

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

1



**Modelo de Gestión Tecnológica para el Proceso de Mantenimiento de la Armada de
Colombia como Apoyo al Mejoramiento de la Disponibilidad Operacional de las
Unidades a Flote**

Néstor Oswaldo Circa Tolosa

Gustavo Adolfo Marún Suárez

Universidad Ean

Facultad de ingeniería

Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Bogotá, Colombia

29/07/2025

**Modelo de Gestión Tecnológica para el Proceso de Mantenimiento de la Armada de
Colombia como Apoyo al Mejoramiento de la Disponibilidad Operacional de las
Unidades a Flote**

Néstor Oswaldo Circa Tolosa

Gustavo Adolfo Marún Suárez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Director:

William Stive Fajardo Moreno, PhD.

Modalidad:

Trabajo Dirigido

Facultad de ingeniería

Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Bogotá, Colombia

29/07/2025

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

4

*“The Navy has both a tradition and a
future, and we look with pride and
confidence in both directions.”*

Admiral George Anderson

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a la Armada de Colombia, y en particular al Señor Capitán de Navío Miguel Andrés Garnica López, Ph. D., Director de Ciencia y Tecnología Naval, por su invaluable orientación y apoyo durante el desarrollo de este trabajo de grado. Su liderazgo y compromiso fueron fundamentales para guiar este proceso investigativo, permitiendo alcanzar resultados significativos que contribuirán al fortalecimiento del proceso de mantenimiento y al mejoramiento de la disponibilidad operacional de los buques de la Armada de Colombia. Este logro no habría sido posible sin la confianza y el respaldo brindados por la institución y todos aquellos responsables en los diferentes niveles de la organización del proceso de mantenimiento naval.

Resumen

Este trabajo de grado presenta un modelo de gestión tecnológica diseñado para optimizar el mantenimiento de las unidades a flote de la Armada de Colombia, basado en un estudio no experimental, aplicado, descriptivo, mixto y transversal. El diagnóstico externo se llevó a cabo mediante las metodologías PESTEL y DOFA, mientras que el diagnóstico interno se realizó a través de una encuesta validada por seis expertos utilizando el coeficiente V de Aiken. La encuesta consideró siete variables: cultura organizacional, gestión del conocimiento, gestión de la innovación, competencias del talento humano, vigilancia tecnológica, herramientas y tecnología de soporte, y divulgación y aplicación del conocimiento, con una muestra de 45 participantes distribuidos en distintas regiones del país y con diferentes roles dentro del proceso de mantenimiento.

Los resultados evidencian fortalezas en la gestión del conocimiento, la cultura organizacional y la divulgación y aplicación del conocimiento; sin embargo, revelan brechas en innovación, vigilancia tecnológica y en las herramientas y soportes tecnológicos. Asimismo, se identificaron como puntos críticos de mejora la asignación de recursos para la innovación y el desarrollo de competencias en tecnologías emergentes.

Con base en estos hallazgos, se diseñó un modelo de gestión tecnológica orientado a institucionalizar la vigilancia tecnológica, integrar y explotar los datos de los sistemas de información existentes para la toma de decisiones en tiempo real, profesionalizar la capacitación específica, crear mecanismos de incentivos y establecer indicadores de rendimiento. Finalmente, se propone una hoja de ruta priorizada para la implementación del modelo, con el fin de mejorar la toma de decisiones, reducir los tiempos de intervención y aumentar la disponibilidad de la flota.

Palabras clave: gestión tecnológica, mantenimiento naval, disponibilidad operativa, Industria 4.0, Armada de Colombia, optimización de procesos.

Abstract

This thesis presents a technology management model designed to optimize the maintenance of the warships of the Colombian Navy, based on a non-experimental, applied, descriptive, mixed, and cross-sectional study. The external diagnosis was conducted using the PESTEL and SWOT methodologies, while the internal diagnosis was carried out through a survey validated by six experts using Aiken's V coefficient. The survey considered seven variables: organizational culture, knowledge management, innovation management, human talent competencies, technology monitoring, support tools and technology, and knowledge dissemination and application, with a sample of 45 participants from various regions of the country and different roles on the maintenance process.

The results show strengths in knowledge management, organizational culture, and knowledge dissemination/application; however, they reveal gaps in innovation, technology monitoring, and support tools. Critical areas for improvement include resource allocation for innovation and the development of skills in emerging technologies.

Based on these findings, a technology management model was designed aimed at institutionalizing technology monitoring, integrating and exploiting data from existing information systems for real-time decision-making, professionalizing specific training, creating incentive mechanisms, and establishing performance indicators. Finally, a prioritized implementation roadmap is proposed to improve decision-making, reduce intervention times, and increase fleet availability.

Keywords: technological management, naval maintenance, operational availability, Industry 4.0, Colombian Navy, process optimization.

Contenido

Lista de Figuras	11
Lista de Tablas.....	13
1. Introducción	15
2. Planteamiento del problema	17
3. Objetivos.....	20
3.1. <i>Objetivo General</i>	20
3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	20
4. Justificación	21
5. Marco Institucional	23
5.1. <i>Presentación de la Empresa</i>	23
5.2. <i>Referentes Estratégicos</i>	24
5.3. <i>Estructura Organizacional</i>	25
5.4. <i>Servicios Ofertados</i>	27
5.5. <i>Análisis del Sector</i>	28
6. Marco de Referencia.....	32
6.1. <i>La Gestión Tecnológica</i>	32
6.1.1. <i>Definición y Conceptos Clave</i>	32
6.1.2. <i>El Ciclo de Vida de la Tecnología y la Gestión Tecnológica</i>	34
6.1.3. <i>Importancia en la Industria</i>	36
6.1.4. <i>Los Sistemas de Información y la Gestión Tecnológica</i>	37
6.2. <i>Modelos de Gestión Tecnológica</i>	40
6.2.1. <i>Modelo de Thamhain</i>	40
6.2.2. <i>Modelo de Innovación Abierta (Open Innovation)</i>	42

6.2.3. Modelo de Triple Hélice	43
6.2.4. Modelo de Gestión del Conocimiento (Knowledge Management).....	44
6.2.5. Modelo de Innovación de Servicios (Service Innovation).....	45
6.2.6. Modelo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	46
6.2.7. Modelo de Escorsa y Valls.....	47
6.2.8. Comparación de Modelos	49
7. Diseño Metodológico	51
7.1. Análisis Externo.....	52
7.2. Análisis Interno.....	53
7.3. Población, Muestra y Ficha Técnica	53
7.4. Identificación de las Variables	54
8. Diagnóstico Organizacional	58
8.1. Análisis Externo.....	58
8.1.1. Análisis PESTEL.....	58
8.1.2. Análisis DOFA.....	65
8.2. Análisis Interno.....	71
8.2.1. Procesamiento Estadístico de Datos	72
8.2.2. Análisis de los Resultados	88
9. Modelo de Gestión Tecnológica.....	98
9.1. Eje 1 - Fortalecimiento de la Cultura Organizacional.....	100
9.2. Eje 2 - Modernización de la Gestión del Conocimiento.....	101
9.3. Eje 3 - Institucionalización de la Vigilancia Tecnológica	102
9.4. Eje 4 - Profesionalización del Talento Humano	102

9.5. Eje 5 - Implementación del Centro de Supervisión y Análisis de Sistemas de la Armada de Colombia (CESAC)	103
9.6. Indicadores de Gestión.....	104
9.7. Validación del Modelo	106
10. Plan de Implementación.....	120
10.1. Cronograma	120
10.2. Presupuesto	131
10.3. Medida de Seguimiento.....	133
10.4. Matriz de Riesgos.....	134
11. Conclusiones y Recomendaciones	138
11.1. Conclusiones.....	138
11.2. Recomendaciones.....	141
12. Referencias.....	143

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1.....	23
Figura 2.....	24
Figura 3.....	25
Figura 4.....	27
Figura 5.....	28
Figura 6.....	30
Figura 7.....	37
Figura 8.....	40
Figura 9.....	42
Figura 10.....	43
Figura 11.....	44
Figura 12.....	45
Figura 13.....	46
Figura 14.....	47
Figura 15.....	48
Figura 16.....	52
Figura 17.....	64
Figura 18.....	71
Figura 19.....	72
Figura 20.....	73
Figura 21.....	75
Figura 22.....	78

Figura 23.....	80
Figura 24.....	82
Figura 25.....	85
Figura 26.....	87
Figura 27.....	92
Figura 28.....	94
Figura 29.....	97
Figura 30.....	99
Figura 31.....	99
Figura 32.....	115
Figura 33.....	121
Figura 34.....	122
Figura 35.....	123
Figura 36.....	124
Figura 37.....	125
Figura 38.....	126
Figura 39.....	127
Figura 40.....	128
Figura 41.....	129
Figura 42.....	130
Figura 43.....	134

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1.....	49
Tabla 2.....	53
Tabla 3.....	54
Tabla 4.....	54
Tabla 5.....	56
Tabla 6.....	74
Tabla 7.....	76
Tabla 8.....	79
Tabla 9.....	81
Tabla 10.....	83
Tabla 11.....	86
Tabla 12.....	88
Tabla 13.....	108
Tabla 14.....	109
Tabla 15.....	110
Tabla 16.....	111
Tabla 17.....	112
Tabla 18.....	113
Tabla 19.....	114
Tabla 20.....	116
Tabla 21.....	131
Tabla 22.....	132

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

14

Tabla 23.....	133
Tabla 24.....	136

1. Introducción

A nivel global, las armadas de diferentes países están adoptando modelos de gestión para mejorar sus capacidades operativas sin necesidad de realizar grandes inversiones (Lacalle & López, 2018). Por lo tanto, esta propuesta busca aportar directamente al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la Armada de Colombia, en particular, el desarrollo tecnológico (Armada de Colombia, 2021), a través de la optimización de procesos por medio de modelos que mejoran la capacidad operativa de la flota y generan ventajas operacionales. Así las cosas, la relevancia de este proyecto radica en que el mantenimiento es un factor crítico para la operatividad de los buques de la Armada. Actualmente, los desafíos relacionados con la disponibilidad operativa de la flota pueden traducirse en costos elevados, tiempos de inactividad prolongados y una reducción en la capacidad para cumplir con la misión de manera efectiva. Por ello, se espera que el resultado de este proyecto pueda generar mejoras significativas para la Armada en términos de eficiencia operativa y costos, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando los recursos destinados al mantenimiento, apoyando a incrementar la disponibilidad operativa de sus buques y una respuesta más rápida y eficiente ante situaciones imprevistas.

La introducción de un modelo de gestión tecnológica, en un proceso como el de mantenimiento, permitirá sentar las bases para evolucionar en un proceso más proactivo y menos reactivo. Además, la modernización de este proceso a partir de los datos generados por el prototipo del Sistema de Supervisión y Control de Plataforma Colombiano (SISCP-C), y otros elementos que se identificarán en la búsqueda de referentes teóricos, orientarán a la implementación de sistemas centralizados e integrados, entre otros, para maximizar la disponibilidad operacional y la vida útil de los

activos estratégicos que usa la Armada de Colombia para cumplir con su misión. Desde este punto de vista, los resultados esperados de este proyecto se alinean perfectamente con el propósito de garantizar que los buques estén listos para ser desplegados con el menor riesgo de fallos técnicos y con su mayor capacidad para el desarrollo de las operaciones navales.

2. Planteamiento del problema

El mantenimiento de las unidades a flote de la Armada de Colombia es un factor determinante para garantizar la disponibilidad operativa de su flota y, por ende, la capacidad de respuesta ante misiones estratégicas de defensa y seguridad. Sin embargo, la ausencia de un modelo de gestión tecnológica eficiente ha generado dificultades en la optimización de procesos, la planificación de recursos y la integración de tecnologías emergentes en el mantenimiento naval. En este contexto, el presente estudio se enmarca en el campo de la gestión tecnológica, alineado con la línea de investigación de Gestión y Diseño de Procesos, propia del programa de Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos. Su propósito es diseñar un modelo de gestión tecnológica que permita mejorar la toma de decisiones y reducir los costos operativos, aumentando la disponibilidad de los activos estratégicos de la Armada de Colombia.

El problema del mantenimiento naval no es exclusivo de la Armada de Colombia. En estudios previos, Shahbakhsh et al. (2022) analizan la evolución del mantenimiento en la industria naval a través de las revoluciones industriales, resaltando cómo la digitalización y la automatización han transformado los procesos de mantenimiento. Asimismo, Ustundag y Cevikcan (2018) destacan la importancia de la Industria 4.0 en la integración de tecnologías avanzadas en la gestión del mantenimiento. La Armada de Colombia, en su Plan de Desarrollo Naval 2042, reconoce la necesidad de modernizar sus procesos mediante la adopción de tecnologías emergentes para garantizar la sostenibilidad y optimización del ciclo de vida de sus embarcaciones (Armada de Colombia, 2021). A pesar de estos avances, la Armada sigue enfrentando desafíos relacionados con la descentralización de la información, la falta de un sistema de análisis

de datos integrado y la ausencia de un modelo de gestión tecnológica adaptado a sus necesidades.

El diagnóstico de la situación actual evidencia que el mantenimiento de las unidades a flote se gestiona mediante procedimientos tradicionales, lo que dificulta la identificación de fallas de manera proactiva y limita la optimización de los recursos disponibles. En este sentido, surge la necesidad de diseñar un modelo de gestión tecnológica que permita integrar datos generados por el Sistema Integrado de Supervisión y Control de Plataforma Colombiano (SISPC-C) y otros sistemas de información, con el fin de mejorar la planificación, ejecución y control del mantenimiento naval. La pregunta de investigación que orienta este estudio es: ¿Cuáles son las características y elementos clave para diseñar un modelo de gestión tecnológica en el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia y apoyar el mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote?

Para responder a esta pregunta, el documento se estructura en doce capítulos. Los cuatro primeros capítulos presentan la introducción, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación respectivamente. En el quinto capítulo, se define el marco institucional que soporta la investigación, tales como los referentes estratégicos, la estructura organizacional, los servicios ofertados y el análisis del sector. En el capítulo seis se presenta el marco de referencia, donde se abordan los conceptos de gestión tecnológica y su relación con el mantenimiento naval, y se resumen algunos modelos de gestión tecnológica de referentes teóricos. En el séptimo capítulo, se describe la metodología utilizada en el análisis interno y externo, detallando el enfoque de investigación, las técnicas de recolección de datos y la identificación de las variables de interés. En el octavo capítulo, se expone el diagnóstico organizacional del proceso de

mantenimiento en la Armada de Colombia, basado en una revisión documental y la aplicación del instrumento de medición. El noveno capítulo está dedicado al diseño del modelo de gestión tecnológica propuesto, considerando referentes teóricos y las necesidades específicas de la institución dados los resultados del diagnóstico. En el décimo capítulo, se presenta el plan de implementación del modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad de las unidades a flote. Finalmente, en el undécimo capítulo, se exponen las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

Este estudio contribuirá al fortalecimiento de la gestión del mantenimiento naval en la Armada de Colombia, proporcionando un modelo basado en el análisis de datos y en el uso de tecnologías emergentes. Se espera que sus hallazgos sean útiles para la toma de decisiones estratégicas en el sector defensa y sirvan como referencia para la implementación de iniciativas similares en otras instituciones del ámbito marítimo y militar.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar en la literatura los referentes teóricos que permitan definir las variables necesarias para diseñar un modelo de gestión tecnológica en el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.
- Realizar un análisis situacional interno y externo del proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia, que permita conocer su estado actual y las posibles oportunidades de mejora para apoyar el aumento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.
- Proponer un modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.
- Establecer un plan de implementación del modelo de gestión tecnológica propuesto para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia.

4. Justificación

El proyecto propuesto aportará múltiples beneficios a la Armada de Colombia, el primero de ellos está directamente relacionado con la optimización de la disponibilidad operacional de sus unidades a flote, puesto que se esperan reducir los tiempos en los que las unidades no pueden navegar y en ese mismo sentido, disminuir los costos asociados al proceso de mantenimiento, impactando directamente las capacidades estratégicas de la Institución para el cumplimiento de su misión constitucional. Además, la integración de los datos generados por el prototipo del SISCP-C en un sistema centralizado de datos, facilitará una gestión más precisa y proactiva de los recursos, mejorando la capacidad de respuesta ante diferentes situaciones. El segundo beneficio está relacionado con los fines del Estado Colombiano, toda vez que la Armada de Colombia necesita de sus medios navales con la mayor disponibilidad para contribuir en el cumplimiento del objetivo de la política Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030: “proyectar a Colombia como potencia bioceánica para el año 2030, mediante el aprovechamiento integral y sostenible de su ubicación estratégica, condiciones oceánicas y recursos naturales para contribuir al crecimiento y desarrollo sostenible del país.” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020, p. 59).

Asimismo, el proyecto se alinea perfectamente con el propósito y el plan de estudios de la “Maestría en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos”, ya que aborda la gestión estratégica de la información y la implementación de tecnologías avanzadas, desde una perspectiva gerencial, para resolver problemas complejos en un entorno real. El proyecto no solo aplicaría los conceptos teóricos aprendidos en el programa, sino que también contribuye al desarrollo de nuestras competencias como alumnos.

Por otro lado, la historia nos permite evidenciar la importancia de la relación de la humanidad con el mar y el desarrollo de una nación. Los estados que han visto el mar como un gran generador de riqueza, tanto por ser fuente de recursos renovables y no renovables, como por el comercio que permite mover a través de él, han tenido un gran desarrollo, poder e importancia a lo largo del tiempo. Hoy en día con la evolución y redefinición de los intereses de los países, el mar se ha establecido como un factor fundamental para cualquier nación que quiera crecer y consolidarse en cualquier región del mundo. En este sentido, los buques (barcos) juegan un papel fundamental, entendiéndolos como los medios predilectos para usar el mar por el hombre.

En nuestra región, América Latina, existen varios referentes que han visto en el entorno marítimo su oportunidad de desarrollo. Chile, por ejemplo, entendió la importancia de afianzar una cultura entorno al mar, y particularmente en su Armada creó la una doctrina marítima, donde definen el Poder Marítimo como “La capacidad de crear, desarrollar, explotar y defender los intereses marítimos de un país, tanto en la paz como en la guerra. En el más amplio de los sentidos, es poder o influencia, política, económica y militar ejercida a través de una habilidad para usar el mar en beneficio propio.” (Armada de Chile, 2009, p. 47). Por lo anterior, es pertinente concluir que la capacidad de una Armada para proteger y contribuir al desarrollo de los intereses marítimos de un país reside en sus buques, y para dar cumplimiento a su misión es necesario tener una flota naval altamente disponible, puesto que sin estos medios es prácticamente imposible aportar desde el mar a los fines del Estado.

5. Marco Institucional

5.1. Presentación de la Empresa

La Armada de Colombia es una institución de la rama ejecutiva del Estado Colombiano subordinada al Comando General de las Fuerzas Militares y por su conducto, adscrita al Ministerio de Defensa, cuyo propósito principal se encuentra consagrado en el artículo 217 de la Constitución Política de Colombia (1991, pp. 111-112) “La Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional.”, contando actualmente con más de 30.000 hombres y mujeres para proteger el azul de la bandera. Por lo anterior, la Armada de Colombia ha definido su misión y visión, como se muestra en la Figura 1, con el firme propósito de establecer su dirección estratégica y transmitir su razón de ser, tanto dentro como fuera de la institución, para cumplir lo consagrado en la carta magna del Estado Colombiano.

Figura 1

Misión y visión de la Armada de Colombia



Nota. Adaptado de *Misión y visión*, por Armada de Colombia, 2024,

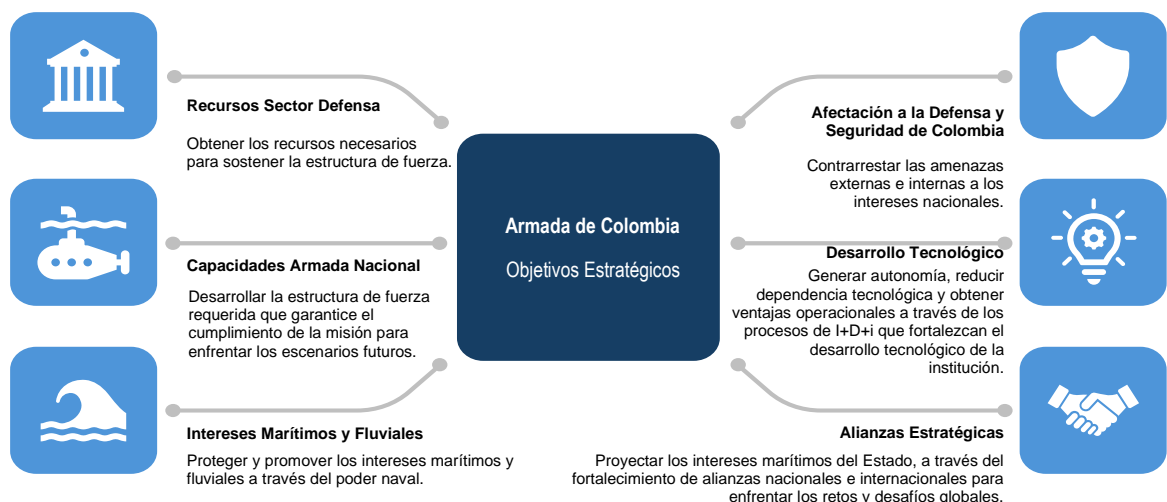
<https://www.armada.mil.co/es/content/mision-vision-armada-nacional>.

5.2. Referentes Estratégicos

La Armada de Colombia (2021) estableció seis objetivos estratégicos a largo plazo interrelacionados de manera lógica como se evidencia en la Figura 2. Estos objetivos comienzan con la obtención de los recursos esenciales para mantener la estructura de fuerza, lo que permitirá potenciar, completar y renovar capacidades. Además, facilitarán la implementación de proyectos estratégicos y procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), promoviendo el avance tecnológico de la institución y disminuyendo su dependencia tecnológica. Esto se traducirá en ventajas operativas que fortalecerán la estructura de fuerza necesaria para cumplir con su misión ante futuros desafíos. Como resultado, la Armada de Colombia estará equipada con una estructura óptima para proteger y promover los intereses marítimos y fluviales del país, enfrentando tanto amenazas internas como externas mediante el uso del poder naval. Asimismo, las alianzas nacionales e internacionales respaldarán estos objetivos estratégicos en la búsqueda de soluciones a retos globales.

Figura 2

Objetivos Estratégicos Armada de Colombia



Nota. En la figura se muestran los objetivos estratégicos de la Armada de Colombia.

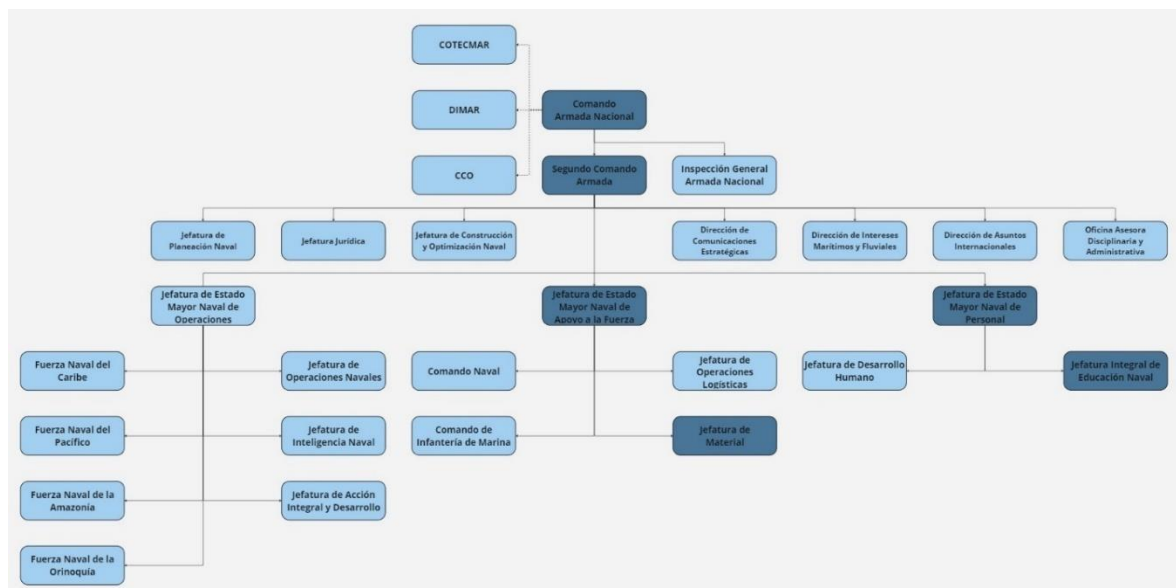
Adaptado de *Plan de Desarrollo Naval 2024*, por Armada de Colombia, 2021.

5.3. Estructura Organizacional

La Armada de Colombia articula sus funciones y procesos mediante jefaturas, direcciones y comandos, como se evidencia en la Figura 3, con el propósito de orientar eficientemente su presupuesto, sus programas, proyectos, medios y actividades para cumplir sus fines de corto y mediano plazo en sus áreas de responsabilidad del territorio colombiano. En consideración, para desarrollar la pregunta de investigación planteada en esta propuesta, las dependencias de la alta dirección (Alto Mando Naval) directamente interesadas son: Jefatura de Material; Jefatura de Estado Mayor Naval de Apoyo a la Fuerza; Segundo Comando Armada y Jefatura de Estado Mayor Naval; y Comando Armada Nacional.

