



MÁSTER UNIVERSITARIO EN LOGÍSTICA Y GESTIÓN ECONÓMICA DE LA DEFENSA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Título del TFM: Cambios en los procesos logísticos de repuestos para cumplir con la Gestión del Ciclo de Vida: el caso de la Armada Brasileña

Trabajo fin de Máster. Curso académico: 2021-2022

APELLIDOS Y NOMBRE: CF (IM) Flávio Sergio Rezende Nunes de Souza

DNI: Y8765112X

TUTOR/ES: DRA MARTA FOSSAS OLALLA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

CC JOSE CARLOS AVILES CABRERA. ARMADA ESPAÑOLA.

CONVOCATORIA: junio.

Vº. bueno del Tutor

Fecha y firma:

Agradecimientos:

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a Dios, porque sin Él nada sería posible.

Agradezco a la Armada Brasileña y a la Armada Española la oportunidad de realizar el curso que tanto aportó a mi vida profesional.

A mi familia por su apoyo y cariño. En especial a mi esposa, Carolina, a mi hijo Enzo, a mi madre, Marli, a mi tía, Sandra, y a mi hermana, Tatiane.

A mi tutora, la Prof. Dra. Marta Fossas Olalla, por su paciencia, dedicación y valiosa orientación, que permitió el desarrollo de este trabajo.

Agradezco a los diversos amigos que contribuyeron con las entrevistas y con la aclaración de cuestiones prácticas en la Armada Brasileña, especialmente al CF(IM) Fernandes Lima, que me orientó en el ámbito de la Dirección de Abastecimiento.

Agradezco a CC José Carlos sus aportaciones al trabajo y su frecuente disponibilidad en la Armada Española.

Agradezco a los amigos del Máster por su amistad, por toda su ayuda y apoyo durante el curso, que hizo que todo funcionara mejor.

A los oficiales del CESIA, muchas gracias por todo su apoyo y dedicación para que el curso se llevara a cabo.

Nota del autor:

La responsabilidad de las opiniones expresadas en este documento es propia del autor en el marco de la realización de un TFM como requisito para la obtención del Título de Máster Universitario en Logística y Gestión Económica de la Defensa. En ningún caso representan la posición oficial del Ministerio de Defensa del Reino de España o de la Armada española.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS.....	5
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	8
PALABRAS CLAVE.....	8
KEYWORDS	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. DEL CONCEPTO DE LOGÍSTICA AL DE LA CADENA DE SUMINISTROS.....	11
2.2. GESTIÓN DE CICLO DE VIDA	13
2.3. APOYO LOGISTICO INTEGRADO (ALI)	15
3. METODOLOGÍA	20
4. CONTEXTO DE LA ARMADA BRASILEÑA	21
4.1. GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA DE SISTEMAS DE DEFENSA EN BRASIL	21
4.2. CONCEPTOS Y ESTRUCTURA DEL ABASTECIMIENTO EN LA ARMADA BRASILEÑA.....	26
4.3. GESTIÓN DE REPUESTOS EN LA ARMADA BRASILEÑA	29
4.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO.	31
5. FORMULACIÓN Y SELECCIÓN DE ACCIONES	45
5.1. VÍNCULO CON EL PEM 2040	49
5.2. PRIORIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN	53
6. CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXO 1	63

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1</u> -	Ciclo de vida de un sistema de Defensa	14
<u>Figura 2</u> -	Combinación de las fases logísticas y de adquisición	16
<u>Figura 3</u> -	Proceso del ciclo de vida de un sistema de Defensa	23
<u>Figura 4</u> -	Principios da gestión del ciclo de vida de sistemas de defensa	26
<u>Figura 5</u> -	Nivel de servicio de los repuestos en el SAbM	30
<u>Figura 6</u> -	Ejemplo de visualización RA – Maqueta digital	35
<u>Figura 7</u> -	Common Support Model	38
<u>Figura 8</u> -	Diagramas de Ishikawa de los problemas en la gestión de repuestos	44
<u>Figura 9</u> -	Mapa estratégico de la Armada Brasileña	50

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1</u>	-	Actividades del elemento apoyo a los suministros	18
<u>Tabla 2</u>	-	Funciones logísticas del sostenimiento	19
<u>Tabla 3</u>	-	Causas del exceso y de la falta de existencias de repuestos	20
<u>Tabla 4</u>	-	Perfil de los entrevistados	21
<u>Tabla 5</u>	-	Propósitos de cada fase del ciclo de vida de un SD	24
<u>Tabla 6</u>	-	Actividades del Abastecimiento	27
<u>Tabla 7</u>	-	Estructura del SAbM y organismos responsables	28
<u>Tabla 8</u>	-	Matriz DAFO	42
<u>Tabla 9</u>	-	Matriz confrontación DAFO	45
<u>Tabla 10</u>	-	Relación entre el PEM 2040 y las acciones propuestas	52
<u>Tabla 11</u>	-	Criterios de puntuación de la matriz BASICO	54
<u>Tabla 12</u>	-	Evaluación de las acciones por la matriz BASICO	55-56

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

AEN	Acciones Estratégicas Navales
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AIP	Apoyo Integrado a Los Productos
AJEMA	Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada.
ALI	Apoyo Logístico Integrado
BAAINBw	<i>Federal Office of Bundeswehr Equipment, Information Technology and In-Service Support</i>
BID	Base Industrial de Defensa
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CeIM	Centros de Intendência da Marinha
COMARE	Comandos de Redistribución
CONLOG	Concepto de Apoyo Logístico del Almirante de Estado Mayor de la Armada.
CCIM	Centro de Controle de Inventário da Marinha
CCV	Coste del Ciclo de Vida
CMatFN	Comando do Material de Fuzileiros Navais
CNBE	Comissão Naval Brasileira na Europa
CNBW	Comissão Naval Brasileira em Washington
COMRJ	Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
CSM	Common Support Model
CV	Ciclo de Vida
DAbM	Diretoria de Abastecimento da Marinha
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades.
DAU	<i>Defense Acquisition University</i>
DE	Direcciones especializadas
DE&S	<i>Defence Equipment and Support</i>
DGA	<i>Direction Générale de L'Armement</i>
DGAM	Dirección General de Armamento y Material
DGMM	Diretoria-Geral do Material da Marinha
DGePM	Diretoria de Gestão de Programas da Marinha
DIM	Diretoria Industrial da Marinha
DoD	<i>Department of Defense</i>

DSMC	<i>Defense Systems Management College</i>
EE.UU.	Estados Unidos de Norteamérica
EMA	Estado-Maior da Armada
EN	Estrategias Navales
FMS	<i>Foreign Military Sales</i>
GAO	<i>United States Government Accountability Office</i>
GCV	Gestión de Ciclo de Vida
GT	Grupo de Trabalho
IoBT	<i>Internet of Battlefield Things</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JP	Jefe de Programa
LF	Límite Financiero
LISDIN	Lista de Dotación Inicial de la Unidad
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministerio de Defensa
OBNAV	Objetivos navales
OC	Órganos de Control
OCOP	Obtener la Capacidad Operativa Plena
OD	Órganos de Distribución
ODG	Órganos de Dirección Gerencial
ODT	Órganos de Dirección Técnica
OET	Organizaciones Técnicas de Ejecución
OM	Organizações Militares
OMC	Organizaciones Militares Consumidoras
OObt	Órganos de Obtención
OP	Oficina de Programa
OSCP	Oficinas de Seguimiento y Coordinación de Programas
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PBC	Planificación Basada en Capacidades
PM	Periodos de Mantenimiento
POSE	Programa de Organização de Sobressalentes
PROGEM	Programa General de Mantenimiento
PROSUB	Programa de Submarinos

PSM	<i>Product Support Management</i>
RA	Realidad Aumentada
RCM	Reliability Centered Maintenance
RMC	Requisición de Material Consumible
RMP	Requisiciones de Material para Proyecto
SAbM	Sistema de Abastecimento da Marinha
SD	Sistemas de Defensa
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SIGMA	Sistema Integrado de Gestión de Material de La Armada
SINGRA	Sistema de Informaciones Gerenciales de Abastecimiento
SJ	Símbolos de Jurisdicción
SMP	Sistema de Mantenimiento Planificado

RESUMEN

La complejidad y los elevados costes de los Sistemas de Defensa hacen que las Fuerzas Armadas de varios países busquen métodos más adecuados para su gestión, como la gestión del ciclo de vida (GCV). En la práctica, la implantación de GCV requiere cambios en los procesos organizativos, teniendo gran relevancia, en el ámbito de las Armadas, los procesos de apoyo logístico. Esta investigación tiene como objetivo analizar los cambios en las actividades técnicas y de gestión del Sistema de Abastecimiento de la Armada Brasileña, en el ámbito del aprovisionamiento de repuestos, que son necesarios para permitir la adopción efectiva de la metodología de GCV. Para ello, se realizó un estudio de caso de carácter cualitativo, que identificó diversos aspectos de la gestión de repuestos presentes en el ambiente organizacional, y propuso acciones a ser adoptadas para que estos procesos sean adecuados a fin de hacer viable la implementación de la GCV.

ABSTRACT

The complexity and high costs of Defense Systems have led the Armed Forces of several countries to seek more appropriate methods for their management, such as Life Cycle Management (LCM). In practice, the implementation of LCM requires changes in organizational processes, having great relevance, in the field of the Armed Forces, the logistic support processes. This research aims to analyze what changes in the technical and management activities of the Brazilian Navy Supply System, in the area of spare parts management, are necessary to enable the effective adoption of the LCM methodology. For this purpose, a qualitative case study was conducted, which identified several aspects of spare parts management present in the organizational environment, and proposed actions to be taken in order to make these processes adequate to enable the implementation of LCM.

PALABRAS CLAVE

LOGÍSTICA, GESTIÓN DE CICLO DE VIDA, APOYO LOGÍSTICO INTEGRADO, REPUESTOS, ARMADA BRASILEÑA.

KEYWORDS

LOGISTICS, LIFE CYCLE MANAGEMENT, INTEGRATED LOGISTICAL SUPPORT, SPARE PARTS, BRAZILIAN NAVY.

“La logística comprende los medios y arreglos que hacen funcionar los planes de la estrategia y de las tácticas. La estrategia decide dónde actuar; la logística lleva a las tropas hasta ese punto”.

(Frase atribuida a Gen. Antoine Henri Jomini)

1. INTRODUCCIÓN

La logística siempre ha desempeñado un papel fundamental en el ámbito de la Defensa. Actualmente, los complejos sistemas de defensa requieren una visión integral de su adquisición, operación y sostenimiento. Para hacerlo posible, las armadas modernas han adoptado la metodología de la gestión del ciclo de vida (GCV).

El GCV es una metodología bien establecida, ampliamente cubierta en la literatura¹, y está normalizada por la ISO (ISO/IEC 15288, 2015). En el ámbito de la Defensa, la metodología es promovida por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), y está presente en sus publicaciones (AAP-48 – NATO System Life Cycle Processes, 2020).

En Brasil, el GCV se ha fomentado en los distintos organismos de Defensa. En 2020, el Ministerio de Defensa (MD) publicó un Manual de Buenas Prácticas para la GCV. Además, la realización de actividades sistemáticas relacionadas con la GCV se menciona explícitamente en una de las Estrategias Navales contenidas en el Plan Estratégico de la Armada (PEM) 2040 (Estado-Maior da Armada, 2020):

“EN 7.2 – Ampliación de la capacidad de apoyo logístico a los recursos operativos: pretende mantener la capacidad operativa de los sistemas y equipos de los medios de superficie, submarinos y aeronavales existentes y futuros, a la luz del proceso de gestión del ciclo de vida (GCV) [...]” (Estado-Maior da Armada, 2020, p.74).

El GCV abarca varios procesos y áreas de conocimiento. Una de las principales áreas, responsable de la mayor parte del coste durante todo el ciclo de vida, es el apoyo logístico. Dentro de esta área, se encuentra el aprovisionamiento de repuestos, que en la práctica presenta varias dificultades, derivadas de la complejidad de los sistemas y equipos utilizados; de los procesos de gestión adoptados; de las características de la propia industria de Defensa; además de varios otros factores, como el presupuesto asignado al tema.

