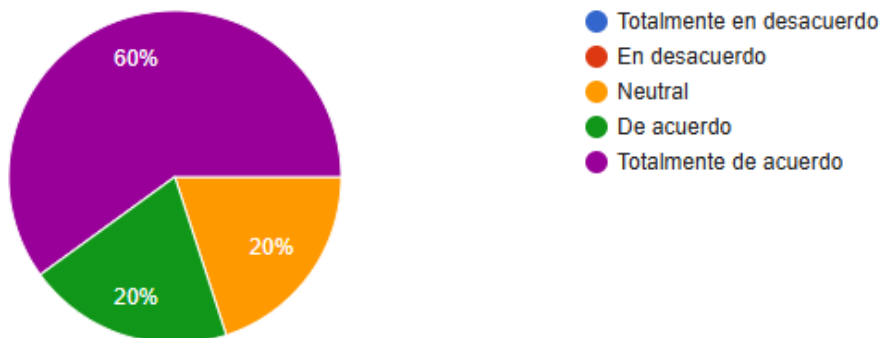
Gráfica 6.

Influencia de la clase de riesgo del Equipo Biomédico en su Depreciación. Elaboración propia (2024).

En términos generales, todos los encuestados pueden concluir que, tal y como se propone en este trabajo de grado, analizando la problemática del descarte inexacto, se debe tomar en cuenta la clase de riesgo del equipo biomédico a la hora de depreciarlo. Elaboración propia (2024).

La implementación de un modelo de depreciación basado en el nivel de riesgo mejoraría la gestión de equipos biomédicos en el hospital.

5 respuestas



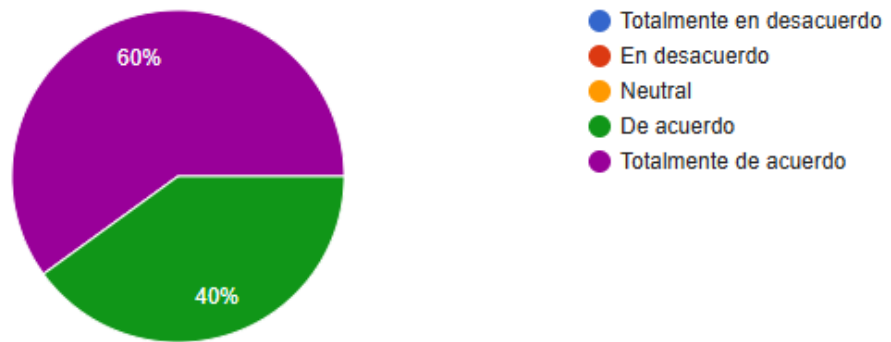
Gráfica 7.

Beneficios Administrativos de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. Elaboración propia (2024).

De acuerdo con la mayoría del personal encuestado y tomando en cuenta el punto anterior, considerar el nivel de riesgo de los equipos biomédicos en una fórmula/modelo de depreciación podría mejorar la gestión de estos equipos en el Hospital Santa Fe.

Un modelo de depreciación basado en la clase de riesgo del equipo biomédico proporcionaría una evaluación más certera y útil del valor de los equipos a lo largo de su vida útil.

5 respuestas



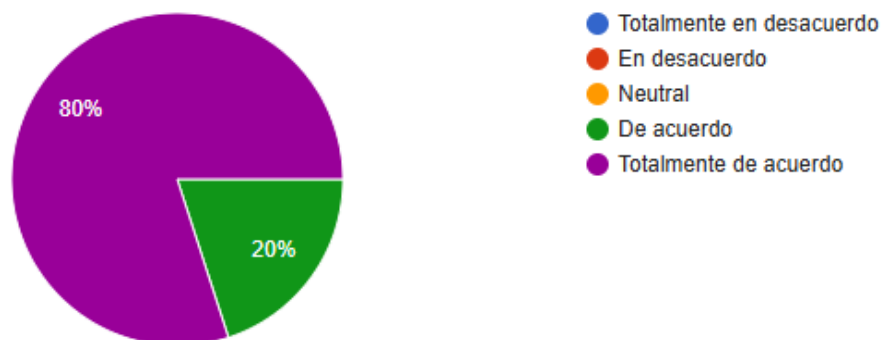
Gráfica 8.

Beneficios de Evaluación de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. Elaboración propia (2024).

Tomando como base el punto anterior, el personal encuestado concuerda tanto total como parcialmente en que uno de los beneficios de un modelo que tome en cuenta la clase de riesgo sería mejora en la evaluación del valor real del equipo biomédico a lo largo de su ciclo de vida útil y tener un valor final más apropiado al tipo de tecnología que tenga.

Un modelo de depreciación basado en el riesgo impactaría positivamente en la planificación presupuestaria y la asignación de recursos en el hospital

5 respuestas



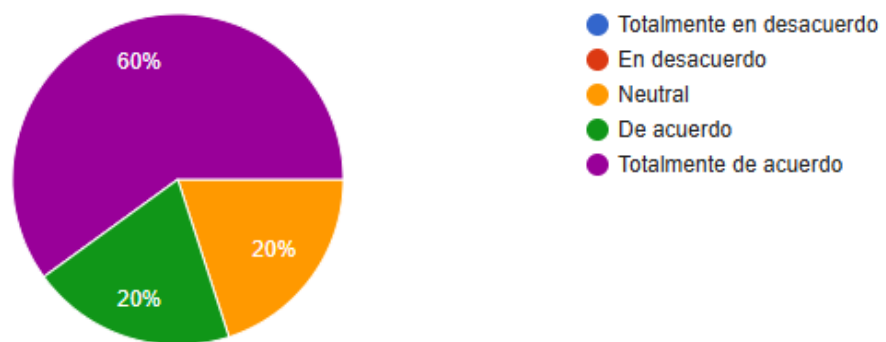
Gráfica 9.

Beneficios Presupuestarios de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. Elaboración propia (2024).

Los encuestados confirman que otro beneficio que podría brindar un modelo de depreciación basado en la clase de riesgo sería un impacto positivo en el presupuesto del Hospital, debido a que racionaliza las cuentas de activos y las inversiones necesarias.

La implementación de un modelo de depreciación basado en el riesgo permitiría un ahorro de sobrecostos y/o evitar gastos innecesarios de dinero en comparación con el método lineal tradicional.

5 respuestas



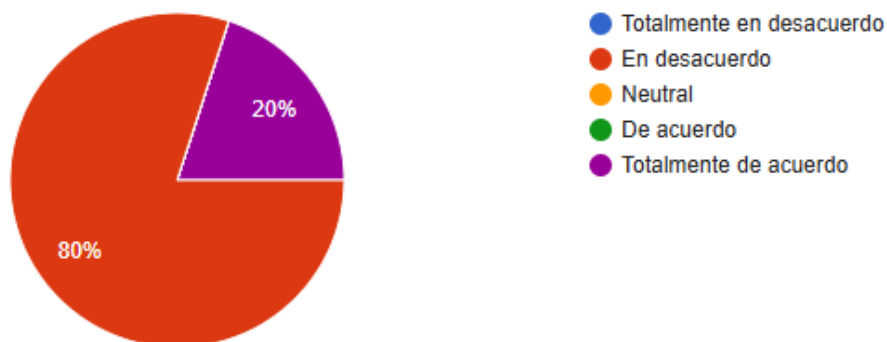
Gráfica 10.

*Beneficios Económicos de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico.
Elaboración propia (2024).*

A pesar de que un sector encuestado no está 100% seguro, la mayoría del personal concuerda en que el ahorro de sobrecostos como por ejemplo los gastos excesivos de mantenimiento correctivos y repuestos, y el recorte de gastos innecesarios, como por ejemplo compras adelantadas de nuevas tecnologías, sería una ventaja que brindaría un modelo de depreciación basado en la clase de riesgo, en comparación al método tradicional.

La implementación de un modelo de depreciación basado en el nivel de riesgo presentaría preocupaciones en cuanto a su fiabilidad

5 respuestas



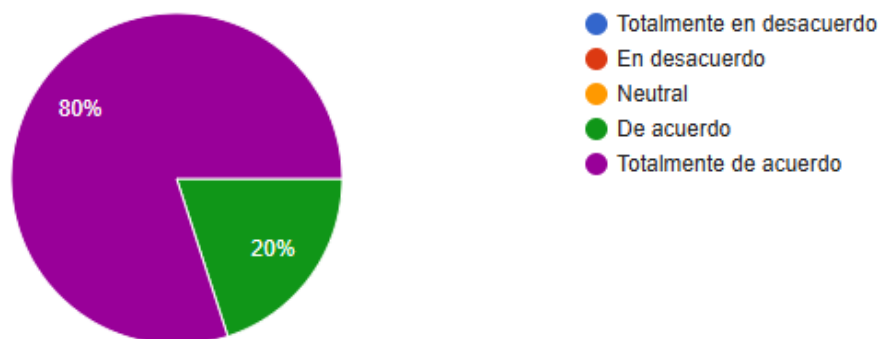
Gráfica 11.

Posibles Problemas de una Depreciación Basada en la Clase de Riesgo del Equipo Biomédico. Elaboración propia (2024).

Se planteó la posibilidad de que implementar un modelo de depreciación que tome en cuenta el nivel de riesgo pueda tener problemas de fiabilidad de resultados, pero solo uno de los encuestados considera dicha posibilidad: La mayoría del personal acuerda en que no sería un problema. Elaboración propia (2024).

La implementación de un modelo de depreciación basado en el nivel de riesgo brindaría más confianza y seguridad a los directivos del hospital en cuanto al manejo de la logística de sus equipos biomédicos

5 respuestas



Gráfica 12.

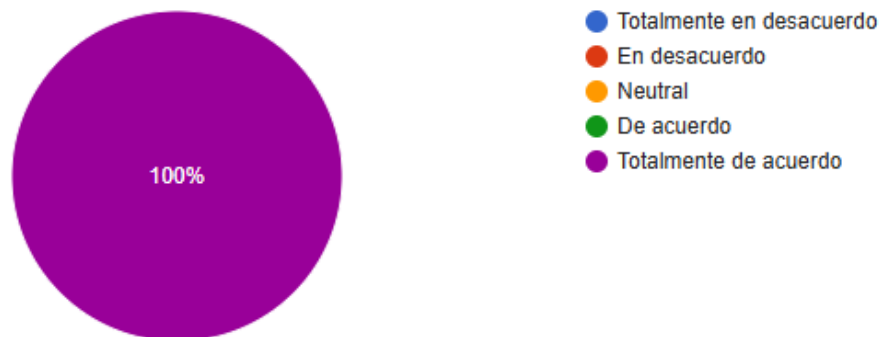
Fiabilidad de la Depreciación basada en el Nivel de Riesgo. Elaboración propia (2024).

En contraposición al planteamiento anterior, todos los encuestados confirman, tanto parcial como totalmente, que implementar este modelo de depreciación basado en la

clase de riesgo brindaría menos incertidumbre y mayor seguridad y confianza a los directivos del hospital.

Estaría dispuesto a probar e implementar un modelo de depreciación basado en el riesgo si se demuestra que es más preciso y beneficioso.

5 respuestas



Gráfica 13

Disposición a Implementar un Modelo de Depreciación Basado en su Nivel de Riesgo. Elaboración propia (2024).

Para finalizar la encuesta, se concluye con que todos los encuestados afirman en su totalidad que estarían dispuestos a emplear este modelo de depreciación con base en la clase de riesgo al confirmar sus beneficios y precisión.

4.4. DISCUSIÓN DE HALLAZGOS

Analizando las percepciones del personal del Hospital Santa Fe en relación con el método de depreciación actual y la posible implementación de un modelo alternativo que contemple la clase de riesgo de los equipos biomédicos, se presenta un análisis detallado de los resultados de la encuesta. Estos revelan percepciones significativas sobre el método de depreciación actual y la necesidad de un enfoque más adaptado a la clase de riesgo de los equipos biomédicos.