Figura 3

Organigrama Armada de Colombia



Nota. En la figura se resaltan las dependencias de la alta dirección directamente

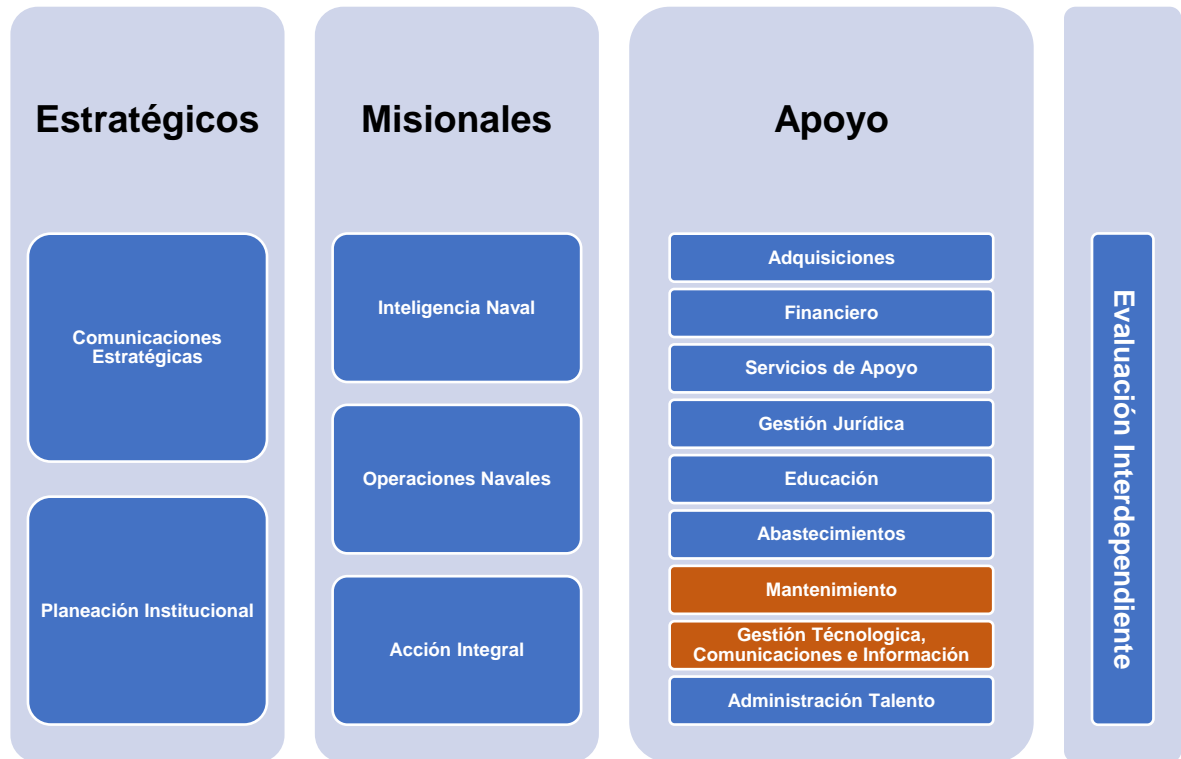
interesadas en el alcance de esta propuesta de investigación. Adaptado de *Organigrama*, por Armada de Colombia, 2024,

<https://ventanillavirtual.armada.mil.co/es/content/estructura-institucional>.

Por otro lado, la Armada de Colombia cuenta con quince procesos institucionales como se muestra en la Figura 4, de los cuales se ha seleccionado el proceso de apoyo “mantenimiento” como base para el desarrollo de las actividades de investigación de esta propuesta, debido a que este proceso tiene como objetivo principal optimizar el ciclo de vida de los activos de la Institución, mediante la gestión de los recursos asignados para garantizar su confiabilidad durante su vida útil y cumplir con las necesidades que suplen. Adicionalmente, en el mapa estratégico y plan de acción de la Jefatura de Material (dependencia encargada del proceso de mantenimiento) de la Armada de Colombia (2024) se estableció la alineación estratégica del proceso de mantenimiento con los objetivos de mediano plazo del Plan Estratégico Naval 2024-2027 de la Armada de Colombia (2024) y allí se definió como objetivo específico el mantener la disponibilidad de los activos de la Institución, así como un indicador de gestión trimestral con una meta del 75% de disponibilidad de las unidades marítimas y fluviales para seguimiento y control. Asimismo, debido a la naturaleza del proyecto es posible que se requiera vincular algunos elementos del proceso de “Gestión Tecnológica, Comunicaciones e Información” para tener una solución holística que responda a la estructura organizacional de la Armada de Colombia.

Figura 4

Procesos Institucionales de la Armada de Colombia



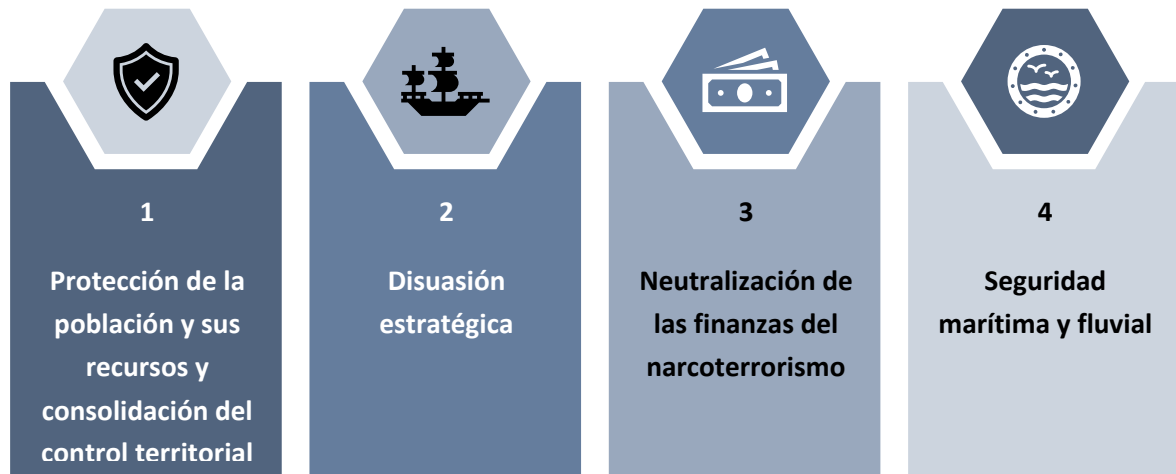
Nota. Adaptado de *Gráfica de Interrelación de Procesos*, por Armada de Colombia, 2022, <https://www.armada.mil.co/es/grafica-de-interrelacion-de-procesos>.

5.4. Servicios Ofertados

Con respecto a los “servicios” que ofrece la Armada de Colombia, estos están definidos como los “fines” de la Institución y se enmarcan en cuatro (04) grandes objetivos específicos mostrados en la Figura 5. Los cuales representan todas aquellas actividades que se realizan por los hombres y mujeres en pro del cumplimiento de la misión constitucional que le fue encargada a la Institución.

Figura 5

Objetivos específicos de la Armada de Colombia



Nota. Adaptado de *Objetivos Específicos*, por Armada de Colombia, 2024,

<https://www.armada.mil.co/es/content/objetivos-y-funciones>.

5.5. Análisis del Sector

En el sector naval, varios países que son potencia naval han optado por la implementación de modelos de gestión para mejorar la disponibilidad operacional de sus buques. Por ejemplo, para Fernandez et al. (2020), un buque es un sistema de sistemas complejos, con un largo ciclo operativo, por ello, la optimización del ciclo de vida es cada vez más importante y han visto en la “ingeniería del ciclo de vida” todas las actividades necesarias para garantizar que los buques cumplan sus requisitos operativos. Este modelo se encarga especialmente de la gestión, evaluación y actualización de los equipos a lo largo de toda su vida operativa, y vincula todo el apoyo logístico con el fin de proporcionar los medios requeridos para cumplir las actividades. Asimismo, ven en la digitalización, principalmente del proceso de mantenimiento, la forma de monitorizar los equipos y hacer un control centralizado, bajo la metodología del “mantenimiento centrado

en la confiabilidad (RCM por siglas en inglés)”, para mantener una flota conectada y altamente disponible (Fernández et al., 2020).

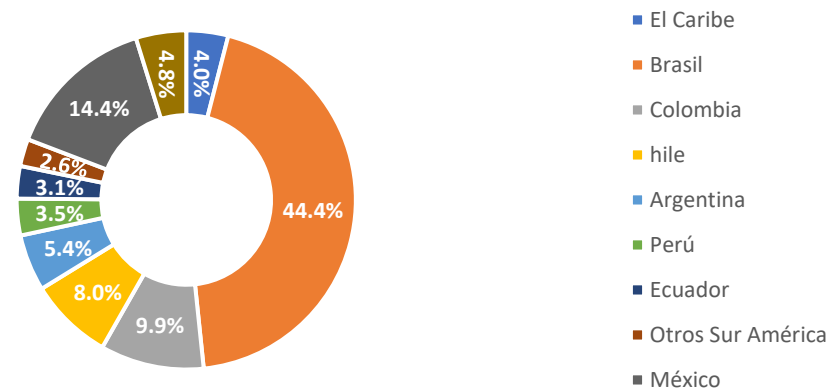
Igualmente, Indonesia ha desarrollado diferentes investigaciones en torno a la optimización del proceso de mantenimiento de sus buques para garantizar la mejor disponibilidad operacional. Sarjito (2020) propone un modelo con los siguientes elementos para mejorar este proceso: aumentar la eficiencia de los recursos humanos, métodos, presupuestos e infraestructura de mantenimiento; cooperar con empresas privadas; invertir en los astilleros; e invertir en equipos para el control de daños para atender imprevistos. Con este modelo, el proceso de mantenimiento de los buques utiliza un sistema planificado que se lleva a cabo en primera instancia de forma rutinaria y periódica por parte de la tripulación para cumplir con las normas y servicios de primer nivel para mantener operativos los sistemas; en segunda instancia, se realizan actividades de mantenimiento y reparación de nivel técnico superior, llevadas a cabo por personal especializado de la armada o por terceros, tanto en períodos de operación como fuera de operación de los buques, con el fin de mantener la mejor confiabilidad de los buques (Sarjito, 2020).

Aunque los dos casos anteriores son de países con armadas mucho más grandes que la colombiana, y con un presupuesto mucho mayor, es evidente que optimizar los procesos de mantenimiento es vital para mantener una flota naval operativa que cumpla su propósito en un estado soberano. Sin embargo, como en muchos otros proyectos, el factor económico juega un papel fundamental en la implementación de nuevos modelos de gestión y sobre todo si es en el área tecnológica. Por lo cual, resulta importante analizar las cifras de inversión en el sector defensa de centro y Suramérica reflejadas en

la Figura 6, puesto que es el área de directa influencia exterior de la Armada de Colombia (The International Institute for Strategic Studies, 2024).

Figura 6

Inversión en el sector defensa para el año 2023 en centro y sur américa.



Nota. Adaptado de *The Military Balance: The Annual Assessment of Global Military Capabilities and Defence Economics*, por The International Institute for Strategic Studies, 2024.

De acuerdo con la figura anterior, en 2023, el gasto militar en América Latina y el Caribe alcanzó aproximadamente 59.300 millones de dólares estadounidenses. Brasil lidera la región con un gasto de más de 22.000 millones de dólares, seguido por México y Colombia. En términos de porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB), Colombia es uno de los países con mayor inversión relativa, dedicando alrededor del 3.1% de su PIB a la defensa. Otros países con altos porcentajes incluyen Ecuador con 2.2% y Chile con 1.8% (The International Institute for Strategic Studies, 2024). Por lo tanto, el gasto militar en Colombia es relativamente alto en comparación con otros países de la región, como Ecuador, que destina aproximadamente el 2.2% de su PIB a defensa, y Chile, que

invierte alrededor del 1.8% de su PIB. En contraste, Colombia dedica cerca del 3.1% de su PIB, lo que la posiciona entre los países con mayor inversión relativa en el sector defensa en América Latina, pero la asignación específica del presupuesto es variable, y para el caso específico de la Armada de Colombia, si el presupuesto se reduce o se redirige a otras áreas, el mantenimiento y los procesos de transformación tecnológica pueden verse afectados, llevando a, por ejemplo, la necesidad de priorizar ciertos proyectos sobre otros (The International Institute for Strategic Studies, 2024).

6. Marco de Referencia

6.1. La Gestión Tecnológica

6.1.1. Definición y Conceptos Clave

Antes de abordar la definición de gestión tecnológica es pertinente definir individualmente las dos palabras que componen el concepto, para identificar los aportes de cada palabra que, al ser combinadas, forman el significado total. La palabra “tecnología”, etimológicamente, proviene del griego *τέχνη* (téchnē) que significa “arte, oficio o destreza” y *λογία* (logía) que significa “estudio, discurso o tratado” (RAE, 2024), y debido a esta naturaleza dual, para De Weck (2022) la tecnología puede definirse tanto como un conjunto de procesos y objetos creados deliberadamente que juntos cumplen alguna función, como también como el conocimiento y las habilidades asociadas utilizadas en la concepción, el diseño, la implementación y el funcionamiento de dichos artefactos. Desde otro punto de vista, Khalil (2009) define la tecnología como el conjunto de conocimientos, productos, procesos, herramientas, métodos y sistemas empleados en la creación de bienes o en la prestación de servicios; en términos sencillos, la tecnología es la forma en que hacemos las cosas, el medio por el cual logramos objetivos y la implementación práctica del conocimiento.

En cuanto al concepto de “gestión”, una de las definiciones que se puede encontrar en la literatura establece que se trata de un proceso de trabajo que implica guiar a un grupo de individuos para alcanzar objetivos organizacionales definidos (Dhillon, 2002). Sin embargo, esta definición resulta ser muy sencilla y no desarrolla el concepto en el contexto específico que las organizaciones quisieran, por ello, Kralj (1988) plantea que la gestión es el motor de un sistema abierto conocido como organización, responsable de crear un ciclo operativo, garantizar su funcionamiento y ajustarlo según

las demandas del entorno que rodea a la organización, y este entorno está compuesto por un sistema ambiental que establece los parámetros sociales, culturales, políticos y económicos, así como por un sistema competitivo que se inserta en la estructura económica del sector en el que opera la organización.

Una vez entendidos los conceptos de “gestión” y “tecnología”, se puede apreciar de mejor forma la definición de la “gestión tecnológica”. Por ejemplo, para Gochermann (2022) la gestión tecnológica es un proceso estructurado que permite evaluar y planificar cómo y cuándo se desarrollan, utilizan o implementan tecnologías en una organización, y en la mayoría de los casos, esta es la base para desarrollar los servicios o productos que se ofrecen, por ende, su eficacia y éxito pueden analizarse, evaluarse, planificarse y ejecutarse con el firme propósito de poner a disposición de los procesos de las organizaciones las tecnologías necesarias en el momento oportuno y a un costo razonable. En este sentido, el objetivo básico de la gestión tecnológica es identificar y aplicar innovaciones tecnológicas en productos, servicios y procesos, algunas veces arriesgadas y de gran alcance en el tiempo, de modo que la existencia de la organización nunca se vea amenazada como resultado de la pérdida de oportunidades de innovación tecnológica (Gochermann, 2022).

Por otro lado, la gestión tecnológica también abarca un conjunto de métodos que facilitan la detección de oportunidades y problemas tecnológicos dentro de una organización, y su propósito principal reside en el desarrollar e implementar planes de innovación y mejora continua para fortalecer la competitividad de la empresa, e implica conocer el mercado, la competencia, las tendencias y las capacidades propias, tanto de desarrollo tecnológico como de financiación (Solleiro & Castañón, 2008). De modo que, la gestión tecnológica es esencial en la gestión empresarial pues impacta todas las áreas

que pueden generar valor. Así las cosas, para Solleiro y Castañón (2008), existen seis (06) funciones principales de la gestión tecnológica:

- Inventariar: Conocer las tecnologías propias.
- Vigilar: Verificar el impacto de la evolución tecnológica (global y de competidores) con respecto a la empresa.
- Evaluar: Determinar el potencial propio y de posibles aliados.
- Enriquecer: Priorizar y definir proyectos de investigación, desarrollo y/o adquisición e implementación.
- Asimilar: Explotar el potencial propio, documentar el proceso y gestionar eficientemente los recursos.
- Proteger: Implementar políticas de propiedad intelectual.

En ese mismo sentido, Cedeno & Muñoz (2000) proponen que el propósito de la gestión tecnológica se enfoca en el desarrollo de habilidades y herramientas que faciliten la adquisición y generación continua de conocimiento dentro de la organización. Para lograrlo, es fundamental que la organización desarrolle capacidades específicas en las siguientes áreas: adquisición de datos; procesamiento y análisis de la información recolectada; difusión interna del conocimiento; conservación de la información. Estas capacidades requieren la implementación de condiciones institucionales adecuadas, orientadas a fomentar un entorno que estimule la creatividad y el aprendizaje constante, así como la incorporación de personal calificado que cuente con las herramientas necesarias para desempeñar sus funciones de manera efectiva.

6.1.2. El Ciclo de Vida de la Tecnología y la Gestión Tecnológica

La gestión tecnológica se desarrolla en función de las tecnologías disponibles en un momento y lugar específicos, y debe ser proyectada tanto en tiempo presente como a

futuro, puesto que hay tecnologías cuyo rendimiento disminuye con el pasar de los años y tecnologías nuevas que reemplazan a otras. En este sentido, el desempeño la gestión tecnología, su alcance y los beneficios que genera en una organización pueden cambian con el tiempo, con respecto al ciclo de vida tecnológico (Gochermann, 2022). Así las cosas, Gochermann (2022) establece que el ciclo de vida de la tecnología se puede dividir en cuatro fases: introducción (tecnología pionera), penetración (tecnología clave), madurez (tecnología básica) y degeneración (tecnología amenazada), y su uso beneficioso se degrada en el tiempo; estos cuatro estados tecnológicos se caracterizan por lo siguiente:

- Tecnologías pioneras: sólo son accesibles con un gran esfuerzo económico, a menudo están todavía en estado de desarrollo y sólo pueden ser utilizadas por especialistas; su distribución es todavía muy limitada.
- Tecnologías clave: están desarrolladas, pero aún no están ampliamente disponibles y requieren de buenos conocimientos para aprovecharlas, por lo tanto, permiten a quienes las usan diferenciarse de la competencia.
- Tecnologías básicas: están establecidas y forman la base de los productos y servicios actuales; están dominados por muchos y, por ende, ofrecen pocas oportunidades de diferenciación en el mercado.
- Tecnologías amenazadas: están en proceso de degeneración y se acercan al final de su vida útil; están siendo sustituidos por otras tecnologías.

Por lo anterior, si uno quiere diferenciarse de la competencia a través de la gestión tecnología, debe elegir el camino de implementar una tecnología que solo unos pocos dominan, teniendo en cuenta detalladamente las capacidades organizacionales

propias y hacer difícil la copia de los modelos desarrollados por parte de la competencia (Goehermann, 2022).

6.1.3. Importancia en la Industria

En la historia moderna se pueden encontrar incontables ejemplos que permiten identificar la importancia de la gestión tecnológica en la industria contemporánea. Por ejemplo, Datta (2022) analiza el caso de Netflix y Blockbuster. Netflix se dio cuenta de la desventaja de los medios físicos y las ventajas de utilizar la digitalización para diferenciar simultáneamente su servicio y reducir drásticamente los costos. De repente, esta empresa podía transmitir contenido digital (películas y series de televisión) por internet a cientos de millones de clientes globales sin preocuparse por la logística, el embalaje o la fabricación de DVDs, CDs, entre otros. Netflix simplemente cambió el panorama competitivo para Blockbuster, quién tenía múltiples tiendas físicas y perdió su ventaja, porque las películas y programas de televisión de Netflix se podían transmitir en cualquier dispositivo las 24 horas del día, los 7 días de la semana, adicionalmente, no sólo era un proveedor de servicios, sino también empezó a producir medios y contenidos, entrando en la competencia con grandes estudios y distribuidores de Hollywood.

Por lo anterior, Datta (2022) manifiesta que la importancia de la gestión tecnológica gira en torno a la competitividad y la sostenibilidad, en un mundo donde las empresas deben adaptarse muy rápidamente a nuevas tecnologías y cambios en el mercado (sobre todo de la competencia), y propone que la gestión tecnológica impacta directamente en las áreas que se muestran en la Figura 7.

Figura 7

Áreas de impacto de la gestión tecnológica en la industria.



Nota. Adaptado de *Global Technology Management 4.0* (p. 84-89), por P. M. Datta, 2022, Palgrave Macmillan.

6.1.4. Los Sistemas de Información y la Gestión Tecnológica

¿Como transforman los sistemas de información a las empresas contemporáneas y por qué son cada vez más imprescindibles en su gestión tecnológica? En la actualidad, las organizaciones están buscando volverse más competitivas, transformado digitalmente sus procesos con el fin de reducir costos y ser más globales, logrando así tomar decisiones en tiempo real con información veraz, aportando alto valor a la cadena productiva de la organización es sus procesos estratégicos y misionales. Existen nueve tendencias en los sistemas de información que han transformado la gestión tecnológica: plataformas digitales móviles emergentes, *Big Data* (incluido el Internet de las cosas), gestión remota, democratización de la toma de decisiones, sistemas de aprendizaje

automático y las redes sociales. Por lo tanto, hoy en día, los sistemas de información son la base para la gestión tecnológica y hacer prospero un negocio (Laudon & Laudon, 2020).

Las empresas de hoy aprovechan los sistemas de información para lograr seis objetivos principales: excelencia operativa; nuevos productos, servicios y modelos de negocio; mejor toma de decisiones y supervivencia diaria; pero se deben analizar algunas preguntas antes de asegurar lo anterior como, por ejemplo: ¿Qué es un sistema de información? ¿Cómo funciona? ¿Cuáles son sus componentes gerenciales, organizativos y técnicos? ¿Por qué los activos complementarios son fundamentales para garantizar que los sistemas de información proporcionen valor real a la organización? Desde un enfoque netamente técnico, Laudon y Laudon (2020) define un sistema de información como el encargado de recibir, procesar y analizar información para finalmente obtener una salida que en última instancia es información clasificada y ordenada de alto valor para la toma de decisiones.

Desde una perspectiva empresarial, un sistema de información es una solución a uno o varios problemas que día a día se enfrenta la organización para la consecución de sus metas y objetivos. La dimensión tecnológica incluye hardware, software, tecnología de gestión de datos y tecnología de redes/telecomunicaciones (incluida Internet). La dimensión de organización de los sistemas de información involucra cuestiones como la jerarquía de la organización, las especialidades funcionales, los procesos comerciales, la cultura y los grupos de interés. Para obtener un valor significativo de los sistemas de información, las organizaciones deben respaldar sus inversiones en tecnología con inversiones complementarias adecuadas para cada tipo de organización. Estos activos complementarios incluyen nuevos modelos y procesos de negocios, una cultura

organizacional y un comportamiento gerencial de apoyo (liderazgo), y estándares tecnológicos, regulaciones y políticas. Pero si las nuevas inversiones en tecnología no están acompañadas de cambios a nivel gerencial, y de una nueva cultura organizacional para respaldar los cambios tecnológicos a los cuales se va a ver enfrentada, el resultado no va a ser el esperado. En este sentido, las disciplinas que contribuyen a un enfoque técnico que se centra en modelos formales y la funcionalidad del sistema son: la informática, la ciencia de la gestión y la investigación de operaciones. Por otro lado, las disciplinas que contribuyen a un enfoque conductual que se centra en el diseño, implementación, gestión e impacto empresarial de los sistemas son: la sociología, la psicología y la economía (Laudon & Laudon, 2020).

Por lo anterior, el estudio de los sistemas de información y su impacto en la gestión tecnológica es un campo multidisciplinario, es decir, no hay un solo campo del conocimiento que domine. Desde esta perspectiva, la Figura 8 ilustra las principales disciplinas que según Laudon y Laudon (2020) aportan las oportunidades de mejora, cuestionamientos y soluciones a la gestión de los sistemas de información. Así las cosas, los sistemas de información son sistemas sociotécnicos. Aunque están compuestos de máquinas, dispositivos y tecnología física, requieren de intervenciones sociales, organizacionales e intelectuales para que funcionen correctamente.

Figura 8

Enfoques contemporáneos de los sistemas de información.



Nota. Adaptado de *Management Information Systems: Organization and Technology in the Networked Enterprise* (p. 58), K. C. Laudon & J. P. Laudon, 2020, Prentice Hall.

6.2. Modelos de Gestión Tecnológica

Los modelos de gestión tecnológica son marcos o enfoques que las organizaciones utilizan para administrar de manera eficiente los recursos tecnológicos, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Algunos de los modelos más reconocidos y utilizados en la actualidad son los siguientes:

6.2.1. Modelo de Thamhain

Este modelo de gestión tecnológica se centra en la integración de la tecnología dentro de la estrategia organizacional con los elementos principales que se evidencian en la Figura 9. Thamhain (2005) reconoce que la tecnología no es solo un recurso, sino un motor fundamental que impulsa el cambio y la innovación, por lo cual, enfatiza la importancia de la planificación estratégica, donde se identifican y analizan las necesidades tecnológicas en función de los objetivos organizacionales. Esto implica una

evaluación constante de las capacidades tecnológicas y su impacto en el rendimiento organizacional, así como en la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. Además, Thamhain (2005) destaca la importancia de la cultura organizacional y el desarrollo de competencias en la implementación efectiva de tecnologías, en el sentido de que una cultura que fomente la colaboración, el aprendizaje continuo y la adaptabilidad es esencial para el éxito de cualquier iniciativa tecnológica. Por consiguiente, las empresas deben desarrollar un ambiente que permita a los empleados interactuar con las tecnologías de manera efectiva, facilitando así la innovación y el desarrollo de nuevos productos y/o servicios. En este sentido, la capacitación y el desarrollo de habilidades son componentes críticos en este proceso, ya que aseguran que los empleados puedan aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas disponibles.

Otros elementos clave del modelo son la necesidad de una gestión del cambio que permita a las organizaciones adaptarse a nuevas tecnologías y procesos, minimizando la resistencia interna y maximizando la aceptación, y la evaluación continua del rendimiento tecnológico, lo que implica medir el impacto de la tecnología en la productividad y eficiencia organizacional. Esto se complementa con la gestión de la innovación, donde se promueve el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas que mantengan o mejoren el impacto del sistema de gestión. Asimismo, la colaboración interdepartamental también es fundamental, ya que permite una mejor alineación entre las distintas áreas de la organización y asegura que las decisiones tecnológicas sean coherentes con las metas generales del negocio (Thamhain, 2005).

Figura 9

Modelo de Thamhain.



Nota. Adaptado de *Management of technology: managing effectively in technology-intensive organizations*, por H. Thamhain, 2005, John Wiley and Sons.

6.2.2. Modelo de Innovación Abierta (Open Innovation)

Este modelo fomenta la colaboración entre diferentes organizaciones, incluyendo clientes, proveedores y otros actores, para desarrollar e implementar innovaciones. Así las cosas, se basa en la idea de que las empresas pueden y deben usar tanto ideas internas como externas para avanzar en tecnología y productos (Chesbrough, 2003).

El enfoque de innovación abierta es una estrategia de gestión tecnológica que fomenta la colaboración entre diferentes actores tanto dentro como fuera de la organización. A través de este modelo, se busca desarrollar nuevas ideas, productos y servicios mediante la integración de conocimientos y tecnologías provenientes de diversas fuentes. En contraste con la innovación cerrada, el enfoque de innovación abierta permite un flujo bidireccional de información y recursos, lo que favorece la creatividad y la adaptación a cambios en el entorno empresarial. Los elementos clave de

este enfoque incluyen la cooperación con socios externos, la apertura a nuevas ideas y la capacidad de aprovechar el conocimiento externo para impulsar la innovación interna se describen en la Figura 10 (Chesbrough, 2003).

Figura 10

Modelo de Innovación Abierta (Open Innovation)

Cultura Organizacional Abierta

Valora la colaboración, la transparencia y el intercambio de conocimientos. Es más flexibles para adaptarse a cambios tecnológicos y de mercado, reorganizando procesos y según sus necesidades.

Prototipado Rápido y Acceso al Mercado

Las empresas no deben depender solo de sus recursos internos para innovar, sino que deben colaborar con actores externos para obtener nuevas ideas y tecnologías.

Nuevos Modelos de Negocio

Plataformas abiertas, economías compartidas y comercialización conjunta.



Aprovechamiento de Redes y Ecosistemas

Redes donde múltiples actores comparten ideas, recursos y experiencias.