De este modo, este estudio pretende investigar los cambios en las actividades técnicas y de gestión del Sistema de Abastecimiento de la Armada Brasileña, en el ámbito del

¹ Varandas Júnior et al (2015) han identificado en la base de datos *ISI Web of Knowledge*, entre 2006 e 2010, 1070 estudios en los que estuvo presente el término “Product Life Cycle Management”.

aprovisionamiento de repuestos, que son necesarios para permitir la efectiva adopción de la metodología de gestión del ciclo de vida.

Para ello, el trabajo comienza con esta introducción. A continuación, el marco teórico abordará aspectos relacionados con la logística; con el apoyo logístico integrado; con la gestión de ciclo de vida; con el sostenimiento y el aprovisionamiento de repuestos. A su vez, se explicará la metodología de la investigación. La sección siguiente trae el contexto de la Armada Brasileña (MB, *Marinha do Brasil*), desarrollado por medio del análisis de las normas relacionadas con la GCV y con el abastecimiento de repuestos. Además, se recopiló información a través de entrevistas, lo que permitió obtener una visión de cómo han funcionado en la práctica los procesos de gestión de repuestos. Esta información se analiza y organiza mediante un análisis DAFO. A partir del análisis, se realizan algunas propuestas para la implementación de acciones relacionadas con la gestión de repuestos. Por fin, en la última sección se expondrán las conclusiones finales.

2. MARCO TEÓRICO

La búsqueda de una mayor eficiencia y eficacia hace que las organizaciones mejoren sus procesos logísticos. Las Armadas están dotadas de medios que emplean tecnología punta y su mantenimiento es muy complejo. Así, el aprovisionamiento de repuestos es altamente relevante, ya que es un componente de coste importante y fundamental para el mantenimiento de la disponibilidad. En el ámbito de la Defensa, una metodología muy empleada en esta búsqueda es la GCV:

“Por su propio concepto, un buque de guerra es un sistema complejo y costoso, donde casi todo es redundante, con un largo ciclo de adquisición y una vida operativa en torno de 30 a 40 años. Por todo esto la optimización de su ciclo de vida tiene cada vez mayor importancia [...] para cualquier armada” (Riola et al., 2020, p.511).

Cabe destacar que la fase de operación y sostenimiento, en la que es necesaria la utilización de una gama de repuestos, es la responsable por los costes más significativos de todo el ciclo de vida. A pesar de ello, la planificación del sostenimiento debe comenzar en las primeras fases del ciclo de vida, y hacerlo de la forma más adecuada va a asegurar de forma más eficiente la disponibilidad de una unidad.

Por ello, en el proceso de revisión del marco teórico, con carácter previo a la realización del proceso de análisis del aprovisionamiento de repuestos en la Armada Brasileña, se repasarán los conceptos de logística y de la cadena de suministro, tanto en el ámbito empresarial como en el de la Defensa; se introducirá el concepto de gestión del ciclo de vida, mencionando sus principales aspectos; además se explicará el concepto de apoyo logístico integrado, así como actividades asociadas más específicas, destinadas al sostenimiento de los medios y al aprovisionamiento de repuestos, fundamentales para la correcta ejecución de la GCV, siendo la gestión de los repuestos el objeto principal de este trabajo.

2.1. DEL CONCEPTO DE LOGÍSTICA AL DE LA CADENA DE SUMINISTROS

La logística como campo de conocimiento se originó en el ámbito militar y se le atribuye la obtención de éxitos en diversas batallas desde tiempos anteriores a Cristo². Principalmente después de las guerras mundiales, los conceptos de logística fueron transferidos a las empresas, que hoy en día, junto con las Universidades, desarrollan este área de manera creciente (Faúndez, 2009). Hoy en día, la logística se ha convertido en algo fundamental y es una fuente de ventaja competitiva para las empresas en los mercados más diversos.

En las organizaciones podemos señalar el siguiente concepto: “La logística empresarial abarca todas las actividades relacionadas con el traslado-almacenamiento de productos que tienen lugar entre los puntos de adquisición y los puntos de consumo” (Ballou, 1991, p.5).

Ballou (1991, p.5) resume el reto de la logística como “lograr que los productos o servicios adecuados estén en el lugar adecuado, en el momento preciso y en las condiciones deseadas. Todo esto con el menor coste posible”.

Se pueden identificar tres fases en el proceso logístico: logística de aprovisionamiento, logística interna, y logística de distribución (Servera-Francés, 2010).

La logística de aprovisionamiento se ocupa de la gestión de las materias primas, piezas y otros insumos necesarios para el proceso de producción. Esta fase se ocupa de las adquisiciones, el transporte desde el proveedor hasta la empresa, así como del almacenamiento de estos artículos. La siguiente fase, denominada logística interna, se encarga del flujo de productos semielaborados, así como del ensamblaje de todos los componentes y la entrega del producto acabado a la distribución física. Por fin, la logística de distribución gestiona el flujo de productos terminados al cliente, así como la información asociada a este (Servera-Francés, 2010).

A principios de los años 80, la logística comenzó a ser considerada como un instrumento de diferenciación de las empresas, no sólo por su enfoque en el cliente, concepto conocido como “logística integral”, sino también por su extensión hacia el canal de aprovisionamiento. Esta visión ha llevado a las empresas a buscar nuevos procesos de negocio que permitan una mejor gestión de los elementos de aprovisionamiento y distribución relacionados con la satisfacción del cliente (por ejemplo, prácticas de producción flexible, *just in time* y sistemas de calidad) (Ballou, 2007; Kent y Flint, 1997).

Esta visión estratégica de la logística llevó a muchas empresas a rediseñar sus estructuras y procesos organizacionales. Sin embargo, en algunos casos las empresas buscan un enfoque limitado a la mejora de las actividades logísticas, buscando una mayor eficacia y eficiencia sin considerar el uso estratégico de la logística y su integración con otros agentes del canal de suministro. Este fenómeno se denomina “miopía logística”, porque en estos casos las

² A ejemplo de Alejandro Magno (entre 356-323 a.C), que gracias a varias innovaciones logísticas de la época, pudo recorrer unos 18.000 kilómetros en 8 años (Melero, 2017).

empresas no la utilizan como fuente de ventaja competitiva (Servera-Francés, 2010; Stock, 2002).

Una evolución más reciente de la logística llega con el concepto de *Supply Chain Management* (SCM). Este es un concepto más amplio que el de logística, ya que la logística es una parte de la cadena de suministros. Esa pasa por la integración de todas las empresas del canal hasta los propios clientes. El Consejo de SCM profesionales (CSCMP) trae el siguiente concepto de SCM:

“La gestión de la cadena de suministro abarca la planificación y la gestión de todas las actividades relacionadas con el abastecimiento y la adquisición, la conversión y todas las actividades de gestión logística. Es importante destacar que también incluye la coordinación y colaboración con los asociados del canal, que pueden ser proveedores, intermediarios, terceros proveedores de servicios y clientes. En esencia, la gestión de la cadena de suministro integra la gestión de la provisión y la demanda dentro de las empresas y entre ellas” (Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP], 2022).

Para que los beneficios derivados de la SCM se alcancen efectivamente, la cooperación y la coordinación se consideran factores clave (Ballou, 2007).

2.1.1. Logística en Defensa

Como se ha visto en el apartado anterior, según los conceptos de Ballou (2007), adoptados en el ámbito empresarial, la logística aporta valor por el lugar, el tiempo, la forma y la búsqueda de la reducción de costes.

En relación con la logística militar, para Faundez (2009, p. 440) esa es “una ciencia que planifica y ejecuta procesos que satisfacen los requerimientos de las Fuerzas, con el propósito de alcanzar y mantener la disponibilidad operacional requerida por las operaciones militares”.

Así, no existe una diferencia conceptual relevante entre la logística en el ámbito empresarial y militar, su finalidad es buscar la optimización en el uso de los recursos como en cualquier otro ámbito. Lo que sí ocurre es que la logística militar tiene particularidades que la convierten en un caso específico, como el hecho de que se conciba “para una situación de guerra, es decir, para una situación de alto grado de actividad, con atrición causada por el adversario y que su ámbito de acción es integral” (Faúndez, 2009, p. 439). Además, es muy relevante por la cantidad de recursos que se destinan a este ámbito, ya sean financieros, materiales o incluso de personal. Sin embargo, operan en un entorno altamente tecnológico y globalizado.

De ese modo, básicamente, la logística militar tiene los mismos objetivos que la logística empresarial: “tener el artículo correcto, en el lugar correcto, en el momento correcto” (Rider, 1970, p.32).

Las principales peculiaridades de la logística en Defensa son señaladas por Faúndez (2009):

- La logística del material responde a un enfoque sistémico con un énfasis dado por la aplicación de la gestión de ciclo de vida para sus sistemas.
- Debe haber flexibilidad, estando preparado para la guerra, con un altísimo grado de actividad, pero desempeñando nivel de actividad mucho menor en tiempo de paz, que corresponde a la mayor parte del tiempo.
- El nivel de servicio demandado es muy alto, en algunos casos, de un 100%, lo que implica duplicar equipos e inventarios. Las actividades militares conllevan grandes riesgos, y los procesos se organizan para hacerles frente. Así, la logística se centra más en la consecución de objetivos (eficacia) que en la eficiencia.
- Además de las actividades netamente militares, las instituciones tienen varias áreas de actividad relacionadas con ellas, por ejemplo, sectores como educación, instrucción, salud, mantenimiento, etc. Por lo tanto, procesos logísticos son necesarios para apoyar toda esta estructura.

La elevada complejidad y las diversas peculiaridades de los Sistemas de Defensa han llevado a las Fuerzas Armadas de varios países a buscar la adopción de la metodología del ciclo de vida, como forma de hacer viable su uso a través de procesos sistematizados, mayor control de costes y mayor disponibilidad.

2.2. GESTIÓN DE CICLO DE VIDA

Según Defense Systems Management College (DSMC) el ciclo de vida del sistema consiste en el intervalo desde el inicio de su programa hasta su eliminación (Fraget et al., 1986).

Un modelo de ciclo de vida consiste en “una estructura de procesos y actividades relacionadas con el ciclo de vida que puede organizarse en fases, que actúa como referencia común para la comunicación y la comprensión” (ISO/IEC 15288, 2015, p.6)

La norma ISO 15288:2015, establece un modelo estandarizado para los procesos del ciclo de vida de los sistemas. Este modelo puede ser adoptado por las organizaciones, con las adaptaciones necesarias (ISO/IEC 15288, 2015).

La gestión del ciclo de vida de los sistemas de defensa busca garantizar su mejor funcionamiento y disponibilidad (*output*) a lo largo de su ciclo de vida. Asimismo, contribuye a una mejor estimación de los costes, haciendo que el proceso de decisión sobre las adquisiciones y el apoyo logístico (*input*) se base más en la información técnica.