Un 40% de los encuestados afirma que el hospital utiliza el método de depreciación lineal del 10%, aunque un 20% muestra desacuerdo, lo que sugiere dudas sobre la eficacia de este enfoque estándar. Al respecto, un 60% de los participantes considera que el método de descarte actual no refleja adecuadamente el desgaste y el riesgo asociados a los equipos, indicando que la implementación de un modelo alternativo

podría mejorar la precisión en la gestión de activos críticos. Además, un 80% sostiene que el nivel de riesgo del equipo debería influir en su depreciación, lo que resalta una clara necesidad de personalizar el enfoque de depreciación para optimizar la seguridad del paciente y la gestión de recursos. Este apoyo se ve reflejado en el hecho de que un 100% de los encuestados está dispuesto a probar un nuevo modelo si se demuestra que es más preciso y beneficioso. Asimismo, el 80% de los participantes cree que un modelo basado en el riesgo no solo ofrecería una evaluación más certera del valor de los equipos a lo largo de su vida útil, sino que también impactaría positivamente en la planificación presupuestaria y la asignación de recursos, permitiendo un ahorro significativo en comparación con el método lineal. Sin embargo, es importante destacar que, aunque un 80% se siente confiado en que este nuevo modelo mejoraría la gestión, un 20% expresa preocupaciones sobre su fiabilidad, lo que sugiere que, aunque existe un amplio apoyo, será fundamental abordar estas inquietudes para asegurar una implementación efectiva.

En general, estos hallazgos están en línea con la literatura existente que enfatiza la necesidad de un enfoque más adaptado a las características y riesgos de los equipos biomédicos, subrayando la relevancia de considerar las especificidades de cada activo para optimizar su gestión y mejorar la eficiencia operativa del hospital.

4.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

A pesar de que los resultados de la encuesta proporcionan una visión valiosa sobre la percepción del personal del Hospital Santa Fe respecto a los métodos de depreciación de equipos biomédicos, es importante reconocer algunas limitaciones que podrían influir en la interpretación de estos hallazgos.

En primer lugar, la muestra de encuestados puede no ser representativa de todo el personal del hospital, ya que fue limitada hacia el personal administrativo y/o al sector con mayor conocimiento sobre el tema de la depreciación, lo que limita la generalización de los resultados. También es relevante considerar que la encuesta se realizó en un momento específico y podría no captar cambios en la percepción o en la práctica de depreciación que ocurran en el futuro. Por último, aunque el 100% de los encuestados se mostró dispuesto a implementar un modelo de depreciación

basado en el riesgo, esta disposición puede no traducirse automáticamente en una acción real, ya que la implementación de nuevos procesos puede enfrentar obstáculos organizativos y de recursos que no se reflejan en los resultados de la encuesta. Estas limitaciones sugieren que, si bien los hallazgos son prometedores y ofrecen una base para la consideración de un modelo de depreciación modificado, se requiere un análisis más profundo y posiblemente un estudio adicional que incluya una muestra más amplia y métodos de investigación complementarios para validar completamente la propuesta.

4.6. CONCLUSIONES PARCIALES

El análisis de los resultados obtenidos a través de la encuesta aplicada al personal del Hospital Santa Fe indica una clara percepción de la necesidad de un modelo de depreciación más adaptado a la clase de riesgo de los equipos biomédicos. La mayoría de los encuestados expresó insatisfacción con el método de depreciación lineal actual, sugiriendo que este no refleja adecuadamente el desgaste y el riesgo de los equipos, lo que podría afectar la toma de decisiones críticas en la gestión hospitalaria. La disposición del 100% de los participantes para probar un modelo alternativo basado en el riesgo resalta un consenso sobre la importancia de mejorar la precisión en la valoración de los activos, con el potencial de optimizar la planificación presupuestaria y la asignación de recursos. Sin embargo, las preocupaciones sobre la fiabilidad del nuevo modelo subrayan la necesidad de un enfoque cauteloso hacia su implementación.

CAPÍTULO 5.
DISEÑO DE LA PROPUESTA AL HOSPITAL SANTA FE.

5.1. Introducción

En la gestión de activos empresariales, la depreciación de los equipos es un aspecto crítico para asegurar la precisión en la representación financiera de los mismos, así como para la planificación de su mantenimiento y eventual reemplazo. Sin embargo, los métodos tradicionales de depreciación lineal pueden no ser los más adecuados para todos los tipos de equipos, especialmente aquellos con altos niveles de riesgo de obsolescencia o falla prematura. En este contexto, se propone un **MODELO DE DEPRECIACIÓN SEGÚN CLASE DE RIESGO (M.O.D.E.C.L.A.R.) DE EQUIPOS BIOMÉDICOS**, que busca mejorar la gestión financiera y operativa de los activos mediante la implementación de tasas de depreciación ajustadas en función del riesgo asociado a cada equipo.

Este modelo propone la aplicación de una tasa de depreciación más alta para aquellos equipos clasificados como de mayor riesgo, permitiendo así una reducción más rápida de su valor en libros. Esto no solo facilita una planificación más efectiva para el reemplazo de equipos, sino que también contribuye a una distribución más equitativa de los costos a lo largo del tiempo, reduciendo el riesgo de subestimar los costos asociados a la obsolescencia y el mantenimiento de equipos críticos.

La propuesta se fundamenta en principios contables y de gestión del riesgo, integrando un enfoque que alinea la depreciación contable con la realidad operativa de los activos. De esta manera, se proporciona una herramienta robusta para la toma de decisiones en la gestión de activos, que puede adaptarse a diferentes contextos empresariales y tipos de equipos, garantizando una mayor eficiencia y sostenibilidad financiera a largo plazo.

5.2. Justificación de la propuesta.

La selección del “**M.O.D.E.C.L.A.R**” para equipos médicos responde a la necesidad de optimizar la gestión de estos activos críticos, asegurando que su valor contable refleje de manera precisa su realidad operativa y su ciclo de vida. Esta propuesta fue desarrollada debido a varios factores clave que afectan directamente la gestión de los activos de la empresa en el ámbito de la salud.

Los equipos médicos, por su naturaleza, están sujetos a un ritmo acelerado de obsolescencia tecnológica y a un desgaste más rápido debido a su uso intensivo y a la evolución constante de las tecnologías de salud. Esta realidad no es uniforme para todas las categorías de equipos, por lo que sería inadecuado considerarlos como un solo rubro, quizá el de equipos electrónicos. Los métodos tradicionales de depreciación lineal no logran capturar adecuadamente estas variaciones en el riesgo de obsolescencia, lo que podría llevar a una sobrevaloración de ciertos equipos médicos en los libros contables, incrementando el riesgo asociado con su reemplazo tardío y afectando la capacidad de la organización para ofrecer un servicio de salud de alta calidad.

Dicho esto, la Ley 90 del 26 de diciembre de 2017 (Gaceta Oficial, 2017) establece un marco regulatorio sobre dispositivos médicos, requiriendo que se implementen protocolos para la vigilancia y gestión de eventos adversos en dispositivos médicos utilizados en salud. Esto abarca desde la fabricación hasta el manejo y desecho de estos productos, lo cual deja una base fundamental para asegurar que los dispositivos utilizados en los centros de salud cumplan con estándares de calidad que protejan la salud de los pacientes y minimicen riesgos. El incumplimiento de esta normativa puede resultar en eventos adversos, lo que subraya la responsabilidad de las organizaciones en la adopción de prácticas que prioricen la seguridad del paciente. Además, la Ley 92 del 12 de septiembre de 2019 complementa la Ley 90 al introducir mecanismos más específicos para la vigilancia de dispositivos médicos y la gestión de eventos adversos. Esto es crucial en un sistema de salud donde la confianza del paciente depende en gran medida de la eficacia y seguridad de los equipos utilizados. La ley destaca que la vigilancia y gestión adecuadas de los dispositivos médicos son esenciales para prevenir problemas y garantizar un entorno seguro para los pacientes.

Por último, el Decreto 490 del 4 de octubre de 2019 regula el Programa Nacional de Vigilancia de Dispositivos Médicos, que se implementa para prevenir y gestionar eventos adversos en todos los centros de salud, tanto públicos como privados. Este programa es un ejemplo claro de la obligación de las organizaciones de servicios de salud de cumplir con un marco legal que prioriza la seguridad y bienestar de los

pacientes, fortaleciendo así la responsabilidad social de las organizaciones. En conjunto, estas normativas no sólo establecen un marco legal, sino que también enfatizan la obligación de las instituciones de salud de adoptar modelos de gestión que incluyan la evaluación del riesgo y la seguridad de los equipos biomédicos. Esto tiene un impacto directo en la calidad del servicio que se ofrece, reflejando el compromiso de las instituciones con la seguridad del paciente y la mejora continua en la atención sanitaria.

Tomando estas consideraciones legales en adición, este modelo de “depreciación acelerada según riesgo” permite a la organización hospitalaria planificar con mayor precisión el reemplazo de equipos médicos críticos, asegurando que estos sean renovados antes de que se vuelvan ineficientes, inseguros o tecnológicamente obsoletos. Al ajustar la tasa de depreciación según el riesgo inherente a cada tipo de equipo, se puede distribuir en forma realista los costos asociados a la depreciación a lo largo del tiempo, evitando impactos financieros negativos en el futuro, facilitando una planificación presupuestaria más predecible y equilibrada, pero al mismo tiempo, tomando en cuenta las diferencias en cuanto al riesgo de uso de las diferentes categorías de equipos médicos existentes. Este enfoque promueve una mayor transparencia y precisión en la gestión del valor de los equipos médicos, lo cual es importante para mantener la confianza de profesionales de la salud, pacientes y reguladores. Reflejando con mayor fidelidad la realidad del ciclo de vida de estos equipos, la organización puede mejorar su capacidad para adaptarse a cambios tecnológicos y a las exigencias del sector salud, manteniendo una ventaja competitiva en la prestación de servicios de salud de alta calidad.

Finalmente, la implementación de este modelo permite una mayor flexibilidad en la gestión de los equipos médicos, adaptándose a las particularidades de cada tipo de dispositivo y su entorno operativo. Esto no solo contribuye a una mejor gestión del riesgo, sino que también permite optimizar los recursos disponibles, garantizando que la empresa mantenga un equilibrio adecuado entre la inversión en nuevos equipos y el mantenimiento de los existentes.

5.3. Objetivos

5.3.1. Objetivo General

Desarrollar un Modelo de Depreciación Lineal Acelerado según Riesgo para los equipos médicos del Hospital Santa Fe, con el fin de optimizar la gestión de estos activos críticos, asegurando una representación contable precisa y facilitando la planificación estratégica para su reemplazo y mantenimiento.

5.3.2. Objetivos Específicos

- Clasificar los equipos médicos del Hospital Santa Fe según su nivel de riesgo, considerando factores como la obsolescencia tecnológica, el desgaste por uso, y la criticidad en el contexto operativo de la organización.
- Calcular la tasa de depreciación ajustada por riesgo para cada categoría de equipos médicos, utilizando el modelo propuesto, y determinando su impacto en el valor contable y financiero de la organización.
- Diseñar el modelo de depreciación y realizar prueba piloto en el Hospital Santa Fe.
- Validar el modelo propuesto midiendo la percepción del encargado de Biomédica del Hospital Santa Fe.

5.4. Metas a alcanzar

Proponer un modelo de depreciación que considere cada categoría de riesgo, aplicando las tasas ajustadas en una prueba piloto, con el objetivo de verificar la precisión y efectividad del modelo propuesto. Posteriormente presentar los resultados a la encargada del departamento de biomédica del hospital caso de estudio, y evaluar su percepción del modelo planteado aplicando un instrumento de recolección de datos tipo encuesta.