Colaboración Externa

Aprovechar avances tecnológicos y prototipos de terceros, reduciendo el tiempo para llegar al mercado.

Explotación del Capital Intelectual

Adquirir o licenciar patentes y tecnologías de otros, así como monetizar su propiedad intelectual.

Flujo Bidireccional de Conocimiento

Las empresas incorporan conocimientos externos para innovar y licencian o comercializan sus propias tecnologías.

Nota. Adaptado de *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, H. Chesbrough, (2003), Harvard Business Press.

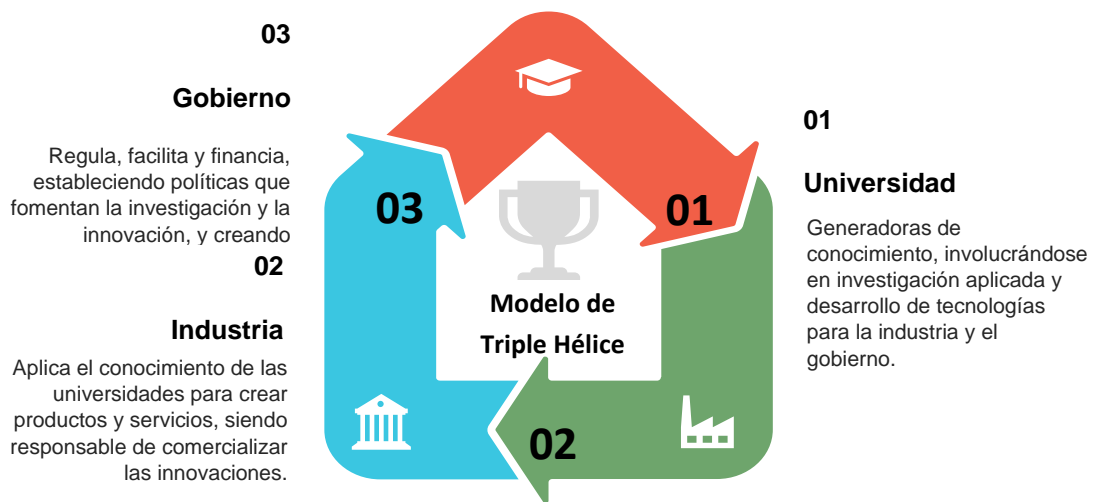
6.2.3. Modelo de Triple Hélice

El modelo se basa en la interacción entre tres actores clave: el gobierno, las universidades y la industria. Este modelo sostiene que la colaboración entre estas tres partes es esencial para el desarrollo tecnológico y la innovación. Cada uno de estos actores desempeña un papel importante en la creación y difusión del conocimiento, y su cooperación es fundamental para el desarrollo tecnológico y la innovación en una

economía basada en el conocimiento (Etzkowitz, 1997). A continuación, en la Figura 11, se describen los elementos clave del modelo.

Figura 11

Modelo de Triple Hélice



Nota. Adaptado de *Universities and the global knowledge economy: A triple helix of university-industry-government relations*, H. Etzkowitz, 1997, Continuum International Publishing Group.

6.2.4. Modelo de Gestión del Conocimiento (Knowledge Management)

Este modelo se centra en la creación, almacenamiento, distribución y utilización del conocimiento dentro de las organizaciones como se muestra en la Figura 12. La gestión del conocimiento es clave para la innovación y el uso eficiente de las tecnologías, siendo su objetivo principal mejorar la toma de decisiones, fomentar la innovación y aumentar la eficiencia al aprovechar el capital intelectual disponible (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Figura 12

Modelo de Gestión del Conocimiento



Nota. Adaptado de *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*, I. Nonaka, 1995, Oxford University Press.

6.2.5. Modelo de Innovación de Servicios (Service Innovation)

Este modelo de gestión se enfoca en la creación y mejora de servicios a través del uso de tecnologías como se evidencia en la Figura 13. Tiene como objetivo innovar en la manera en que los servicios son diseñados, implementados y entregados al cliente, con el objetivo primario de generar valor para los clientes y diferenciación competitiva para las empresas. Este modelo implica una gestión estratégica de los recursos, el conocimiento y la tecnología para desarrollar servicios que respondan de manera efectiva a las necesidades cambiantes del mercado (Gallouj, 2009).

Figura 13

Modelo de Innovación de Servicios (Service Innovation)

S	SOSTENIBILIDAD E IMPACTO SOCIAL	La innovación en servicios se vincula con la sostenibilidad y el impacto social, buscando desarrollar servicios ambiental y socialmente responsables.	
C	CO-CREACIÓN DE VALOR	En la innovación de servicios, los clientes son colaboradores activos en el diseño y desarrollo, trabajando juntos para crear experiencias personalizadas que agreguen valor.	
P	PERSONALIZACIÓN Y FLEXIBILIDAD	El modelo de innovación en servicios promueve la personalización y flexibilidad, adaptando los servicios a las necesidades del cliente y respondiendo rápidamente a cambios en el mercado.	
U	USO INTENSIVO DE TECNOLOGÍAS	La tecnología impulsa la innovación de servicios mediante la automatización de procesos, mejora de la interacción con clientes y creación de nuevos modelos de negocio.	
I	INNOVACIÓN EN EL MODELO DE NEGOCIO	La innovación en servicios transforma modelos de negocio, creando nuevas formas de agregar valor a productos y servicios.	
E	EXPERIENCIA DEL CLIENTE	La experiencia del cliente es central en la innovación de servicios, diseñando ofertas que proporcionen experiencias memorables en todos los puntos de contacto con la organización.	
M	MEJORA CONTINUA	La innovación en servicios es un proceso continuo de evaluación y mejora, para ajustarse a los clientes y cambios en el entorno.	
C	CAPACITACIÓN Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS	El capital humano es clave para la innovación de servicios, requiriendo capacitación en competencias técnicas y de atención al cliente para ofrecer servicios de alto valor.	

Nota. Adaptado de *Innovation in services: A review of the debate and a research agenda*, F. Gallouj, 2009, Journal of Evolutionary Economics.

6.2.6. Modelo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva

Este modelo está orientado a identificar oportunidades y amenazas tecnológicas a través de la observación sistemática del entorno como se muestra en la Figura 14. Se enfoca en la captura y análisis de información para tomar decisiones estratégicas. En

este sentido, es un enfoque de gestión que busca recolectar, analizar y utilizar información estratégica sobre el entorno tecnológico y competitivo para anticiparse a cambios, identificar oportunidades y tomar decisiones informadas (Porter, 1985).

Figura 14

Modelo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva



Nota. Adaptado de *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*, M. Porter, 1985, Free Press.

6.2.7. Modelo de Escorsa y Valls

El modelo de gestión tecnológica propuesto por Escorsa & Valls (2005), que se representa en la Figura 15, se centra en la integración de la tecnología y la innovación como pilares fundamentales para la competitividad empresarial. Este modelo se articula a

través de una serie de estrategias que buscan optimizar los procesos internos y externos de las organizaciones, fomentando un entorno propicio para la creatividad y la innovación. Se destaca la importancia de establecer una estrategia tecnológica clara que alinee los objetivos empresariales con las capacidades tecnológicas, así como la necesidad de implementar herramientas que faciliten el análisis del entorno y la vigilancia tecnológica, permitiendo a las empresas anticiparse a los cambios del mercado y adaptarse rápidamente a ellos. Además, el modelo enfatiza la organización y gestión de la innovación como un proceso continuo que requiere el compromiso de todos los niveles de la empresa. Esto incluye desde la generación de ideas hasta la implementación de proyectos innovadores, pasando por una adecuada gestión del conocimiento. La colaboración interdepartamental y el establecimiento de alianzas estratégicas son también elementos clave en este enfoque, ya que permiten aprovechar sinergias y compartir recursos.

Figura 15

Modelo de Escorsa y Valls



Nota. Adaptado de *Tecnología e innovación en la empresa*, P. Escorsa & J. Valls, 2005, Alfaomega.

6.2.8. Comparación de Modelos

El ejercicio de comparación de modelos de gestión tecnológica es fundamental para entender las diversas estrategias que las organizaciones pueden adoptar para mantener su competitividad. A través de esta comparación, se pueden identificar no solo las ventajas y desventajas inherentes a cada propuesta, sino también las sinergias potenciales que podrían surgir al combinar elementos de diferentes modelos. Por lo tanto, en la Tabla 1 es posible apreciar el enfoque principal, las ventajas y los desafíos asociados a cada modelo de gestión.

Tabla 1

Comparación de modelos de gestión tecnológica

Modelo	Enfoque	Ventajas	Desafíos
Innovación Abierta (Open Innovation)	Colaboración externa e interna para el desarrollo de tecnologías e innovaciones.	Acceso a más ideas y tecnologías. Acelera el proceso de innovación. Reduce costos de desarrollo.	Riesgo de fuga de información sensible. Dificultades en la gestión de la propiedad intelectual.
Triple Hélice	Colaboración entre gobierno, academia e industria para impulsar la innovación tecnológica.	Facilita la transferencia de conocimiento. Apoyo institucional. Impulsa la creación de nuevos negocios.	Dependencia de la colaboración externa. Diferencias de intereses entre las tres partes (academia, gobierno, industria).
Gestión del Conocimiento (Knowledge Management)	Creación, almacenamiento y distribución del conocimiento dentro de la organización.	Facilita la toma de decisiones basadas en conocimiento.	Difícil de implementar sin una cultura organizacional favorable.

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

		Mejora la eficiencia organizativa y la innovación.	Requiere tecnologías avanzadas para gestionar datos.
Innovación de Servicios (Service Innovation)	Enfoque en la creación y mejora de servicios mediante tecnología.	Mejora la experiencia del cliente. Permite servicios personalizados y más eficientes.	Puede ser difícil innovar en servicios tradicionales. Exige constante actualización tecnológica y de tendencias.
Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	Observación y análisis del entorno tecnológico para identificar oportunidades y amenazas.	Anticipa cambios en el mercado. Mejora la toma de decisiones estratégicas. Identifica oportunidades emergentes.	Requiere de una infraestructura tecnológica sólida para capturar datos. Puede ser costosa de mantener a largo plazo.
Thamhain	Gestión tecnológica con énfasis en la interacción entre personas y procesos.	Enfoque sistemático en la gestión de proyectos. Mejora en el rendimiento a través de la colaboración interdepartamental.	Complejidad en la coordinación entre equipos y procesos. Necesidad de habilidades específicas para gestionar proyectos tecnológicos.
Escorsa y Valls	Integración de tecnología e innovación como pilares para la competitividad.	Mejora continua de procesos. Adaptabilidad al cambio. Fomento de la creatividad interna.	Requiere compromiso a todos los niveles. Necesidad de inversión en formación y herramientas tecnológicas.

Nota. Esta tabla permite visualizar las diferencias y similitudes entre los diferentes modelos de gestión tecnológica investigados.

7. Diseño Metodológico

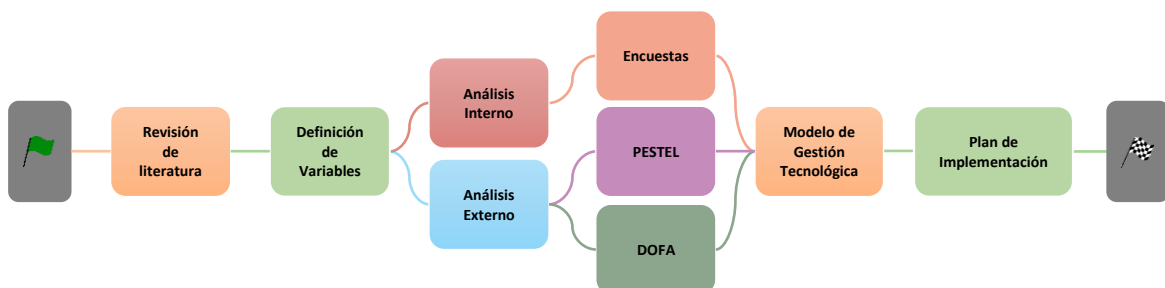
Esta propuesta de trabajo de grado se cataloga como una investigación no experimental, de acuerdo con lo planteado por Bernal (2015), entendiendo que, para el cumplimiento de los objetivos planteados, será necesaria la observación y análisis de procesos en su contexto natural, sin manipulación de variables independientes, lo que permite estudiar situaciones existentes sin intervenir en ellas. Por lo tanto, en este caso el enfoque no experimental es adecuado dado que se busca entender y describir el proceso de mantenimiento dentro de la Armada de Colombia, identificando las situaciones actuales que afectan la disponibilidad operacional de las unidades a flote, sin realizar experimentos controlados.

Además, esta investigación es aplicada y descriptiva, ya que tiene como objetivo resolver problemas concretos relacionados con la gestión tecnológica en el mantenimiento naval, contribuyendo a mejorar la operatividad de las unidades. Asimismo, se concibe como mixta, dado que pretender combinar los métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión más completa del objeto de estudio. Esto implica que se utilizarán tanto datos numéricos para medir aspectos específicos del proceso de mantenimiento como también encuestas para captar percepciones y experiencias de los interesados. Finalmente, esta propuesta es transversal, teniendo en cuenta que se centrará en un análisis de un momento específico, proporcionando un diagnóstico del estado actual del proceso de mantenimiento en la Armada de Colombia.

Por otro lado, se desarrollará el trabajo siguiendo los pasos, procesos y enfoques que se presentan en la Figura 16.

Figura 16

Ruta metodológica



7.1. Análisis Externo

Con el fin de realizar el diagnóstico de la organización, particularmente el externo, se usarán las metodologías del análisis PESTEL y DOFA. El primero, es una herramienta estratégica que permite evaluar el entorno en el que opera una organización, considerando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales (Parada, 2017). En cuanto al análisis DOFA, consiste en elaborar una matriz que organiza los elementos en cuatro categorías: fortalezas, que son las características internas positivas que brindan ventajas competitivas a la organización; debilidades, que representan los factores internos negativos que restringen su rendimiento y competitividad; oportunidades, que son elementos externos que pueden ser aprovechados para el crecimiento y mejora de la empresa; y amenazas, que son factores externos que pueden amenazar su éxito. Este enfoque proporciona a las organizaciones una visión clara y estructurada de su situación actual, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas (Ponce, 2006). En el caso de la Armada de Colombia, estos análisis resultan fundamentales para comprender los desafíos y oportunidades que enfrenta de factores externos en el contexto local, regional y global.

7.2. Análisis Interno

Con el fin de desarrollar el diagnóstico organizacional, la metodología con la que se realizará el análisis interno es la encuesta. Las encuestas son útiles para recopilar datos cuantitativos de una mayor cantidad de personas en un tiempo reducido, proporcionando una visión general en el diagnóstico. En este sentido, esta metodología puede revelar problemas específicos y dinámicos para cada grupo de interesados por medio de análisis estadísticos. Así las cosas, la encuesta ofrece un panorama completo que ayuda a identificar fortalezas y debilidades organizacionales, así como oportunidades de mejora (Rodríguez, 2016).

7.3. Población, Muestra y Ficha Técnica

Por la naturaleza del proyecto, se determinó por perfilamiento y competencia que los grupos poblacionales a los que se les aplicará el instrumento de medición son los que se muestran en la Tabla 2, cada uno de ellos con un rol diferente dentro de los grupos de interés.

Tabla 2

Grupos poblacionales

Grupo poblacional	Rol	Cantidad
Jefe Jefatura de Material (Líder proceso mantenimiento)	Alta Dirección	1
Directores Jefatura de Material	Alta Dirección	4
Jefes de División Jefatura de Material	Colaborador Administrativo	10
Jefes Departamento Ingeniería Unidad Mayor	Colaborador Operativo	9
Jefes Departamento Ingeniería Unidad Menor	Colaborador Operativo	20
Jefe Jefatura Integral de Educación Naval (Líder proceso educación)	Alta Dirección	1
Director de Ciencia y Tecnología Naval (Líder proceso CTel)	Alta Dirección	1
Jefes de División Dirección de Ciencia y Tecnología Naval	Colaborador Administrativo	3

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Director Centro de Desarrollo Tecnológico Naval	Colaborador Operativo	1
Total		50

Nota. Esta tabla permite visualizar los grupos poblacionales que participarán del análisis interno.

Entendiendo que, en el contexto del análisis interno se pretende diseñar un instrumento específico para evaluar diversas variables que corresponden a modelos de gestión tecnológica, en la Tabla 3 se resumen las características principales de la medición.

Tabla 3

Ficha técnica

Característica	Descripción
Periodo de recolección de datos	De febrero a abril de 2025
Ciudad de aplicación	Bogotá D.C., Cartagena de Indias, Bahía Málaga, Puerto Carreño, Puerto Leguizamo
Cargo de las personas	Jefes de Jefatura, Directores, Jefes de Departamento de Ingeniería de Unidades a Flote, Jefes de División
Población	50
Muestra	45
Nivel de confianza	95%
Grado de precisión	5%
Medio de recolección	Entrevista personal, encuesta digital.

Nota. Esta tabla permite visualizar las principales características del instrumento de medición a usar para el análisis interno.

7.4. Identificación de las Variables

Teniendo en cuenta los modelos analizados en el marco teórico, se definieron las variables de la Tabla 4 para realizar el análisis interno de la organización.

Tabla 4

Variables

Variable	Descripción
Cultura organizacional	La cultura organizacional representa los valores compartidos, creencia y normas que moldean el comportamiento y la mentalidad

	<p>dentro de una organización. En el ámbito de la gestión tecnológica aplicada al mantenimiento, esta variable evalúa que tan favorable es el ambiente para adoptar herramientas y prácticas tecnológicas. Una cultura que apoye la innovación y la adopción tecnológica facilita el desarrollo de un entorno colaborativo, abierto al aprendizaje continuo y preparado para el cambio (Cameron & Quinn, 2011).</p>
<p>Estructura y procesos de gestión del conocimiento</p>	<p>La gestión del conocimiento involucra los métodos y sistemas que permiten a una organización recolectar, organizar y distribuir conocimiento acumulado en sus operaciones. En el área de mantenimiento, esta gestión implica que los equipos puedan acceder fácilmente a información histórica, buenas prácticas y lecciones aprendidas con el fin de resolver problemas de manera informada. Una estructura clara en este ámbito facilita que el personal tome decisiones efectivas, con base en la experiencia acumulada y el conocimiento de la organización de forma colectiva (Nonaka & Takeuchi, 1995).</p>
<p>Estructura y procesos de Gestión de la Innovación</p>	<p>La gestión de la innovación se centra en los procedimientos y marcos establecidos para captar, desarrollar e implementar nuevas ideas y tecnologías dentro de la organización. En un entorno de mantenimiento, esta estructura permite introducir mejoras constantes y fomentar una mentalidad creativa. Así, la gestión de la innovación facilita la adopción de nuevas técnicas y herramientas, promoviendo un proceso de mejora continua que optimiza la eficiencia y la calidad en los trabajos de mantenimiento (Tidd et al., 2005).</p>
<p>Competencias del talento humano</p>	<p>Las competencias del talento humano son las destrezas, conocimientos y actitudes que posee el personal para desempeñar su trabajo de manera óptima, especialmente en el uso de tecnologías. En el contexto de mantenimiento, esta variable se centra en la capacitación técnica y en la disposición del equipo para aprender y emplear nuevas herramientas tecnológicas. La inversión en el desarrollo de estas competencias es fundamental para asegurar que el personal pueda adaptarse rápidamente a los cambios tecnológicos y aplicar innovaciones en sus tareas diarias (Boyatzis, 2008).</p>
<p>Estructura y procesos de vigilancia tecnológica</p>	<p>La vigilancia tecnológica implica un proceso continuo de monitoreo del entorno externo, con el fin de identificar y evaluar nuevas tecnologías, tendencias y avances aplicables al mantenimiento. Este proceso permite a la organización anticiparse a los cambios tecnológicos y estar al día con las mejores prácticas del sector. La vigilancia tecnológica ayuda a tomar decisiones estratégicas sobre qué tecnologías adoptar, asegurando que la organización mantenga su competitividad y esté preparada para futuras innovaciones (Porter, 1985).</p>

Herramientas y tecnología de soporte	Las herramientas y tecnologías de soporte incluyen los equipos, aplicaciones y sistemas que respaldan los procesos operativos en mantenimiento. Esta categoría abarca desde software de gestión y monitoreo hasta dispositivos avanzados de diagnóstico y análisis de datos. La disponibilidad y el buen funcionamiento de estas herramientas son clave para asegurar una operación eficiente y segura, optimizando los recursos y mejorando la precisión en las tareas de mantenimiento (Laudon & Laudon, 2020).
Divulgación y aplicación del conocimiento	La divulgación y aplicación del conocimiento se refiere a los procesos y estrategias que facilitan la transmisión y el uso práctico del conocimiento dentro de una organización. La divulgación implica compartir información relevante, experiencias y lecciones aprendidas de manera que todos los miembros de la organización puedan acceder y comprender este conocimiento. La aplicación, por su parte, se enfoca en cómo dicho conocimiento se utiliza para mejorar la toma de decisiones y resolver problemas de manera efectiva en el ámbito de mantenimiento. La combinación de ambas prácticas asegura que el conocimiento adquirido se integre en los procesos cotidianos, generando una base sólida para la innovación, la mejora continua y la eficiencia operativa (Nonaka et al., 2000).

Nota. Esta tabla permite identificar las variables para el análisis interno, junto con su respectiva definición.

Adicionalmente, con el propósito de validar el instrumento de medición, se solicitó a tres (03) docentes del SENA, dos (02) oficiales de la Armada de Colombia y el docente Nelson Antonio Moreno Monsalve de la Universidad EAN, para evaluar cada una de las preguntas en cuanto a claridad de la redacción, enfoque conceptual y relación pregunta variable. Los resultados del proceso de validación se consolidan en la Tabla 5 y se presentan completos en el anexo “Formato Validación Instrumento Medición.xlsx”.

Tabla 5

Coefficiente de V de Aiken

Variable	Preguntas	Interpretación
Cultura organizacional	1 – 5	Preguntas validas
Estructura y procesos de gestión del conocimiento	6 – 10	Preguntas validas
Estructura y procesos de gestión de la innovación	11 – 15	Preguntas validas

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Competencias del talento humano	16 – 20	Pregunta 19 requiere ajuste.
Estructura y procesos de vigilancia tecnológica	20 – 25	Pregunta 21 requiere ajuste.
Herramientas y tecnología de soporte	25 – 30	Preguntas validas
Divulgación y aplicación del conocimiento	30 – 35	Pregunta 32 requiere ajuste.

Nota. Esta tabla permite visualizar los resultados de la aplicación del modelo de coeficiente de V de Aiken al instrumento de medición interna propuesto, con un total de seis (06) evaluadores.

Las tres (03) preguntas que requieren un ajuste, dadas las observaciones de los evaluadores, fueron: 19. El equipo de mantenimiento recibe formación específica sobre el uso de nuevas herramientas tecnológicas.; 21. La organización realiza un seguimiento constante de las tecnologías emergentes aplicables al mantenimiento.; y 32. El equipo de mantenimiento tiene fácil acceso a la información y al conocimiento necesario para su labor.

Por lo anterior, se verificó la redacción de las tres (3) preguntas para mejorar su claridad y se volvieron a validar con el grupo poblacional especializado. La versión aprobada de cada pregunta es: 19. El personal que pertenece al proceso de mantenimiento recibe capacitación específica sobre el uso de las nuevas herramientas tecnológicas que se deciden implementar en la organización.; 21. La organización cuenta con una estructura y procedimientos definidos para realizar un seguimiento constante de las tecnologías emergentes aplicables al mantenimiento.; 32. El personal que pertenece al proceso de mantenimiento dispone de mecanismos efectivos para acceder, divulgar y aplicar el conocimiento necesario para realizar su labor de manera eficiente. Una vez realizados los ajustes, la versión final del instrumento de medición se presenta en el anexo “Encuesta.pdf”.

8. Diagnóstico Organizacional

8.1. Análisis Externo

8.1.1. Análisis PESTEL

El análisis PESTEL es una herramienta estratégica que permite evaluar el entorno en el que opera una organización, considerando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales (Parada, 2017). En el caso de la Armada de Colombia, este análisis resulta fundamental para comprender los desafíos y oportunidades que enfrenta de factores externos en el contexto local, regional y global, cuyas principales variables se muestran en la Figura 17.

- Político:
 - ❖ Estabilidad en políticas: Si bien la Armada de Colombia tiene como finalidad primordial el cumplimiento de lo establecido en el artículo 217 de la constitución política de Colombia (1991): “Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional.”, debe operar en un contexto en el que debe cumplir diferentes direccionadores externos a la Institución como lo son: el Plan Nacional de Desarrollo, la Política de Defensa y Seguridad del Ministerio de Defensa Nacional, el Plan de Guerra del Comando General de las Fuerzas Militares, los documentos CONPES, la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros, entre otros (Armada de Colombia, 2021). En este sentido, cualquier cambio disruptivo en las políticas de estado afecta directamente los roles y funciones de la Armada de Colombia, donde puede ser desde una fuerza predominantemente militar hasta convertirse en un actor clave en la construcción de paz y seguridad ciudadana (Ministerio de Defensa Nacional, 2022).

- ❖ Relaciones internacionales: La cooperación con otros países en temas de defensa y seguridad es crucial para la Armada de Colombia. Sin embargo, se pueden presentar situaciones particulares en las relaciones entre estados como lo ocurrido con Israel, donde el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia (2024), mediante comunicado de prensa oficial, anuncia que Colombia rompe relaciones diplomáticas con Israel, y aunque el alcance de la medida no fue definido, manifestando que se usarían los canales oficiales establecidos y no tendrían carácter público, se generó incertidumbre por los diferentes contratos de material de defensa que se tienen con ese país (The International Institute for Strategic Studies, 2024).
- Económico
 - ❖ Crecimiento económico del país: En los últimos años, el Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia ha mostrado fluctuaciones significativas, en 2020 sufrió una disminución del 6,8% debido a la pandemia de COVID-19, pero se recuperó con un crecimiento del 10,6% en 2021 y del 7,5% en 2022. Sin embargo, en 2023, el crecimiento se moderó a aproximadamente al 2,7%, con un aumento del 0,65% en el primer trimestre de 2024 (Banco Mundial, s.f.). Lo anterior, refleja tanto el crecimiento como los desafíos económicos que enfrenta el país, y a su vez, estos indicadores influyen en la planeación presupuestal del Estado. Por ejemplo, en la elaboración del Presupuesto General de la Nación se busca que el gasto público sea sostenible en relación con el crecimiento económico y por ello existe una reglamentación definida para proyectar las estimaciones en función del PIB, permitiendo llegar al cálculo de los techos presupuestales para funcionamiento e inversión de los diferentes organismos del sector público (Ministerio de Hacienda y

Crédito Público, 2023), entre ellos el sector defensa. Así las cosas, el crecimiento económico del país puede o no permitir mayores inversiones en la Armada de Colombia para mejorar su funcionamiento.