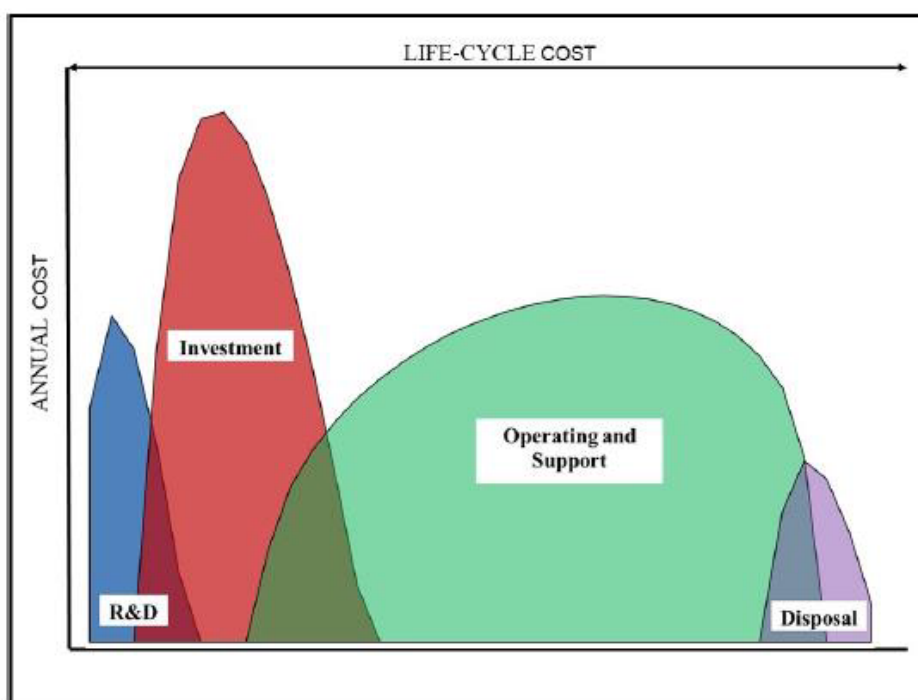
Los procesos adecuados de gestión del ciclo de vida promueven más información relacionada con todas las etapas. Las compras están mejor informadas si se evalúan los costes futuros (que son los más relevantes) y los resultados esperados, incluso antes de elegir los sistemas. Además, a lo largo del funcionamiento de los medios es posible promover sistemáticamente la medición de los costes incurridos, que pueden ser comparados con las estimaciones iniciales, y además la medición de los resultados, cómo está siendo de efectivo el uso de ese medio. Esta información hace que los futuros procesos de compra sean aún más precisos. La mejor estructuración de estos procesos puede promover también una mayor transparencia de

esta información para los agentes que operan en las distintas fases del proceso presupuestario de Defensa.

Así, la aplicación de este método ha sido llevada a cabo por varios países, buscando mejorar la eficiencia de sus gastos de Defensa. Sin embargo, su aplicación requiere varios cambios organizacionales. De este modo, algunos países, como Brasil y España, ya tienen normas bien establecidas, pero en la práctica todavía están en proceso de implementación, realizando importantes adaptaciones en sus estructuras y procesos para permitir la ejecución efectiva de esta metodología.

Con relación al coste del ciclo de vida, ese concepto comenzó a aplicarse en Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, formalizándose a través del Logistics Management Institute en 1967 (Logistics management institute, 1967; Ortúzar, 2008). En los años 60, el Departamento de Defensa de Estados Unidos realizó un estudio en el que los costes de utilización y mantenimiento representaban el 75% del coste total del sistema durante todo su ciclo de vida (Gupta, 1983, citado por Ortúzar, 2008). La Figura 1 muestra los principales costes durante el ciclo de vida:

Figura 1. Ciclo de vida de un sistema de Defensa



Fuente: Secretary of Defense, 2020

Según Frager et al. (1986) es conveniente dividir las actividades técnicas por áreas funcionales como diseño, pruebas, fabricación y apoyo logístico. Esta división suele reflejarse en las oficinas de programas.

Este trabajo tiene como foco principal las funciones de apoyo logístico, que tienen gran relevancia entre los procesos insertos en el GCV.

2.3. APOYO LOGISTICO INTEGRADO (ALI)

En el ámbito naval, se entiende por apoyo logístico: “el conjunto de acciones para poder proporcionar a sus unidades los medios y sistemas que necesitan para el cumplimiento de las misiones que son la razón de su existencia”. (Riola et al., 2020, p. 511).

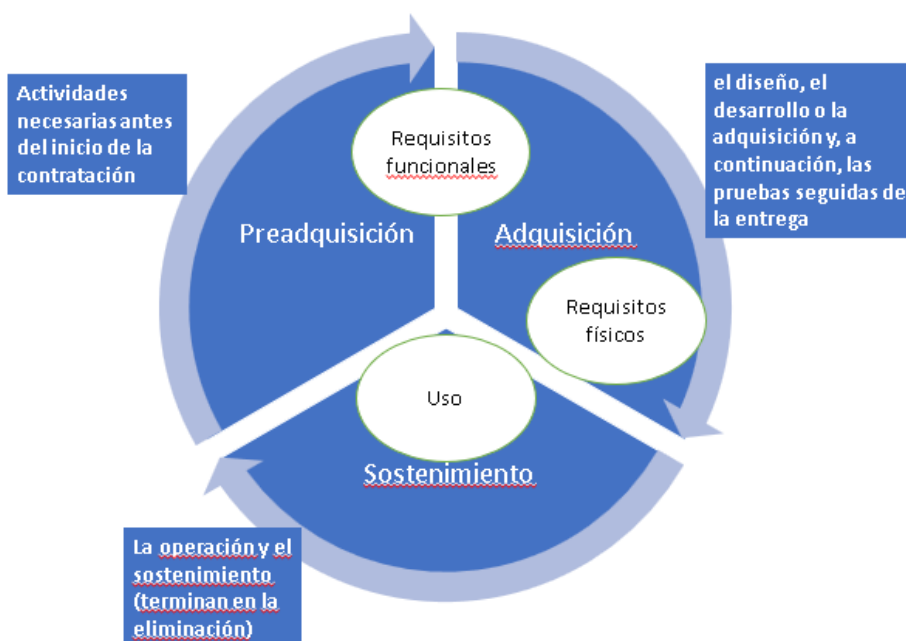
El deseo de poseer sistemas de defensa capaces, sostenibles, testables, y disponibles, y que se entreguen y operen de acuerdo con un cronograma y un costo adecuado han llevado a la búsqueda de diversos métodos para una mejor gestión de estos sistemas. Así, al igual que la gestión del ciclo de vida, tenemos el avance del apoyo logístico integrado (ALI). Según Faúndez (2009), en el sector de la Defensa, la logística ha evolucionado por medio de ese concepto. En un concepto más amplio, ALI es “la gestión disciplinada y unificada de todas las actividades necesarias para producir un diseño de sistema sostenible y una capacidad de sostenimiento razonable para lograr un conjunto predeterminado de objetivos medibles dentro de un coste de propiedad aceptable” (Jones, 2006, p 1.1). Al considerar más específicamente los sistemas de Defensa, según el Department of Defense (DoD) de EE.UU, ALI es:

“un enfoque disciplinado, unificado e interactivo de las actividades técnicas y de gestión necesarias para: integrar las consideraciones de sostenimiento en el diseño del sistema y del equipo; desarrollar requisitos de sostenimiento que estén relacionados de forma coherente con los objetivos de preparación, con el diseño y con los demás; adquirir el sostenimiento necesario; y proporcionar el sostenimiento necesario durante la fase operativa con un coste mínimo” (Desiderio, 1983, p. 2-2).

El uso de ALI por parte de una organización que utiliza sistemas complejos tiene como objetivo: obtener menores costes de propiedad; influir en las decisiones de diseño, para mejorar el sostenimiento; identificar y limitar los costes e inductores de sostenimiento; e identificar y desarrollar fuentes de sostenimiento (Jones, 2006).

El ALI comienza con la planificación de la adquisición de un determinado sistema y continúa durante todo su ciclo de vida. Jones (2006) identifica las fases logísticas del ALI, que se relacionan con las actividades logísticas y las fases de adquisición, todas ellas relacionadas con el ciclo de vida del sistema. La Figura 2 ilustra esta relación entre las fases logísticas y de adquisición.

Figura 2. Combinación de las fases logísticas y de adquisición



Fuente: Jones, 2006.

El concepto de ALI es utilizado por las Fuerzas Armadas de varios países, como Brasil, que le dedica un capítulo en el Manual de Logística de la Armada (Estado-Maior da Armada, 2003), y España, donde es tratado por el Concepto de Apoyo Logístico del AJEMA (Estado Mayor de la Armada, 2017).

En Estados Unidos, los principios del ALI se emplean sistemáticamente desde hace más de 60 años. Recientemente, la terminología ha evolucionado a Apoyo Integrado a los Productos (AIP). Asimismo, los elementos logísticos han evolucionado hacia elementos de apoyo al producto (Kobren, 2014). Los elementos del AIP aportan pequeñas modificaciones a los 10 elementos tradicionales del ALI, y añaden *product support management* (PSM) e ingeniería de sostenimiento. El PSM permite la integración de los otros 11 elementos, lo que permite la entrega de una solución que satisface las necesidades de los medios en términos de preparación, fiabilidad y economía (Floyd y Reyes, 2014). Los elementos del AIP son: *product support management*; interfaz de diseño; ingeniería de sostenimiento; apoyo a los suministros; mantenimiento, planificación y gestión; embalaje, manipulación, almacenamiento y transporte (pht); datos técnicos; equipos de apoyo; entrenamiento y apoyo a los entrenamientos; mano de obra y personal; instalaciones e infraestructuras; y apoyo continuo a los sistemas de tecnología de la información (Department of Defense, 2019).

Los *product support managers* “desarrollan, planifican y aplican una estrategia global de sostenimiento de productos para todos los elementos de apoyo integrado a los productos y su preparación material” (Defense Acquisition University (DAU), 2021, p.8).

El objetivo principal de una estrategia de apoyo a los productos es obtener una mejor relación entre la eficacia y el coste para la preparación operativa de los medios de combate (mejorar la disponibilidad de los sistemas y reducir los costes). Estos resultados dependen de la optimización de los elementos de la AIP vinculados a esa estrategia (Department of Defense, 2019).

Aunque todos los elementos del AIP están bien interrelacionados, este trabajo se centra más en el aprovisionamiento, por lo que el elemento de mayor interés para la investigación es el "apoyo a los suministros", más específicamente relacionado con los repuestos.

El apoyo a los suministros consiste en:

“todas las acciones, procedimientos y técnicas de gestión necesarias para determinar los requisitos para adquirir, catalogar, recibir, almacenar, transferir, emitir y eliminar repuestos, piezas de reparación y suministros. Esto significa tener disponibles los repuestos, las piezas de reparación y todas las clases de suministros adecuados, en las cantidades adecuadas, en el lugar adecuado, en el momento adecuado y al precio adecuado. El proceso incluye el aprovisionamiento para el sostenimiento inicial, así como la adquisición, distribución y reposición de inventarios” (Defense Acquisition University (DAU), 2021, p.121).

La Tabla 1 presenta las principales actividades relacionadas con este elemento de la AIP.

Tabla 1. Actividades del elemento apoyo a los suministros

Elemento IPS	Actividades
Apoyo a los suministros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aproveccionamiento inicial 2. Gestion del reabastecimiento rutinario, incluida la gestion de las existencias de reserva y de seguridad 3. Prevision de la demanda y ahorro basado en la disponibilidad (RBS) 4. Gestion y mantenimiento de listas de materiales 5. Aproveccionamiento inicial de equipos de apoyo 6. Aproveccionamiento rutinario de los equipos de apoyo 7. Adquisicion de material reparable, piezas de reparacion y consumibles 8. Catalogacion 9. Recepcion 10. Almacenamiento 11. Gestion de inventarios 12. Transferencia 13. Emision 14. Redistribucion 15. Disposicion 16. Precio del material 17. Visibilidad total de los activos/AIT <ol style="list-style-type: none"> 17.1. Gestion de articulos seriados (SIM) 17.2. Identificacion unica de articulos (IUID) 17.3. Identificacion por radiofrecuencia (RFID) 18. Gestion de la vida util 19. Gestion de la memoria intermedia 20. Gestion de la garantia 21. Seguridad de la cadena de suministro <ol style="list-style-type: none"> 21.1. Prevencion de la falsificacion de material 21.2. Prevencion de hardware y software malicioso 21.3. Prevencion de la transferencia de tecnologia no autorizada

Fuente: Department of Defense, 2019

Además de esta asociación del concepto de aprovisionamiento con el AIP, en el ALI tradicional las Armadas consideran el aprovisionamiento como parte del sostenimiento. El sostenimiento consiste en:

“el conjunto de actividades logísticas necesarias para mantener y reparar los sistemas de armas y sus elementos asociados, de forma que se garantice la correcta operación de los mismos cuando y donde sean requeridos, así como el mantenimiento y la actualización de sus capacidades a lo largo de su ciclo de vida” (Estado Mayor de la Armada, 2017, p.8).