5.5. Beneficios de la propuesta

- Al aplicar una tasa de depreciación más alta a equipos de mayor riesgo, el modelo permite una planificación más efectiva para el reemplazo y mantenimiento de estos equipos críticos, evitando sorpresas financieras y operativas.
- La depreciación acelerada ajustada por riesgo asegura que el valor en libros de los equipos refleje más fielmente su depreciación real, mejorando la exactitud de los estados financieros.
- Con una tasa de depreciación ajustada, la organización puede prever mejor los costos asociados al reemplazo de equipos, facilitando la asignación de presupuestos y la toma de decisiones estratégicas.
- La depreciación acelerada permite que los costos se distribuyan de manera más equilibrada a lo largo del tiempo, evitando acumulaciones inesperadas de costos al final de la vida útil del equipo.
- Equipos de alto riesgo, que podrían volverse obsoletos o costosos de mantener, son reemplazados más frecuentemente, reduciendo el riesgo de fallos operativos y mejorando la seguridad y eficiencia en el entorno de trabajo.

5.6. Cronograma de la Propuesta

Actividad General	Fecha de Inicio	Fecha Final	Número de Semanas
Desarrollo del Modelo			
Definición de parámetros y clasificación	01/04/2024	15/04/2024	2
Cálculo de tasas de depreciación	16/04/2024	30/04/2024	2
Prueba Piloto			
Configuración del sistema contable	16/05/2024	31/05/2024	2
Ejecución de la prueba piloto	01/06/2024	30/06/2024	4
Análisis de resultados y ajustes	01/07/2024	15/07/2024	2
Evaluación y Validación			
Aplicación del Instrumento de Percepción del usuario de la propuesta realizada	16/07/2024	31/07/2024	2
Revisión de precisión del modelo	01/08/2024	30/08/2024	4
Documentación y elaboración de informes	31/08/2024	15/10//2024	7
Presentación de resultados	16/10/2024	15/12//2024	8

Tabla 4

Cronograma de actividades donde se expone el rango de tiempo estimado en el desarrollo de la propuesta. Elaboración propia (2024).

5.7. Diseño de la propuesta

Los requisitos primarios de esta propuesta son el resultado de la encuesta realizada al personal directivo del Hospital Santa Fe, que arrojó como conclusión que el método de descarte utilizado actualmente en el hospital no refleja de forma adecuada el desgaste y el riesgo asociados a los equipos, indicando que la implementación de un modelo alternativo podría mejorar la precisión en la gestión de activos críticos, además de que el nivel de riesgo del equipo biomédico sí debería influir en su depreciación, lo que resalta una clara necesidad de personalizar el enfoque de depreciación para optimizar la seguridad del paciente y la gestión de recursos y que un modelo basado en el riesgo no solo ofrecería una evaluación más certera del valor de los equipos a lo largo de su vida útil, sino que también impactaría positivamente en la planificación presupuestaria y la asignación de recursos, permitiendo un ahorro significativo en comparación con el método lineal.

El modelo propuesto se basa en el concepto de depreciación lineal, pero introduce una variación importante al considerar el factor de riesgo asociado a cada tipo de equipo médico. Esta consideración se traduce en una tasa de depreciación anual más alta para los equipos de mayor riesgo, lo que resulta en una reducción más rápida de su valor en libros.

La premisa fundamental de este enfoque es que los equipos médicos de mayor riesgo tienden a volverse obsoletos más rápidamente o requieren reemplazo más frecuente debido a avances tecnológicos o cambios en los estándares de atención médica. Por lo tanto, una depreciación acelerada para estos equipos refleja de manera más precisa su pérdida de valor económico y funcional en el tiempo, en ese orden de ideas, otro aspecto importante del modelo propuesto es que se pueden modificar el tiempo de vida útil según varíe las normas o las particularidades del entorno donde se desee aplicar.

5.7.1 Metodología.

Tras un exhaustivo estudio y análisis de los cuatro métodos de depreciación (lineal, doble saldo decreciente, depreciación por unidades producidas y SMARC), se sostiene que el método de depreciación lineal es el más apropiado para la gestión de equipos biomédicos en el Hospital Santa Fe. Esta afirmación se apoya en algunos de los estudios expuestos en el marco teórico que evidencian la eficacia del método lineal. Por ejemplo, Riewpaiboon et al. (2011) indican que el uso de un método de costos coherente, como el lineal, contribuye a una mejor gestión financiera y a una asignación precisa de los recursos hospitalarios. Asimismo, Chang, Zhao et al. (2017) subrayan la importancia del enfoque de costo de ciclo de vida, destacando que el método lineal permite una representación más equilibrada y realista de los costos operativos a lo largo del tiempo. Finalmente, Altalabi et al. (2019) demuestran que la aplicación del método de depreciación lineal en un programa de optimización de sustitución de equipos médicos resulta efectivo y aplicable, reafirmando su utilidad para la planificación financiera y la toma de decisiones dentro del sector salud. En conjunto, estos estudios evidencian que el método de depreciación lineal no solo es el más sencillo de implementar, sino que también proporciona una base sólida para evaluar los costos asociados a los equipos médicos, siendo crucial para la sostenibilidad y la gestión eficiente en el ámbito sanitario.

Dicho esto, se trabajó con base en el método lineal, en donde se plantea lo siguiente:

$$D = (\text{Valor Inicial del Activo} - \text{Valor residual}) * 0.10$$

Donde:

- D = Cuota de depreciación constante
- Valor Inicial del Activo= El valor original de nuestro activo en cuestión.
- Valor Residual= El valor monetario que se espera tener a la vida final del activo.
- 0.10 = es el equivalente al porcentaje de depreciación estipulado para el activo, en este caso el MITRADEL estipula 10% (2018)

Trabajando con base en esto, se le hizo una adecuación que dio origen al “Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo (M.O.D.E.C.L.A.R)”, en el cual la tasa de depreciación anual se calcula como:

$$Tasa = 1 - \left(\frac{Valor\ residual}{Valor\ inicial} \right)^{\frac{1}{Vida\ útil}}$$

Fórmula 6

Fórmula propuesta para depreciar equipos biomédicos según su clase de riesgo. Elaboración propia (2024)

Donde:

- Valor residual = 10% del valor inicial
- Vida útil = años según clasificación de riesgo

Se proponen las siguientes vidas útiles según clasificación de riesgo:

- Clase a: 10 años
- Clase b: 8 años
- Clase c: 6 años

Tomando en cuenta la información facilitada por el Hospital, se recalca que la clase D fue excluida de este modelo, pues el Hospital no hace manejo de dispositivos médico-quirúrgicos de clase D

5.7.2 Aplicación del modelo.

Aplicando la fórmula, las tasas de depreciación anual quedarían ejemplificadas de la siguiente forma:

- Clase A (10 años):

$$Tasa = 1 - \left(\frac{0.1}{1} \right)^{\frac{1}{10}} = 1 - 0.3977 = 0.6023 = 10.5\%$$

- Clase B (8 años):

$$Tasa = 1 - \left(\frac{0.1}{1} \right)^{\frac{1}{8}} = 1 - 0.4593 = 0.5407 = 13.1\%$$

- Clase C (6 años):

$$Tasa = 1 - \left(\frac{0.1}{1} \right)^{\frac{1}{6}} = 1 - 0.5447 = 0.4553 = 16.9\%$$

- Clase a: 10.5%
- Clase b: 13.1%
- Clase c: 16.9%

5.8. Resultados

La ingeniera Maricarmen León, jefa del departamento de Biomédica del Hospital Santa Fe, facilitó un listado de equipos que manejan en el centro de salud que van desde la clase A hasta la C en cuanto a riesgo, agregando que en el Hospital no se hace manejo de Insumos médico-quirúrgicos de clase D, por lo cual se recalca que esta clase de riesgo fue excluida de este estudio. A continuación, se mostrará la realización del cálculo de depreciación tradicional.

5.8.1. Resultados de la depreciación.

5.8.1.1. Resultados de depreciación para el equipo: CAMA

HOSPITALARIA, E250 [DRE 77425]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	462,76	462,76	4.434,22
2	462,76	925,53	3.971,45
3	462,76	1.388,29	3.508,69
4	462,76	1.851,06	3.045,92
5	462,76	2.313,82	2.583,16
6	462,76	2.776,59	2.120,39
7	462,76	3.239,35	1.657,63
8	462,76	3.702,12	1.194,86
9	462,76	4.164,88	732,10
10	462,76	4.627,65	269,33

Tabla 5

Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de Clase A. Elaboración propia (2024)

5.8.1.2. Resultados de depreciación para el equipo: ULTRASONIDO,

ACUSON NX3 ELITE [SIEMENS 505416]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	3.471,43	3.471,43	26.176,11
2	3.471,43	6.942,86	22.704,68
3	3.471,43	10.414,29	19.233,25

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
4	3.471,43	13.885,72	15.761,82
5	3.471,43	17.357,15	12.290,39
6	3.471,43	20.828,58	8.818,96
7	3.471,43	24.300,01	5.347,53
8	3.471,43	27.771,44	1.876,10

Tabla 6

Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de clase B. Elaboración propia (2024)

5.8.1.3. Resultados de depreciación para el equipo: DESFIBRILADOR, M2 [ZOLL, BA221000155]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	1.099,35	1.099,35	6.492,30
2	1.099,35	2.198,69	5.392,96
3	1.099,35	3.298,04	4.293,61
4	1.099,35	4.397,39	3.194,26
5	1.099,35	5.496,73	2.094,92
6	1.099,35	6.596,08	995,57

Tabla 7

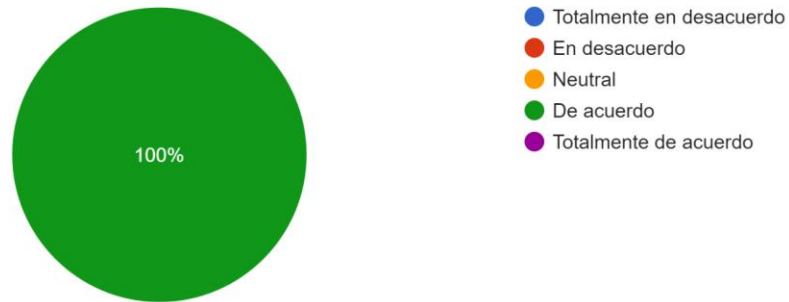
Cálculo de la depreciación con la fórmula propuesta para un equipo de clase C. Elaboración propia (2024)

5.8.1.4. Resultados de la percepción de la Población con Respecto a la Propuesta

Se aplicó una encuesta de satisfacción también en escala de Likert a los mismos directivos del Hospital Santa Fe, a los que se le aplicó la primera encuesta de diagnóstico, para medir cuantitativamente su opinión con respecto a la propuesta presentada. Los resultados de la encuesta fueron los siguientes:

El Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo es fácil de comprender y aplicar.

5 respuestas



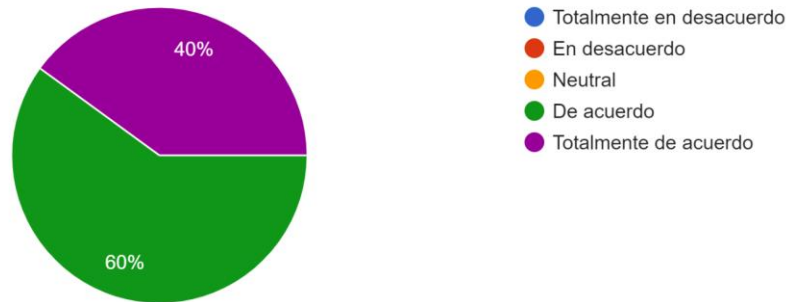
Gráfica 14.

Facilidad de Comprensión de la Propuesta. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos concuerdan en que la propuesta presentada fue fácil de comprender y así mismo es fácil de aplicar

El modelo reflejó adecuadamente el desgaste y riesgo real de los equipos biomédicos.