- ❖ Presupuesto de defensa: Un presupuesto adecuado es crucial para garantizar que cualquier fuerza militar cuente con los recursos necesarios para operar eficazmente y enfrentar los desafíos de seguridad contemporáneos, entre ellos la adquisición de equipo y tecnología, el mantenimiento de sus equipos y la capacitación de su personal (The International Institute for Strategic Studies, 2024). En el caso específico de Colombia, desde el año 2009, se ha evidenciado una reducción progresiva del gasto militar con respecto al PIB (Banco Mundial, s.f.), lo que ha afectado en general a todas la Fuerzas Militares de Colombia en su capacidad para adquirir nuevos equipos de defensa y mantener los existentes.
- ❖ Tasas de cambio: La fluctuación del cambio entre el peso colombiano (COP) y el dólar estadounidense (USD) ha tenido un impacto significativo en el sector defensa de Colombia. En los últimos dos años, el peso ha experimentado variaciones notables, alcanzando un máximo de 4.989,58 COP por USD en enero de 2023 y un mínimo de 3.763,43 COP por USD en abril de 2024 (Banco de la República, s.f.). Este fenómeno cambiario afecta directamente la capacidad de adquisición de equipos y tecnología militar, ya que muchos de estos se importan y se pagan en dólares. Por lo tanto, un aumento en el valor del dólar implica que el gobierno debe destinar más pesos de su presupuesto para adquirir la misma cantidad de equipos de defensa.

- Social
 - ❖ Percepción pública: En los últimos cinco años, la favorabilidad de las Fuerzas Militares en Colombia ha mostrado variaciones significativas. Según las encuestas de Invamer (2024), en 2019 la favorabilidad se situaba alrededor del 74%, pero a medida que avanzaron los años, esta cifra experimentó un descenso notable, alcanzando un mínimo del 50% en 2022. Sin embargo, a partir de 2023, se ha observado un leve repunte en la aprobación, que ha comenzado a estabilizarse, reflejando una posible recuperación de la confianza en la institución militar, ubicándose en el 65% en lo que va del 2024. Así las cosas, la opinión pública sobre las Fuerzas Militares de Colombia es reflejo directo del apoyo social, lo que afecta proporcionalmente su legitimidad.

- Tecnológico
 - ❖ Innovaciones en defensa: La innovación tecnológica en el sector defensa está transformando radicalmente la forma en que se lleva a cabo la guerra. La integración de la Inteligencia Artificial (IA) y otras tecnologías emergentes han brindado herramientas para optimizar operaciones, mejorar los procesos de toma de decisiones y gestionar grandes volúmenes de datos en tiempo real; esta evolución no solo mejora la eficacia de las Fuerzas Militares, sino que también plantea desafíos éticos, culturales y organizacionales dentro de las instituciones militares, siendo evidente en la carrera global por dominar estas tecnologías para asegurar ventajas estratégicas (Tangredi & Galdorisi, 2021). En este sentido, la adopción de nuevas tecnologías es crucial para mantener la “competitividad” de la Armada de Colombia a nivel regional.

- ❖ Ciberseguridad y ciberdefensa: La defensa y seguridad tienen nuevos campos de acción como el ciberespacio, por lo cual, el aumento en las capacidades de detección, gestión y análisis de eventos e incidentes cibernéticos en la red de datos es esencial para la Armada de Colombia, con el fin de tener mayor protección de la infraestructura crítica cibernética naval, como lo son las unidades a flote y el Sistema Integrado de Control de Tráfico y de Vigilancia Marítima (Armada de Colombia, 2021). En consecuencia, a medida que las infraestructuras digitales se vuelven más interconectadas, la vulnerabilidad a ciberataques aumenta significativamente, por ende, es esencial implementar medidas sólidas para proteger de agentes externos los sistemas tecnológicos.
- Ecológico
 - ❖ Regulaciones ambientales: Cumplir con la normativa ambiental es fundamental para que la Armada de Colombia opere sin causar daños ecológicos. De ahí que, el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), es un factor clave en el contexto ecológico entre otras regulaciones existentes, ya que establece directrices esenciales para la protección del medio marino frente a la contaminación. Este convenio es fundamental para reducir la contaminación generada por el transporte marítimo, regulando entre otros aspectos el manejo de residuos como hidrocarburos, aguas sucias y basuras provenientes de los buques, promoviendo prácticas sostenibles en la navegación y protegiendo estrictamente zonas específicas debido a su biodiversidad (International Maritime Organization, 2017). Por esto, la Armada de Colombia debe considerar el impacto ambiental de sus operaciones, entendiendo que la regulación sobre la contaminación marina y la protección de los ecosistemas marinos es cada vez más estricta.

- ❖ Sostenibilidad: Mediante el CONPES 3918, que establece la "Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia", se promueve en Colombia un enfoque hacia el crecimiento sostenible al definir las responsabilidades institucionales de las entidades del Estado y un esquema de seguimiento para evaluar el desarrollo sostenible en el país (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018). Por ello, la implementación de esta estrategia exige que las Fuerzas Militares, como instituciones del Estado, adopten prácticas que minimicen su huella ecológica y adicionalmente, convierte en una obligación el cumplimiento de los ODS, con el fin no solo de contribuir al desarrollo nacional, sino también para garantizar que las operaciones militares, en el caso de la Armada de Colombia “navales”, contribuyan a la conservación del medio ambiente y a la resiliencia frente al cambio climático.
- Legal
 - ❖ Regulaciones internacionales: La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), que Colombia firmó en 1982 pero no ha ratificado (Armada de Colombia, 2021), es un tratado internacional que regula el uso de los mares y océanos del mundo, y trata, entre otras cosas, de temas como la soberanía, los derechos de uso en zonas marítimas y los derechos de navegación (Naciones Unidas, 1982). La no ratificación de Colombia, la competencia de las autoridades internacionales y las pretensiones de otros países han generado complicaciones significativas en la delimitación marítima y en la defensa de los intereses nacionales de Colombia en el mar, por ejemplo, en el caso de delimitación marítima con Nicaragua (Armada de Colombia, 2021). Así que, tanto la

CONVEMAR como otros tratados y convenios internacionales, impactan directamente el rol y las funciones de la Armada de Colombia.

- ❖ Derechos Humanos (DDHH) y Derecho Internacional Humanitario (DIH): El Estado Colombiano reconoce y acata las obligaciones internacionales que ha asumido a través de tratados, declaraciones y de la constitución política en sí misma, por ello a través del sector defensa, promueve, respeta, garantiza y protege los DDHH, y en el caso de situaciones de conflicto armado, vela por la promoción y respeto de los principios del DIH (Ministerio de Defensa Nacional, 2024). Por ello, la responsabilidad se extiende a garantizar que la Armada de Colombia debe cumplir en todos sus procesos y procedimientos con las normativas nacionales e internacionales que rigen la conducta de las Fuerzas Militares en conflictos y operaciones.

Figura 17

Análisis PESTEL

P Político	E Económico	S Social	T Tecnológico	E Ecológico	L Legal
Estabilidad en políticas Relaciones internacionales	Crecimiento económico del país Presupuesto de defensa Tasas de cambio	Percepción pública	Innovaciones en defensa Ciberseguridad y ciberdefensa	Regulaciones ambientales Sostenibilidad	Regulaciones internacionales Derechos Humanos (DDHH) y Derecho Internacional Humanitario (DIH)

Nota. La figura representa el resumen de los factores externos que podrían afectar a la Armada de Colombia de acuerdo con la metodología de análisis PESTEL.

8.1.2. Análisis DOFA

El análisis DOFA consiste en elaborar una matriz que organiza los elementos en cuatro categorías: fortalezas, que son las características internas positivas que brindan ventajas competitivas a la organización; debilidades, que representan los factores internos negativos que restringen su rendimiento y competitividad; oportunidades, que son elementos externos que pueden ser aprovechados para el crecimiento y mejora de la empresa; y amenazas, que son factores externos que pueden amenazar su éxito. Este enfoque proporciona a las organizaciones una visión clara y estructurada de su situación actual, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas (Ponce, 2006).

- **Debilidades**

- ❖ **Recursos limitados:** Los recursos asignados al sector defensa, en general, forman parte del Presupuesto General de la Nación y están para cubrir tanto gastos de funcionamiento como gastos de inversión. En el proceso de asignación del presupuesto, el Ministerio de Hacienda asegura primero los gastos relacionados con el personal, evitando así que no se puedan cumplir con las obligaciones laborales. El remanente de los gastos de funcionamiento se distribuye según el criterio de la cada Fuerza Militar y en última instancia, se consideran los gastos de inversión, que suelen ser el componente más perjudicado en situaciones de recortes presupuestales (Armada de Colombia, 2021). Por lo anterior, la Armada de Colombia enfrenta restricciones presupuestales en función de la distribución que se realice de acuerdo con las políticas de gobierno, limitando entre otras cosas, su capacidad para modernizar y mantener la Flota Naval.
- ❖ **Desafíos en infraestructura:** La Armada de Colombia tiene una clara necesidad de ampliar y modernizar sus bases navales. Por ejemplo, la Base Naval ARC “Bolívar”,

ubicada en Bocagrande – Cartagena de Indias, es la principal unidad de apoyo de la Armada de Colombia, pero ha sido restringida por un acelerado desarrollo turístico e inmobiliario en el área donde se encuentra, limitando sus condiciones generales de operación, modernización y ampliación, lo que a su vez limita su apoyo a la Flota Naval (Armada de Colombia, 2021).

- ❖ Dependencia tecnológica: Para Saldarriaga et al. (2019), aunque las capacidades del sector naval se encuentran en desarrollo, aún no se cuenta con estrategias fuertes que aumenten la independencia y autonomía tecnológica que exige una armada. En este sentido, se tiene una alta dependencia extranjera para ciertos sistemas críticos como lo son: el sistema de gestión de combate y el sistema de supervisión y control de plataforma. Sin embargo, desde la Dirección de Ciencia y Tecnología Naval (DICYT) se están desarrollando iniciativas para reducir esa brecha a través de proyectos de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) que fortalezcan el desarrollo tecnológico de la institución y de la industria del país, para construir soluciones sistémicas en los medios navales (Armada de Colombia, 2021).
- Oportunidades
 - ❖ La relación con la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN): Si bien debido a su ubicación geográfica (fuera del Atlántico Norte), Colombia no puede ser miembro pleno de la OTAN; esta organización ha seleccionado al país como “Socio Global”, es decir, un aliado estratégico no miembro de la OTAN. Esto significa que ambas partes cooperarán en diferentes líneas de acción para salvaguardar la paz y la seguridad internacional, y para Colombia, en particular, significa la oportunidad de adquirir ventajas militares y políticas. Sin embargo, articular los procesos con la

OTAN no es sencillo, puesto que se deben desarrollar capacidades de interoperabilidad e incluir temas como la inclusión de género, la transparencia, entre otros, dentro de las políticas institucionales de las Fuerzas Militares (Rey & Miranda, 2018).

- ❖ Cooperación internacional: Acosta et al. (2019), menciona que el desarrollo de un país está parcialmente determinado por su capacidad para integrar procesos económicos, políticos y militares con otras naciones. Esto se logra a través de la creación de alianzas que, mediante estrategias conjuntas, facilitan la consecución de objetivos de forma cooperativa. En este sentido, la Armada de Colombia cuenta con la oportunidad de establecer alianzas estratégicas con otras naciones en temas de defensa y seguridad marítima que le permitan mejorar sus capacidades. Por ello, ha definido como objetivo estratégico de largo plazo “Proyectar los intereses marítimos del Estado, a través del fortalecimiento de alianzas nacionales e internacionales para enfrentar los retos y desafíos globales” (Armada de Colombia, 2021).
- ❖ Iniciativas de paz: Colombia a lo largo de su historia ha tenido varios acuerdos de paz, el último de ellos firmado en el año 2016 con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC). Todos estos acuerdos han estado marcados por pequeños grupos que difieren y manifiestan su inconformidad con violencia, convirtiéndose en un desafío para la estabilidad democrática, la seguridad y la consolidación de la paz. En este escenario, las Fuerzas Militares de Colombia se encuentran comprometidas con garantizar la seguridad y defensa en todo el territorio colombiano mientras se logra consolidar la paz mediante la acción conjunta del Estado (Camelo, 2022). Por lo tanto, las iniciativas de paz en

Colombia ofrecen una oportunidad para que la Armada de Colombia se enfoque en nuevos roles misionales, apoyando por ejemplo el desarrollo rural, o redirigir recursos y esfuerzos hacia la lucha contra el narcotráfico y otros factores de inestabilidad.

- Fortalezas
 - ❖ Capacidades operacionales: Entendiendo que el corazón de la Armada de Colombia es la Flota Naval, que está compuesta por buques de guerra, submarinos y aeronaves, las cuales son tripuladas por personal entrenado, equipado, disciplinado y capacitado para llevar a cabo la misión constitucional; la institución ha definido una estructura de medios institucionales que brinda la flexibilidad requerida para cumplir la misión de manera efectiva con las capacidades operaciones adecuadas. Asimismo, se ha elaborado el “Plan de Construcción y Optimización de la Flota (PROCYON), el cual es un “Plan País” para construir y adquirir plataformas navales que atiendan las necesidades de la Nación en cuanto a seguridad y la defensa del territorio marítimo con una proyección temporal al año 2042 (Armada de Colombia, 2021).
 - ❖ Profesionalismo y experiencia: A lo largo de la historia, las Fuerzas Militares en todo el mundo han desempeñado funciones específicas en defensa nacional. Pero, en el caso de Colombia, los retos de la región y del contexto local han llevado a sus Fuerzas Militares a desarrollar capacidades consideradas "duales". Esto les ha permitido enfrentar amenazas que van más allá de los conflictos entre estados, abordando temas como la gestión del riesgo, la asistencia humanitaria, la protección del medio ambiente y los recursos naturales, así como su contribución al desarrollo del país. En este sentido, la Armada de Colombia, así como las demás

Fuerzas Militares de Colombia, tiene un profesionalismo y experiencia único, marcado profundamente por la historia y realidad del país, que le permite operar tanto en períodos de paz como en situaciones de conflicto (Salamanca Rodríguez, 2023).

- ❖ Compromiso con la defensa y seguridad nacional: En 201 años de historia, la Armada de Colombia ha cumplido abnegadamente con su función constitucional de contribuir a la defensa de la Nación mediante el “Poder Naval”, con el fin de consolidar y garantizar la seguridad territorial, de los ciudadanos y del Estado. Además, ha desarrollado misiones orientadas a garantizar el empleo integral del mar. Por ende, aunque las funciones de la Armada de Colombia han variado dependiendo de las necesidades del país, la institución siempre ha orientado sus capacidades para adaptarse rápidamente y cumplir con las políticas de Estado (Armada de Colombia, 2021).
- Amenazas
 - ❖ Delitos transnacionales: La delincuencia organizada transnacional representa una amenaza significativa para cualquier país, ya que es un fenómeno dinámico que se adapta constantemente a los cambios del mundo y a las condiciones sociales y políticas globales. Este tipo de criminalidad abarca una amplia gama de actividades ilícitas, como el tráfico de drogas, la trata de personas, el blanqueo de capitales y el tráfico de armas, entre otros, todos los cuales cruzan fronteras y afectan múltiples países. Su naturaleza global y su capacidad para operar sin restricciones generan un impacto negativo en la paz, la seguridad humana y el desarrollo integral de las sociedades, lo que exige una respuesta coordinada y efectiva por parte de las

Fuerzas Militares y otros organismos de cada Estado (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, s.f.).

- ❖ Cambio climático: Hoy en día se identifica al cambio climático como amenaza en la doctrina de seguridad y ha cobrado especial relevancia en los últimos años pasando a ser una amenaza que puede incluso condicionar al resto, produciendo entre otras cosas, aumento de requerimientos operativos al considerar cosas como la vulnerabilidad de las instalaciones militares ante eventos naturales, la escasez de alimentos y la influencia de temperaturas extremas en la condición física del personal, armas y equipos. Por lo tanto, las Fuerzas Militares del mundo han reconocido la necesidad de establecer estrategias de adaptación y mitigación del impacto del cambio climático, así como de desarrollo sostenible (García, 2023).
- ❖ Inestabilidad política regional: Los conflictos regionales en América Latina representan una amenaza significativa para la estabilidad y seguridad de la región. La persistencia de problemas como la desigualdad, la pobreza y la exclusión ha alimentado una oleada de protestas sociales que tuvieron su pico en el año 2019. Estos movimientos utilizan marcos organizacionales y medios de comunicación para canalizar demandas no resueltas, desafiando la legitimidad de las instituciones tradicionales y fomentando la fragmentación política y la inestabilidad regional (Sinisterra, 2022). Para la Armada de Colombia, este escenario implica un desafío operativo y estratégico, ya que podría verse obligada a responder a crisis internas (asistencia militar) y conflictos transfronterizos en un contexto de creciente volatilidad social y política.

Figura 18

Análisis DOFA



Nota. La figura representa el resumen de los factores internos y externos que podrían afectar a la Armada de Colombia de acuerdo con la metodología de análisis DOFA.

8.2. Análisis Interno

A partir del instrumento de medición propuesto y los grupos poblaciones definidos por perfilamiento y competencia, se realizó una evaluación de las variables de interés: Cultura organizacional; Estructura y procesos de gestión del conocimiento; Estructura y procesos de gestión de la innovación; Competencias del talento humano; Estructura y procesos de vigilancia tecnológica; Herramientas y tecnología de soporte; y Divulgación y

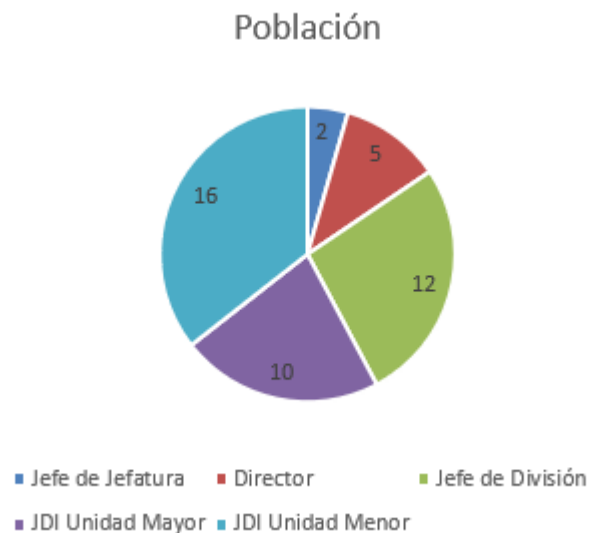
aplicación del conocimiento. Obteniendo como resultado los datos que se presentan en el anexo “Resultados Instrumento Medición.pdf”.

8.2.1. Procesamiento Estadístico de Datos

A través del instrumento de medición se obtuvo la percepción de cada una de las variables de un total de 45 personas de los diferentes grupos de interés, cumpliendo con la meta establecida para la muestra, con la distribución que se presenta en la Figura 19.

Figura 19

Grupos Poblacionales



Nota. La figura presenta mediante un gráfico circular, la cantidad de personas por grupo de interés que diligenció la encuesta.

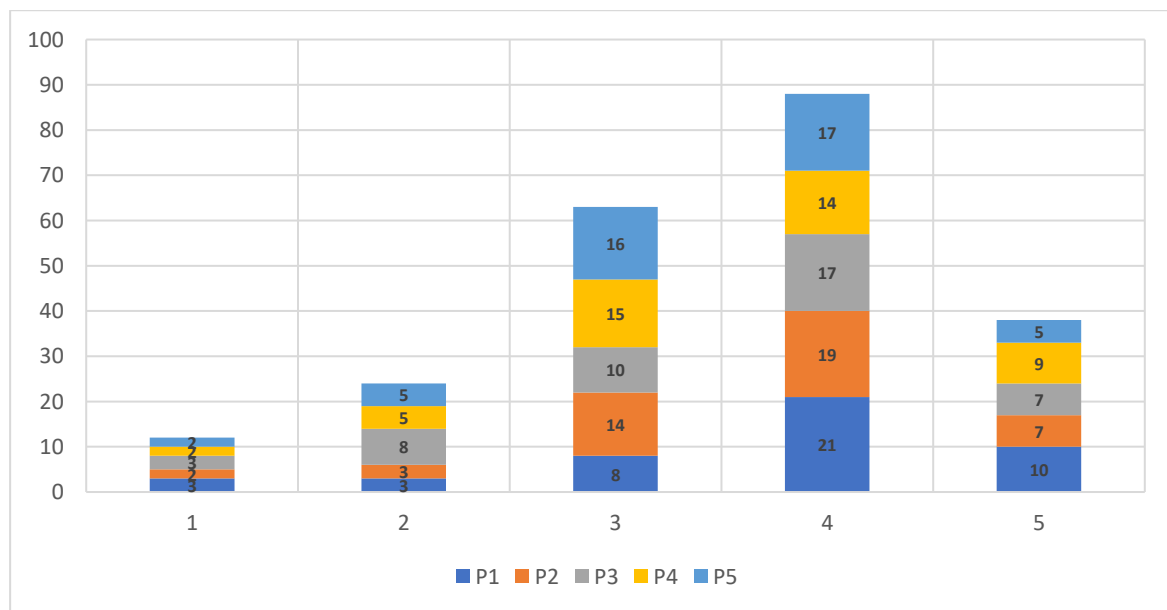
Cultura Organizacional. Para evaluar esta variable se presentaron las siguiente cinco (05) preguntas en la encuesta: 1. La cultura organizacional promueve el uso de tecnologías para optimizar los procesos de mantenimiento.; 2. La Institución fomenta una cultura de colaboración y aprendizaje en torno a la gestión tecnológica en mantenimiento.; 3. Existe una mentalidad abierta a cambios tecnológicos dentro de la

organización.; 4. La organización promueve activamente la adopción de nuevas tecnologías en el área de mantenimiento.; 5. Existe una comunicación clara y transparente sobre los cambios tecnológicos que se implementan en la organización.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica de barras que se muestra en la Figura 20, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 6.

Figura 20

Resultados Evaluación Cultura Organizacional



Nota. En general, las respuestas se concentraron en una puntuación de 3, 4 y 5 sobre 5, lo que indica una percepción moderadamente positiva hacia la cultura organizacional en relación con la gestión tecnológica en mantenimiento. La pregunta con menor calificación promedio fue la 1, sobre la promoción del uso de tecnologías para optimizar procesos de mantenimiento, donde solo 21 personas calificaron con un 4 y 10 con un 5. Por otro lado, la pregunta 2 sobre colaboración y aprendizaje mostró un equilibrio similar, pero con una

mayor concentración en la calificación 4. La pregunta 4, sobre la promoción activa de nuevas tecnologías, tuvo una distribución más equilibrada entre las calificaciones 3, 4 y 5. Esto sugiere que, aunque hay apoyo generalizado para la adopción de tecnologías, existen áreas de mejora en la promoción del uso efectivo de tecnologías para optimizar procesos.

Tabla 6

Resultados Evaluación Cultura Organizacional

Pregunta	Media	Moda	Varianza
1	3,71	4	1,18
2	3,58	4	0,96
3	3,38	4	1,30
4	3,51	3	1,14
5	3,40	4	0,95
Total Variable	3,51	4	1,12

Nota. La pregunta 3 (mentalidad abierta a cambios tecnológicos) presenta la mayor varianza (1,30), lo que indica una alta dispersión de opiniones y posibles resistencias internas a la innovación. Aunque su moda es 4, la media es baja (3,38), confirmando esta polarización. Destaca la pregunta 4 (promoción activa de nuevas tecnologías) con moda 3 y media 3,51, sugiriendo que la organización no prioriza suficientemente la adopción tecnológica. En contraste, la pregunta 1 (optimización de procesos mediante tecnología) tiene la media más alta (3,71) y moda 4, reflejando un consenso general sobre la importancia que tiene para la organización la implementación de tecnologías para mejorar procesos. Las preguntas 2 y 5 muestran varianzas bajas y medias cercanas a 3,5, indicando una percepción estable pero no óptima sobre la colaboración y comunicación en aspectos relacionados con la tecnología.

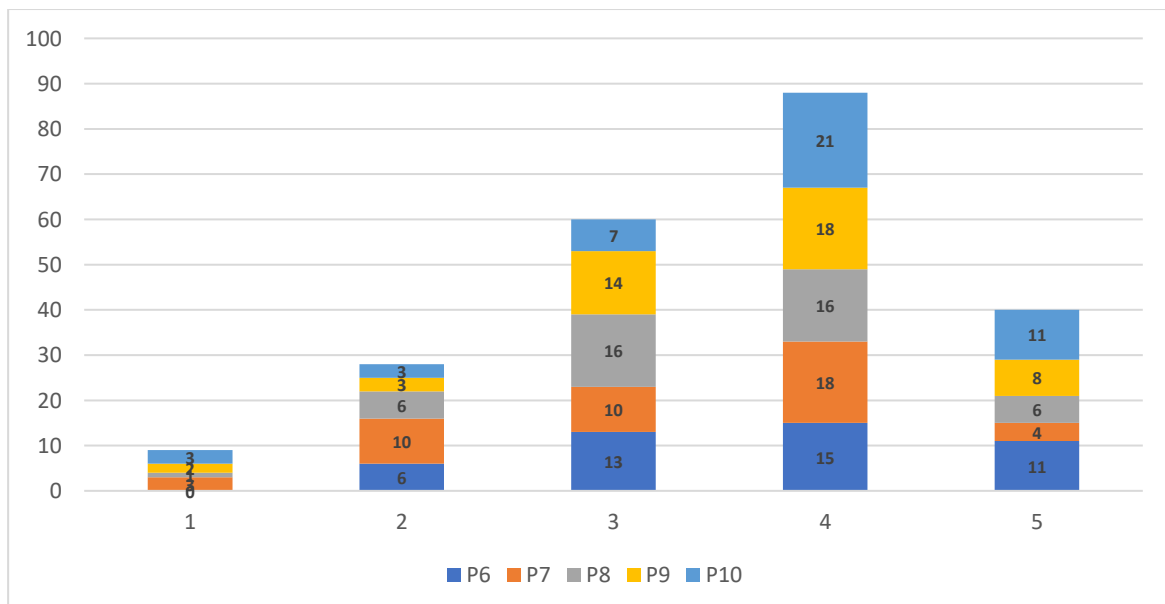
Estructura y Procesos de Gestión del Conocimiento. Para evaluar esta variable se presentaron las siguiente cinco (05) preguntas en la encuesta: 6. La

Institución cuenta con una estructura definida para la gestión del conocimiento en el área de mantenimiento.; 7. Se facilita el acceso a información y datos históricos para el equipo de mantenimiento.; 8. Los procesos de gestión del conocimiento apoyan la adopción de nuevas tecnologías en mantenimiento.; 9. La organización fomenta la creación de documentación y registros que faciliten la transferencia de conocimiento.; 10. Existen espacios y momentos destinados a compartir experiencias y conocimientos dentro del equipo de mantenimiento.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 21, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 7.