Ese se compone de tres funciones logísticas, conceptuadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Funciones logísticas del sostenimiento

Funciones logísticas	Concepto
Mantenimiento	Conjunto de actividades encaminadas a que un sistema de armas conserve la capacidad que le permita el cumplimiento de las misiones para la que fue concebido. Son actividades del mantenimiento todas aquellas que permitan mantener el material y los equipos en condición operativa o devolverlos a esa condición desde cualquier otra, así como la realización de las modificaciones necesarias con el fin de actualizar sus capacidades.
Ingeniería del ciclo de vida	Conjunto de actividades necesarias para la adecuación de los sistemas de armas a los requisitos operativos de los ejércitos, el control de su configuración y la determinación, evaluación y mejora del apoyo que los sistemas de armas y los equipos que lo componen requieren a lo largo de su vida operativa.
Aprovisionamiento³	Conjunto de actividades relacionadas con la determinación de necesidades, la adquisición, recepción, almacenamiento y distribución del material necesario para mantener los sistemas de armas. Incluye las piezas de repuesto, el equipamiento, las herramientas y el utillaje necesario.

Fuente: Secretaría de Estado de Defensa (2008)

Así, el aprovisionamiento de repuestos es una parte fundamental del sostenimiento. Está estrechamente relacionado con la función de mantenimiento y es un elemento clave para la disponibilidad de los medios. También es muy relevante en términos de costes del ciclo de vida a lo largo de la vida operativa. En los sistemas de Defensa, los repuestos suelen tener dos finalidades principales: su uso en alguna reparación o mantenimiento, o como parte de un stock para hacer frente a alguna eventualidad. Hay que tener en cuenta que, en la lengua inglesa, el propósito da lugar a términos diferentes: *repair parts* y *spare parts*.

Se entiende por repuesto “Pieza que tiene aplicación en un equipo determinado y que se almacena en paños para reemplazar al idéntico instalado en caso de avería de éste o durante las acciones de mantenimiento programado” (Sistema Integrado de Gestión de Material de La Armada (SIGMA), 1979).

La ejecución del aprovisionamiento de repuestos debe llevarse a cabo con gran precisión. La disponibilidad de artículos en demasiada cantidad o con demasiada antelación lleva a altos costes de inventario y a riesgos de obsolescencia. Por otro lado, un retraso en la entrega del artículo provoca roturas de stock, lo que puede tener consecuencias en el mantenimiento y las reparaciones, e incluso en la disponibilidad de los medios.

³ La Instrucción SEDEF 05/2008 utiliza el término “suministro y gestión de repuestos y materiales” como sinónimo de aprovisionamiento (Secretaría de Estado de Defensa, 2008). Este término lo utilizó Concepto de Apoyo Logístico del AJEMA (Estado Mayor de la Armada, 2017).

Teniendo en cuenta la complejidad de la gestión de los repuestos, así como de los equipos a los que da servicio e incluso de otros factores externos, es habitual observar varios riesgos/problemas que pueden darse en su proceso de aprovisionamiento.

En 2008, el *United States Government Accountability Office* (GAO) emitió un informe al Congreso de los Estados Unidos sobre los problemas encontrados en la gestión de los repuestos de la *US Navy* lo que generó ineficiencias tanto por exceso de partidas, estimadas en 7.500 millones de dólares, como por escasez, estimada en 570 millones de dólares. La Tabla 3 ilustra las principales causas identificadas por la GAO.

Tabla 3. Causas del exceso y de la falta de existencias de repuestos

EXCESO		FALTA
Causas observadas	Las demandas disminuyeron, fluctuaron o no se materializaron	Aumento de las demandas
	Se han producido cambios en la tasa de desgaste o de supervivencia	Se han producido cambios en la tasa de desgaste o de supervivencia
	No se han producido las demandas no recurrentes previstas	El artículo ha sido sustituido por otro
	El sistema de armas se estaba eliminando o reduciendo	No se ha registrado ningún déficit de inventario
	Se ha realizado un cambio en el calendario de implantación del sistema de armas	El proveedor calificado no estaba disponible
	El posible apoyo a un nuevo sistema de armas estaba disponible con la partida actual	
	El artículo ha sido sustituido o se ha quedado obsoleto	
	La compra fue por una cantidad o valor mínimo	
	La capacidad de reparación estaba infrutilizada	
	No se han modificado ni rescindido los contratos de las piezas en pedido	

Fuente: *United States Government Accountability Office, 2008*

3. METODOLOGÍA

El trabajo pretende analizar qué cambios en las actividades técnicas y de gestión del Sistema de Abastecimiento de la Armada Brasileña, en el ámbito del aprovisionamiento de repuestos, son necesarios para permitir la efectiva adopción de la metodología de gestión del ciclo de vida. Para lograr este objetivo, se utilizó un estudio de caso que tuvo como unidad de análisis el Sistema de Abastecimiento de la MB (SAbM). Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter descriptivo.

El estudio del caso es una metodología muy utilizada en el contexto organizativo, que consiste en una "investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente definidos". (Yin, 2005, p.32). Así, esta metodología permite analizar el objeto

de estudio en su contexto real, utilizando diversas fuentes de evidencia. Su característica es el uso de abundante información subjetiva, y la alta influencia del juicio del investigador en la selección e interpretación de la información. Así, presenta como limitaciones la ocurrencia de resultados sesgados y la impracticabilidad en la generalización de las conclusiones (Villarreal Larrinaga & Landeta Rodríguez, 2010).

La recogida de datos se llevó a cabo mediante documentación y entrevistas. En cuanto a la documentación, se han analizado las normas del MD y de la Armada asociadas a la gestión del ciclo de vida y a la logística de las piezas de repuesto. Se entrevistó a oficiales de la Armada que tenían experiencia y conocimientos relacionados con la gestión de las piezas de repuesto y con el SAbM en la Armada Brasileña. La Tabla 4 ilustra el perfil de los entrevistados. El guión utilizado para las entrevistas se encuentra en el Anexo 1.

Tabla 4 – Perfil de los entrevistados

Entrevista	Función	Empleo	Unidad	Duración
E1	<i>Encargado de la División de Apoyo Logístico Integrado</i>	CF (IM)	Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM)	52:20
E2	Gerente de la División de Repuestos	CC(IM)	Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM)	1:01:30
E3	Encargado de la División de Costes del Ciclo de Vida	CC(IM)	Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePM)	17:42
Tiempo total de entrevistas			02:11:32	

Durante las entrevistas, se identificó que recientemente se celebró un Grupo de Trabajo (GT) que abordó las prácticas de mantenimiento en la Armada, un tema que está estrechamente relacionado con la gestión de las piezas de repuesto. La no utilización de este documento, debido al acceso restringido, se señala como una limitación de la investigación.

El tratamiento de los datos se realizó a través del análisis del entorno y de la matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

El análisis del microentorno no se llevó a cabo dado que la naturaleza del trabajo se centraba más en los procesos internos y, por tanto, el análisis del entorno competitivo no era relevante.

4. CONTEXTO DE LA ARMADA BRASILEÑA

4.1. GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA DE SISTEMAS DE DEFENSA EN BRASIL

La metodología de gestión del ciclo de vida ha sido impulsada en los más diversos niveles de la Defensa en Brasil. Las instituciones han dejado clara su importancia para la mayor

disponibilidad de los Sistemas de Defensa (SD), así como para la mejora de la calidad del gasto asociado a los mismos.

Así, en 2019 el MD lanza un manual de buenas prácticas para la gestión del ciclo de vida de los sistemas de Defensa. De ese modo, esta publicación presenta una aproximación a esta metodología con el fin de orientar su aplicación en las Fuerzas Singulares, pero respetando sus particularidades (Ministério da Defesa, 2019).

El manual es el resultado del trabajo realizado desde 2016 por una comisión compuesta por oficiales de la Armada, el Ejército de Tierra y el Ejército del Aire y el MD, que compartieron las experiencias y sistematizaciones adoptadas en relación con la gestión del ciclo de vida en cada Fuerza.

La metodología adoptada tiene como referencia un modelo internacional, según MD (p.10):

“[...] se evidenciaron similitudes de conceptos, modelos y prácticas que se alinearon con el marco teórico sobre Ingeniería de Sistemas, la norma internacional ISO/IEC 15288:2015 - *Systems and software engineering -- System life cycle processes*”.

Un factor determinante para la adopción de la metodología de gestión del ciclo de vida es la complejidad del sistema. Según el MD (2019, p.18), la complejidad de un sistema está relacionada con varios factores, como:

- a. Cantidad de elementos del sistema;
- b. Modos de interrelación del sistema con otros sistemas;
- c. Modos de interrelación entre sus elementos del sistema;
- d. Cantidad de atributos del sistema y de los elementos que lo componen;
- e. Tipo de tecnología implicada; y
- f. Cantidad de personal y horas de trabajo implicadas en la realización del sistema en las distintas fases del ciclo de vida”.

Cabe destacar que estos sistemas, por ser complejos, están formados por varios otros sistemas, que están vinculados a ellos y se denominan elementos del sistema. Estos elementos contribuyen al cumplimiento de los objetivos del sistema. Si forman parte del entorno operativo se denominan sistemas técnicos, en caso contrario se llaman sistemas de apoyo.

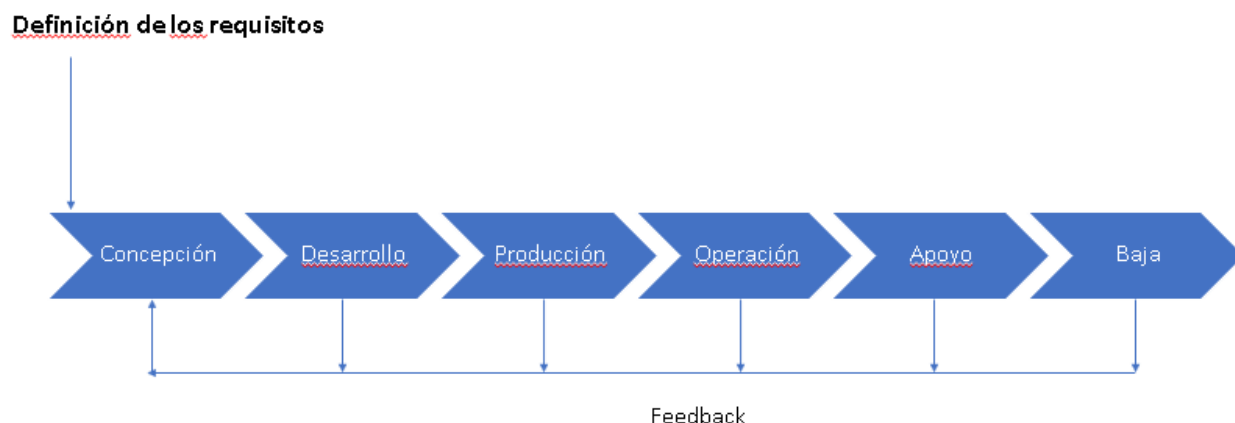
En general, los medios navales y aeronáuticos de la MB presentan complejidad en todas las cuestiones señaladas por el MD.

El inicio del proceso de GCV tiene como entrada los requisitos operativos aportados por la Planificación Basada en Capacidades (PBC), realizada en la fase de preconcepción, que ocurre previamente, no formando parte del proceso de GCV. Estos requisitos deben contener información suficiente para la modelización del ciclo de vida del sistema, en particular debe

aportar aspectos relacionados con los conceptos de apoyo logístico y mantenimiento a lo largo de la CV, así como los relacionados con el concepto de descarte.

El proceso del ciclo de vida propuesto por MD se compone de seis fases, según la Figura 3. Se puede observar que el proceso es conforme a la norma ISO 15288:2015.

Figura 3. Proceso del ciclo de vida de un sistema de Defensa



Fuente: Ministério da Defesa, 2019.