5 respuestas



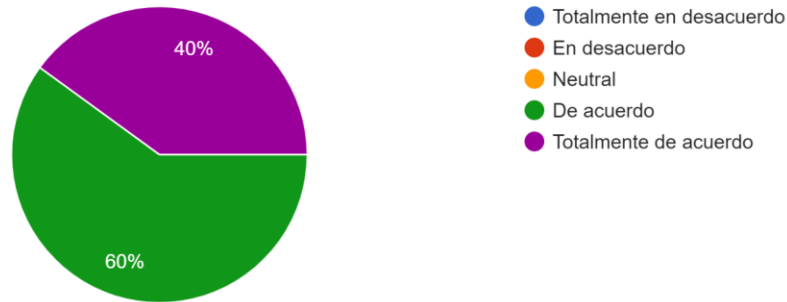
Gráfica 15

Reflejo del desgaste del Equipo Biomédico de la Fórmula propuesta. Elaboración propia (2024).

Tanto parcial como totalmente, los directivos concuerdan en que la propuesta refleja adecuadamente el desgaste y riesgo de los equipos biomédicos.

Considera que el modelo mejoraría la precisión en la depreciación de los equipos en comparación con el método actual.

5 respuestas



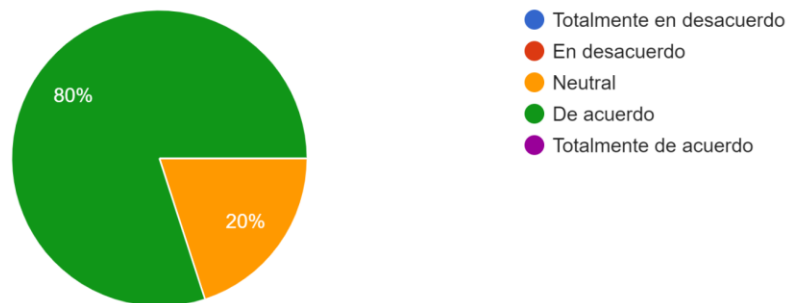
Gráfica 16.

Precisión de la Depreciación con el Método Propuesto. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos, tanto parcial como totalmente, también concuerdan en que el M.O.D.E.C.L.A.R. traería mejoras de precisión en la depreciación de los equipos biomédicos, a comparación con el método actual.

La implementación de este modelo contribuiría a una mejor planificación presupuestaria del hospital.

5 respuestas



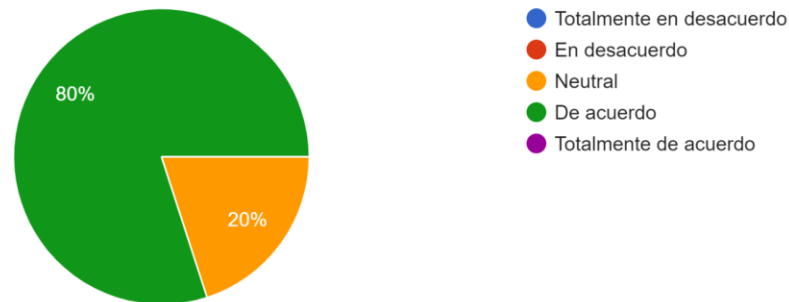
Gráfica 17.

Planificación Presupuestaria con el Método Propuesto. Elaboración propia (2024).

A pesar de que uno de los encuestados se abstuvo de opinar, la mayoría confirma que el M.O.D.E.C.L.A.R traería una mejor planificación de presupuesto del Hospital Santa Fe.

El Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo permitiría una toma de decisiones más precisa sobre el mantenimiento y reemplazo de los equipos.

5 respuestas



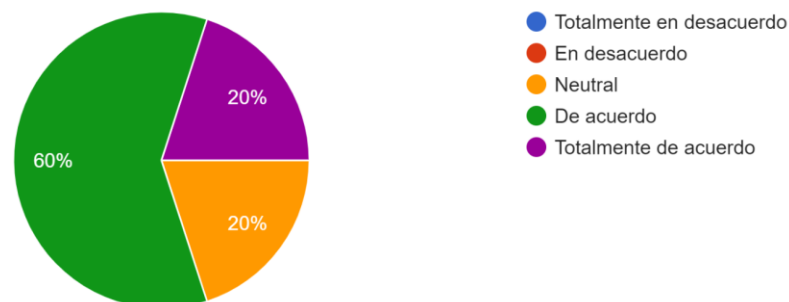
Gráfica 18

Toma de Decisiones con la Fórmula Propuesta. Elaboración propia (2024).

Nuevamente, a pesar de haber una abstención, la mayoría del personal concuerda en que el M.O.D.E.C.L.A.R permitiría tomar mejores y más precisas decisiones en cuanto a mantenimiento y reemplazo de equipos biomédicos.

El modelo tiene el potencial de optimizar los recursos disponibles para la gestión de equipos biomédicos.

5 respuestas

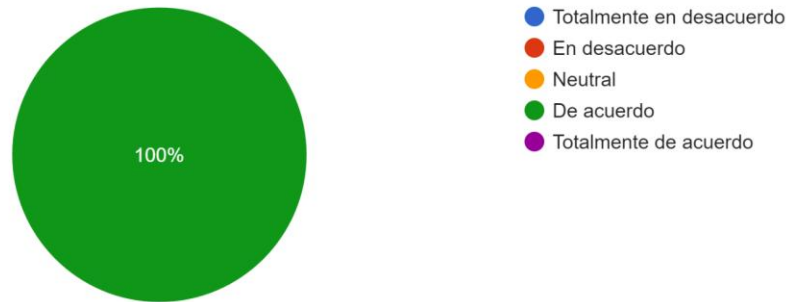


Gráfica 19

Optimización de Recursos con el Método de Depreciación Propuesto. Elaboración propia (2024).

La mayoría de los directivos concuerdan, tanto parcial como totalmente, que el M.O.D.E.C.L.A.R. podría optimizar los recursos para la gestión de equipos biomédicos. Solo hubo una abstención al respecto.

El modelo proporciona mayor confianza y seguridad en la gestión de los equipos biomédicos.
5 respuestas

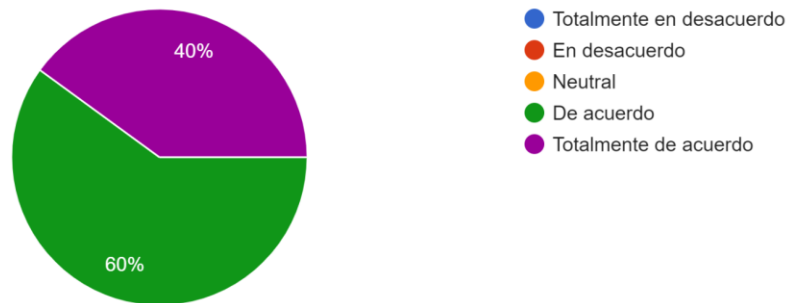


Gráfica 20

Confianza en la Gestión de los Equipos Biomédicos. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos concuerdan en que el M.O.D.E.C.L.A.R. es confiable y brinda seguridad en la gestión de los equipos biomédicos.

Considera que el Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo sí podría mejorar el control sobre el ciclo de vida de los equipos médicos.
5 respuestas



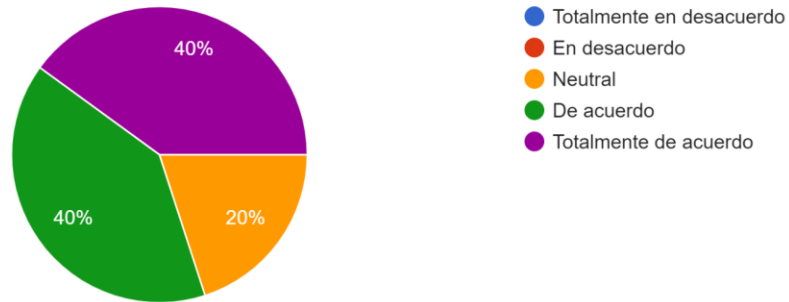
Gráfica 21

Mejora del Control del Ciclo de Vida Útil de los Equipos Biomédicos. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos concuerdan, tanto parcial como totalmente, en que el M.O.D.E.C.L.A.R. sí traería mejoras en el control del ciclo de vida de los equipos biomédicos, que fue uno de los objetivos de este trabajo.

Considera que el modelo ofrece una evaluación más precisa y útil del valor de los equipos a lo largo de su vida útil.

5 respuestas



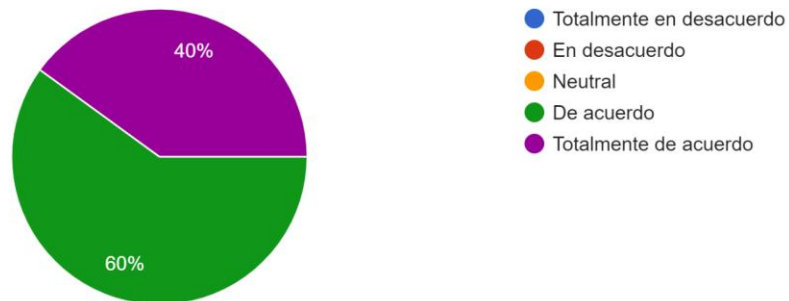
Gráfica 22

Precisión de la Evaluación de la Vida Útil y el Valor de los Equipos Biomédicos. Elaboración propia (2024).

A pesar de haber solo una abstención, la mayoría de los directivos concuerda, tanto parcial como totalmente, en que, en consecuencia, con el punto anterior, el M.O.D.E.C.L.A.R mejoraría el manejo de la vida útil de los equipos biomédicos mediante una evaluación más precisa y útil de su valor.

El modelo facilita la predicción de cuándo reemplazar los equipos médicos de manera más precisa.

5 respuestas



Gráfica 23

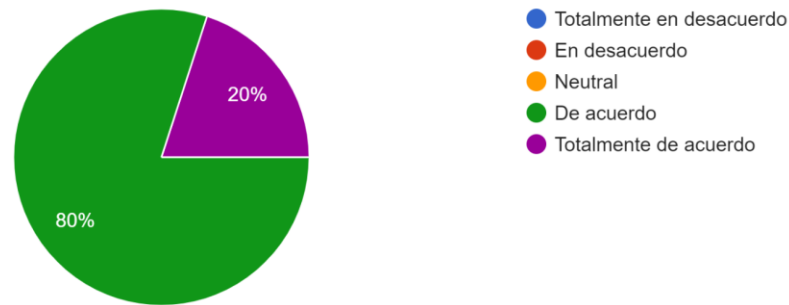
Predicción de Reemplazo de los Equipos Biomédicos. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos concuerdan, tanto parcial como totalmente, en que el M.O.D.E.C.L.A.R. también facilitaría una predicción más precisa de cuándo

reemplazar los equipos biomédicos, contribuyendo a su mejor manejo del ciclo de vida útil.

El Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo mejora la transparencia en la gestión de los activos médicos.

5 respuestas



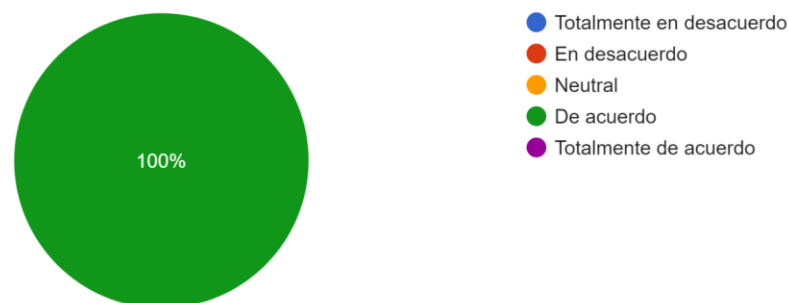
Gráfica 24

Transparencia en la Gestión de Activos Médicos. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos concuerdan en que el M.O.D.E.C.L.A.R. también brindaría mejor transparencia en la gestión de activos médicos.