Figura 21

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Gestión del Conocimiento



Nota. La pregunta 10, sobre espacios para compartir experiencias, obtuvo la calificación más alta, con 21 respuestas en el nivel 4 y 11 en el 5, lo que indica un

ambiente muy colaborativo en la Armada de Colombia. Sin embargo, la pregunta 6, sobre la estructura definida para la gestión del conocimiento, muestra una distribución más dispersa, sugiriendo que la formalización de estructuras es un desafío. Las preguntas 7 y 9 presentan resultados similares, con una concentración en los niveles 3 y 4, lo que sugiere que, aunque hay acceso a información y documentación, no siempre es óptima. La pregunta 8 sobre el apoyo a nuevas tecnologías muestra una distribución equilibrada entre los niveles 3 y 4, lo que indica que los procesos de gestión del conocimiento no siempre facilitan la adopción tecnológica de manera efectiva.

Tabla 7

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Gestión del Conocimiento

Pregunta	Media	Moda	Varianza
6	3,69	4	0,97
7	3,22	4	1,20
8	3,44	3	0,91
9	3,60	4	1,00
10	3,76	4	1,21
Total Variable	3,54	4	1,09

Nota. La pregunta 10 (espacios para compartir experiencias) tiene la media más alta (3,76) y moda 4, pero también la mayor varianza (1,21), lo que refleja una percepción positiva general con polarización, sugiriendo prácticas colaborativas desiguales entre equipos dentro del proceso de mantenimiento. La pregunta 7 (acceso a información histórica) presenta la media más baja (3,22) y varianza alta (1,20), indicando dificultades sistémicas para acceder a datos clave. En contraste, la pregunta 6 (estructura definida) muestra una media aceptable (3,69) y moda 4, pero con varianza moderada (0,97), señalando avances en gestión del conocimiento, aunque aún con cosas por mejorar. La pregunta 8 (apoyo a nuevas tecnologías) destaca por su moda 3 y baja varianza (0,91),

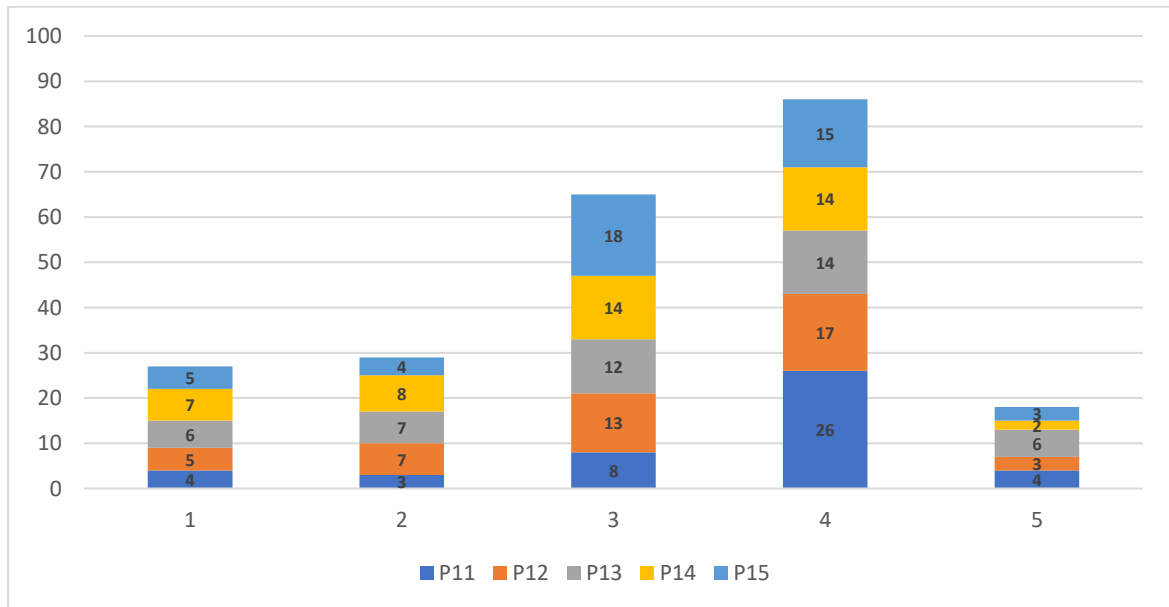
revelando neutralidad generalizada y falta de alineación entre el proceso de mantenimiento y la gestión del conocimiento e innovación tecnológica.

Estructura y Procesos de Gestión de la Innovación. Para evaluar esta variable se presentaron las siguiente cinco (05) preguntas en la encuesta: 11. La estructura organizacional permite implementar nuevas ideas en el proceso de mantenimiento.; 12. Se realizan evaluaciones periódicas sobre el impacto de las innovaciones tecnológicas en el proceso de mantenimiento.; 13. El personal que participa del proceso de mantenimiento recibe formación específica sobre el uso de nuevas herramientas tecnológicas.; 14. La organización facilita recursos (tiempo, presupuesto, etc.) para implementar nuevas ideas en el área de mantenimiento.; 15. Se realizan evaluaciones periódicas sobre el impacto de las innovaciones tecnológicas en el proceso de mantenimiento.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 22, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 8.

Figura 22

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Gestión de la Innovación



Nota. La pregunta 11 (estructura organizacional) destaca con 26 respuestas en nivel 4, indicando que la organización facilita la implementación de nuevas ideas, aunque solo 4 personas la califican como óptima (5). En contraste, la pregunta 14 (recursos para innovación) muestra una distribución equilibrada entre niveles 3 y 4, con 14 respuestas cada uno, sugiriendo limitaciones en asignación de presupuesto o tiempo para desarrollar iniciativas. Las preguntas 12 y 15 (evaluación de impacto) presentan concentración en niveles 3 y 4, pero con 5 y 3 respuestas en nivel 1 respectivamente, señalando una clara oportunidad de mejora en la medición sistemática del impacto de la innovación. La pregunta 13 (formación tecnológica) tiene su moda en 4 (14 respuestas), pero 13 personas la ubican en niveles 1-3, reflejando necesidades no cubiertas en capacitación especializada.

Tabla 8

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Gestión de la Innovación

Pregunta	Media	Moda	Varianza
11	3,51	4	1,09
12	3,13	4	1,23
13	3,16	4	1,51
14	2,91	4	1,28
15	3,16	3	1,11
Total Variable	3,17	4	1,28

Nota. La pregunta 13 (formación tecnológica) presenta la mayor varianza (1,51), lo que indica una amplia dispersión de opiniones sobre la capacitación del personal, sugiriendo que la calidad y la accesibilidad de la formación son inconsistentes. La pregunta 12 (evaluación de impacto) tiene una media baja (3,13) y varianza alta (1,23), reflejando dificultades en la evaluación sistemática de las iniciativas innovadoras, lo que podría afectar los procesos de toma de decisiones en esta clase de proyectos. La pregunta 14 (recursos para innovación) muestra la media más baja (2,91), lo que sugiere limitaciones significativas en la asignación de recursos para implementar nuevas ideas. En contraste, la pregunta 11 (estructura organizacional) tiene una media moderada (3,51) y varianza razonable (1,09), indicando que, aunque la institución permite innovar, existen desafíos para participar en estos procesos de innovación.

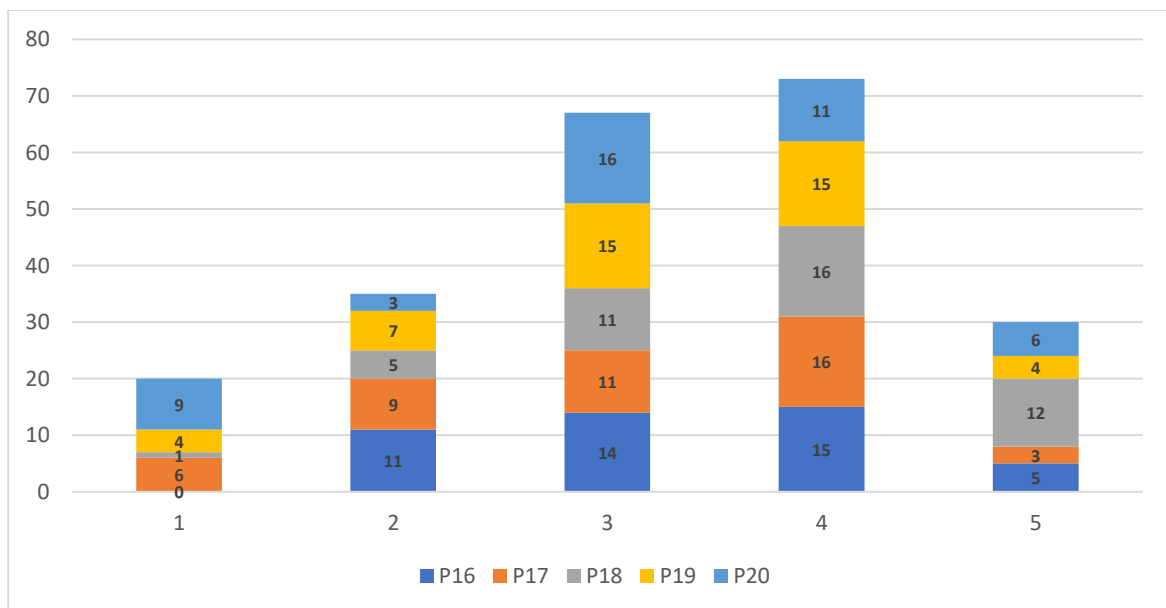
Competencias del Talento Humano. Para evaluar esta variable se presentaron las siguientes cinco (05) preguntas en la encuesta: 16. El equipo de mantenimiento tiene competencias técnicas para utilizar herramientas tecnológicas avanzadas.; 17. La institución ofrece capacitación continua en tecnologías de mantenimiento.; 18. Los empleados muestran disposición para adquirir nuevas habilidades tecnológicas.; 19. El personal que pertenece al proceso de mantenimiento recibe capacitación específica sobre el uso de las nuevas herramientas tecnológicas que se deciden implementar en la

organización.; 20. La organización reconoce y premia el esfuerzo del personal que mejora sus competencias tecnológicas.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 23, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 9.

Figura 23

Resultados Evaluación Competencias del Talento Humano



Nota. La pregunta 18 (disposición para adquirir nuevas habilidades) muestra una concentración alta en los niveles 4 y 5, con 16 y 12 respuestas respectivamente, lo que indica un entusiasmo notable del personal por mejorar sus competencias tecnológicas. Sin embargo, la pregunta 20 (reconocimiento y premios por mejoras tecnológicas) tiene una distribución más baja, con 9 respuestas en nivel 1, lo que sugiere que la organización no siempre reconoce adecuadamente los esfuerzos de su personal. La pregunta 17 (capacitación continua) y 19 (capacitación específica) presentan

concentraciones en los niveles 3 y 4, indicando que, aunque hay formación disponible, no siempre es óptima o específica para las herramientas implementadas. La pregunta 16 (competencias técnicas) muestra una distribución similar, con solo 5 respuestas en nivel 5, lo que sugiere que las competencias técnicas actuales son básicas.

Tabla 9

Resultados Evaluación Competencias del Talento Humano

Pregunta	Media	Moda	Varianza
16	3,31	4	0,93
17	3,02	4	1,36
18	3,73	4	1,08
19	3,18	3	1,17
20	3,04	3	1,64
Total Variable	3,26	4	1,30

Nota. La pregunta 20 (reconocimiento y premios) presenta la mayor varianza (1,64), lo que indica una gran dispersión de opiniones sobre cómo la organización reconoce el esfuerzo del personal, sugiriendo que este aspecto es percibido de manera muy diferente en cada uno de los roles dentro del proceso de mantenimiento. La pregunta 18 (disposición para adquirir nuevas habilidades) tiene la media más alta (3,73) y varianza moderada (1,08), reflejando un entusiasmo generalizado del personal por mejorar sus competencias tecnológicas. En contraste, las preguntas 17 (capacitación continua) y 20 (reconocimiento) tienen medias bajas (3,02 y 3,04 respectivamente), lo que sugiere que la organización no siempre ofrece formación adecuada, ni reconoce suficientemente los esfuerzos del personal. La pregunta 19 (capacitación específica) muestra una media moderada (3,18) y varianza alta (1,17), indicando que la capacitación específica es percibida insuficiente.

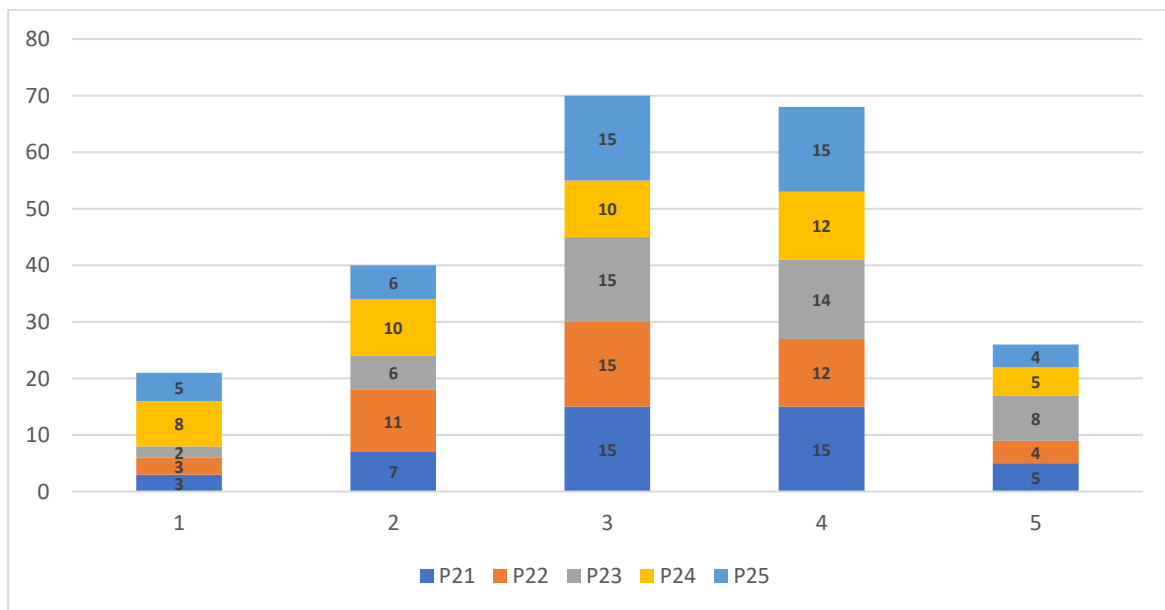
Estructura y Procesos de Vigilancia Tecnológica. Para evaluar esta variable se presentaron las siguiente cinco (05) preguntas en la encuesta: 21. La organización

cuenta con una estructura y procedimientos definidos para realizar un seguimiento constante de las tecnologías emergentes aplicables al mantenimiento.; 22. Existe un sistema de vigilancia tecnológica que facilita la actualización en tendencias y herramientas.; 23. Los procesos de vigilancia tecnológica permiten adoptar las mejores prácticas del mercado en mantenimiento.; 24. La organización mantiene una lista actualizada de tecnologías emergentes que podrían ser relevantes para el mantenimiento.; 25. Existe un proceso para analizar y aplicar los avances tecnológicos en el sector a los procesos internos de mantenimiento.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 24, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 10.

Figura 24

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Vigilancia Tecnológica



Nota. La pregunta 24 (lista actualizada de tecnologías emergentes) tiene la distribución más baja, con 8 respuestas en nivel 1, lo que sugiere que la organización no siempre mantiene una visión actualizada de las tecnologías relevantes. Sin embargo, las preguntas 21 y 25 (estructura definida y aplicación de avances tecnológicos) presentan concentraciones similares en los niveles 3 y 4, indicando que, aunque hay estructuras básicas para el seguimiento tecnológico, no siempre se traducen en tecnologías a implementar. La pregunta 23 (adopción de mejores prácticas) muestra una distribución positiva, con 8 respuestas en nivel 5, lo que sugiere que, cuando se implementan procesos de vigilancia, se adoptan prácticas que han generado buenos resultados en organizaciones con procesos similares.

Tabla 10

Resultados Evaluación Estructura y Procesos de Vigilancia Tecnológica

Pregunta	Media	Moda	Varianza
21	3,27	3	1,13
22	3,07	3	1,13
23	3,44	3	1,14
24	2,91	4	1,64
25	3,16	3	1,24
Total Variable	3,17	3	1,29

Nota. La pregunta 24 (lista actualizada de tecnologías emergentes) presenta la mayor varianza (1,64), lo que indica una gran dispersión de opiniones sobre la actualización de tecnologías relevantes, sugiriendo que este aspecto es percibido de manera muy diferente por cada uno de los interesados en el proceso de mantenimiento naval. Las preguntas 21 y 22 (estructura definida y sistema de vigilancia) tienen medias bajas (3,27 y 3,07 respectivamente) y varianzas moderadas, lo que sugiere que, aunque hay estructuras básicas, no siempre son efectivas ni bien percibidas. La pregunta 23 (adopción de mejores prácticas) tiene una media ligeramente más alta (3,44), pero con

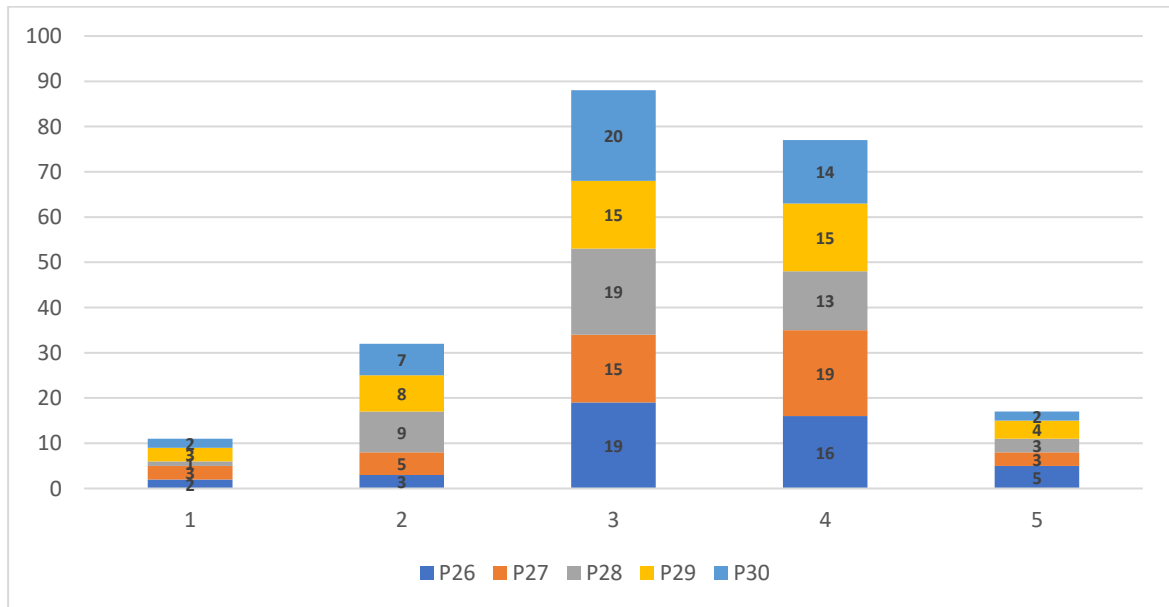
varianza similar, indicando que, cuando se implementan procesos de vigilancia, pueden ser efectivos para adoptar prácticas destacadas.

Herramientas y Tecnología de Soporte. Para evaluar esta variable se presentaron las siguiente cinco (05) preguntas en la encuesta: 26. La Institución dispone de herramientas tecnológicas adecuadas para optimizar el mantenimiento.; 27. Las tecnologías implementadas cumplen con los estándares necesarios para una gestión efectiva.; 28. Los sistemas tecnológicos actuales mejoran la eficiencia y calidad en los procesos de mantenimiento.; 29. El personal cuenta con soporte técnico adecuado para resolver problemas con las herramientas tecnológicas en el área de mantenimiento. ; 30. La organización realiza mantenimiento y actualización periódica de las herramientas tecnológicas para asegurar su buen funcionamiento.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 25, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 11.

Figura 25

Resultados Evaluación Herramientas y Tecnología de Soporte



Nota. La pregunta 27 (cumplimiento de estándares) tiene una distribución positiva, con 19 respuestas en nivel 4, lo que sugiere que las tecnologías implementadas son efectivas en términos de estándares. Sin embargo, la pregunta 28 (mejora de eficiencia y calidad) muestra una concentración en los niveles 3 y 4, con solo 3 respuestas en nivel 5, lo que indica que, aunque las tecnologías mejoran los procesos, no siempre alcanzan un nivel óptimo. La pregunta 30 (mantenimiento periódico de herramientas) tiene una distribución similar, con 20 respuestas en nivel 3, sugiriendo que el mantenimiento es regular, pero no siempre asegura el buen funcionamiento de los sistemas. La pregunta 29 (soporte técnico) también presenta una distribución equilibrada entre los niveles 3 y 4, lo que sugiere que el soporte técnico es adecuado, pero no excepcional.

Tabla 11

Resultados Evaluación Herramientas y Tecnología de Soporte

Pregunta	Media	Moda	Varianza
26	3,42	3	0,87
27	3,31	4	0,97
28	3,18	3	0,81
29	3,20	4	1,09
30	3,16	3	0,80
Total Variable	3,25	3	0,92

Nota. La pregunta 29 (soporte técnico) presenta la mayor varianza (1,09), lo que indica una dispersión significativa en la percepción del soporte técnico disponible, sugiriendo que este aspecto es experimentado de manera diferente por cada uno de los roles dentro del proceso de mantenimiento. Las preguntas 28 y 30 (mejora de eficiencia y mantenimiento periódico) tienen varianzas bajas (0,81 y 0,80 respectivamente), lo que sugiere una percepción más homogénea sobre estos aspectos, aunque con medias moderadas (3,18 y 3,16), indicando que, aunque hay procedimientos básicos, no son las mejores. La pregunta 27 (cumplimiento de estándares) tiene una media ligeramente más alta (3,31) y varianza moderada (0,97), reflejando que las tecnologías cumplen con los estándares necesarios, pero con cierta variabilidad en la percepción de cada rol.

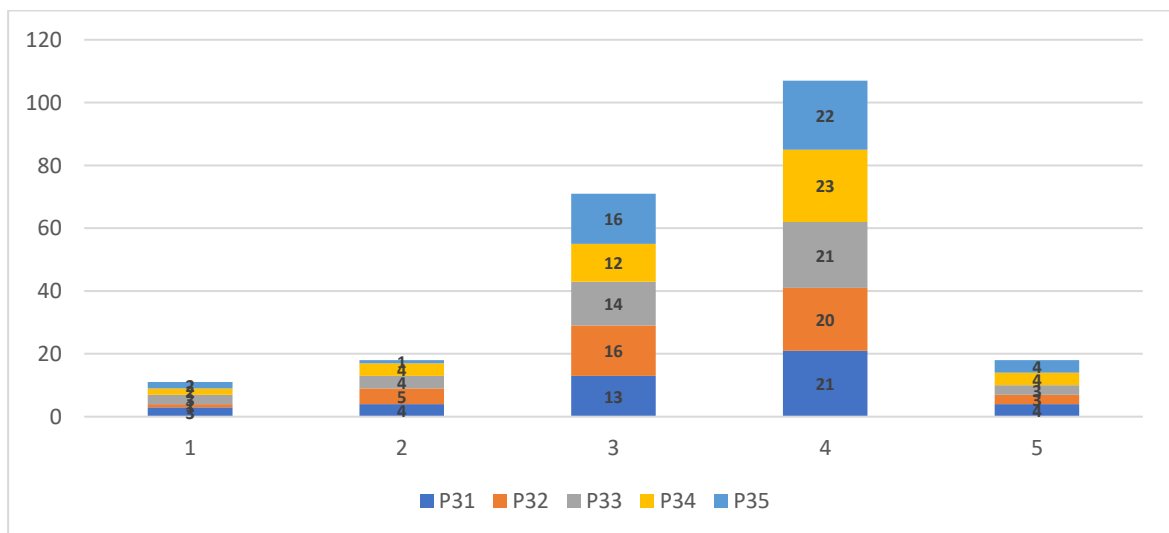
Divulgación y Aplicación del Conocimiento. Para evaluar esta variable se presentaron las siguientes cinco (05) preguntas en la encuesta: 31. La organización comparte eficazmente el conocimiento y las mejores prácticas entre los equipos de mantenimiento.; 32. El personal que pertenece al proceso de mantenimiento dispone de mecanismos efectivos para acceder, divulgar y aplicar el conocimiento necesario para realizar su labor de manera eficiente.; 33. El conocimiento compartido se aplica adecuadamente para mejorar los procesos de mantenimiento y resolver problemas operativos.; 34. La información sobre buenas prácticas en mantenimiento se comunica de

manera accesible para todos los niveles del personal.; 35. La organización fomenta el uso del conocimiento adquirido para implementar mejoras en los procedimientos de mantenimiento.

Producto del procesamiento de datos, se obtuvo la gráfica lineal que se muestra en la Figura 26, junto con las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) presentadas en la Tabla 12.

Figura 26

Resultados Evaluación Divulgación y Aplicación del Conocimiento



Nota. Las preguntas 32, 33 y 34 tienen concentraciones altas en los niveles 4, con 20, 21 y 23 respuestas respectivamente, lo que indica que el personal dispone de mecanismos efectivos para acceder y aplicar el conocimiento, y que este conocimiento se utiliza para mejorar procesos y comunicar buenas prácticas. Sin embargo, la pregunta 35 (fomento del uso del conocimiento para mejorar procedimientos) también muestra una distribución positiva, pero con 16 respuestas en nivel 3, lo que sugiere que, aunque hay un ambiente favorable, no siempre se fomenta activamente la implementación de mejoras basadas en

el conocimiento adquirido. La pregunta 31 (compartir conocimiento entre equipos) tiene una distribución similar, con solo 4 respuestas en nivel 5, lo que indica que, aunque se comparte, no se considera óptimo entre equipos.

Tabla 12

Resultados Evaluación Divulgación y Aplicación del Conocimiento

Pregunta	Media	Moda	Varianza
31	3,42	4	1,00
32	3,42	4	0,73
33	3,38	4	0,95
34	3,51	4	0,87
35	3,56	4	0,74
Total Variable	3,46	4	0,86

Nota. La pregunta 35 (fomento del uso del conocimiento para mejorar procedimientos) tiene la media más alta (3,56) y varianza baja (0,74), lo que sugiere una percepción positiva y homogénea sobre el fomento de mejoras basadas en el conocimiento. Las preguntas 32 y 35 presentan las varianzas más bajas (0,73 y 0,74 respectivamente), indicando una percepción consistente sobre la disponibilidad de mecanismos efectivos para acceder al conocimiento y su aplicación para mejorar procedimientos. La pregunta 33 (aplicación del conocimiento para mejorar procesos) tiene una varianza moderada (0,95), lo que sugiere cierta dispersión en la percepción sobre cómo se aplica el conocimiento en la práctica.