Las actividades específicas inherentes a cada fase de la CV y la duración de cada una pueden variar, dependiendo de la naturaleza, la complejidad y la finalidad del sistema de defensa. El detalle de estas actividades puede hacerse en función de los procesos de CV adoptados por las Fuerzas. Además, para posibilitar la GCV, la evolución de las actividades puede estar guiada por mecanismos de seguimiento (Ministério da Defesa, 2019, p.14).

La Tabla 5 resume los propósitos que debe alcanzar en cada fase del ciclo de vida un sistema de defensa.

Tabla 5. Propósitos de cada fase del ciclo de vida de un SD

PROPÓSITOS	
CONCEPCIÓN	Evaluar las demandas de sistemas, provenientes del PBC, desarrollando estudios y modelos que permitan establecer los requerimientos de este sistema y proponer una solución viable.
DESARROLLO	Desarrollar y validar la solución propuesta en la fase anterior mediante el diseño de ingeniería, proporcionando características que permitan su producción, prueba, evaluación, operación, mantenimiento y eliminación. Los detalles deben ser suficientes para iniciar la fase de producción.
PRODUCCIÓN	Implantar, integrar, verificar y validar el sistema, así como sus sistemas de apoyo, produciendo pruebas objetivas del cumplimiento de los requisitos establecidos. Al final de esta fase, se realiza una evaluación operativa de estos sistemas. Esta fase también incluye la obtención de un SD ya desarrollada y disponible en el mercado o de un artículo <i>off the shelf</i> .
OPERACIÓN	Operar el sistema en los distintos entornos operativos previstos y garantizar su eficacia operativa con un coste aceptable.
APOYO	Proporcionar servicios de apoyo logístico para mantener la capacidad operativa del SD.
BAJA	Desmilitarizar y retirar el SD, al final de su vida útil, de su entorno operativo, y poner fin a los servicios de apoyo logístico y operativo.

Fuente: Adaptado de Ministério da Defesa, 2019.

Cabe destacar que, aunque estas fases presentan una secuencia, pueden comenzar antes o después, dependiendo de cada elemento del sistema. Asimismo, pueden producirse en paralelo a las demás. Un ejemplo sería un submarino, en el que algunas piezas, talleres, diques, pueden producirse antes de que finalice la fase de desarrollo, y que en este caso ya requerirá apoyo logístico incluso antes de que concluya la producción del medio en su conjunto.

La norma del MD también presenta una serie de entradas y salidas que deben producirse a lo largo de cada una de estas fases del proceso del ciclo de vida (Ministério da Defesa, 2019, pp. 25-29).

El coste del ciclo de vida (CCV) es la suma de todos los costes directos más los costes indirectos variables asociados a todas las fases (diseño, desarrollo, producción, adquisición, explotación y apoyo y eliminación) y, según el MD (2019), debe utilizarse preferentemente para analizar las alternativas. De ahí la necesidad de conocer de antemano la previsión de repuestos que se utilizarán durante la vida operativa, y su coste asociado.

El MD establece varios objetivos vinculados a la aplicación de buenas prácticas para la gestión del ciclo de vida de los SD. Entre ellos, podemos señalar como objetivos los relacionados con el aprovisionamiento de repuestos:

“I - garantizar que las necesidades y los requisitos operativos aprobados se transformen en una solución de diseño de sistema integrado mediante la consideración simultánea de todas las fases de la CV (es decir, la concepción, el desarrollo, la producción, la explotación, el apoyo y la eliminación);

II - garantizar la interoperabilidad y la integración de todas las interfaces operativas, funcionales y físicas del sistema;

[...]

IV - caracterizar y gestionar los riesgos técnico-administrativos

V - contribuir a la cualificación de la Base Industrial de Defensa (BID), para que alcance la autonomía en tecnologías indispensables para la Defensa;

[...]

VII - asegurar el énfasis en los costes inherentes a las fases de operación, apoyo y eliminación, con el objetivo de contribuir a la minimización de los importes a gastar en la fase posterior a la inversión;

VIII - garantizar el seguimiento de los costes incurridos a lo largo de la CV, con el fin de proporcionar una base de datos coherente para apoyar las estimaciones de los costes del ciclo de vida de los sistemas de defensa;

IX - garantizar la evaluación permanente de la relación "Coste versus Rendimiento del Sistema de Defensa", con el fin de promover el perfeccionamiento de la base de datos sobre los Costes del Ciclo de Vida de los Sistemas de Defensa;

X - garantizar la observancia del carácter iterativo e interactivo de las fases que componen el ciclo de vida del sistema;

XI - garantizar que los objetivos de la organización se cumplen a través de la gestión de los activos, lo que implica el equilibrio de los costes, las oportunidades y los riesgos frente al rendimiento deseado de los activos;

mitigar;

[...]

XIII - garantizar que los proyectos de producción contengan en su desarrollo el máximo índice de nacionalización y compensación, según la legislación vigente” (Ministério da Defesa, 2019, pp. 15-16).

Para el MD (2019, p.19) el objetivo de la gestión del ciclo de vida de los SD es "planificar, obtener, mantener y optimizar las capacidades Militares de Defensa considerando el rendimiento, la seguridad, la calidad y el coste a lo largo de todo el CV”.

Para lograr este objetivo, es necesario llevar a cabo una serie de acciones dirigidas a:

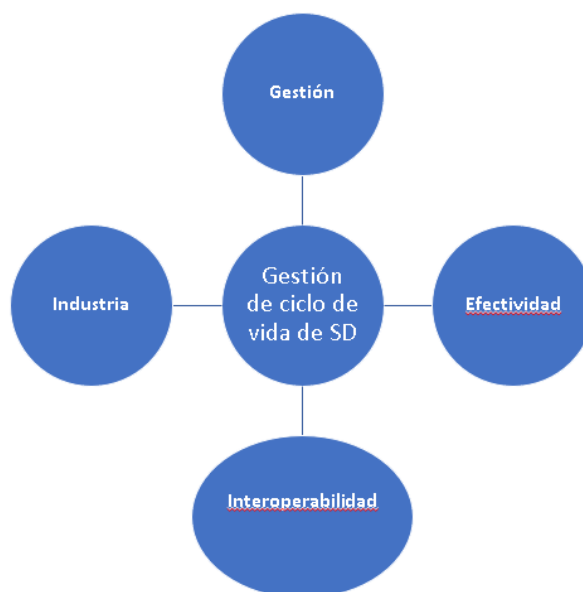
“a. Mitigar los riesgos, reducir los plazos de adquisición, garantizar que el SD obtenido cumple su objetivo, identificar, cuantificar y controlar los CCV; y

b. garantizar que los procesos utilizados en todos los programas/proyectos de adquisición de los sistemas de defensa sean coherentes y estén armonizados, y que los recursos, la información y las tecnologías se compartan de manera eficaz y sostenible” (Ministério da Defesa, 2019, p.19).

Estas acciones más amplias requerirán cambios en los diversos procesos organizativos relacionados con la GCV, entre ellos los ejercidos por el Sistema de Abastecimiento de la Armada Brasileña (SAbM).

No obstante, es importante señalar que, en opinión del MD, la metodología del GCV debe seguir algunos principios, como se ilustra en la Figura 4.

Figura 4. Principios da gestión del ciclo de vida de sistemas de defensa



Fuente: Ministério da Defesa, 2019

El principio de gestión evoca el compromiso de todas las partes interesadas en el proceso a través de un enfoque integrado de la GVC, la creación de equipos multidisciplinares de proyecto/programa y el uso de la gestión basada en procesos, con el uso de procesos de referencia para la GVC. El principio de efectividad establece que las Capacidades Militares deben ser sostenibles y cumplir con los requisitos y limitaciones establecidos por las partes interesadas, y que esto debe lograrse con el uso eficiente y eficaz de los recursos. El principio de interoperabilidad establece que los sistemas de Defensa deben promoverla, tal y como establece el PBC del MD. Y por último, el principio de la industria promueve una estrecha relación con la BID para obtener un beneficio mutuo entre ella y las Fuerzas (Ministério da Defesa, 2019).

La norma del MD (2019) también señala áreas de conocimiento de interés para la gestión del ciclo de vida de los SD. Este trabajo está relacionado con varias de estas áreas (adquisiciones, contratos, riesgos, costes, mantenimiento), pero tiene su principal foco en el área de "Apoyo Logístico Integrado".

4.2. CONCEPTOS Y ESTRUCTURA DEL ABASTECIMIENTO EN LA ARMADA BRASILEÑA

El Estado Mayor de la Armada afirma que, debido a la gran complejidad de la logística, es necesaria una estructura orgánica con funciones y responsabilidades definidas, así como la aplicación de una metodología adecuada para la planificación, desarrollo y ejecución de soluciones a los problemas logísticos (Estado-Maior da Armada, 2003).

Según la Secretaria-General de la Armada (Secretaria-Geral da Marinha, 2020, p 1-1) , el abastecimiento es "un conjunto de actividades con el objetivo de prever y suministrar, a las

Fuerzas y demás Organizaciones Militares (OM) de la Armada Brasileña (MB), el material necesario para mantenerlas en condiciones de plena eficacia y eficiencia". Por lo tanto, debe proporcionar el flujo adecuado de material, englobando así las funciones logísticas de suministro y transporte y estando estrechamente vinculada a la función logística de mantenimiento.

En su funcionamiento se aplican las mismas fases logísticas básicas: determinación de las necesidades, obtención y distribución. Estas se dividen en varias actividades, clasificadas en dos tipos: técnicas y de gestión. La Tabla 6 detalla las actividades de abastecimiento de la MB.

Tabla 6. Actividades del Abastecimiento

	CONCEPTO	ACTIVIDADES
TÉCNICAS	Relativa a la orientación especializada pertinente a las características cualitativas, funcionales y de uso del material, traducida en la elaboración y establecimiento de normas que aseguren el logro de los estándares a observar y los resultados esperados con su uso. Sirven de base para las actividades de gestión.	Investigación; Desarrollo; Evaluación; Especificación; Inspección; Determinación técnica de Necesidades; y Orientación técnica.
GESTIÓN	Relacionado con el mantenimiento del flujo adecuado de material necesario para las Fuerzas y otras OM del MB, desarrollado en base a las normas establecidas a través de las Actividades Técnicas. Corresponden a la etapa de aprovisionamiento de material.	Catalogación; Contabilidad de materiales; Determinación de las necesidades actuales; Control de inventarios; adquisiciones; almacenamiento; tráfico de mercancías; abastecimiento; y eliminación de excesos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaria-Geral da Marinha, 2020.

Así, el SAbM es un subsistema del Sistema de Apoyo Logístico. Existen responsabilidades bien establecidas para la supervisión y ejecución de estas actividades. La Tabla 7 explica la estructura del SAbM en términos de responsabilidades.