Estaría dispuesto/a a recomendar la implementación del Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo a otras instituciones de salud.

5 respuestas



Gráfica 25.

Disposición a Recomendar la propuesta a Otras Instituciones de Salud. Elaboración propia (2024).

Todos los directivos estarían dispuestos a recomendar el M.O.D.E.C.L.A.R. a otras instituciones de salud, lo cual es reflejo de la buena percepción de este.

5.9 Análisis y discusión de resultados

5.9.1 Análisis de Resultados

En esta sección, en dos tablas se calculan la vida útil y valor de rescate del inventario de equipos médicos seleccionados del Hospital caso de estudio. Estas tablas plantean tanto el método propuesto como el método lineal estándar.

Equipo	Valor	Año	Clase	Vida útil			
				Método propuesto		Método lineal	
				años	Fin vida útil	Años	Fin vida útil
CAMA HOSPITALARIA, E250 [DRE 77425]	4896,98	2016	A	10	2026	10	2026
CAMILLA, MILLENNIUM 5 [AVANTE E009075]	4678,01	2016		10	2026	10	2026
Torniquete, DTS3000 [DS-MAREF, 20025711]	8025,00	2022		10	2032	10	2032
GRÚA MANUAL DE PACIENTE, [HSF-GRUA-SALA4]	1653,15	2023		10	2033	10	2033
SILLA DE RUEDA PARA OBESO	1519,40	2023		10	2033	10	2033
RESONANCIA MAGNÉTICA, PANORAMA HFO [PHILIPS, 37161]	1490000,00	2013	B	8	Obsoleto	10	2023
ULTRASONIDO, ACUSON NX3 ELITE [SIEMENS 505416]	29647,54	2020		8	2028	10	2030
MONITOR DE SIGNOS VITALES, MM12 [MEDIBLU MM2102F08]	1856,45	2021		8	2029	10	2031
VENTILADOR PULMONAR MARCA: CAREFUSION, MODELO: AVEA COMPHENSIVE	34079,50	2014		8	Obsoleto	10	2024
MONITOR CENTRAL, D-LCC19-02 [GENERAL ELECTRIC CUC41A00394]	18190,00	2014		8	Obsoleto	10	2024
MAMÓGRAFO, SELENIA DIMENSIONS [HOLOGIC, SDM 131800463]	185.110,00	2019	C	6	2025	10	2029
AUTOCLAVE O ESTERILIZADOR DE ALTA TEMPERATURA, AMSCO CENTURY [AMSCO HSF-6073]	15.800,00	2016		6	Obsoleto	10	2026
DEFIBRILADOR, M2 [ZOLL, BA221000155]	7.591,65	2023		6	2029	10	2033
RAYOS X PORTÁTIL, MOBILETT ELARA MAX [SIEMENS, 13144]	116.880,00	2021		6	2027	10	2031
TOMÓGRAFO ESTACIÓN DE TRABAJO BRILLIANCE 64 [PHILIPS, 728231-95429]	549.879,48	2014		6	Obsoleto	10	2024

Tabla 8

Comparación de cálculos de vida útil de los equipos biomédicos del hospital Santa Fe con el Método Tradicional vs el Método Modificado. Elaboración propia (2024)

Equipo	Valor	Clase	Método propuesto		
			Depreciación anual	Depreciación acumulada	Valor en libros
CAMA HOSPITALARIA, E250 [DRE 77425]	4896,98	A	462,76	4627,6	269,33
CAMILLA, MILLENNIUM 5 [AVANTE E009075]	4678,01		442,07	4420,7	257,29
Torniquete, DTS3000 [DS-MAREF, 20025711]	8025,00		758,36	7583,6	441,38
GRÚA MANUAL DE PACIENTE, [HSF-GRUA-SALA4]	1653,15		156,22	1562,2	90,92
SILLA DE RUEDA PARA OBESO	1519,40		143,58	1435,8	83,57
RESONANCIA MAGNÉTICA PANORAMA HFO [PHILIPS, 37161]	1490000,00	B	174464,1	1395712,8	94287,20
ULTRASONIDO, ACUSON NX3 ELITE [SIEMENS 505416]	29647,54		3471,43	27771,44	1876,10
MONITOR DE SIGNOS VITALES, MM12 [MEDIBLU MM2102F08]	1856,45		217,37	1738,95	117,50
VENTILADOR PULMONAR MARCA: CAREFUSION, MODELO: AVEA COMPHENSIVE	34079,50		3990,37	31922,95	2156,55
MONITOR CENTRAL, D-LCC19-02 [GENERAL ELECTRIC CUC41A00394]	18190,00		2129,87	17038,94	1151,06
MAMÓGRAFO SELENIA DIMENSIONS [HOLOGIC, SDM 131800463]	185.110,00	C	26805,78	160834,67	24275,33
AUTOCLAVE O ESTERILIZADOR DE ALTA TEMPERATURA, AMSCO CENTURY [AMSCO HSF-6073]	15.800,00		2288	13727,99	2072,01
DEFIBRILADOR, M2 [ZOLL, BA221000155]	7.591,65		1099,35	6596,08	995,57
RAYOS X PORTÁTIL, MOBILETT ELARA MAX [SIEMENS, 13144]	116.880,00		16925,39	101552,36	15327,64
TOMÓGRAFO ESTACIÓN DE TRABAJO, BRILLIANCE 64 [PHILIPS, 728231-95429]	549.879,48		79628,05	477768,28	72111,20

Tabla 9

Valores finales para el método modificado. Elaboración propia (2024)

Equipo	Valor	Clase	Método lineal tradicional		
			Depreciación anual	depreciación acumulada	Valor en libros
CAMA HOSPITALARIA, E250 [DRE 77425]	4896,98	A	440,73	4407,3	489,70
CAMILLA, MILLENNIUM 5 [AVANTE E009075]	4678,01		421,02	4210,2	467,80
Torniquete, DTS3000 [DS-MAREF, 20025711]	8025,00		722,25	7222,5	802,50
GRÚA MANUAL DE PACIENTE, [HSF-GRUA-SALA4]	1653,15		148,78	1487,84	165,31
SILLA DE RUEDA PARA OBESO	1519,40		136,75	1367,46	151,94
RESONANCIA MAGNÉTICA, PANORAMA HFO [PHILIPS, 37161]	1490000,00	B	134100	1341000	149000,00
ULTRASONIDO, ACUSON NX3 ELITE [SIEMENS 505416]	29647,54		2668,28	26682,79	2964,75
MONITOR DE SIGNOS VITALES, MM12 [MEDIBLU MM2102F08]	1856,45		167,08	1670,81	185,64
VENTILADOR PULMONAR MARCA: CAREFUSION, MODELO: AVEA COMPHENSIVE	34079,50		3067,16	30671,55	3407,95
MONITOR CENTRAL, D-LCC19-02 [GENERAL ELECTRIC CUC41A00394]	18190,00		1637,1	16371	1819,00
MAMÓGRAFO, DIMENSIONS [HOLOGIC, SDM 131800463]	185.110,00	C	16659,9	166599	18511,00
AUTOCLAVE O ESTERILIZADOR DE ALTA TEMPERATURA, AMSCO CENTURY [AMSCO HSF-6073]	15.800,00		1422	14220	1580,00
DEFIBRILADOR, M2 [ZOLL, BA221000155]	7.591,65		683,25	6832,48	759,17
RAYOS X PORTÁTIL, MOBILETT ELARA MAX [SIEMENS, 13144]	116.880,00		10519,2	105192	11688,00
TOMÓGRAFO ESTACIÓN DE TRABAJO, BRILLIANCE 64 [PHILIPS, 728231-95429]	549.879,48		49489,15	494891,53	54987,95

Tabla 10

Valores finales para el método lineal tradicional. *Elaboración propia (2024)*

Este análisis compara los resultados obtenidos mediante el método de depreciación lineal acelerado propuesto y el método lineal tradicional para una variedad de equipos médicos. El objetivo es evaluar el comportamiento de la depreciación en ambos modelos y determinar el más pertinente para el caso de estudio de esta investigación.

Se analizaron 15 equipos médicos diversos, clasificados en tres categorías de riesgo (A, B y C). Los parámetros clave examinados incluyen:

- Valor inicial del equipo
- Vida útil asignada

- Depreciación anual
- Depreciación acumulada
- Valor en libros al final de la vida útil

5.9.1.1 Interpretación de las Tablas

Se evidencian diferencias significativas en la forma en que se refleja el valor contable de los equipos médicos a lo largo del tiempo. Estas diferencias son especialmente relevantes cuando se consideran las diversas clases de riesgo de los equipos biomédicos.

5.9.1.1.1 Vida Útil y Obsolescencia

- **Método Propuesto:** Asigna vidas útiles más cortas a equipos de mayor riesgo (Clase B: 8 años, Clase C: 6 años).
- **Método Tradicional:** Aplica una vida útil estándar de 10 años para todos los equipos.

En este aspecto se observa que el método propuesto identifica como "obsoletos" varios equipos de alto riesgo (clases B y C) que aún se consideran activos bajo el método tradicional.

5.9.1.1.2 Depreciación Anual y Acumulada

- **Método Propuesto:** Se observa que el método acelerado ajustado por riesgo refleja una mayor depreciación anual en los equipos más críticos y susceptibles a la obsolescencia rápida, como la resonancia magnética y el ultrasonido. Este enfoque sugiere poder lograr una mayor precisión en la representación del desgaste real de los equipos, facilitando una mejor planificación para su reemplazo oportuno.
- **Método Lineal Tradicional:** Este método distribuye la depreciación de manera uniforme durante la vida útil estimada del equipo, lo que puede resultar en una sobrevaloración de los activos a medida que envejecen. La depreciación

acumulada también es menor, lo que puede llevar a la empresa a mantener equipos obsoletos en sus libros contables por más tiempo del adecuado.

5.9.1.1.3 Valor en Libros

- **Método Propuesto:** El valor en libros relativo por el método propuesto, para equipos de alto riesgo, va a ser menor en comparación a los de menor riesgo. Lo que llevaría a pensar en la posibilidad de un reemplazo anticipado del equipo al término de su vida útil.
- **Método Lineal Tradicional:** El valor en libros, en términos generales de las tres clases de riesgo, es significativamente más alto, lo que puede dar una falsa sensación de valor residual y utilidad de los equipos. Esto puede no reflejar el riesgo inherente de mantener los equipos por más tiempo del adecuado en el entorno clínico.

5.9.1.2 Interpretación de las Gráficas de Satisfacción

El método propuesto, al ajustar la depreciación según el riesgo, permite a la organización preparar mejor su flujo de caja para futuros reemplazos y evitar inversiones innecesarias en equipos que ya no cumplen con los estándares clínicos actuales. Esto es particularmente importante en equipos como los ventiladores pulmonares y monitores centrales, que muestran una depreciación más acelerada en el método propuesto, lo que facilita una actualización tecnológica más oportuna.

5.10. Cumplimiento de objetivos

a. Objetivo General:

Proponer el diseño de un modelo matemático de depreciación para gestionar el tiempo de vida útil de los equipos médicos en Panamá.

Este objetivo se cumplió al diseñar un Modelo de Depreciación Lineal Acelerado según Riesgo, que no solo ajusta las tasas de depreciación de acuerdo con la criticidad y el uso de los equipos médicos, sino que también ofrece una herramienta práctica para la gestión del tiempo de vida útil en el contexto panameño. Este modelo

mejora la precisión en la representación contable de los equipos médicos, lo que facilita una planificación estratégica más efectiva para su reemplazo y mantenimiento.

b. Objetivos Específicos

- **Identificar los diversos modelos de depreciación existentes.**

Este objetivo se cumplió mediante una revisión de la literatura y un análisis comparativo de los modelos de depreciación más utilizados en la gestión de activos que se puede observar en el capítulo 2.