8.2.2. Análisis de los Resultados

El análisis situacional del proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia, representado más adelante en las figuras 27, 28 y 29, permite conocer de manera integral el estado actual de la gestión tecnológica, identificar fortalezas clave, y reconocer oportunidades de mejora indispensables para optimizar la disponibilidad operacional de las unidades a flote. La Figura 27 sintetiza el estado actual de la gestión tecnológica en el

proceso de mantenimiento, mostrando los principales componentes, recursos y prácticas vigentes que determinan su desempeño. Por su parte, la Figura 28 evidencia las fortalezas detectadas en la gestión tecnológica y la Figura 29 destaca las principales oportunidades de mejora identificadas, enfocadas en la optimización del proceso para mejorar la disponibilidad operacional de las unidades a flote.

Situación Actual. La Armada de Colombia enfrenta un entorno tecnológico muy dinámico sobre todo en el proceso de mantenimiento, con bases sólidas, pero también con brechas que requieren atención estratégica. La cultura organizacional muestra una buena disposición general hacia la adopción tecnológica, particularmente en la percepción de que la institución fomenta la colaboración y comunicación sobre cambios. Sin embargo, persisten resistencias en la implementación de la “innovación” y la promoción activa de nuevas tecnologías. En este sentido, aunque existen iniciativas para mejorar los procesos, falta un enfoque integral que alinee la cultura con objetivos tecnológicos claros. Esto se evidenció a través de la pregunta 2: “La Institución fomenta una cultura de colaboración y aprendizaje en torno a la gestión tecnológica en mantenimiento.”, la cual obtuvo una media de 3.58 y una varianza baja de 0.96, lo que sugiere una percepción estable. Esta dimensión en su totalidad obtuvo una media general de 3.51 (Ver Tabla 6).

En el ámbito de la gestión del conocimiento, se identifican procedimientos establecidos para generar documentación técnica y espacios designados para el intercambio de experiencias. No obstante, el acceso a datos históricos presenta limitaciones, afectando la capacidad para tomar decisiones basadas en lecciones aprendidas. El proceso actual funciona mejor en la preservación que en la aplicación del conocimiento hacia la innovación. Es decir que, aunque se valora la experiencia del

personal, falta un sistema más sofisticado para convertir ese conocimiento tácito en explícito. Esto se destaca en la pregunta 10: “Existen espacios y momentos destinados a compartir experiencias y conocimientos dentro del equipo de mantenimiento.”, la cual alcanzó la media más alta (3.76), reflejando un ambiente colaborativo. No obstante, la pregunta 7: “Se facilita el acceso a información y datos históricos para el equipo de mantenimiento.” mostró una media baja (3.22), indicando limitaciones en el acceso a datos históricos.

La gestión de innovación revela cuellos de botella organizacionales. Mientras existen ideas propositivas del personal, la asignación de recursos específicos para implementarlas no es tan fácil. Esto genera un ciclo donde las iniciativas tecnológicas dependen excesivamente de la voluntad individual más que de un sistema institucional. Adicionalmente, la falta de evaluaciones periódicas sobre el impacto de las innovaciones tecnológicas implementadas en un periodo de tiempo limita la capacidad para medir el éxito de las iniciativas y hacer ajustes en consecuencia. La pregunta 18: “Los empleados muestran disposición para adquirir nuevas habilidades tecnológicas.” presentó la media más alta (3.73), evidenciando motivación del personal. Sin embargo, la pregunta 14: “La organización facilita recursos (tiempo, presupuesto, etc.) para implementar nuevas ideas en el área de mantenimiento.” tuvo la media más baja (2.91), reflejando restricciones presupuestales u operativas para apoyar la innovación.

En cuanto a la vigilancia tecnológica, se detecta una capacidad reactiva para adoptar mejores prácticas, con carencia de mecanismos proactivos para identificar tecnologías emergentes. Esta situación limita la anticipación estratégica en áreas afines al mantenimiento naval, área donde la obsolescencia tecnológica implica riesgos operacionales críticos. Asimismo, la ausencia en la estructura organizacional de un área

para seguimiento tecnológico refuerza la necesidad de incluir la vigilancia tecnológica en el proceso. La vigilancia tecnológica se percibe más reactiva que proactiva. La pregunta 24: “La organización mantiene una lista actualizada de tecnologías emergentes que podrían ser relevantes para el mantenimiento.” fue la más crítica, con una media de 2.91 y la mayor varianza (1.64), lo que indica percepciones muy distintas entre los encuestados y falta de actualización sistemática.

Las herramientas tecnológicas actuales proveen soporte básico, pero presentan deficiencias en actualización periódica e integración con otros procesos. Esto genera dependencia de soluciones improvisadas que, aunque funcionales, no escalan para necesidades complejas. La falta de estándares tecnológicos adecuados y la insuficiente eficiencia en la mejora de procesos indican que las tecnologías actuales no están optimizadas para el mantenimiento naval moderno. Aunque la institución dispone de herramientas tecnológicas adecuadas (pregunta 26), su uso no siempre es óptimo. La pregunta 28: “Los sistemas tecnológicos actuales mejoran la eficiencia y calidad en los procesos de mantenimiento.” evidenció una media de 3.18, lo que indica un margen de mejora en la efectividad percibida.

Finalmente, en divulgación del conocimiento, se destacan los esfuerzos por comunicar buenas prácticas, pero persisten desafíos en traducir este conocimiento en mejoras concretas. La institución requiere cerrar la brecha entre la teoría y la práctica en el proceso de mantenimiento. Asimismo, la efectividad que se percibe en compartir conocimientos entre equipos sugiere que existen canales adecuados, pero falta un enfoque más sistemático para asegurar que este intercambio se traduzca en mejoras tangibles para el proceso de mantenimiento. Esta fue la dimensión mejor evaluada, destacándose la pregunta 35: “La organización fomenta el uso del conocimiento

adquirido para implementar mejoras en los procedimientos de mantenimiento.”, que obtuvo la media más alta (3.56) y baja varianza (0.74), lo cual indica percepción positiva y homogénea. Sin embargo, la pregunta 31: “La organización comparte eficazmente el conocimiento y las mejores prácticas entre los equipos de mantenimiento.” mostró menor valoración, con una media de 3.42 y menor concentración en niveles altos.

La situación actual de la Armada de Colombia en términos de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento naval es interesante y se presenta sintetizada en la Figura 27. Por un lado, existen bases sólidas en cultura organizacional y gestión del conocimiento, pero por otro, áreas como la innovación, la vigilancia y las herramientas tecnológicas requieren intervenciones para mejorar la eficiencia y competitividad en un entorno cada vez más tecnológico.

Figura 27

Análisis situación actual gestión tecnológica Armada de Colombia



Nota. La figura presenta el resumen de la situación actual de la Armada de Colombia en las variables identificadas para estudiar la gestión tecnológica en la institución.

Fortalezas. La Armada de Colombia exhibe fortalezas claras y fundamentadas en su gestión tecnológica, sustentadas en los resultados del diagnóstico realizado. En cuanto a la cultura organizacional, destaca la colaboración y apertura al cambio, evidenciada en la alta concentración de respuestas positivas en preguntas como la 2 (fomento de colaboración y aprendizaje, media 3,58, moda 4) y la 1 (promoción del uso de tecnologías, media 3,71, moda 4), lo que refleja un ambiente propicio para la innovación y adaptación tecnológica. Esta cultura facilita la adopción de nuevas tecnologías y la comunicación clara sobre cambios tecnológicos, aspectos clave en un contexto militar dinámico.

Respecto a la gestión del conocimiento, la sistematización mediante documentación técnica y espacios para el intercambio (preguntas 9 y 10, medias 3,60 y 3,76 respectivamente, con moda 4) asegura la continuidad operativa pese a la alta rotación del personal, reduciendo tiempos de aprendizaje y mejorando la eficiencia. La estructura definida para la gestión del conocimiento (pregunta 6, media 3,69) y el acceso a información histórica (pregunta 7, media 3,22) consolidan esta fortaleza, aunque con margen para mejorar la accesibilidad.

El talento humano muestra competencias técnicas sólidas y alta disposición al aprendizaje (pregunta 18, media 3,73, moda 4), lo que permite respuestas ágiles ante novedades tecnológicas. Sin embargo, aspectos como el reconocimiento institucional (pregunta 20, media 3,04, varianza 1,64) presentan mayor dispersión, indicando oportunidades para fortalecer la motivación. La familiaridad del personal con las herramientas actuales (pregunta 16, media 3,31) facilita la transición hacia tecnologías más avanzadas.

En infraestructura tecnológica, aunque mejorable, se cumple con estándares básicos (pregunta 27, media 3,31, moda 4) y existe soporte técnico adecuado (pregunta 29, media 3,20), lo que aporta estabilidad operativa. Finalmente, en divulgación y aplicación del conocimiento, la organización destaca en comunicar procedimientos estandarizados (preguntas 31 a 35 con medias entre 3,38 y 3,56 y modas en 4), lo que garantiza uniformidad en una estructura geográficamente dispersa y fomenta la mejora continua basada en el conocimiento compartido.

Las fortalezas identificadas en la Armada de Colombia, resumidas en la Figura 28, son cruciales para desarrollar estrategias que ayuden al cambio y fomentar la gestión tecnológica en la organización, toda vez que representan la base sólida del modelo vigente. En conjunto, estos resultados reflejan una base sólida en cultura, conocimiento, talento humano y tecnología que sustenta la gestión tecnológica de la Armada, con indicadores cuantitativos que validan su capacidad para adaptarse, innovar y mantener la eficiencia en sus procesos de mantenimiento y operación.

Figura 28

Análisis fortalezas de la gestión tecnológica de la Armada de Colombia



Nota. La figura presenta el resumen de las fortalezas en la gestión tecnológica de la Armada de Colombia.

Oportunidades de Mejora. El diagnóstico identifica áreas prioritarias para optimizar la gestión tecnológica en el proceso de mantenimiento naval, sustentadas en los datos recopilados. En primer lugar, es fundamental fortalecer la cultura de innovación, dado que la percepción moderada sobre la promoción activa de nuevas tecnologías (pregunta 4, media 3,51, moda 3) y la baja asignación de recursos (pregunta 14, media 2,91, la más baja del estudio) evidencian la necesidad de alinear la cultura organizacional con objetivos tecnológicos claros. Además, es imprescindible implementar incentivos estructurados que reconozcan las contribuciones innovadoras del personal, especialmente considerando la alta dispersión en la percepción del reconocimiento institucional (pregunta 20, varianza 1,64).

En segundo lugar, modernizar la gestión del conocimiento se presenta como una oportunidad clave, ya que el acceso limitado a información histórica (pregunta 7, media 3,22, varianza 1,20) y la falta de integración con tecnologías emergentes (pregunta 8, moda 3) requieren la implementación de sistemas modernos que faciliten el acceso y promuevan la aplicación práctica del conocimiento. Paralelamente, la institucionalización de la vigilancia tecnológica es urgente, dado que la organización presenta debilidades en mantener una lista actualizada de tecnologías emergentes (pregunta 24, media 2,91, varianza 1,64) y en contar con procesos estructurados para analizar y aplicar avances tecnológicos (pregunta 25, media 3,16).

Asimismo, la actualización de las herramientas tecnológicas debe priorizar la interoperabilidad entre sistemas y asegurar un mantenimiento y actualización periódica más efectivos, ya que, aunque se cumplen estándares básicos (pregunta 27, media 3,31), la percepción sobre la eficiencia y calidad de los sistemas es subóptima (pregunta 28, media 3,18; pregunta 30, media 3,16). En cuanto a las competencias del talento

humano, es necesario profesionalizar la capacitación tecnológica para cerrar la brecha entre la formación existente (pregunta 17, media 3,02; pregunta 19, media 3,18) y las necesidades emergentes, aprovechando la alta disposición del personal para adquirir nuevas habilidades (pregunta 18, media 3,73).

Por otro lado, se debe optimizar el ciclo de innovación mediante la implementación de evaluaciones periódicas y estandarizadas del impacto de las innovaciones tecnológicas (preguntas 12 y 15, medias 3,13 y 3,16), lo que permitirá una mejor retroalimentación y toma de decisiones. Finalmente, aunque la divulgación del conocimiento es efectiva (preguntas 31 a 35 con medias entre 3,38 y 3,56), la variabilidad en la aplicación práctica (pregunta 33, varianza 0,95) indica la necesidad de fortalecer mecanismos que traduzcan el conocimiento en mejoras tangibles, como la implementación de pilotos tecnológicos o guías específicas.

Adicionalmente, mejorar la comunicación sobre los cambios tecnológicos (pregunta 5, media 3,40, varianza 0,95) contribuirá a reducir resistencias internas, mientras que priorizar la asignación presupuestaria para la innovación y alinear la capacitación con las herramientas específicas utilizadas (pregunta 19, moda 3) serán pasos clave para cerrar brechas críticas.

Por lo anterior, las oportunidades de mejora en la Armada de Colombia son amplias y requieren un enfoque integral que aborde todas las áreas mencionadas y resumidas en la

Figura 29.

Figura 29

Análisis oportunidades de mejora en la gestión tecnológica de la Armada de Colombia



Nota. La figura presenta el resumen de las oportunidades de mejora en la gestión tecnológica de la Armada de Colombia.

9. Modelo de Gestión Tecnológica

Para gestionar la tecnología de manera eficiente dentro de una organización, es esencial poder detectar y comprender las oportunidades de mejora o riesgos tecnológicos dentro de la organización. Además, la empresa debe contar con la capacidad para obtener y desarrollar los recursos tecnológicos necesarios, integrar las nuevas tecnologías en sus procesos y extraer aprendizajes de la experiencia adquirida. En este sentido, para proponer un modelo de gestión tecnológica se requiere la definición clara de una serie de actividades dentro del proceso que intervengan las oportunidades de mejora identificadas y la implementación de herramientas o técnicas que faciliten el monitoreo de la ejecución de estas (Hidalgo & Pavón , 2015).

Con base en lo anterior, se propone un modelo que se estructura en cinco ejes estratégicos que agrupan un total de veintitrés actividades y cinco indicadores representados en la Figura 30 para intervenir las variables de interés dentro del proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia. Asimismo, la Figura 31 muestra los cinco ejes estratégicos como componentes centrales del modelo de gestión que alimentan el propósito final: disponibilidad operacional de las unidades a flote, presenta los actores involucrados y las interacciones e integraciones entre los ejes.

Figura 30

Modelo gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia



Nota. La figura presenta los ejes estratégicos del modelo de gestión tecnológica de la Armada de Colombia.

Figura 31

Interacción entre ejes del modelo gestión tecnológica y definición de actores



Nota. La figura presenta la interacción entre los ejes estratégicos del modelo de gestión tecnológica de la Armada de Colombia, así como los actores involucrados en el proceso.

9.1. Eje 1 - Fortalecimiento de la Cultura Organizacional

Este eje busca transformar la mentalidad institucional hacia la adopción e innovación tecnológica, generando espacios de capacitación grupal que fomenten la interacción, el intercambio de ideas y la retroalimentación entre los participantes, mitigando resistencias al cambio. Para ello, se propone implementar el siguiente conjunto de acciones:

- Programas de capacitación grupal: Realizar talleres periódicos enfocados en innovación tecnológica, metodologías ágiles y gestión del cambio, promoviendo la interacción entre los diferentes encargados del proceso de mantenimiento naval.
- Creación del comité de innovación tecnológica: Crear un comité multidisciplinario entre la Jefatura de Material Naval, donde se discutan y propongan soluciones a problemas técnicos recurrentes en las unidades a flote, fomentando la participación activa y el sentido de pertenencia de las tripulaciones.
- Sistema de incentivos alineado con resultados: Implementar un sistema de reconocimiento e incentivos para aquellos tripulantes que aporten propuestas concretas y efectivas al sistema de innovación tecnológica, asegurando que estos incentivos estén vinculados a resultados medibles.
- Espacios de retroalimentación continua: Organizar sesiones periódicas para identificar resistencias al cambio en la estructura organizacional, compartir experiencias y ajustar las estrategias de adopción tecnológica según las necesidades detectadas.

- Campañas de comunicación interna: Desarrollar campañas que visibilicen los logros y buenas prácticas en la adopción tecnológica, resaltando casos de éxito y testimonios de tripulantes que hayan liderado estas actividades.

9.2. Eje 2 - Modernización de la Gestión del Conocimiento

Es el eje orientado a la gestión del conocimiento técnico del proceso de mantenimiento naval, el cual tendrá como finalidad futura capturar, organizar y reutilizar información clave para la mejora continua y la toma de decisiones basadas en datos. Para ello, se sugiere la implementación de un sistema de información con los siguientes elementos mínimos:

- Repositorio conceptual de fallas: Se propone la inclusión de un repositorio digital teórico para la documentación estructurada de fallas técnicas, clasificadas por grupo constructivo, donde se registren sus causas, efectos, frecuencia y acciones correctivas.
- Módulo de lecciones aprendidas: Este módulo contempla la recopilación sistemática de experiencias significativas durante intervenciones de mantenimiento, para preservar el conocimiento tácito de los tripulantes y permitir transferencia a los relevos generacionales, evitando perder aprendizajes valiosos.
- Base de procedimientos estándar: Base de conocimiento que consolide por unidad tipo los procedimientos de operación normalizados, instructivos técnicos y planes de mantenimiento.
- Biblioteca técnica: Espacio especializado que almacena, organiza y pone a disposición información técnica y documental relevante de fabricantes y proveedores relacionada con los equipos instalados en los buques.

9.3. Eje 3 - Institucionalización de la Vigilancia Tecnológica

Este eje busca establecer un sistema formal y estructurado de vigilancia tecnológica desde la Dirección de Ciencia y Tecnología Naval (Futura Jefatura), con el fin de monitorear tendencias globales y evaluar su aplicabilidad en la Armada de Colombia. La vigilancia tecnológica permitirá anticipar cambios, priorizar inversiones y fortalecer la capacidad de innovación institucional. Para lograrlo, se plantean las siguientes acciones particulares:

- Creación de una División de Vigilancia Tecnológica: Formalizar una dependencia dentro de la Dirección de Ciencia y Tecnología Naval encargada de la identificación, análisis y difusión de tendencias tecnológicas relevantes para la Armada de Colombia.
- Monitoreo sistemático de fuentes especializadas: Establecer rutinas de revisión de publicaciones científicas, patentes, informes de fabricantes y bases de datos internacionales para identificar innovaciones aplicables al entorno naval.
- Implementación de métodos de priorización: Utilizar herramientas para evaluar y priorizar tecnologías emergentes según su aplicabilidad y urgencia para la institución.
- Elaboración de informes periódicos: Generar reportes trimestrales sobre tendencias tecnológicas, oportunidades de mejora y riesgos asociados a la obsolescencia de tecnologías actuales.
- Difusión interna de hallazgos: Socializar los resultados de la vigilancia tecnológica mediante boletines y presentaciones dirigidas al alto mando naval, para orientar las decisiones estratégicas del futuro de la institución.

9.4. Eje 4 - Profesionalización del Talento Humano

El objetivo de este eje es fortalecer las competencias y habilidades del personal involucrado en el proceso de mantenimiento naval, con énfasis en la adopción de

tecnologías 4.0. Se aprovecharán los convenios con universidades para ampliar la oferta de formación y se promoverán programas personalizados que impulsen la actualización constante. Las acciones particulares por implementar son:

- Aprovechamiento de convenios académicos: Explotar las líneas de acción de los convenios existentes con universidades nacionales para crear programas de capacitación a medida relacionados con mantenimiento naval en la era de las tecnologías 4.0.
- Programas de capacitación individual: Diseñar rutas de aprendizaje personalizadas para los cargos sensibles en el proceso de mantenimiento naval, asegurando que los actores principales del proceso de mantenimiento fortalezcan sus competencias profesionales.
- Certificación de competencias técnicas: Implementar procesos de capacitación y certificación en competencias clave para el proceso de mantenimiento, como lo son análisis de datos, mantenimiento predictivo, mantenimiento basado en condición, uso de sistemas digitales, entre otras, en alianza con instituciones como el SENA.
- Mentorías: Establecer programas de mentoría donde expertos internos (Oficiales antiguos) y externos acompañen a los tripulantes menos antiguos en el fortalecimiento de competencias profesionales a lo largo de su ciclo en las unidades a flote.

9.5. Eje 5 - Implementación del Centro de Supervisión y Análisis de Sistemas de la Armada de Colombia (CESAC)

Este eje se enfoca en la creación y operación del CESAC, un sistema centralizado para la supervisión y análisis en tiempo real de los datos procedentes de los SISCP-C de los buques de la Armada de Colombia. El objetivo es optimizar la gestión del

mantenimiento y anticipar fallas mediante herramientas avanzadas de análisis predictivo.

Las acciones particulares contempladas son:

- Centralización de datos: Recibir los datos provenientes del SISCP-C de cada buque en una base de datos gestionada por el CESAC.
- Monitoreo en tiempo real: Establecer un sistema de visualización y alerta en tiempo real del estado de los equipos y sistemas críticos de las unidades a flote, facilitando la toma de decisiones rápidas desde nivel central (Jefatura de Material Naval).
- Integración con el sistema de gestión de mantenimiento (SAP SILOG): Vincular el CESAC con el sistema existente de gestión de mantenimiento para automatizar la generación de avisos, órdenes de trabajo y actualización de puntos de medida.
- Despliegue de herramientas de análisis predictivo: Implementar soluciones de inteligencia artificial y machine learning para el análisis automático de datos, permitiendo la detección temprana de patrones de falla y la predicción de averías.
- Capacitación del personal en análisis de datos: Formar a los operadores y técnicos en el uso de las nuevas herramientas del CESAC, asegurando la correcta interpretación de la información y la acción oportuna ante alertas generadas por el sistema.

9.6. Indicadores de Gestión

Los cinco (05) indicadores propuestos proporcionan un marco integral para evaluar el desempeño del modelo de gestión tecnológica propuesto para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia. Estos indicadores estratégicos permiten realizar una evaluación de la gestión para facilitar la implementación y la toma de decisiones en el proceso.

- Índice de Adopción Tecnológica (IAT): Este indicador tiene como objetivo medir el nivel de transformación cultural hacia la adopción e innovación tecnológica dentro de

la organización. Su propósito es evaluar la percepción sobre la gestión tecnológica en el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia por parte de todos los interesados.

$$IAT = \frac{\sum \text{Calificaciones}}{\text{Total Encuestados}}$$

- Eficiencia del Sistema de Gestión del Conocimiento (ESGC): Este indicador busca evaluar la efectividad del sistema de información implementado para capturar, organizar y reutilizar el conocimiento técnico del proceso de mantenimiento naval. Su finalidad es medir la capacidad de la organización para preservar el conocimiento tácito, facilitar la transferencia generacional y mejorar la toma de decisiones basada en datos.

$$ESGC = \frac{\text{Número fallas resueltas usando Sistemas de Información}}{\text{Número fallas totales}}$$

- Índice de Efectividad de Vigilancia Tecnológica (IEVT): Este indicador tiene como propósito evaluar la capacidad de la organización para identificar, analizar y aplicar tendencias tecnológicas emergentes relevantes para la Armada de Colombia. Busca medir la efectividad del sistema formal de vigilancia tecnológica en anticipar cambios, priorizar inversiones y fortalecer la capacidad de innovación institucional.

$$IEVT = \frac{\text{Número de tecnologías implementadas}}{\text{Número de tecnologías identificadas como prioritarias}}$$

- Índice de Competencias Tecnológicas del Personal (ICTP): Este indicador busca medir el fortalecimiento de las competencias y habilidades del personal involucrado en el proceso de mantenimiento naval, con énfasis en tecnologías 4.0. Su objetivo es evaluar la efectividad de los programas de capacitación, certificación y mentoría en la mejora de las competencias profesionales.

$$ICTP = \frac{\text{Número de personal certificado}}{\text{Número total de personal objetivo}}$$

- Índice de Rendimiento de la implementación del Centro de Supervisión y Análisis (IRCSA): Este indicador tiene como finalidad evaluar la efectividad en la implementación del CESAC para la supervisión y análisis en tiempo real de los datos procedentes de los SISCP-C de los buques, y corresponderá al índice de desempeño del cronograma (SPI por sus siglas en inglés).

9.7. Validación del Modelo

Teniendo como referencia lo presentado por Michalaus et al. (2015) en su implementación de un proceso fundamentado en la validación de expertos para valorar de manera anticipada el potencial de diseños metodológicos orientados a resolver dificultades organizacionales, se desarrollaron los cinco pasos planteados para validar el modelo de gestión tecnológica propuesto, así:

- Paso 1 – Identificar el objetivo de la evaluación: La validación de expertos tiene como objetivo validar la pertinencia del modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.
- Paso 2 – Selección de expertos (Determinación del número de expertos; Definición de criterios de valuación y autovaluación de candidatos; Evaluación y selección final de candidatos):
 - ❖ Determinación del número de expertos: Se determinó que para esta validación se usará lo propuesto por Garcia et al. (2020), quienes evaluaron un modelo de gestión sostenible y calcularon la cantidad de expertos a través del modelo matemático desarrollado por Cyert & March (1965), dado por la siguiente expresión:

$$n = \frac{K(1-p)p}{i^2}$$

Donde:

n: Número de expertos.

K: Parámetro que depende del nivel de confianza.

p: Proporción del error que como máximo se tolerará en el juicio de los expertos.

i: Nivel de precisión que expresa la discrepancia o variabilidad que muestra en general el grupo.

García et al. (2020) considerando un nivel de confianza del 95% usaron los siguientes valores para calcular la cantidad de expertos necesarios para validar el modelo: $P = 0.03$, $I = 0.11$ y $K = 3.8416$, obteniendo como resultado un $n = 9.23$.

Por lo tanto, para esta validación se optará por consultar a nueve (09) expertos para evaluar el modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia como apoyo al mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.

- ❖ Definición de criterios de valuación y auto valuación de candidatos: De acuerdo con García et al. (2020) los siguientes criterios se deben considerar para que una persona sea considerada como experta en un proceso de validación: Prestigio y profesionalidad reconocido.; Haber tenido relación laboral docente o práctica con la actividad.; Tener cinco años de experiencia como mínimo en estas actividades.; Nivel de formación (posgrado).; La representatividad (teórico, práctico y/o directivo). Adicionalmente, para la selección se debe evaluar el Coeficiente de Competencia (K) de cada participante en función del Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc) y el Coeficiente de Argumentación (Ka). Para ello, cada experto debe auto

valorar su grado de conocimiento o información de la temática de manera general, y puntuar el grado de influencia de algunas fuentes de conocimiento en su autovaloración anterior (experiencia personal con relación al tema, conocimiento del estado actual de la problemática, formación, participación en investigaciones teóricas y prácticas, conocimiento de la literatura especializada y/o publicaciones de autores nacionales y/o extranjeros, e intuición).

Por lo anterior, se envió un formulario digital a través del siguiente enlace:

<https://forms.office.com/r/Ue8zeY5B3P> para que cada experto realizara su autovaloración, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 13.