Tabla 7. Estructura del SAbM y organismos responsables

	Responsable	Funciones
Supervisión general	Estado-Maior da Armada (EMA)	Formulación y aprobación de los planes y programas necesarios para la ejecución eficiente de las actividades de abastecimiento.
Superintendencia	Secretaria-Geral da Marinha (SGM)	Ejercer la supervisión de la gestión y velar por el fiel cumplimiento de las directrices, normas, órdenes e instrucciones vigentes en la materia y por el funcionamiento eficaz, eficiente y coordinado del SAbM.
Supervisión técnica	Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM)	Orientar, coordinar y controlar el ejercicio de las actividades técnicas de abastecimiento.
Dirección gerencial	Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM)	Asesorar al órgano de superintendencia, contribuyendo al desempeño eficaz y eficiente de la SAbM.
Dirección técnica y gerencial	Direcciones especializadas (DE)	En su área de jurisdicción, planificar y dirigir las actividades de abastecimiento, técnicas o de gestión. Hay dos tipos: los Órganos de Dirección Técnica (ODT) y los Órganos de Dirección Gerencial (ODG).
Órganos de Ejecución		
Órganos Técnicos (OT)	DE y el Comando do Material de Fuzileiros Navais (CMatFN)	Responsable de la realización de Actividades Técnicas en relación con la materia de su competencia específica.
Órganos de Control (OC)	Varias OM según Símbolos de Jurisdicción (SJ) (detalladas en el anexo A de la referencia)	Responsable de mantener el equilibrio entre las necesidades del OM y la disponibilidad de material en los puntos de acumulación, mediante el control de los niveles de existencias de stock, lo que se traduce en acciones de reposición, redistribución y destino de los excedentes.
Órganos de Obtención (OObt)	Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ); DE/CMatFN; Comissão Naval Brasileira em Washington (CNBW) y Comissão Naval Brasileira na Europa (CNBE)	Responsable de la actividad de adquisición, en el país o en el extranjero o en el extranjero. Realizan las etapas de búsqueda, identificación y selección de las fuentes de obtención, de adquisición a través de la compra demateriales o la contratación de servicios y el seguimiento de los plazos y condiciones de entrega. Esta tarea se realiza a partir de la información resultante del Control de inventarios realizado por los OC.
Órganos de Distribución (OD)	Depósitos Primários	Establecimientos de apoyo, a nivel nacional, dentro de la cadena de mando de la DAbM, responsable de la almacenaje y la distribución de material de una categoría determinada, debidamente seleccionada y especificada.
	Centros de Intendência da Marinha (CeIM)	Establecimientos de apoyo, bajo la supervisión funcional del Centro de Control de Inventario de la Armada (CCIM), responsable de la distribución de material de diversas categorías, debidamente seleccionadas y especificadas.
	Organizaciones de suministro	Otras organizaciones de apoyo, de ámbito nacional nacional, regional o local, responsable de la distribución de material, de cualquier categoría, que no están en la cadena de mando de la DAbM o bajo la supervisión funcional del CCIM.

Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaria-Geral da Marinha, 2020.

4.3. GESTIÓN DE REPUESTOS EN LA ARMADA BRASILEÑA

Las normas para la gestión de repuestos indican dos finalidades principales: una relacionada con la recomposición de los suministros de a bordo y de reparación (1º y 2º escalones); y otra relacionada con los Períodos de Mantenimiento (PM) y las Revisiones Programadas de los medios, que están previstas en el Programa General de Mantenimiento (PROGEM)(Secretaria-Geral da Marinha, 2020).

Los repuestos se clasifican por símbolos de jurisdicción (SJ) según su aplicación, que también sirve para designar qué unidad es responsable de ese tipo de repuesto.

4.3.1. Dotaciones de 1º y 2º escalones

En el caso de la recomposición de dotaciones, la solicitud de material, denominada Requisición de Material Consumible (RMC), es competencia de las Organizaciones Militares Consumidoras (OMC). Esta unidad organizativa suele ser el propio medio. Para tramitar la solicitud es necesario cumplir dos requisitos: formar parte de la Lista de Dotación Inicial de la unidad (LISDIN); y tener crédito presupuestario (Límite Financiero - LF) en la cuenta da la OMC.

El registro de artículos en LISDIN es competencia de las Organizaciones Técnicas de Ejecución (OET). Sin embargo, está previsto el procedimiento para que la OMC solicite el registro de artículos a la OET cuando no estén en el Sistema de Informaciones Gerenciales de Abastecimiento (SINGRA).

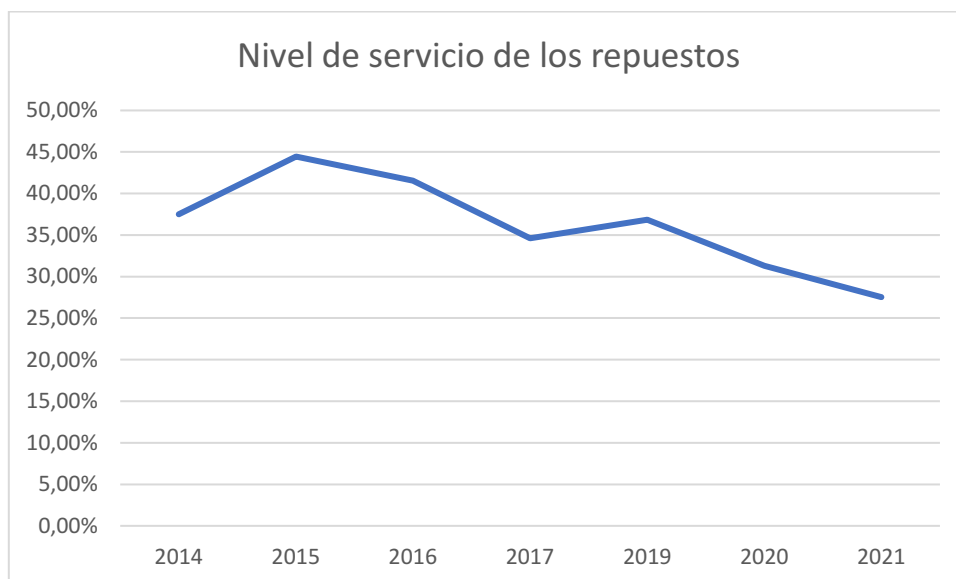
Una vez introducido el RMC en el sistema, es analizado por el Organismo Central competente. En función de la evaluación del caso y de la disponibilidad del artículo, pueden darse las siguientes situaciones: liberado para el suministro; segregado en stock; pedido anulado o colocación del pedido "en deuda".

Además, el análisis del RMC y de las existencias puede generar su desmembramiento, colocando partes del RMC original en diferentes situaciones.

Debido a los problemas de anualidad del presupuesto, los RMC no emitidos para necesidades de primer y segundo escalones, que tenían créditos, en aquel momento se convierten en pasivos de SAbM para el año siguiente. Si no se cumplen en esa fecha, se cancelarán.

La Figura 5 muestra el importe de los pedidos realizados en comparación con los atendidos en los últimos años (indicador de nivel de servicio de los repuestos).

Figura 5. Nivel de servicio de los repuestos en el SAbM



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SAbM, 2022⁴

Asimismo, en relación con el crédito presupuestario para el suministro de repuestos, la OM puede convertir los créditos presupuestarios de su asignación para la adquisición de repuestos por parte del SAbM. Esta práctica puede provocar carencias en otras necesidades de las unidades, para mantener su operatividad.

La norma recomienda adquirir los artículos a través del SAbM, aunque abre la posibilidad de adquirirlos fuera del sistema en casos excepcionales. En estos casos, determina la contabilización de la adquisición en el sistema a efectos de planificación de la demanda.

El SAbM también cuenta con un subsistema denominado SISBORDO, que permite la gestión de las existencias presentes en las OMC, incluso permitiendo la reasignación de artículos entre ellas.

4.3.2. Períodos de mantenimiento y revisiones programadas

El aprovisionamiento de repuestos para asistencia a los periodos de mantenimiento y a las revisiones programadas se realiza a través del subsistema de gestión de proyectos del

⁴ El año 2018 fue excluido debido a la falta de datos de 9 meses. El año 2020 tiene la ausencia de datos de 3 meses, se consideró la media de los demás.

SINGRA. Para cada PM/revisión programada hay un solo proyecto asociado, que será registrado por los Comandos de Redistribución (COMARE) en SINGRA. Según las normas para el abastecimiento (Secretaria-Geral da Marinha, 2020, p.4-4):

“Proyecto es un conjunto de carácter temporal que contiene elementos de suministro y cantidades respectivas y tiene como finalidad permitir la gestión individualizada de las necesidades relacionadas con un determinado PM/Revisión Programada, desde el momento en que se presentan hasta que se cumplen completamente, momento en el que se cerrará el proyecto”.

Los PM/Revisiones Programadas se ejecutan siguiendo los calendarios previstos en el Sistema de Mantenimiento Planificado (SMP) del medio. Esta información se encuentra en el PROGEM.

Para posibilitar la determinación de las necesidades de reposición de dicho mantenimiento, se establecen conjuntos pasivos, compuestos por "elementos de suministro necesarios para el mantenimiento de los medios, que se registran en el subsistema de Gestión de Proyectos del SINGRA, con las respectivas cantidades y equipos donde se aplican"(Secretaria-Geral da Marinha, 2020, p 4-5).

En otras palabras, los conjuntos pasivos están asociados a la gestión de la configuración de los medios, y son creados/actualizados por la OET responsable del SJ de los respectivos equipos. Además, está prevista la propuesta de su creación/actualización por los propios medios a la OET.

Los conjuntos activos son compuestos por los artículos de suministro (previsto en los conjuntos pasivos)⁵ que se utilizarán realmente en un determinado PM/revisión programada. En ellas se indican los artículos, sus cantidades y los equipos en los que se aplican.

Los aspectos financieros de este tipo de aprovisionamiento implican a los responsables de la toma de decisiones de alto nivel, debido a la importancia del mantenimiento previsto y a la relevancia del importe. Tras la definición del presupuesto aprobado para cada proyecto, los medios reciben los límites financieros y realizan el lanzamiento de las Requisiciones de Material para Proyecto (RMP).

4.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS

Las normas señalan las estructuras y procesos establecidos en la Armada. Sin embargo, a través de ellos no es posible identificar los problemas que se están produciendo en el

⁵ La norma también prevé la creación de grupos de activos no relacionados con los pasivos en ausencia de éstos.

funcionamiento efectivo de las actividades establecidas. A través de las entrevistas, buscamos, a través de la experiencia de los gestores y de su vida cotidiana, comprender mejor el funcionamiento de los procesos y actividades en la práctica, de forma complementaria al análisis de las normas, identificando diversas cuestiones que serán objeto de análisis.

4.4.1. Análisis externo

- **Factores Políticos/ Económicos:**

- Apoyo político al mantenimiento de los medios y cuestiones presupuestarias

Cuando nos acercamos a un nivel más macro, es decir, al nivel político, percibimos una baja prioridad en la asignación de recursos a la Defensa (E1, E2).

A pesar de todas las amenazas relacionadas con la Seguridad, esta constituye un bien público latente. Es decir, su necesidad suele percibirse sólo en su ausencia. La propia defensa tiene la naturaleza de un seguro, que ningún Estado espera tener que utilizar.

Así, debido a su esencialidad, es disfrutado por la población, pero en general, este consumo no es percibido. Esto sólo se notará en la aparición de cierta inestabilidad, que genera una sensación de inseguridad.

De esta manera, la elaboración y aprobación de los presupuestos en el ámbito de la Defensa es una cuestión compleja, relacionada con la percepción de varios agentes, en la que se observan muchas influencias asociadas a la teoría de la racionalidad limitada.

Al pensar en el presupuesto público, en una relación agente-principal, en los extremos tenemos al ciudadano como principal, y al gestor público como agente. Así, el gestor público tiene que actuar para satisfacer los intereses del ciudadano. Esta relación también explica la creación de presupuestos participativos (Lüchmann, 2014; Sintomer et al., 2008). Sin embargo, estos presupuestos participativos son más factibles en las administraciones locales, por ejemplo, a nivel municipal, dado que en estos niveles la relación entre el gestor y el ciudadano es más estrecha y directa.

En cambio, cuando nos centramos en el gasto en Defensa, la relación es muy distante e indirecta. Además, los proyectos son complejos y, por lo general, sus detalles deben tratarse con secreto. Los ciudadanos no suelen tener conocimientos sobre el tema, por lo que no entienden los beneficios que tienen con este tipo de gasto (Martí, 2021). En consecuencia, el agente utiliza sus conocimientos técnicos para realizar este tipo de gastos, a menudo con independencia de la empatía de la opinión pública.

Otro grupo que desempeña el papel de principal es el formado por los representantes políticos de estos ciudadanos, que son los que efectivamente aprueban el presupuesto, y que están un poco más cerca de los gestores, que hicieron las propuestas presupuestarias. Además de

que los parlamentarios sufren la presión de sus electores, que no suelen estar muy sensibilizados con las cuestiones de Defensa, tienen que elegir entre varios ámbitos, como la sanidad, la educación o el transporte, que suelen tener un mayor atractivo social. Aun así, los aspectos relacionados con la Defensa, por tener poco atractivo popular, ser complejos y de largo plazo, suelen tener menos influencia en su reelección que las acciones en otras áreas. Otro aspecto es que los propios parlamentarios suelen tener poca información, no sólo por su escaso tiempo y conocimientos, sino también porque la mayoría de las propuestas de adquisición de defensa utilizan métodos relativamente sencillos basados en la experiencia y el prueba-error. Además, las preferencias de estos responsables cambian y pueden ser influenciadas por otros actores, como los partidos y la prensa, tomando a menudo decisiones que van en contra de las preferencias de los ciudadanos (Martí, 2021; Slovic, 1995).