- **Conocer qué investigaciones o alternativas se han hecho en torno al cálculo de tiempo de vida útil de equipos médicos.**

Se investigaron diferentes enfoques y estudios relacionados con el cálculo del tiempo de vida útil de equipos médicos. Esta investigación incluyó la evaluación de modelos basados en el riesgo, análisis de la obsolescencia tecnológica y estudios. Esto proporcionó una base sólida para el desarrollo del modelo propuesto.

- **Diagnosticar el estado actual en cuanto al cálculo de la depreciación y la gestión de la vida útil de los equipos en el Hospital Santa Fe.**

Este objetivo se cumplió mediante la implementación de una encuesta de diagnóstico en escala de Likert, presentada en el capítulo 4, que permitió evaluar el estado actual del cálculo de la depreciación y la gestión de la vida útil de los equipos biomédicos en el Hospital Santa Fe. Los resultados de esta herramienta revelaron las prácticas existentes, sus deficiencias y los puntos críticos relacionados con la depreciación de los equipos, validando la pertinencia del estudio y proporcionando una base sólida para el desarrollo del modelo propuesto en esta investigación. La encuesta no solo sirvió como un medio para recopilar información objetiva, sino que también fue fundamental para identificar áreas específicas de mejora, lo que ratifica el cumplimiento del objetivo planteado.

- **Diseñar un modelo matemático basado en el riesgo que calcule el tiempo de vida útil de los equipos médicos usados en el Hospital Santa Fe.**

El modelo matemático diseñado cumple con este objetivo al incorporar factores de riesgo específicos, tales como el desgaste por uso, la obsolescencia tecnológica y la

criticidad operativa de los equipos médicos en el hospital caso de estudio. Este enfoque permite un cálculo más realista y ajustado del tiempo de vida útil de los equipos, optimizando así su gestión y garantizando que los recursos se utilicen de manera más eficiente y segura.

- **Validar el modelo propuesto midiendo la percepción del encargado de Biomédica del Hospital Santa Fe.**

Este objetivo se cumplió al ver los resultados de la encuesta de satisfacción aplicado a los directivos del hospital, en el que se puede apreciar cómo, a pesar de que solo un directivo se abstuvo de negar o afirmar que el M.O.D.E.C.L.A.R. puede presentar un mejor manejo del presupuesto del hospital, contribuir en la mejora de la toma de decisiones y una optimización de los recursos, en términos generales, tuvo una amplia aceptación en cuanto a los beneficios que traería a la gestión de la vida útil de los equipos.

CONCLUSIONES

a. **Síntesis de los Resultados:**

La investigación evidenció que el *Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo (M.O.D.E.C.L.A.R.)* proporciona una evaluación más precisa y contextualizada del valor de los equipos médicos durante su ciclo de vida. Si bien es cierto que el modelo considera el nivel de riesgo como la variable que afectaría el cálculo de la depreciación, esto llevaría indirectamente a considerar variables críticas, como el desgaste y la obsolescencia tecnológica, cuyo impacto son diferentes de acuerdo con la categoría de riesgo de cada equipo. Indudablemente que el modelo planteado facilita la toma de decisiones para el reemplazo proyectado y la adquisición de nuevas tecnologías.

b. **Cumplimiento de los Objetivos:**

Los objetivos planteados al inicio de la investigación se cumplieron exitosamente. La propuesta analizó y contrastó cuatro métodos de depreciación, de los cuales se concluyó que el método lineal, en combinación con un enfoque basado en el riesgo, ofrece una aproximación más precisa y adaptada al Hospital Santa Fe. Además, las preguntas de investigación sobre cómo mejorar la precisión en la depreciación de equipos médicos y cómo este método beneficia la gestión hospitalaria del Hospital Santa Fe fueron abordadas y respondidas de manera satisfactoria.

c. **Relevancia y Contribución:**

Este modelo de depreciación basado en el riesgo representa una contribución significativa al campo de la ingeniería biomédica, especialmente en la gestión de equipos médicos. En el contexto de salud en Panamá, donde los recursos son limitados y la criticidad de los equipos es alta, el modelo permite la toma de decisiones en cuanto a la gestión del ciclo de vida de los activos. Este enfoque innovador tiene el potencial de ser replicado en otros entornos hospitalarios, tanto locales como internacionales, mejorando la eficiencia operativa y ayudando a asegurar que los equipos médicos críticos estén siempre en condiciones óptimas para el uso clínico.

d. Comparación con la Literatura Existente:

Comparado con estudios previos, el *Modelo de Depreciación Según Clase de Riesgo* se alinea con los resultados de investigaciones como las de Riewpaiboon et al., Chang y Zhao, y Altalabi et al., quienes resaltan las ventajas del método de depreciación lineal en la gestión de activos médicos. Sin embargo, el modelo propuesto añade un componente innovador al incorporar variables de riesgo que responden a la realidad de las instituciones de salud panameñas, mejorando la precisión y pertinencia en el cálculo de depreciación frente a modelos tradicionales.

e. En cuanto a acciones a futuro:

Para continuar con esta investigación, se podría estudiar otras variables de interés con la posibilidad de incorporarlas a la fórmula, buscando contemplar ampliamente todos los factores. Estos factores adicionales podrían ser: nivel de obsolescencia, ciclo de trabajo y frecuencia de mantenimiento, entre otros.

RECOMENDACIONES

Dado que el modelo de depreciación lineal ha demostrado ser más adecuado para reflejar los costos anuales consistentes de los equipos biomédicos, se recomienda su implementación como herramienta estándar para la gestión financiera del Hospital Santa Fe. Este modelo no solo facilita la predicción y planificación presupuestaria, sino que también simplifica el proceso contable, asegurando transparencia y coherencia en la administración de recursos. Aunque el modelo lineal ha mostrado ser efectivo, se sugiere realizar evaluaciones regulares de los métodos de depreciación empleados. Esto permitirá identificar posibles discrepancias en los costos asociados a equipos de uso intensivo o aquellos con ciclos de vida irregulares. En estos casos, podría considerarse la integración de enfoques alternativos, como el modelo de suma de dígitos o el análisis de ciclo de vida (LCC), para asegurar la máxima precisión financiera.

Se recomienda diseñar e implementar programas de capacitación dirigidos al personal administrativo y técnico del hospital. Estos programas deben enfocarse en la aplicación práctica del modelo de depreciación lineal, incluyendo el uso de software especializado para la gestión de activos, la interpretación de los resultados financieros y la toma de decisiones basada en datos. Para optimizar la aplicación de cualquier modelo de depreciación, se sugiere la inversión en sistemas tecnológicos que automaticen el cálculo de depreciación y faciliten el seguimiento del rendimiento de los equipos biomédicos. Herramientas como plataformas de mantenimiento predictivo y software de gestión hospitalaria permitirán reducir costos operativos y mejorar la eficiencia del proceso.

Se sugiere llevar a cabo estudios comparativos entre el Hospital Santa Fe y otras instituciones de salud que utilicen distintos modelos de depreciación. Esto permitirá validar los hallazgos obtenidos en esta investigación y generar una base de conocimiento más amplia sobre las mejores prácticas en la gestión de activos biomédicos. A pesar de las ventajas del modelo lineal, se recomienda fomentar la investigación continua sobre métodos de depreciación que integren factores como el desgaste físico, la tecnología cambiante y los costos indirectos. Estas investigaciones

pueden enriquecer el conocimiento existente y conducir a la creación de modelos más dinámicos y adaptativos.

Con base en los datos generados por el modelo de depreciación, se recomienda al hospital desarrollar políticas claras para la renovación y reemplazo de equipos biomédicos. Esto no solo optimizará el uso de recursos, sino que también garantizará la calidad del servicio médico y la seguridad de los pacientes. Finalmente, se recomienda al hospital establecer colaboraciones con expertos en ingeniería biomédica y economía de la salud para recibir asesoramiento continuo. Estas alianzas pueden facilitar la implementación de mejoras y garantizar que el modelo de depreciación evolucione acorde a las necesidades cambiantes del hospital.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- MITRADEL. (2018). Manual de Normas Generales y Procedimientos para la Administración y Control de los Bienes Patrimoniales (Activos Fijos e Intangibles y Bienes no Depreciables) del Sector Público. ciudad de Panamá, Panamá. gaceta oficial.
- 2- Unión Europea. (2021). Reglamento (UE) n.º 2017/745 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2017 sobre los productos sanitarios, por el que se modifican la Directiva 2001/83/CE, el Reglamento (CE) n.º 178/2002 y el Reglamento (CE) n.º 1223/2009 y se derogan las Directivas 90/385/CEE y 93/42/CEE del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea, L 117, 1-1754.
- 3- Asamblea Nacional de Panamá. (2021). *Resolución 001 del 5 de enero de 2021*.
- 4- López Valverde, D. A. & Velásquez Silva, E. L. (2019). *ACTIVOS FIJOS Y LOS ESTADOS FINANCIEROS EN LA EMPRESA DISTRIBUIDORA SANTA PATRICIA SRL EN EL DISTRITO DE SURCO, PERIODOS 2016 - 2017* (Tesis de Licenciatura). Universidad del Callao. Recuperado de: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/4848>.
- 5- Morocho Morocho, K. A. & Cárdenas Vera, J. E. (2013). *NIIF PARA PYMES: PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO, APLICADO EN EL CENTRO QUIRÚRGICO METROPOLITANO LÓPEZ ORDOÑEZ EN EL PERIODO 2011* (Tesis para obtener el título de Contador Público). Universidad de Cuenca. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4121>.
- 6- Pacheco Alarcón, M. (2019). *Depreciación y su influencia en el estado de resultados de las empresas industriales del distrito de Los Olivos año 2018* (Tesis para obtener el título profesional de Contador Público). Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45252>.
- 7- Castro Vergara, G. & Plúas Roldan, K. (2013). *Levantamiento y actualización de los bienes muebles y equipos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil y su incidencia en el manejo técnico* (Tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5704>.
- 8- Montenegro, A. (2021). *PROPUESTA DE UNA GUÍA PARA ESTABLECER EL DEPARTAMENTO DE BIOMÉDICA EN EL HOSPITAL SANTA FE DE PANAMÁ*

SIGUIENDO EL MODELO DE LA OMS (tesis de Licenciatura) Universidad Latina de Panamá.

9- Chancusig Solís, S. P. & Murillo Rosero, J. R. (2012). Parámetros para el control y valoración referencial de los bienes muebles del Hospital León Becerra de Guayaquil y su incidencia económica - financiera, periodos 2001- 2011 (Tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1716>

10-International Accounting Standards Board. (2020). NIC 16: Property, Plant and Equipment.

11-Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL). (2018). Manual de Procedimientos y Funciones del Departamento de Bienes Patrimoniales. Recuperado de Gaceta Digital [https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28548/GacetaNo_28548_20180615.pdf]

12- ISO 60601-1. (2012). International Organization for Standardization.

13-Blank, L., & Tarquin, A. (2006). Ingeniería Económica. McGraw-Hill Interamericana.

14-Aguilar Mayorga, L. A. (2011). Diseño de un sistema de automatización de línea de empaque a partir de la instrumentación de equipos empacadores de cloro (Tesis de licenciatura). Universidad del Valle de Guatemala. URL: https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/bitstream/handle/123456789/1181/AGUILAR%20MAYORGA_Tesis.pdf?sequence=1.

15- Meza Orozco, J. (2017). *Evaluación Financiera de Proyectos* (4ta ed.). Editorial Ecoe Ediciones.

16-Sampieri, R., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2020). *Metodología de la investigación* (7ma ed.). McGraw-Hill.

17- Ñaupas, et al. (2014). *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de Tesis* (4ta ed.). Ediciones de la U.

18- Conforme Chávez, E., & Cevallos Toala, J. C. (2013-2014). *Investigación Diagnóstica Propositiva*. Trabajo académico grupal. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

19- Evelyn Simbaña, 2012. Investigación Diagnóstica en línea. Fecha 03 de Mayo de 2010. Disponible en: <https://es.slideshare.net/evesimbana141820/investigacion-diagnostica-por-evelyn-simbaa>.