Tabla 13

Autovaloración de expertos

No.	Rol	Nivel de Estudios	Años de Experiencia	Grado de Conocimiento
1	Asesor en Innovación y Tecnología	Maestría	15	9
2	Director Centro de Desarrollo Tecnológico Naval	Maestría	18	8
3	Director Facultad de Comunicación Social y Periodismo UPB Bucaramanga	Maestría	15	8
4	Jefe Programa Sistemas de Plataforma del Centro de Desarrollo Tecnológico Naval	Maestría	15	8
5	Líder de Integridad de Pozos	Maestría	13	9
6	Docente Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	Doctorado	35	10
7	Jefe de División Centro de Desarrollo Tecnológico Naval	Maestría	8	10
8	Docente Universidad EAN	Doctorado	30	10
9	Coordinadora HSEQ	Maestría	12	6
10	Jefe del Programa de Simulación del Centro de Desarrollo Tecnológico Naval	Maestría	8	9

Nota. Esta tabla presenta la información básica de los expertos seleccionados para validar el modelo de gestión, así como su auto valoración de grado de conocimiento en el área.

A partir de esta información y de acuerdo con la siguiente expresión: $K_C = n * (0.1)$ donde K_C es el Coeficiente de Conocimiento o Información y n el rango seleccionado por el experto, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14

Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc) de expertos

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Kc	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1	1	1	0,6	0,9

Nota. Esta tabla presenta el resultado del cálculo del Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc) de acuerdo con la autovaloración de cada experto en el área de gestión tecnológica.

Por otro lado, los expertos a través del mismo formulario evaluaron la influencia de diferentes fuentes para su argumentación, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 15

Tabla 15

Autovaloración nivel de influencia de fuentes en expertos

Fuentes de Argumentación	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Experiencia personal con relación al tema	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
Conocimiento del estado actual de la problemática	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
Formación	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
Participación en investigaciones teóricas y prácticas	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto
Conocimiento de la literatura especializada y/o publicaciones de autores nacionales y/o extranjeros	Medio	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio
Intuición	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Bajo	Medio	Medio	Alto

Nota. Esta tabla presenta la autovaloración de cada experto con respecto a las fuentes que usa en su argumentación sobre la gestión tecnológica.

A partir de esta información y de acuerdo con la tabla patrón (Tabla 16) para determinar el Coeficiente de Argumentación (K_a), se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 16

Tabla patrón para determinar el Coeficiente de Argumentación (Ka)

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Experiencia personal con relación al tema	0.3	0.2	0.1
Conocimiento del estado actual de la problemática	0.2	0.15	0.1
Formación	0.2	0.15	0.1
Participación en investigaciones teóricas y prácticas	0.15	0.10	0.05
Conocimiento de la literatura especializada y/o publicaciones de autores nacionales y/o extranjeros	0.10	0.05	0.025
Intuición	0.05	0.05	0.025

Nota. Esta tabla presenta la correlación de valores para el cálculo del Coeficiente de Argumentación K_a con respecto a las respuestas cualitativas de los expertos dada la expresión $K_{aj} = \sum_{i=1}^n n_i$ donde K_{aj} es el coeficiente de argumentación del participante j y n_i es el valor correspondiente a la valoración de cada fuente de argumentación. Adaptado de *Validación del Modelo de Gestión Sostenible para el Desarrollo Turístico en Vinculación Universidad - Comunidades Manabitas – Ecuador*, por Garcia Reinoso et al., 2020, <https://doi.org/10.38147/invneg.v13i21.82>.

Tabla 17

Coefficiente de Argumentación (Ka) de cada experto

Fuentes de Argumentación	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Experiencia personal con relación al tema	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Conocimiento del estado actual de la problemática	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,2
Formación	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,2
Participación en investigaciones teóricas y prácticas	0,1	0,15	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,1	0,15
Conocimiento de la literatura especializada y/o publicaciones de autores nacionales y/o extranjeros	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Intuición	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,05	0,05	0,05
<i>Ka</i>	0,75	0,95	0,95	0,9	0,95	1	0,975	1	0,7	0,95

Nota. Esta tabla presenta el resultado del cálculo del Coeficiente de Argumentación (Ka) para cada experto de acuerdo con la autovaloración de sus fuentes de argumentación en el área de gestión tecnológica.

❖ Evaluación y selección final de candidatos:

Finalmente, a partir del Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc) y del Coeficiente de Argumentación (Ka) de cada experto se calcula el Coeficiente de Competencia (K) a partir de la siguiente expresión:

$$K = \frac{K_{cj} + K_{aj}}{2}$$

Donde:

K_j : Coeficiente de Competencia del participante "j"

K_{cj} : Cociente de Conocimiento del participante "j"

K_{aj} : Coeficiente de Argumentación del participante "j".

En este sentido, se considera que si:

$0,8 \leq K \leq 1,0$: el coeficiente de competencia es alto.

$0,5 < K < 0,8$: el coeficiente de competencia es medio.

$K \leq 0,5$: el coeficiente de competencia es bajo.

Por lo anterior, el coeficiente de competencia de cada experto se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18

Coeficiente de Competencia de expertos

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Kc	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1	1	1	0,6	0,9
Ka	0,75	0,95	0,95	0,9	0,95	1	0,975	1	0,7	0,95
K	0,825	0,875	0,875	0,85	0,925	1	0,9875	1	0,65	0,925
K	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto

Nota. Esta tabla presenta el resultado del cálculo del Coeficiente de Competencia de cada experto en el área de gestión tecnológica.

Para el propósito de esa validación se seleccionan los nueve (09) expertos que obtuvieron un nivel de competencia “Alto” en el área de gestión tecnológica.

- Paso 3 - Diseño del instrumento de recolección de datos: García et al. (2020) propusieron un instrumento de validación con una serie de indicadores para evaluar un modelo de gestión sostenible mediante consulta de expertos, al evaluar cada uno de ellos en una escala de 1 a 5. A partir de este instrumento, se realizó una adaptación para evaluar el modelo de gestión tecnológica propuesto para el proceso

de mantenimiento de la Armada de Colombia dada la pertinencia de los indicadores a evaluar. El instrumento resultante de la adaptación se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19

Instrumento de validación del modelo

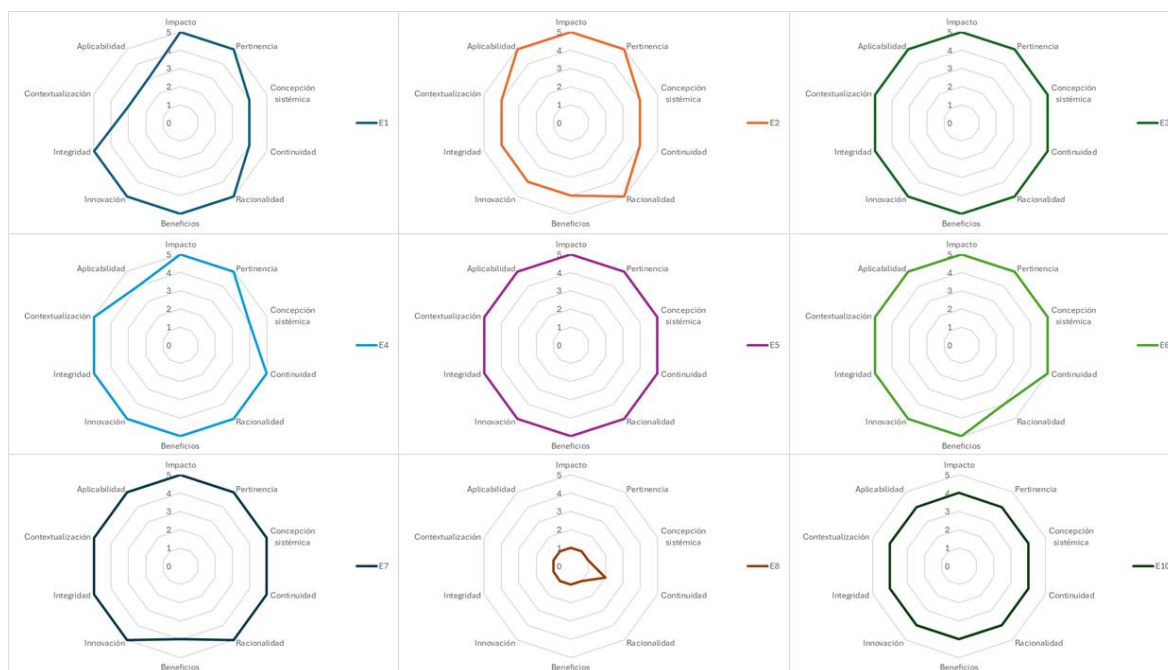
Indicador	Descripción
Impacto	Aplicar el modelo produciría un impacto positivo de mejora para la gestión tecnológica y el desarrollo de la Armada de Colombia.
Pertinencia	El modelo es adecuado de acuerdo con los objetivos que se persiguen en el mejoramiento de la gestión tecnológica.
Concepción sistémica	Todos los ejes que componen el modelo tienen incidencia en los resultados de la gestión tecnológica.
Continuidad	El modelo es fruto del estudio de diversos procedimientos, metodologías y modelos existentes en el ámbito nacional e internacional.
Racionalidad	El modelo está basado en el análisis objetivo y crítico de la realidad.
Beneficios	El modelo brinda un conjunto de beneficios tangibles e intangibles de forma inmediata a la Armada de Colombia.
Innovación	El modelo propicia un ambiente participativo, en el uso de nuevos métodos y tendencias, propiciando el desarrollo tecnológico.
Integridad	El modelo permite integrar elementos básicos inherentes a la gestión tecnológica de manera coherente y lógica.
Contextualización	El modelo es adecuado a las condiciones actuales de desarrollo de la región y particularmente de la Armada de Colombia.
Aplicabilidad	El modelo es aplicable o puede implementarse en las condiciones actuales de la Armada de Colombia.

Nota. Instrumento adaptado de *Validación del modelo de gestión sostenible para el desarrollo turístico en vinculación universidad - comunidades manabitas*, por García et al., 2020, Revista Digital Investigación y Negocios.

- Paso 4 - Consulta a expertos: A cada uno de los expertos seleccionados se le entregó el diagnóstico organizacional y el modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia, así como el instrumento de evaluación para valorar cada uno de los indicadores del modelo propuesto. Los resultados de la validación de los expertos se muestran en la Figura 32.

Figura 32

Resultados de la validación de expertos del modelo de gestión tecnológica



Nota. Esta figura presenta los resultados de la validación del modelo por parte de cada uno de los expertos seleccionados, revelando un patrón de altas valoraciones (4 y 5) en indicadores como impacto, pertinencia, concepción sistémica, continuidad, racionalidad, beneficios, innovación, integridad, contextualización y aplicabilidad, indicando un consenso favorable sobre la pertinencia del modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia. Sin embargo, se observa un

patrón de puntuaciones bajas (1 y 2) por parte del evaluador 8, señalando áreas específicas de mejora o discrepancias en la percepción de los indicadores.

- Paso 5 - Procesamiento de información y análisis de resultados:

A partir de los resultados obtenidos se realizó el cálculo de las medidas estadísticas básicas (Media, Moda y Varianza) para interpretar la evaluación de expertos, los cuales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20

Resultados de la validación de expertos del modelo de gestión tecnológica

	Impacto	Pertinencia	Concepción sistémica	Continuidad	Racionalidad	Beneficios	Innovación	Integridad	Contextualización	Aplicabilidad
E1	5	5	4	4	5	5	5	5	3	3
E2	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5
E3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
E5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
E7	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
E8	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
E10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Media	4,4	4,4	4,1	4,3	4,3	4,2	4,3	4,3	4,1	4,1
Moda	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
Varianza	1,6	1,6	1,4	0,9	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7

Nota. El análisis estadístico de los indicadores evaluados por los expertos en el modelo

de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia muestra que todos los aspectos presentan medias superiores a 4, lo que refleja una valoración general positiva y consistente por parte de los expertos. Los indicadores de Impacto y Pertinencia alcanzan una media de 4.4, con una moda de 5, evidenciando que

la mayoría de los evaluadores consideran estos elementos como altamente relevantes y efectivos. La Concepción Sistémica y la Contextualización presentan medias ligeramente menores (4.1), lo que sugiere áreas con percepciones un poco más variadas, aunque aún favorables. La varianza, que oscila entre 0.9 y 1.7, indica una dispersión moderada en las respuestas, destacando que Continuidad es el indicador con menor variabilidad (0.9), lo que implica un mayor consenso, mientras que Contextualización y Aplicabilidad muestran la mayor dispersión (1.7), señalando posibles diferencias en la interpretación o aplicación práctica de estos aspectos. La moda predominante en 5 para la mayoría de los indicadores confirma que la mayoría de los expertos otorgan la máxima puntuación, reafirmando la fortaleza del modelo en términos de innovación, racionalidad, beneficios e integridad, aspectos clave para el mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.

De acuerdo con lo anterior y a la definición de los indicadores, el indicador de impacto fue percibido por los expertos como un elemento fundamental en el modelo, mostrando una valoración positiva y homogénea, siendo evidencia que el modelo es considerado relevante para influir directamente en la mejora de los procesos de mantenimiento. Por otro lado, la pertinencia fue reconocida como una característica sólida del modelo, lo que sugiere que responde adecuadamente a las necesidades y expectativas del contexto operativo de la Armada de Colombia, alineándose con sus objetivos estratégicos. En cuanto a la concepción sistémica, los expertos identificaron que el modelo integra de manera coherente los diferentes componentes del proceso, aunque algunos evaluadores difirieron de esta percepción, lo que señala oportunidades para fortalecer la visión integral de modelo.

El indicador de continuidad fue valorado de forma consistente, reflejando que el modelo proporciona lineamientos claros para la sostenibilidad y permanencia de las acciones en el proceso de mantenimiento a lo largo del tiempo. Asimismo, la racionalidad del modelo fue apreciada por su lógica interna y estructura argumentativa, lo que facilita la comprensión y aplicación de las propuestas en la práctica. Respecto a los beneficios, los expertos coincidieron en que el modelo aporta ventajas tangibles para la gestión tecnológica, destacando su potencial para optimizar recursos y resultados. Por su parte, la innovación fue reconocida como una fortaleza, al percibirse que el modelo introduce elementos novedosos y mejoras respecto al enfoque actual, promoviendo la actualización y modernización de los procesos. En relación con la contextualización, aunque la valoración general fue positiva, algunos expertos expresaron diferencias en la interpretación, lo que sugiere que el modelo podría beneficiarse de una mayor adaptación a las particularidades del entorno de la Armada de Colombia. A su vez, el modelo fue evaluado como íntegro, mostrando coherencia y solidez en la articulación de sus componentes, lo que genera confianza en su aplicabilidad y efectividad. Finalmente, la aplicabilidad fue vista como adecuada, aunque se identificaron algunas diferencias en las valoraciones, indicando que sería recomendable reforzar la claridad de los mecanismos para su implementación práctica.

En conclusión, el ejercicio de validación por parte de los expertos permitió identificar que el modelo de gestión tecnológica propuesto es percibido como robusto, pertinente y alineado con las necesidades institucionales. La mayoría de los indicadores recibieron valoraciones favorables y consistentes, lo que respalda la solidez conceptual y operativa del modelo. No obstante, se evidencian áreas de mejora en la

contextualización y aplicabilidad, donde una mayor especificidad y adaptación podrían potenciar aún más la efectividad del modelo en el entorno particular de la Armada de Colombia. En conjunto, los resultados reflejan un alto nivel de aceptación y confianza en la propuesta, así como oportunidades para su ajuste y perfeccionamiento continuo.

10. Plan de Implementación

El plan de implementación constituye la hoja de ruta estratégica para llevar a cabo el modelo de gestión tecnológica, asegurando su integración efectiva al proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia. Este plan se estructura en torno a un cronograma detallado de actividades que define los tiempos y secuencia lógica de las acciones necesarias para la puesta en marcha del modelo. Además, incluye un presupuesto cuidadosamente elaborado que contempla los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para cada etapa, garantizando la viabilidad económica del proceso. Se incorpora también una propuesta de medida de seguimiento, orientada a monitorear el avance, evaluar el cumplimiento de los objetivos y facilitar la toma de decisiones oportunas mediante el valor ganado. Finalmente, se identifican y analizan los riesgos asociados a la ejecución, estableciendo estrategias de mitigación para minimizar su impacto y asegurar la sostenibilidad del modelo.

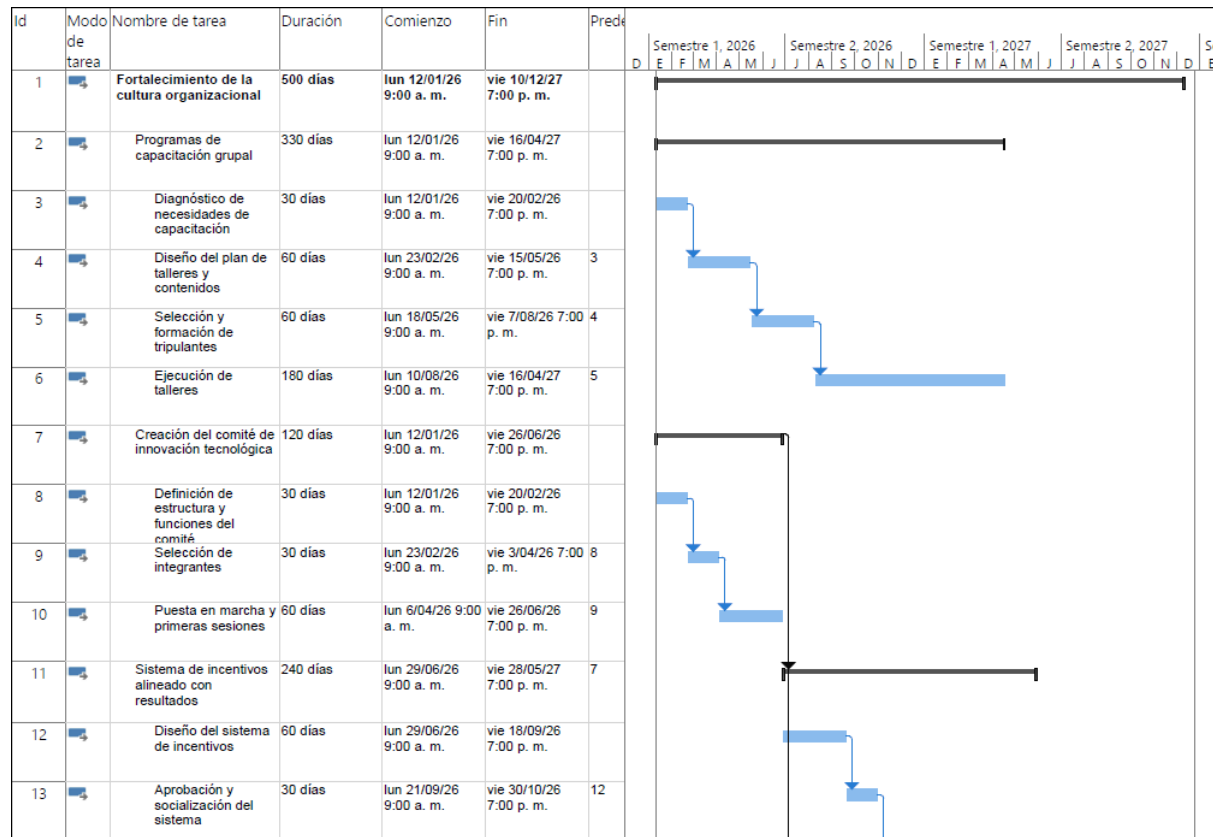
10.1. Cronograma

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) del proyecto se define en tres niveles jerárquicos que corresponden a los ejes estratégicos, las acciones particulares y las tareas específicas necesarias para su ejecución, proyectadas a veinticuatro meses, a partir de enero de 2026, como se muestra en las figuras 31 a 40.

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Figura 33

Diagrama de Gantt del plan de implementación propuesto

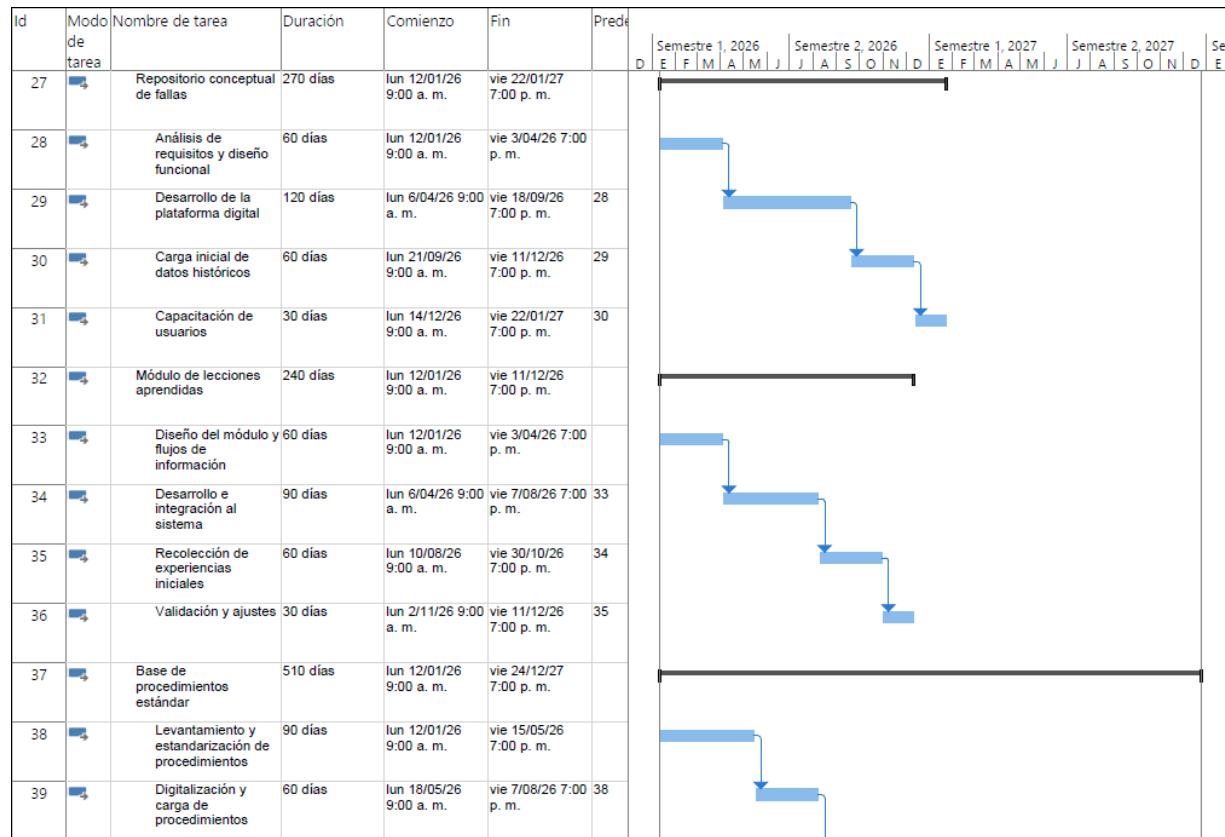


Nota. La figura presenta el cronograma de trabajo (Anexo: Cronograma Plan Implementación.mpp) desde la actividad uno (1) hasta la trece (13).

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Figura 35

Diagrama de Gantt del plan de implementación propuesto

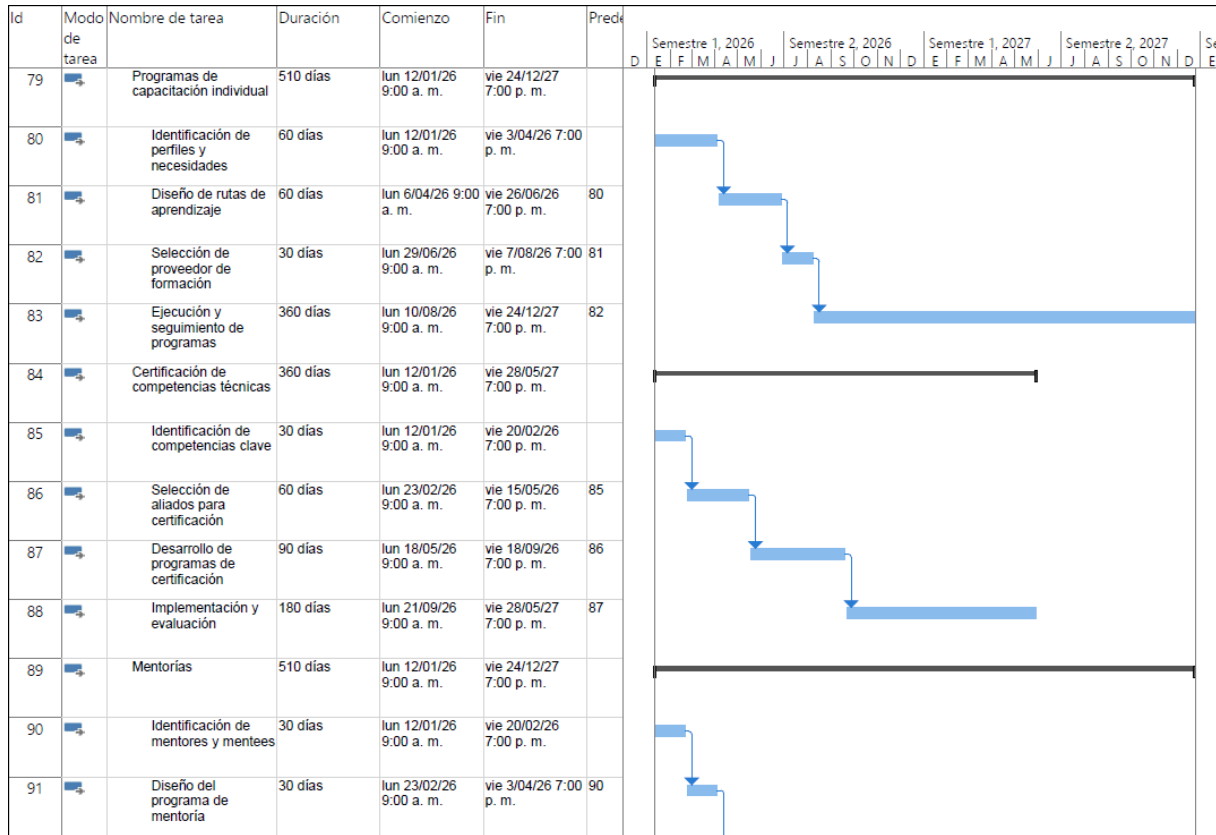


Nota. La figura presenta el cronograma de trabajo (Anexo: Cronograma Plan Implementación.mpp) desde la actividad veintisiete (27) hasta la treinta y nueve (39).

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Figura 39

Diagrama de Gantt del plan de implementación propuesto



Nota. La figura presenta el cronograma de trabajo (Anexo: Cronograma Plan Implementación.mpp) desde la actividad setenta y nueve (79) hasta la noventa y uno (91).