Un factor histórico, señalado por algunos autores, que influye en la preferencia tanto de la sociedad como de sus representantes por el gasto social frente al de defensa, son los llamados dividendos de la paz. La caída del Muro de Berlín y el desmantelamiento de la Unión Soviética marcan el fin de una carrera armamentista, con una reducción generalizada del gasto militar, tales acontecimientos dieron lugar a la aparición de una ideología pacifista que fomentó la reorientación de los recursos hacia las áreas sociales (Meulewaeter, 2016).

Otra cuestión que provoca esta percepción infravalorada de la Defensa es la ausencia de conflictos, que se da en particular en algunos países. Por ejemplo, en Brasil, que, a pesar de haber participado en la Segunda Guerra Mundial, tuvo el último conflicto externo en su territorio en 1870, la Guerra del Paraguay. En este contexto, según Martí (2021, p. 46):

“[...] la propia ausencia de conflicto puede hacer pensar al ciudadano (o sus representantes), con un menor conocimiento en esta materia, que tanta inversión en medios de coerción es innecesaria y que un menor gasto mantendría una disuasión suficiente, a pesar de posiblemente conllevar algo más de riesgo, y aprovechando ese remanente para cubrir otras necesidades sociales más perentorias, lo que favorecería una actitud partidaria de reducir el gasto en defensa”.

Así, en Brasil, al igual que en otros países, como España, el gasto en Defensa tiene poca prioridad en los programas de gobierno y en las elecciones del Congreso Nacional.

▪ **Factores Tecnológicos**

- Dependencia exterior

Existe una gran dependencia externa en relación con los medios navales. La mayoría de ellos se adquieren en el extranjero y la mayoría de los fabricantes de equipos son extranjeros. Así, de los repuestos que hay que obtener, aproximadamente el 90% se obtienen en el extranjero (E2). Este hecho conlleva una mayor complejidad en su obtención, requiriendo mayores plazos y costes asociados a los procedimientos logísticos y de intercambio. Estos plazos,

asociados a la escasez de existencias, pueden provocar una menor disponibilidad en caso de avería.

El tema es de suma importancia para la MB, e incluso se menciona en su plan estratégico, al interpretar su visión de futuro: "La independencia tecnológica debe ser vista como un desafío que debe ser superado, apuntando a la reducción de la dependencia externa en términos de medios, sistemas y equipos de Defensa" .(Estado-Maior da Armada, 2020, p.52).

Relacionado con este tema están las llamadas compras de oportunidad, que consisten en adquirir medios de segunda mano de otros países. Estos medios suelen recibirse en condiciones actuales, por lo que a veces falta información técnica relacionada con la configuración de los equipos. En algunos casos, equipos obsoletos, con dificultades para encontrar repuestos en el mercado. Estos aspectos dificultan mucho la gestión del ciclo de vida de estos medios y la planificación de las futuras necesidades de repuestos.

En estos casos de compra de oportunidad, el proceso del ciclo de vida comienza ya en la fase de producción. La ausencia de las fases iniciales, y de toda la planificación asociada a ellas, así como una fase de producción inadecuada, con falta de información, conlleva dificultades en la ejecución de las fases siguientes.

- Base Industrial de Defensa (BID) Brasileña

La falta de desarrollo tecnológico de la BID Brasileña, asociada a la dificultad de que ésta pueda sustituir los equipos encontrados en el mercado externo, refuerza la dependencia citada en el ítem anterior.

- Uso de las tecnologías IoT en los sistemas de defensa

El Internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*) se ha aplicado en varios ámbitos. En el ámbito militar se ha observado como una tendencia, recibiendo incluso el nombre de IoT (*Internet of Battlefield Things*). Esto se asocia a menudo con las tecnologías de inteligencia artificial (AI, *Artificial intelligence*). El uso de estas tecnologías ha permitido mejorar los procesos organizacionales, el trabajo humano, así como una mayor optimización y control de las cadenas de suministro (Riola et al., 2020).

Se espera que estas tecnologías se utilicen en el sector naval en un ámbito híbrido, mediante el intercambio de información entre el mundo físico y el digital. Su futura aplicación en los buques "deberá ser capaz de integrar miles de datos de los distintos sistemas y equipos para conseguir darle un valor añadido a la información obtenida de los sensores, que permita poder realizar las operaciones de una forma óptima y, además, conseguir que el ciclo de vida del buque se desarrolle con el menor coste" (Riola et al., 2020, p. 510).

En cuanto al apoyo logístico, una parte importante del ciclo de vida, estas tecnologías, también conocidas como 4.0, permiten optimizar el adecuado sostenimiento, incluso mediante la integración con la cadena de suministro de piezas de repuesto.

Una de las aplicaciones de estas tecnologías que está en marcha en la Armada Española es el gemelo digital. Esta idea del gemelo digital surgió en 2012 en la NASA, para operar y mantener sistemas que estaban fuera del alcance físico. Esta tecnología se ha difundido en las simulaciones para la evaluación de prototipos (Riola et al., 2020).

Dicha tecnología se encuentra en el proyecto F-110, desarrollado por la empresa Navantia. Una tecnología que da base al gemelo digital es la maqueta digital, que es una representación gráfica en 3D del buque y su equipamiento que incluye toda la información técnica y de apoyo logístico relacionada con ellos, incluso detallando sus repuestos. Esta tecnología puede incluso utilizar la realidad aumentada (RA) para visualizar estos equipos y apoyar su mantenimiento, como se ilustra en la Figura 6.

Figura 6. Ejemplo de visualización RA – Maqueta digital



Fuente: Notas de la clase E2TLOG, 2022.

Además de la información del equipo disponible a través de la maqueta digital. Se instalan varios sensores en el equipo, que comienzan a medir diferentes informaciones durante su uso, como vibraciones, temperatura, etc. Así, se pasa al gemelo digital que incorpora información en tiempo útil de un conjunto de equipos dotados de estos sensores. Esta información es procesada por la inteligencia artificial, lo que permite detectar los fallos con antelación, posibilitando el mantenimiento predictivo, que suele ser más sencillo y barato. Además, se dispone de información más precisa para determinar la demanda de piezas de repuesto.

En definitiva, estas tecnologías aportan varias ventajas al apoyo logístico, como: apoyo al mantenimiento con la realidad aumentada; la posibilidad de asistencia remota; la posibilidad de realizar tareas sin visibilidad por medio de la RA; optimización de procesos logísticos y impresión 3D.

- Uso de tecnologías de fabricación aditiva en las Armadas

La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, crea piezas capa por capa en función de un archivo de diseño asistido por computadora en 3D sin necesidad de herramientas de moldeo, plantillas, accesorios o herramientas de corte, usados en la fabricación tradicional.

Se cree que la impresión 3D suele ser una solución para artículos de gran complejidad, bajo volumen y alta personalización. Así, la impresión 3D se ha predicho que será una de las tecnologías disruptivas para impactar la economía global y la gestión de la cadena de suministro para 2025 (Manyika et al., 2013).

Si nos fijamos en el sector de los repuestos, este es un ámbito específico en el que la impresión 3D puede tener una influencia relevante y prometedora:

“La fabricación, el almacenamiento y el transporte de repuestos ha sido durante mucho tiempo una tarea costosa y que requiere mucho tiempo para los proveedores de repuestos. Mantener inventarios de piezas que se piden con poca frecuencia es tan caro que las empresas a menudo se ven tentadas a dejar de ofrecerlas; La impresión 3-D es una solución potencial”(Song y Zhang, 2020, p.3860).

Los sistemas de defensa dependen en gran medida del uso de piezas de repuesto para mantener su buen funcionamiento durante todo su ciclo de vida. Los recambios suelen pedirse en pequeñas cantidades, son caros y no son fáciles de encontrar en el mercado.

Estos problemas también están presentes en la Armada de Estados Unidos, la mayor del mundo, que tiene un sistema de gestión de adquisiciones bien establecido y, en comparación con otras Armadas, tiene economías de escala debido a su gran número de activos, la estandarización y el apoyo a otras Armadas a través del *Foreign Military Sales* (FMS):

“Para mantener sus barcos y aeronaves en estado operativo, la Armada de los EE. UU. debe tener acceso a las piezas necesarias para la reparación. Los almacenes de suministros actuales no siempre cuentan con las piezas de repuesto requeridas; por lo tanto, cuando las piezas no están disponibles, la Armada debe buscar fuentes de adquisición tradicionales o utilizar las capacidades de fabricación disponibles en el depósito y las actividades de mantenimiento intermedio” (Kenney, 2013, p.2).

Kenney (2013) ha investigado los posibles beneficios económicos de incorporar la fabricación aditiva, combinado con el software de gestión colaborativa del ciclo de vida del producto (CPLM) en programas de mantenimiento de la Armada de los EE. UU. Sus resultados sugieren una reducción significativa del tiempo de ciclo y un ahorro potencial de costos de \$1.49 mil millones anuales.

- Creación de estructuras centralizadas en otros países para gestionar el ciclo de vida de los sistemas de defensa

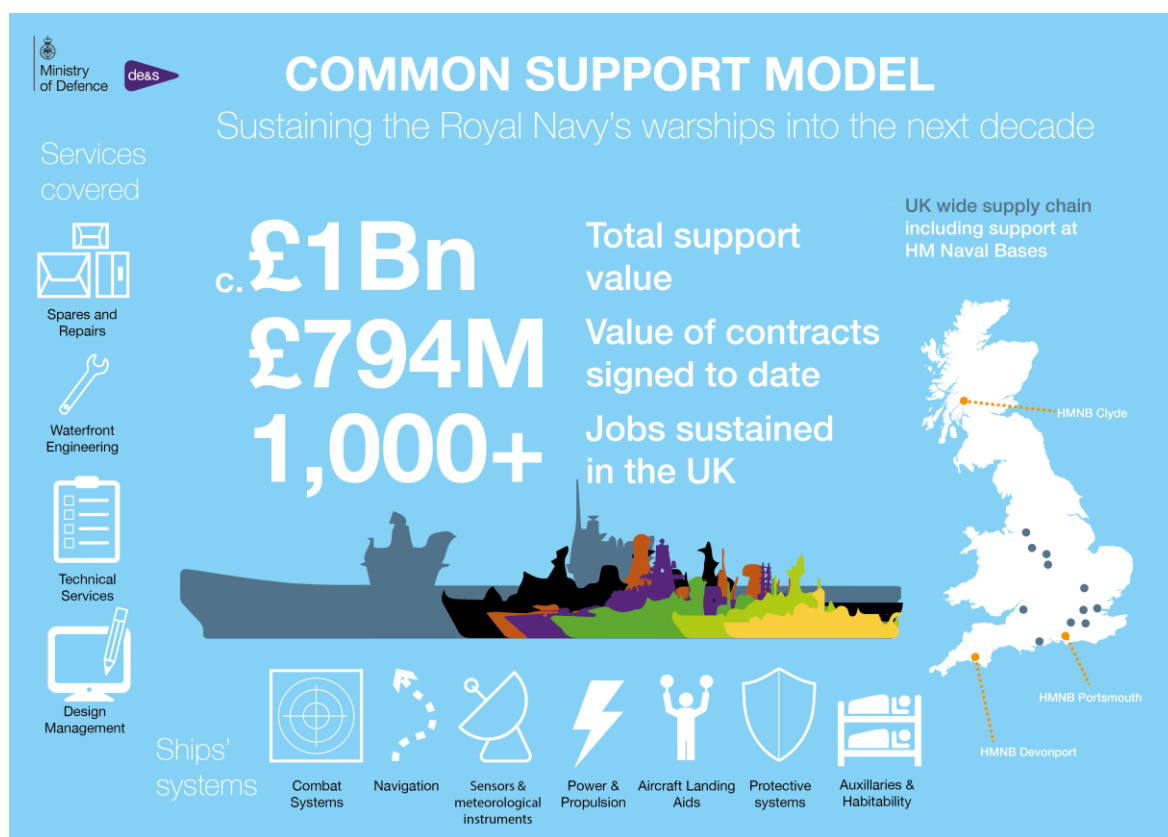
Teniendo en cuenta que el ciclo de vida de los SD se compone de grandes proyectos a largo plazo con gran relevancia financiera, algunos países han creado estructuras especializadas encargadas de gestionar estos proyectos/programas.