20- Riewpaiboon, A., Prakongsai, P., & Rattanaipapong, W. (2011). Effect of costing methods on unit cost of hospital medical services. *BMC Health Services Research*, 11(1), 1-8. doi:10.1186/1472-6963-11-77.

21- Chang, K. H., Zhao, Y., & Li, Z. (2017). Cost-Effectiveness of Life Cycle Cost Theory-Based Large Medical Equipment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 891. doi:10.3390/ijerph14080891.

22-Altalabi, M., Murad, H., & Tohme, R. A. (2019). Optimization of medical equipment replacement using deterministic dynamic programming. *Journal of Medical Systems*, 43(9), 1-10. doi:10.1007/s10916-019-1440-3

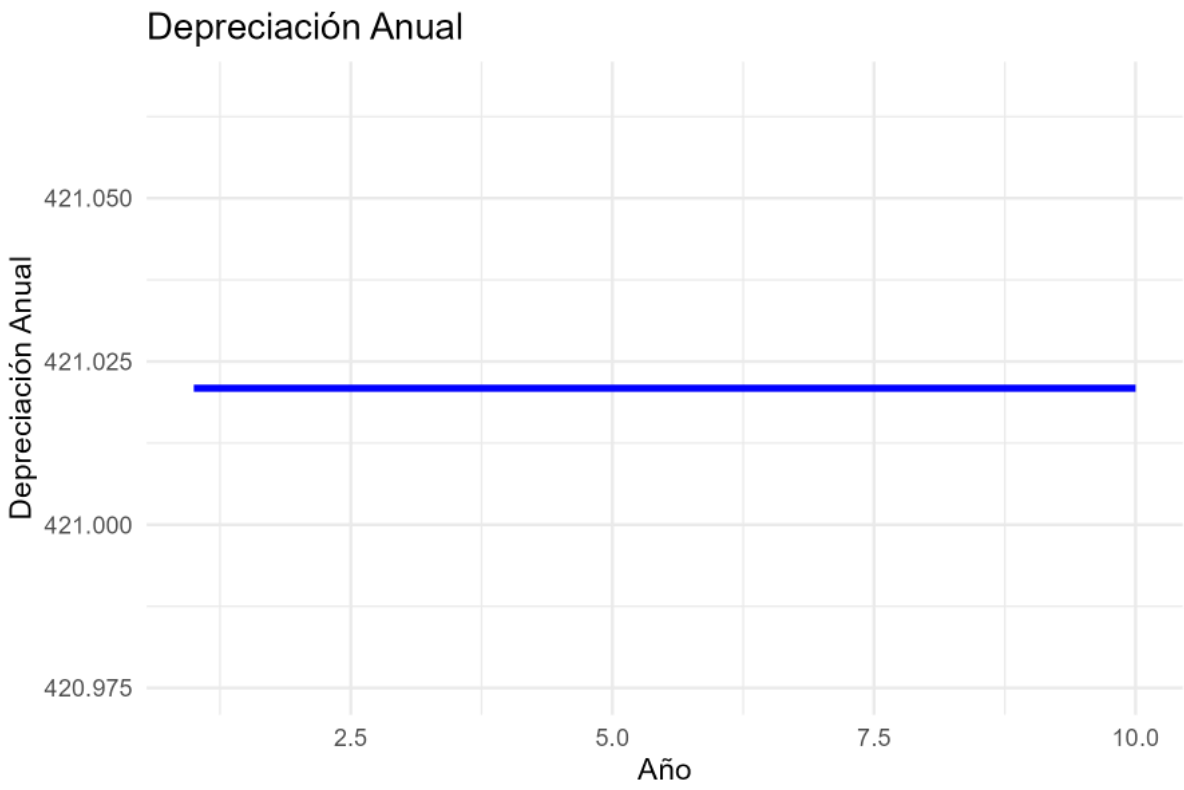
ANEXOS

Resultados de depreciación para el equipo: CAMILLA, MILLENNIUM 5 [AVANTE E009075]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	421,02	421,02	4.256,99
2	421,02	842,04	3.835,97
3	421,02	1.263,06	3.414,95
4	421,02	1.684,08	2.993,93
5	421,02	2.105,10	2.572,91
6	421,02	2.526,13	2.151,88
7	421,02	2.947,15	1.730,86
8	421,02	3.368,17	1.309,84
9	421,02	3.789,19	888,82
10	421,02	4.210,21	467,80

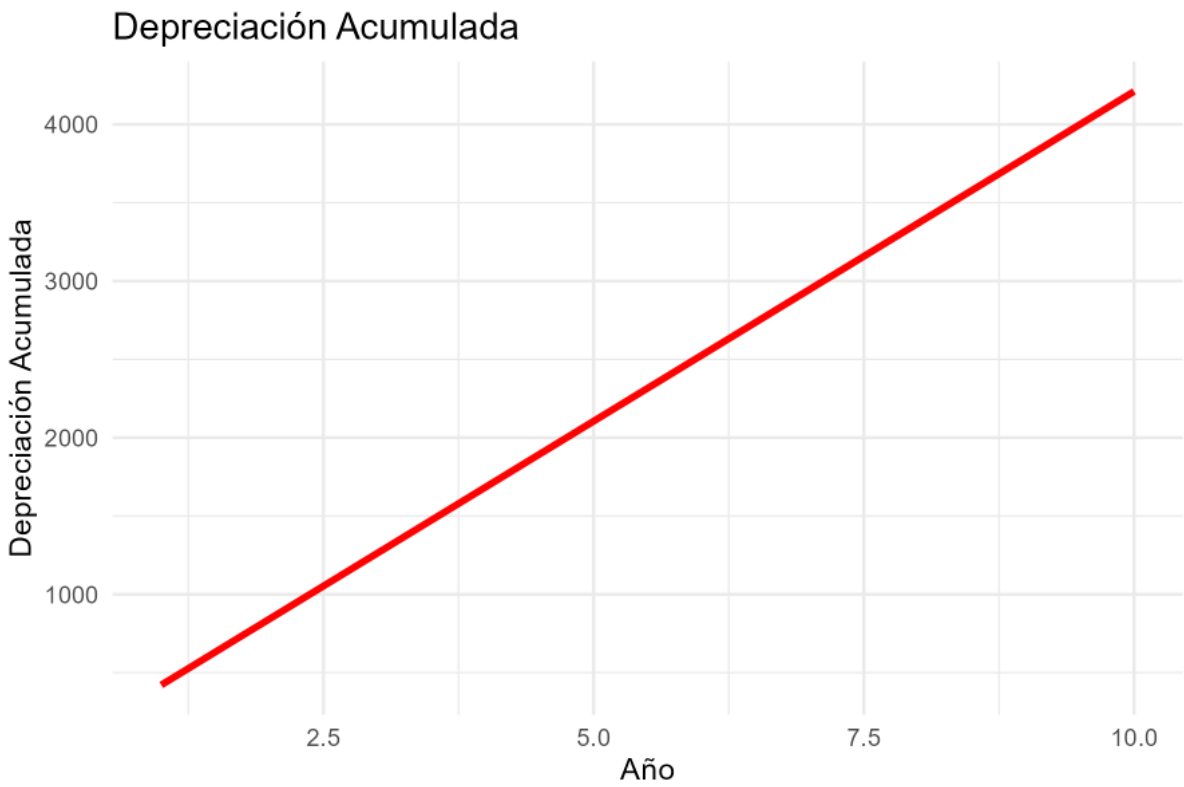
Tabla 11

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la camilla (equipo de clase A). *Elaboración propia (2024)*



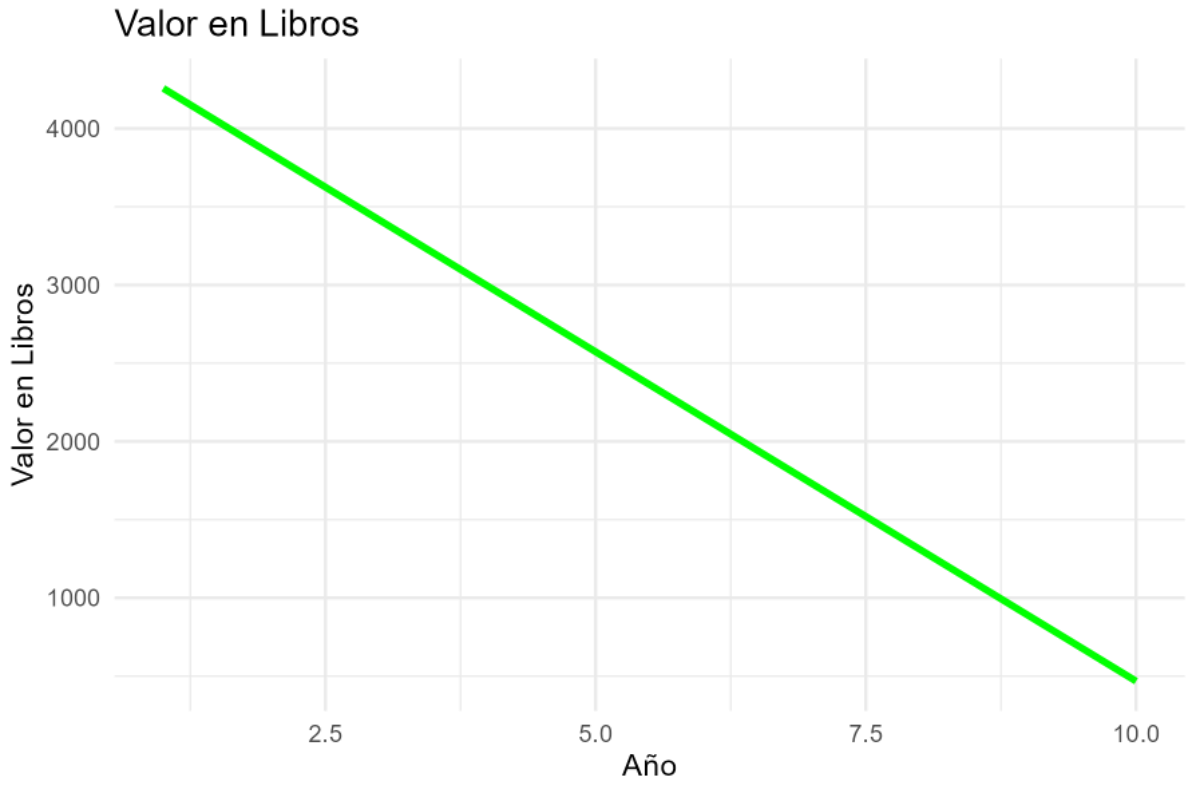
Gráfica 26

Comportamiento de la depreciación anual para la camilla (Todas las gráficas tuvieron un mismo comportamiento). Elaboración Propia (2024)



Gráfica 27

Comportamiento de la depreciación acumulada para la camilla (Todas las gráficas tuvieron un mismo comportamiento). Elaboración Propia (2024).