10.2. Presupuesto

Para la implementación del modelo de gestión tecnológica para el proceso de gestión de mantenimiento de la Armada de Colombia, se propone un presupuesto dividido en tres partes. Por un lado, el que se hace necesario para la contratación de talento humano experto en áreas específicas, encargado de liderar las actividades que se desarrollarán en la institución. Por otro lado, la infraestructura tecnológica necesaria para la puesta en marcha del modelo de gestión. Finalmente, los costos asociados al sostenimiento y mantenimiento del modelo anualmente.

Tabla 21

Presupuesto talento humano experto

Fortalecimiento de la Cultura Organizacional		
Actividad	Descripción	Costo Estimado
Diagnóstico y Sensibilización	Consultor DS	\$14.400.000
Capacitación Grupal	Capacitador	\$16.000.000
Incentivos y Reconocimiento	Actividad sin costo	\$0.00
Monitoreo y Ajustes	Auditor	\$8.800.000
Subtotal		\$39.200.000
Modernización de la Gestión del Conocimiento		
Actividad	Descripción	Costo Estimado
Evaluación de Necesidades	Consultor GC	\$9.600.000
Desarrollo de Plataforma Digital	Técnico TI	
	Consultor DS	\$32.400.000
Capacitación y Lanzamiento	Capacitador	
	Capacitador	\$12.000.000
Subtotal		\$54.000.000
Institucionalización de la Vigilancia Tecnológica		
Actividad	Descripción	Costo Estimado
Creación de División de Vigilancia	Auditor VT	\$26.400.000
Desarrollo de Herramientas de Monitoreo	Técnico VT	\$21.600.000
Priorización de Tecnologías	Consultor VT	\$9.600.000
Evaluación de Impacto	Analista	\$9.600.000
Subtotal		\$67.200.000

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

132

Profesionalización del Talento Humano		
Actividad	Descripción	Costo Estimado
Diagnóstico de Competencias	Consultor DC	\$9.600.000
Diseño de Programas	Analista DP	\$14.400.000
Implementación de Capacitaciones	Capacitador	\$24.000.000
Certificación y Evaluación	Capacitador	\$12.000.000
Subtotal		\$60.000.000
Implementación del CESAC		
Actividad	Descripción	Costo Estimado
Estudio de Factibilidad	Analista	\$19.200.000
Diseño del Sistema	Técnico	\$18.000.000
Pruebas Piloto	Técnico	\$18.000.000
Despliegue	Técnico	\$28.800.000
Subtotal		\$84.000.000
Total Estimado		\$304.400.000

Nota. Esta tabla presenta el presupuesto asociado al talento humano experto necesario

para el desarrollo de las actividades propuestas para cada eje dentro del plan de implementación del modelo de gestión tecnológica.

Tabla 22

Presupuesto infraestructura tecnológica

Equipo	Cantidad	Costo unitario (COP)	Costo total (COP)
Servidor rack (Xeon 32 núcleos, 256 GB RAM, 2TB SSD RAID)	2	\$45,000,000	\$90,000,000
NAS (almacenamiento en red 20TB)	2	\$18,000,000	\$36,000,000
UPS doble conversión 6kVA	2	\$8,000,000	\$16,000,000
Switches administrables de capa 3	3	\$12,000,000	\$36,000,000
Routers con failover VPN (militares)	3	\$10,000,000	\$30,000,000
Acces points WiFi 6 industriales	10	\$2,000,000	\$20,000,000
Plataforma de gestión de mantenimiento (CMMS tipo Fiix, Infraspak)	Licencia anual	50 usuarios	\$24,000,000
Plataforma de visualización de datos (Power BI)	Licencia anual	10 usuarios	\$12,000,000
Estaciones gráficas (Core i7, 32 GB RAM, GPU)	5	\$6,000,000	\$30,000,000
Portátiles robustos para campo	5	\$4,000,000	\$20,000,000
Total Estimado			\$314.000.000

Nota. Esta tabla presenta el presupuesto asociado a la infraestructura tecnológica requerida para ejecutar el plan de implementación del modelo de gestión tecnológica.

Tabla 23

Presupuesto mantenimiento y sostenimiento

Concepto	Costo estimado (COP)
Soporte técnico servidores y switches (1 año)	\$15,000,000
Renovación licencias software y nube (1 año)	\$20,000,000
Mantenimiento y calibración de sensores IoT	\$10,000,000
Capacitación continua (técnica y administrativa)	\$15,000,000
Actualización hardware (10% adicional sobre equipos instalados)	\$15,000,000
Subtotal Mantenimiento y Escalabilidad	\$75,000,000
Total Estimado	\$150.000.000

Nota. Esta tabla presenta el presupuesto asociado al mantenimiento y sostenimiento anual del modelo de gestión tecnológica.

10.3. Medida de Seguimiento

Para asegurar una gestión eficiente y controlada en la implementación del modelo de gestión tecnológica, se propone adoptar la metodología del valor ganado como herramienta central para el seguimiento y control del proyecto. De acuerdo con Ambriz Avelar (2008) el enfoque del valor ganado permite integrar el alcance, el cronograma y el costo, proporcionando indicadores objetivos sobre el desempeño y el avance real respecto a lo planificado. De esta manera, es posible identificar desviaciones tempranas, tanto en términos de tiempos como de recursos, y tomar decisiones para corregir el rumbo o ajustar las estrategias de ejecución cuando sea necesario. Ambriz Avelar (2008) propone los pasos de la Figura 43 para la implementación del valor ganado como métrica para el seguimiento de proyectos.

Figura 43

Pasos para la implementación del Valor Ganado como métrica de desempeño



Nota. Esta imagen representa lo propuesto por Ambriz Avelar (2008) para implementar el Valor Ganado como métrica en gestión de proyectos.

En este sentido, la aplicación del valor ganado en el plan de implementación facilita la visualización clara del progreso, ya que permite comparar el valor del trabajo realizado con el valor planificado y el costo incurrido. Esto contribuye a un mayor control en la gestión del proyecto y fortalece la capacidad de anticipar riesgos y optimizar la asignación de recursos (Ambriz Avelar, 2008). En consecuencia, la utilización de esta metodología respalda el logro de los objetivos del modelo, asegurando que cada fase del plan avance conforme a los parámetros establecidos y aportando una base sólida para la toma de decisiones basada en datos cuantitativos y verificables.

10.4. Matriz de Riesgos

El análisis de riesgos permite identificar, evaluar y anticipar las posibles amenazas que podrían afectar el logro de los objetivos establecidos. Esta práctica ayuda

a reconocer factores de incertidumbre y facilita la definición de estrategias para mitigar o gestionar dichos riesgos, minimizando así su impacto potencial (Hillson, 2009).

Para Belanova (2023) al implementar tecnologías se presentan los siguientes riesgos comunes: riesgo de seguridad de la información, pérdida de capacidad/rendimiento del sistema, desviaciones presupuestarias, errores en la selección/instalación tecnológica y falta de cualificación del personal; los cuales generan, entre otras consecuencias, pérdidas financieras y de productividad, fugas de datos o ataques, caídas de servicio y retrasos del proyecto. Por su parte, Tamvada et al. (2022) resumen los riesgos asociados a la industria 4.0 en: complejidad técnica y baja madurez de las tecnologías 4.0, problemas de integración de dispositivos, altos costes de inversión e incertidumbre de retorno, riesgos operativos por resistencia y ciberseguridad, pudiendo generar, en caso de materializarse, fracaso o retraso en la adopción de tecnologías, sobrecostos y paradas de planta, pérdida de talento humano y brechas de seguridad.

Por lo anterior, en el contexto del proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia, el análisis de riesgos adquiere especial relevancia debido al posible impacto en la disponibilidad operacional de las unidades a flote al momento de implementar el modelo de gestión tecnológica. En este sentido, a partir de lo propuesto por Belanova (2023) y Tamvada et al. (2022), se identificaron los riesgos representados en la Tabla 24 y se evaluaron en función de su probabilidad de ocurrencia y su impacto, permitiendo definir actividades para anticiparse y evitar su materialización.

Tabla 24

Matriz de riesgos

Riesgo	Impacto (1-5)	Probabilidad (1-5)	Valor I x P	Actividades de Mitigación
				Gestión de alianzas público-privadas con empresas para cofinanciación.
Limitaciones presupuestales	5	4	20	Participación en convocatorias de financiación para proyectos de I+D+i. Implementación de soluciones por fases para dividir costos por etapas.
Resistencia al cambio	4	3	12	Implementación de pilotos demostrativos en unidades estratégicas. Incentivos económicos y reconocimientos públicos por adopción tecnológica.
Brechas de competencias	4	3	12	Gestión de alianzas con universidades para cursos especializados. Evaluaciones semestrales de competencias y ajuste de capacitaciones.
Retrasos en entrega de tecnología por proveedores	4	3	12	Cláusulas contractuales con penalizaciones por incumplimiento. Diversificación de proveedores (nacionales e internacionales).

**MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE LA ARMADA DE COLOMBIA COMO APOYO AL
MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LAS UNIDADES
A FLOTE**

Riesgo	Impacto (1-5)	Probabilidad (1-5)	Valor I x P	Actividades de Mitigación
Fallas en integración de datos	3	3	9	Pruebas rigurosas de integración antes de salida a vivo.
Ciberataques	4	2	8	Auditorías semestrales de seguridad. Capacitación en phishing y ransomware para todo el personal.

Nota. La tabla muestra los riesgos identificados en el plan de intervención al realizar la implementación de modelo de gestión tecnológica para el proceso de mantenimiento de la Armada de Colombia.

11. Conclusiones y Recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la intervención desarrollada en la empresa, así como las recomendaciones para la implementación del plan de intervención propuesto.

11.1. Conclusiones

La revisión sistemática de los referentes teóricos permitió identificar siete variables fundamentales que constituyen los pilares del modelo de gestión tecnológica propuesto: cultura organizacional, estructura y procesos de gestión del conocimiento, estructura y procesos de gestión de la innovación, competencias del talento humano, estructura y procesos de vigilancia tecnológica, herramientas y tecnología de soporte, y divulgación y aplicación del conocimiento. Los modelos de Triple Hélice (Etzkowitz, 1997), Innovación Abierta (Chesbrough, 2003) y Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva (Porter, 1985) constituyeron los referentes teóricos más apropiados para el contexto naval militar, ya que integran la colaboración academia-gobierno-industria, facilitan el acceso a tecnologías externas y permiten la anticipación estratégica ante cambios tecnológicos.

El diagnóstico organizacional al proceso de mantenimiento reveló que la Armada de Colombia cuenta con bases apropiadas para la implementación de un modelo avanzado de gestión tecnológica, evidenciado en las mediciones obtenidas en las variables evaluadas. Sin embargo, se identificaron brechas críticas en la vigilancia tecnológica, donde la ausencia de mecanismos proactivos para identificar tecnologías emergentes limita la capacidad de anticipación estratégica institucional. El análisis PESTEL identificó oportunidades significativas derivadas de la condición de Colombia como "Socio Global" de la OTAN, las alianzas internacionales en defensa y seguridad

marítima, y el acceso a programas de cooperación tecnológica, contrastando con desafíos como las fluctuaciones cambiarias que afectan la adquisición de tecnología militar y las limitaciones presupuestales del sector defensa. Por otro lado, la cultura organizacional demuestra disposición favorable hacia la adopción tecnológica, pero requiere fortalecimiento en la promoción activa de la innovación y el desarrollo de competencias especializadas del talento humano.

Se diseñó un modelo holístico que articula siete dimensiones fundamentales de la gestión tecnológica, incorporando al Sistema Integrado de Supervisión y Control de Plataforma Colombiano (SISPC-C) como elemento central para la integración y toma de decisiones basada en datos. Asimismo, el modelo propuesto obtuvo una validación favorable por parte de expertos con medias superiores a 4.0 en todos los indicadores evaluados, confirmando su relevancia, coherencia sistémica y viabilidad de implementación en el contexto específico de la Armada de Colombia. La arquitectura del modelo integra componentes tecnológicos como analítica de datos, inteligencia artificial aplicada al mantenimiento predictivo y plataformas de gestión del conocimiento, estableciendo las bases para la transformación digital del proceso de mantenimiento naval y el mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote.

Se estructuró una hoja de ruta integral con cinco líneas estratégicas principales que requieren una inversión inicial estimada de \$618.400.000 COP, distribuida en fortalecimiento de la cultura organizacional, modernización de la gestión del conocimiento, institucionalización de la vigilancia tecnológica, profesionalización del talento humano e implementación del CESAC; complementada con una inversión en infraestructura tecnológica. Por otro lado, el análisis de riesgos identificó las limitaciones presupuestales como el principal desafío, para lo cual se definieron estrategias de

mitigación mediante alianzas público-privadas, participación en convocatorias de I+D+i e implementación por fases priorizadas. Adicionalmente, se estableció un cronograma de implementación de treinta y seis meses con métricas específicas de seguimiento, indicadores de gestión y procesos de evaluación continua para asegurar la ejecución controlada del plan y el logro de los objetivos de mejoramiento de la disponibilidad operacional de las unidades a flote con el modelo implementado en el proceso de mantenimiento.

Finalmente, dando respuesta a la pregunta de investigación, las características y elementos clave para diseñar un sistema efectivo que mejore la disponibilidad operacional de las unidades a flote se fundamentan en la articulación de al menos siete dimensiones. Primero, la cultura organizacional debe orientarse a la innovación como cimiento del modelo y debe reconocer de una u otra forma el éxito de iniciativas que se deriven de este proceso. Segundo, la estructura y procesos de gestión del conocimiento deben evolucionar del intercambio informal de experiencias hacia una plataforma digital unificada que integre repositorios de lecciones aprendidas, bases de datos de fallas y bibliotecas técnicas con taxonomías navales normalizadas, superando las limitaciones actuales de acceso a datos históricos. Tercero, la gestión de la innovación requiere formalización para desarrollar y priorizar proyectos, abordando la dispersión identificada en esta área. Cuarto, el desarrollo de competencias del talento humano debe incorporar planes de certificación que cierren brechas en formación avanzada y/o específica. Quinto, la vigilancia tecnológica emerge como un elemento que requiere proactividad y método para rastrear tendencias y buenas prácticas en el área del mantenimiento naval. Sexto, las herramientas y tecnología de soporte deben actualizarse para responder a los retos del presente y futuro cercano, respaldadas por elementos de ciberseguridad de

nivel militar. Finalmente, los procesos de toma de decisiones requieren indicadores que permitan hacer un seguimiento detallado a la transformación del proceso de mantenimiento en búsqueda de maximizar el tiempo en servicio de los buques.

11.2. Recomendaciones

Se recomienda establecer un programa permanente de actualización de referentes teóricos mediante alianzas estratégicas con universidades e institutos de investigación especializados en gestión tecnológica para el sector defensa. La institución debería realizar revisiones semestrales de la literatura especializada y actualizar las variables del modelo según los avances obtenidos por referentes internacionales.

Por otro lado, se considera pertinente desarrollar análisis interno y externo de manera permanente, para monitorear del entorno tecnológico, político, económico y social que afecta el proceso de mantenimiento. Este proceso debe ser metódico e implementar análisis prospectivo como escenarios futuros, análisis de tendencias y evaluación de impacto tecnológico para anticipar cambios en el entorno operacional. En este sentido, es esencial recurrir a centros de pensamiento estratégico como la Academia Naval de Estudios Estratégicos (ANEES) de la Armada de Colombia para fortalecer las capacidades de análisis situacional y permitir una toma de decisiones más eficaz sobre inversiones en tecnología, desarrollo de capacidades institucionales y/o una eventual actualización del modelo.

Igualmente, es necesario impulsar el modelo propuesto incorporando tecnologías emergentes de Industria 4.0, para optimizar los procesos de mantenimiento predictivo y aumentar significativamente la disponibilidad operacional de las unidades a flote. La institución debe explotar al máximo las capacidades del Centro de Desarrollo Tecnológico Naval (CEDNAV) de la Armada de Colombia para el desarrollo y prueba de

soluciones tecnológicas avanzadas antes de su implementación en la flota. Es fundamental crear ecosistemas de innovación mediante alianzas con empresas tecnológicas, startups especializados en defensa y centros de investigación internacionales que faciliten la transferencia tecnológica y reduzcan los tiempos de adopción de nuevas tecnologías en el ámbito del mantenimiento naval.

Finalmente, se recomienda diversificar las fuentes de financiación mediante la estructuración de un portafolio de proyectos de I+D+i que acceda a convocatorias nacionales e internacionales, fondos de cooperación y alianzas público-privadas que garanticen la sostenibilidad a largo plazo del modelo de gestión tecnológica. Asimismo, es esencial establecer un recurso fijo para la innovación tecnológica alimentado por ahorros derivados de la optimización del mantenimiento, ingresos por prestación de servicios tecnológicos especializados a otras entidades del sector defensa y recursos provenientes de la comercialización de desarrollos tecnológicos propios, asegurando la continuidad del modelo en el tiempo y catapultarlo hacia otros procesos de la Armada de Colombia.

12. Referencias

- Acosta Guzman, H. M., Ramírez Benítez, E., & Jiménez Reina, J. (2019). La seguridad cooperativa en el hemisferio americano: la necesidad de una estrategia integral regional. *Estudios en Seguridad y Defensa*, 14(28), 259-280.
<https://doi.org/10.25062/1900-8325.284>
- Ambriz Avelar, R. (2008). La gestión del valor ganado y su aplicación. *Project Management Institute*.
- Armada de Chile. (2009). *El Poder Marítimo Nacional*. Armada de Chile.
- Armada de Colombia. (2014). *Doctrina de Material Naval* (Vols. III - Mantenimiento).
- Armada de Colombia. (2021). *Plan de Desarrollo Naval 2042* (Segunda ed.).
- Armada de Colombia. (2024). *Circular No. 20240025581130353/MDN-CGFM-CARMA-SECAR-JEMAF-JEMAT-OPLAM-95.1 Mapa Estratégico y Plan de Acción Jefatura de Material 2024*.
- Armada de Colombia. (2024). *Plan Estratégico Naval 2024-2027*.
- Banco de la República. (s.f.). *Tasa de cambio representativa del mercado (TRM)*. Retrieved 4 de Noviembre de 2024, from Serie histórica para un rango de fechas dado_periodicidad diaria:
https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&Action=prompt&Path=%2fshare_d%2fSeries%20Estad%C3%ADsticas_T%2f1.%20Tasa%20de%20Cambio%20Peso%20Colombiano%2f1.1%20TRM%20-%20Disponible%20desde%20el%2027%20de%20noviembre%20de%201991%2f1.1.2.TCM_Para%20rang
- Banco Mundial. (s.f.). *Gasto militar (% del PIB) - Colombia*. Retrieved 4 de Noviembre de 2024, from

<https://datos.bancomundial.org/indicador/MS.MIL.XPND.GD.ZS?end=2022&locations=CO&start=1960&view=chart>

Banco Mundial. (s.f.). *PIB (US\$ a precios actuales) - Colombia*. Retrieved 4 de Noviembre de 2024, from

<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CO>

Belanova, N. (2023). Risks of IT technology adoption. *E3S Web of Conferences*, 376.

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20233760501>

Bernal, C. (2015). *Metodología de la investigación* (2 ed.). Pearson-Prentice Hall.

Boyatzis, R. E. (2008). *Competencies in the 21st century*. *Journal of Management Development*, 27(1), 5–12.

Camelo, H. H. (2022). Colombia: cronología de los acuerdos de paz y las nuevas amenazas como consecuencia del Acuerdo Final de 2016. *Revista de las Fuerzas Armadas*(260), 49-72. <https://doi.org/10.25062/0120-0631.382>

Cameron, K., & Quinn, R. (2011). *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*. Jossey-Bass.

Cedeno, W., & Muñoz, S. (2000). *Control de gestión y gestión tecnológica*. Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal.

Chesbrough, H. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *CONPES 3918: Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*.

Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). Art. 217. 7 de julio de 1991 (Colombia). 111-112. Imprenta Nacional de Colombia.

Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). Art. 217. 7 de julio de 1991 (Colombia).

Cyret, R., & March, J. (1965). *Teorías de las decisiones económicas de la empresa*.

Herrero Hermanos Sucesores S.A. Editores. México. .

Datta, P. (2022). *Global technology management 4.0 : concepts and cases for managing in the 4th Industrial Revolution*. Palgrave Macmillan.

De Weck, O. (2022). *Technology Roadmapping and Development: A Quantitative Approach to the Management of Technology*. Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-88346-1>

Dhillon, B. (2002). *Engineering and technology management tools and applications*. Artech House.

Escorsa, P., & Valls, J. (2005). *Tecnología e innovación en la empresa*. Alfaomega.

Etzkowitz, H. &. (1997). *Universities and the global knowledge economy: A triple helix of university-industry-government relations*. Continuum International Publishing Group.

Fernández, A., Mackinlay, A., & Riola, J. (2020). Optimization of the Life Cycle in the Warships: Maintenance Plan and Monitoring for Costs Reduction. *Proceeding of the VI International Ship Design & Naval Engineering Congress (CIDIN) and XXVI Pan-American Congress of Naval Engineering, Maritime Transportation and Port Engineering (COPINAVAL)*, 391-401. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35963-8_33

Gallouj, F. &. (2009). *Innovation in services: A review of the debate and a research agenda*. Journal of Evolutionary Economics.

Garcia Reinoso, N., Carreño Mendoza, Á. L., & Doumet Chilan, N. Y. (2020). Validación del modelo de gestión sostenible para el desarrollo turístico en vinculación

- universidad - comunidades manabitas. *Revista digital Investigación & Negocios*, 13(31), 37-51. <https://doi.org/10.38147/invneg.v13i21.82>
- García, F. (2023). Papel del cambio climático en la predicción del futuro en un entorno operativo: El caso de la región del Sahel. *Estudios en Seguridad y Defensa*, 18(36), 181-196. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.357>
- Gochermann, J. (2022). *Technology management : recognizing, evaluating and successfully using technologies*. Springer.
- Hidalgo, A., & Pavón, J. (2015). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*. Difusora Larousse - Ediciones Pirámide.
- Hillson, D. (2009). *Managing Risk in Projects*. Gower Publishing Limited.
- International Maritime Organization. (2017). *Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL Consolidated Edition)*.
- INVAMER. (2024). *Invamer Poll Medición # 163*.
- Khalil, T. (2009). *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*. Mc Graw Hill.
- Kralj, F. (1988). *Gestión, evaluación de la gestión y control de gestión*. Universidad de Buenos Aires: Biblioteca "Alfredo L. Palacios".
- Lacalle, D., & López, F. (2018). Evolución del Centro de Supervisión y Análisis de Datos de la Armada (CESADAR). *Revista general de marina*, 275, 333-346.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.). Pearson.
- Michalus, J. C., Sarache Castro, W. A., & Hernández Pérez, G. (2015). Método de expertos para la evaluación ex-ante de una solución organizativa. *Visión de futuro*, 19(1).

Ministerio de Defensa Nacional. (2022). *Política de Seguridad, Defensa y Convivencia Ciudadana (2022-2026)*.

Ministerio de Defensa Nacional. (2024). *Política de Derechos Humanos y DIH*.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2023). *Aspectos Generales del Proceso Presupuestal Colombiano*.

Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia. (1 de Mayo de 2024). *Comunicado de Prensa: Colombia anuncia ruptura de relaciones diplomáticas con Israel*.

[https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/comunicado-prensa-colombia-anuncia-ruptura-relaciones-diplomaticas-](https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/comunicado-prensa-colombia-anuncia-ruptura-relaciones-diplomaticas-israel#:~:text=Colombia%20tampoco%20puede%20ser%20indiferente,partir%20del%20%20de%20mayo)

[israel#:~:text=Colombia%20tampoco%20puede%20ser%20indiferente,partir%20del%20%20de%20mayo](https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/comunicado-prensa-colombia-anuncia-ruptura-relaciones-diplomaticas-israel#:~:text=Colombia%20tampoco%20puede%20ser%20indiferente,partir%20del%20%20de%20mayo)

Naciones Unidas. (1982). *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*.

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press.

Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and Leadership: A Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, 33, 5-34.

[https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6)

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (s.f.). *Delincuencia organizada transnacional - La economía ilegal mundializada*. Retrieved 11 de Noviembre de

2024, from

https://www.unodc.org/documents/toc/factsheets/TOC12_fs_general_ES_HIRES.pdf

Parada, P. (2017). *Análisis PESTEL*.

- Ponce, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a la Economía*.
- Porter, M. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- RAE. (2024). *Definición: Tecnología*. Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/tecnología>
- Rey, N., & Miranda, C. (2018). Diplomacia Sectorial e Internacionalización de la Fuerza: Desafíos y Oportunidades de Colombia en la OTAN. *Revista Fuerzas Armadas*(246), 23-31. <https://doi.org/10.25062/0120-0631.669>
- Rodríguez, D. (2016). *Diagnóstico organizacional* (Octava ed.). Alfaomega.
- Salamanca Rodríguez, E. A. (2023). Una mirada a las capacidades duales de las Fuerzas Armadas de Colombia. *Revista Fuerzas Armadas*(262), 7-19. <https://doi.org/10.25062/0120-0631.4004>
- Saldarriaga, A., Jimenez, B., Villa, E., Bermudez, J., Castellanos, O., & Jimenez, C. (2019). La gestión de la tecnología y la innovación en Fuerzas Navales: un análisis comparativo entre Estados Unidos, España, Colombia. *Debates sobre innovación*, 3(1). <https://hdl.handle.net/20.500.13048/1779>
- Sarjito, A. (2020). PT Pelindo Marine Service: An Alternative Strategy for Maintenance of the Indonesian Navy's Warships. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 27-37.
- Shahbakhsh, M., Emad, G., & Cahoon, S. (2022). Industrial revolutions and transition of the maritime industry: The case of Seafarer's role in autonomous shipping. *The*

Asian Journal of Shipping and Logistics, 38(1), 10-18.

<https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.11.004>

Sinisterra, M. (2022). Inestabilidad Política Y Cambio Institucional Aparente En América Latina. En *América Latina en los Bordes: Inestabilidad Política Y Cambio*

Institucional (págs. 228-254). Lemos Mídia.

Solleiro, J., & Castañón, R. (2008). *Gestión tecnológica : conceptos y prácticas*. Plaza y Valdés S. A. de C. V.

Tamvada, J. P., Narula, S., Audretsch, D., Puppala, H., & Kumar, A. (2022). Adopting new technology is a distant dream? The risks of implementing Industry 4.0 in emerging-economy SMEs. *Technological Forecasting & Social Change*, 184.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122088>

Tangredi, S., & Galdorisi, G. (2021). *AI AT WAR: How Big Data, Artificial Intelligence, and Machine Learning Are Changing Naval Warfare*. Naval Institute Press.

Thamhain, H. (2005). *Management of technology : managing effectively in technology-intensive organizations*. John Wiley and Sons.

The International Institute for Strategic Studies. (2024). *The Military Balance: The Annual Assessment of Global Military Capabilities and Defence Economics*. Routledge.

Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2005). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change (3rd ed.)*. John Wiley & Sons.

Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018). *Industry 4.0 : managing the digital transformation*. Springer.

Anexos

Formato Validación Instrumento Medición.xlsx

Encuesta.pdf

Cronograma Plan Implementación.mpp

Resultados Instrumento Medición.xlsx