Gráfica 28

Comportamiento del valor en libros para la camilla (Todas las gráficas tuvieron un mismo comportamiento). Elaboración Propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: Torniquete, DTS3000 [DS-MAREF, 20025711]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	722,25	722,25	7.302,75
2	722,25	1.444,50	6.580,50
3	722,25	2.166,75	5.858,25
4	722,25	2.889,00	5.136,00
5	722,25	3.611,25	4.413,75
6	722,25	4.333,50	3.691,50
7	722,25	5.055,75	2.969,25
8	722,25	5.778,00	2.247,00
9	722,25	6.500,25	1.524,75
10	722,25	7.222,50	802,50

Tabla 12

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el torniquete (equipo de clase A). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: GRUA MANUAL DE PACIENTE, [HSF-GRUA-SALA4]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	148,78	148,78	1.504,37
2	148,78	297,57	1.355,58
3	148,78	446,35	1.206,80
4	148,78	595,13	1.058,02
5	148,78	743,92	909,23

6	148,78	892,70	760,45
7	148,78	1.041,48	611,67
8	148,78	1.190,27	462,88
9	148,78	1.339,05	314,10
10	148,78	1.487,84	165,32

Tabla 13

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la grúa manual de paciente (equipo de clase A). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: (2) SILLA DE RUEDA PARA OBESO

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	136,75	136,75	1.382,65
2	136,75	273,49	1.245,91
3	136,75	410,24	1.109,16
4	136,75	546,98	972,42
5	136,75	683,73	835,67
6	136,75	820,48	698,92
7	136,75	957,22	562,18
8	136,75	1.093,97	425,43
9	136,75	1.230,71	288,69
10	136,75	1.367,46	151,94

Tabla 14

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la silla de rueda para obeso (equipo de clase A). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: RESONANCIA MAGNÉTICA

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	174.464,10	174.464,10	1.315.535,90
2	174.464,10	348.928,20	1.141.071,80
3	174.464,10	523.392,30	966.607,70
4	174.464,10	697.856,40	792.143,60
5	174.464,10	872.320,50	617.679,50
6	174.464,10	1.046.784,60	443.215,40
7	174.464,10	1.221.248,70	268.751,30
8	174.464,10	1.395.712,80	94.287,20

Tabla 15

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la resonancia magnética (equipo de clase B).

Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: MONITOR DE SIGNOS VITALES, MM12 [MEDIBLU MM2102F08]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	217,37	217,37	1.639,08
2	217,37	434,74	1.421,71
3	217,37	652,12	1.204,33
4	217,37	869,49	986,96
5	217,37	1.086,86	769,59
6	217,37	1.304,23	552,22
7	217,37	1.521,60	334,85
8	217,37	1.738,97	117,48

Tabla 16

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el monitor de signos vitales (equipo de clase

B). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: VENTILADOR PULMONAR MARCA: CAREFUSION, MODELO: AVEA COMPHENSIVE

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	3.990,37	3.990,37	30.089,13
2	3.990,37	7.980,74	26.098,76
3	3.990,37	11.971,11	22.108,39
4	3.990,37	15.961,47	18.118,03
5	3.990,37	19.951,84	14.127,66
6	3.990,37	23.942,21	10.137,29
7	3.990,37	27.932,58	6.146,92
8	3.990,37	31.922,95	2.156,55

Tabla 17

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el ventilador pulmonar (equipo de clase B).

Elaboración propia (2024)

**Resultados de depreciación para el equipo: MONITOR CENTRAL, D-LCC19-02
[GENERAL ELECTRIC CUC41A00394]**

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	2.129,87	2.129,87	16.060,13
2	2.129,87	4.259,73	13.930,27
3	2.129,87	6.389,60	11.800,40
4	2.129,87	8.519,47	9.670,53
5	2.129,87	10.649,34	7.540,66
6	2.129,87	12.779,20	5.410,80
7	2.129,87	14.909,07	3.280,93
8	2.129,87	17.038,94	1.151,06

Tabla 18

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el monitor central (equipo de clase B).

Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: MAMÓGRAFO

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	26.805,78	26.805,78	158.304,22
2	26.805,78	53.611,56	131.498,44
3	26.805,78	80.417,34	104.692,66
4	26.805,78	107.223,12	77.886,88
5	26.805,78	134.028,90	51.081,10
6	26.805,78	160.834,67	24.275,33

Tabla 19

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el monitor central (equipo de clase C).

Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: AUTOCLAVE O ESTERILIZADOR DE ALTA TEMPERATURA, AMSCO CENTURY [AMSCO HSF-6073]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	2.288,00	2.288,00	13.512,00
2	2.288,00	4.576,00	11.224,00
3	2.288,00	6.863,99	8.936,01
4	2.288,00	9.151,99	6.648,01
5	2.288,00	11.439,99	4.360,01
6	2.288,00	13.727,99	2.072,01

Tabla 20

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para la autoclave (equipo de clase C). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: RAYOS X PORTÁTIL, MOBILETT ELARA MAX [SIEMENS, 13144]

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	16.925,39	16.925,39	99.954,61
2	16.925,39	33.850,79	83.029,21
3	16.925,39	50.776,18	66.103,82
4	16.925,39	67.701,57	49.178,43
5	16.925,39	84.626,96	32.253,04
6	16.925,39	101.552,36	15.327,64

Tabla 21

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para los rayos x portátil (equipo de clase C). Elaboración propia (2024)

Resultados de depreciación para el equipo: TOMÓGRAFO ESTACIÓN DE TRABAJO

Año	Depreciación Anual	Depreciación Acumulada	Valor en Libros
1	79.628,05	79.628,05	470.251,43
2	79.628,05	159.256,09	390.623,39
3	79.628,05	238.884,14	310.995,34
4	79.628,05	318.512,19	231.367,29
5	79.628,05	398.140,24	151.739,24
6	79.628,05	477.768,28	72.111,20

Tabla 22

Cálculo de depreciación con la fórmula propuesta para el Tomógrafo (equipo de clase C). Elaboración propia (2024)



Carta de revisión del Profesor de Español

Panamá, 29 de noviembre de 2024

Señores:

UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMA
E. S. D.

La (El) suscrita (o) notifica (o) haber revisado por solicitud del estudiante **Rolando Santamaría** con cédula de identidad personal número: **8-969-2157**, el proyecto final de graduación titulado: **“PROPUESTA DE UN MODELO DE DEPRECIACIÓN SEGÚN CLASE DE RIESGO (M.O.D.E.C.L.A.R.) DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA MEJOR GESTIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL EN EL HOSPITAL SANTA FE”** y a su vez, doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.

Atentamente,

Firma del profesor de Español



UNIVERSIDAD DE PANAMA

LA FACULTAD DE

Ciencias de la Educación

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

Raquel Elida Escala Díaz

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR, CON ALTOS HONORES, AL TÍTULO DE

Profesora de Educación Media con Especialización en Español

Y EN CONSECUENCIA SE LE CONCEDE TALE GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ, A LOS *diecinueve*
DÍAS DEL MES DE *junio* DEL AÑO DOS MIL *siete*.

Diploma 148, 376

Identificación Personal 8-376-39

Secretaría Académica

Decano

Rector

REPÚBLICA DE PANAMÁ
TRIBUNAL ELECTORAL

Raquel Elida
Escala Diaz

NOMBRE USUAL:

FECHA DE NACIMIENTO: 27-MAY-1971

LUGAR DE NACIMIENTO: PANAMÁ, PANAMÁ

SEXO: F

EXPEDIDA: 06-JUN-2019

TIPO DE SANGRE:

EXPIRA: 06-JUN-2029

8-376-39



Raquel Elida Escala Diaz

UNIVERSIDAD DE PANAMA

LA FACULTAD DE

Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

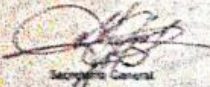
Raquel Elida Escala Díaz

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TITULO DE

**Licenciada en Humanidades
con Especialización en Español**

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMA A LOS

DÍAS DEL MES DE **Marzo** DE MIL NOVECIENTOS **tres**
noventa y siete


Secretaría General

Colección 54156

Identificación Personal 8-378-38


Decano


Rector





Universidad
LATINA de Panamá
SUMMUM DESIDERIUM SAPIENTIA

SEDE CENTRAL
FORMULARIO DE ENTREGA DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

Nota: Llenar este formulario a máquina de escribir. Entregar este formulario junto con el Proyecto Final de Graduación y los Paz y Salvo

Por este medio, notifico que el Proyecto
Titulado "PROPUESTA DE UN MODELO DE DEPRECIACIÓN SEGÚN CLASE DE RIESGO
(M.O.D.E.C.L.A.R.) DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA MEJOR GESTIÓN DEL TIEMPO DE VIDA
ÚTIL EN EL HOSPITAL SANTA FE"

Correspondiente al estudiante: Rolando Santamaría

De la carrera: Licenciatura en Ingeniería Biomédica

Doy fe que he revisado y autorizado la entrega del Proyecto Final de Graduación (Documento Final),
a Secretaría Académica, por reunir los requisitos y acatamientos exigidos por la Universidad Latina
de Panamá y sugiere se le asigne la fecha para su defensa oral (sustentación).

Autorización del Director del Proyecto Final de Graduación:

Nombre del Profesor Director: Ing. Alfredo Lescher

Firma de Autorización _____

Teléfono 61263467

Autorización del Profesor responsable del Curso Proyecto Final de Graduación:

Nombre del Profesor Ing. Alfredo Lescher

Firma de Autorización _____

Teléfono 61263467

En caso de revisión de un Profesor de Español

Notifico que doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de
ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.

Nombre del Profesor de Español: Raquel Escala

Autorización

Firma del Estudiante

Fecha de Entrega 01/12/2024

Recibido _____ Fecha _____

**AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE
DOCUMENTOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL
DIGITAL RID**
(Tesis, Proyectos de Investigación, Proyectos de Maestría,
Doctorados y Pasantías)



Fecha de Entrega a la Biblioteca:

Día	Mes	Año
5	diciembre	2024

1. Datos personales

Cédula	Apellidos	Nombres	Teléfono	Correo Electrónico
8-969-2157	Santamaría Batista	Rolando Augusto	6426-1324	Rolysan3@gmail.com

2. Identificación del Trabajo de Grado

Carrera	Licenciatura en Ingeniería Biomédica e Instrumentación			
Facultad	Ingeniería			
Título del Trabajo de Grado	Propuesta de un Modelo de Depreciación según Clase de Riesgo (M.O.D.E.C.L.A.R.) de Equipos Biomédicos para Mejor Gestión del Tiempo de Vida Útil en el Hospital Santa Fe			
Modalidad de Trabajo de Grado	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Proyectos de Investigación	<input type="checkbox"/>
	Proyectos de Maestría	<input type="checkbox"/>	Doctorados	<input type="checkbox"/>
			Pasantías	<input type="checkbox"/>
Palabras Claves de la Investigación (3 - 7):	Depreciación, Equipo Biomédico, Clase de Riesgo			
Director o Asesor Trabajo de Grado	Ing. Alfredo Lescher			
Calificación del Trabajo:				

NOTA: Este documento después de leído y concluido en su totalidad, se deberá descargar para las respectivas firmas luego se debe escanear y adjuntar al Repositorio Institucional Digital RID, junto con el trabajo aprobado y anexos respectivos.

AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL RID
(Tesis, Proyectos de Investigación, Proyectos de Maestría, Doctorados y Pasantías)



3. Autorización de publicación de versión electrónica del trabajo (Tesis, Proyectos de Investigación, Proyectos de Maestría, Doctorados y Pasantías)

EL AUTOR DECLARA

El autor afirma que es el creador de la obra y por lo tanto posee los derechos de publicación. También asegura ser el autor original del trabajo, lo cual significa que no ha utilizado fuentes sin darles el crédito debido. Finalmente, declara que su título académico es legítimo y fue obtenido de manera apropiada.

AL FIRMAR ESTE DOCUMENTO, AUTORIZO


Reconocimiento – NoComercial - Compartirigual (by - nc- sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Para publicar mi trabajo de investigación, con fines docentes y de investigación, en el formato *.pdf, permitiendo la consulta, descarga y libre acceso a usuarios, y de ser necesario la reproducción en cualquier formato.

Para constancia se firma el presente documento en Ciudad de Panamá, a los 3 días del mes de diciembre de 2024.

La autorización debe estar respaldada por las firmas de todos los autores del documento (Tesis, Proyectos de Investigación, Proyectos de Maestría, Doctorados y Pasantías).

Autorizo la publicación en el Repositorio Institucional Digital de mi trabajo en *.pdf	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
---	-----------	-------------------------------------	-----------	--------------------------

Firma Autor



Cédula: 8-969-2157