En España se creó la figura del “Jefe de Programa (JP) que, con el apoyo de una Oficina de Programa (OP), atenderá a la gestión, coordinación, seguimiento de las actividades de ejecución y de los contratos que se deriven” (Almirante Jefe de Apoyo Logístico, 2018, p.2). Así, las OP centralizan los principales Programas de Armamento y Material, formando parte de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) de la Secretaría de Estado de Defensa. Como enlace con la Armada las Oficinas de Seguimiento y Coordinación de Programas (OSCP), son responsables de este flujo de información. Los Programas son responsabilidad de las OP hasta unos años después de la entrega de la SD, normalmente su periodo de garantía, y luego pasan a ser responsabilidad de las OSCP, que gestionarán el resto de su ciclo de vida.

En otros países, que cuentan con grandes Armadas, debido a la complejidad de las mismas, y buscando una mayor sinergia e integración, se tiende a crear agencias para la adquisición y apoyo de los SD. Como ejemplos, se pueden citar las siguientes: *Federal Office of Bundeswehr Equipment, Information Technology and In-Service Support* (BAAINBw), en Alemania, *Direction Générale de L’Armement* (DGA), en Francia, y *Defence Equipment and Support* (DE&S), en Reino Unido.

En relación con este último organismo, destaca su *Common Support Model* (CSM), que promete proporcionar un apoyo integral a los buques de la *Royal Navy* en las próximas décadas. La Figura 7 ilustra este programa.

Figura 7. Common Support Model



Fonte: Defence Equipment & Support, 2022

▪ Factores Legales

- El reemplazo de la mano de obra de las bases y de los arsenales

Otro factor que ha repercutido en el mantenimiento, con un impacto directo en las especificaciones y la determinación de las necesidades de piezas de repuesto, es la falta de mano de obra cualificada. Estaba formado principalmente por funcionarios civiles de las Bases Navales y Arsenales. Este tipo de profesionales se ha ido retirando, y no hay sustituto debido a cuestiones legales que restringen la celebración de concursos.

- Legislación sobre contratación pública

La adquisición de piezas de recambio debe seguir la legislación vigente en materia de licitaciones. Este hecho conlleva la necesidad de una mayor planificación, debido a los plazos que conlleva el procedimiento. A las dificultades de los procesos de montaje se suman las características de los artículos, que no suelen encontrarse en las estanterías, son caros y tienen una demanda difícil de prever.

Se decidió analizar conjuntamente los factores políticos y económicos, dada la estrecha relación entre ellos.

4.4.2. Análisis interno

- **Cuestiones presupuestarias en la Fuerza**

A diferencia del análisis externo, en el que se considera el nivel político (gobierno/congreso nacional), al analizar la cúpula de la Fuerza (sería el nivel político dentro de la Fuerza, pero el nivel técnico al ver un espectro más amplio), se encuentra que los responsables son conscientes de los problemas presupuestarios que llevan a la falta de repuestos, y tienen la voluntad de solucionarlos (E1).

Sin embargo, se observa que los grandes proyectos acaban compitiendo con los gastos de mantenimiento, incluidas las piezas de recambio. Por ejemplo, el programa de submarinos de la Armada, que recibe una alta prioridad presupuestaria dentro de la MB (E2).

Hasta alrededor de 2014, el sector de los suministros de repuestos recibía recursos para la reposición de existencias. Desde entonces, ya no los recibe. Estas restricciones afectan a las dotaciones de a bordo y de base, así como al mantenimiento y las reparaciones más inmediatas. Por lo tanto, también afectan a la disponibilidad de medios (E1, E2).

- **Conocimiento**

Se señalan algunos problemas relacionados con el conocimiento. A veces debido a un flujo de información inadecuado, o a la falta de capacitación.

Por ejemplo, en relación con la gestión de la configuración, se señalan casos en los que los equipos que se encuentran en los medios no están registrados en SINGRA, y por lo tanto, no se conoce la necesidad de repuestos para estos equipos (E1). También hay una falta de registro de las alteraciones o actualizaciones de los equipos (E2). Tales hechos pueden provenir de la falta de recogida de información que deberían proporcionar las empresas en los contratos; de medios recibidos sin la información (más frecuente en las compras de oportunidad, abordadas en el análisis externo); de la falta de comunicación con los fabricantes, no recibiendo así información sobre la evolución o discontinuidad de la fabricación de artículos; o incluso de la falta de formación de los responsables de las entradas y del seguimiento de las empresas.

También se da la situación contraria, es decir, el registro de equipos y sus repuestos que no generan demanda. Según uno de los entrevistados, este es un tema que ya se ha discutido, ya que genera un esfuerzo muy grande, tanto en términos de trabajo como de sistemas, por lo que lo ideal sería registrar sólo aquello que requerirá ser reemplazado durante el ciclo de vida:

"[...] esta expectativa que teníamos para los medios que están en funcionamiento hoy en día, que necesitábamos registrar todo, por lo que hoy tenemos un gran número de SKUs diferentes, hay 400 mil SKUs de repuestos registrados en SINGRA, de los cuales sólo tenemos unos 100 mil diferentes almacenados en nuestras agencias de distribución. Así que tal vez [...] registramos muchas cosas que no tenían demanda, registradas porque era parte del equipo [...]"(E2).

Otra área que presenta lagunas de conocimiento y está relacionada con la configuración es la determinación de las necesidades. La determinación se llevó a cabo basándose en el historial de consumo observado y existen técnicas más modernas que son más aplicables a la previsión de la demanda de repuestos (E1, E2).

- **Tiempo de uso de los medios y obsolescencia**

La mayoría de los medios navales tienen una edad avanzada. Muchas veces, la prolongación del tiempo de uso de los medios hace más compleja la planificación del mantenimiento, debido a las condiciones de empleo más allá de lo previsto y a la aparición de averías imprevistas.

Este problema también está asociado a la obsolescencia de los medios y equipos. En estos casos, es difícil encontrar repuestos, ya que a menudo ya no se fabrican.

- **Mejoras en la gestión de las existencias**

La gestión de las existencias de piezas de recambio lleva mucho tiempo con una baja fiabilidad de suministro. Gracias a la mejora del control y los inventarios, la fiabilidad de la disponibilidad de las existencias se sitúa ahora en torno al 98%. Se están realizando nuevos esfuerzos de inventarios rotativos y totales, y se espera que el inventario total se complete en 2027 (E2).

En relación a los inventarios en los medios, el POSE, también hubo una mejora, normalmente los barcos sólo hacían el POSE durante el PMG, pero como no todos los barcos hacían PMG, algunos se quedaban mucho tiempo sin hacer el POSE. Hubo un cambio en la política de realización del POSE, obligando a todos los medios a hacerlo periódicamente (E2).

Algunos de los problemas que se observan en relación con el almacenamiento es la falta de disponibilidad de espacio físico, dado que los nuevos medios han aportado una gran cantidad de repuestos para ser almacenados.

Otra cuestión es que los equipos más modernos conllevan necesidades especiales en cuanto a las condiciones de almacenamiento, cuestiones como la humedad, la climatización, la inclinación, etc. Además, hay que almacenar los equipos, que a su vez necesitan mantenimiento incluso durante el periodo de almacenamiento (antes de su instalación efectiva en el medio). Estas necesidades especiales exigen cambios en las instalaciones físicas y en la formación del personal (E2).

- **Estructuras y procesos**

El abastecimiento se organiza mediante la ejecución de actividades técnicas y de gestión, llevadas a cabo por varias unidades, de diversos sectores de la MB. Por otro lado, la metodología del ciclo de vida asume claramente una visión de la organización por procesos, que se llevan a cabo dentro de grandes proyectos a largo plazo.

Esta visión funcional puede traer dificultades de comunicación entre las diversas áreas. La organización de las actividades mediante proyectos, normalmente lleva asociada la figura del responsable del proyecto, que junto con todas las atribuciones de gestión de estos procesos, tiene la misión de promover una mejor comunicación/integración entre las diversas partes implicadas.

Debido a la gran preocupación por los procesos de mantenimiento, se estableció un GT sobre mantenimiento y, como resultado, se creó un sector específico sobre mantenimiento en el EMA.

- **Nuevos grandes proyectos de sistemas de defensa**

Los principales proyectos de nuevos medios de la MB, a ejemplo de los submarinos y de las fragatas clase Tamandaré, han recibido una alta prioridad en la Armada. Varios de los problemas observados en temas anteriores no parecen estar presentes en estos proyectos.

Los proyectos se están ejecutando en Brasil, con todas las fases del ciclo de vida desde la concepción. Debido a la alta prioridad presupuestaria interna de MB, han presentado una planificación detallada, la gestión de la configuración trae paquetes detallados sobre todos los repuestos que tendrán que ser reemplazados durante su vida útil. Un ejemplo de ello es la migración de una base de datos del Programa de Submarinos (PROSUB) con estas necesidades al SINGRA, evitando así la falta de información y futuros trabajos.

4.4.3. Análisis DAFO

El análisis DAFO se creó a principios de los años 50 para el análisis de casos prácticos en la Harvard Business School. Su uso se popularizó en los años 60, siendo utilizada por varios académicos en el campo de la gestión estratégica, convirtiéndose en un modelo dominante en este campo en los años 90. Desde entonces, se ha expandido a diferentes campos y contextos (Benzaghta et al., 2021).

Este análisis permite evaluar los aspectos externos e internos de la organización que pueden influir en la consecución de los objetivos organizativos. Se consideran aspectos externos aquellos que están fuera del control de la organización, mientras que los aspectos internos están bajo su control. Los aspectos que inciden positivamente en los objetivos, cuando están en el entorno externo se denominan oportunidades, en el entorno interno, constituyen fuerzas. Por otro lado, cuando estos impactos son positivos, los factores constituyen amenazas en el

entorno externo, y debilidades en el entorno interno (Benzaghta et al., 2021; Namugenyi et al., 2019).

Entre las ventajas del análisis DAFO, se señala que es una herramienta sencilla para tener una interpretación realista de los puntos fuertes y débiles de una determinada empresa, así como para tener una visión general de la situación actual y futura. Es familiar y amigable, no requiere software para su aplicación (Benzaghta et al., 2021).

Tabla 8. Matriz DAFO.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES INTERNOS	F1. Alto nivel de compromiso del alto mando.	D1. Falta de prioridad presupuestaria para el mantenimiento.
	F2. Alta fiabilidad de las existencias.	D2. Falta de información y conocimiento en la gestión de la configuración.
		D3. Falta de información y conocimientos para determinar las necesidades.
		D4. Medios con un largo periodo de uso.
		D5. Necesidad de espacio de almacenamiento físico.
		D6. Visión funcional en lugar de visión de proceso.
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
FACTORES EXTERNOS	O1. Nuevos grandes proyectos de Defensa	A1. Limitaciones presupuestarias para la Armada.
	O2. Uso de tecnologías de fabricación aditiva por parte de otras Armadas.	A2. Limitaciones del suministro de piezas de repuestos por empresas nacionales.
	O3. Uso de las tecnologías de la IoT por parte de otras Armadas.	A3. Falta de reemplazo de la mano de obra cualificada en las bases y arsenales navales.
	O4. Creación de estructuras centralizadas en otros países para gestionar el ciclo de vida de los sistemas de defensa	A4. Dificultades relacionadas con la ley de concursos públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar conjuntamente los factores externos e internos planteados, relacionados con la gestión de repuestos, se observan dos problemas principales (consecuencias): el exceso de existencias, o la falta de ellas.

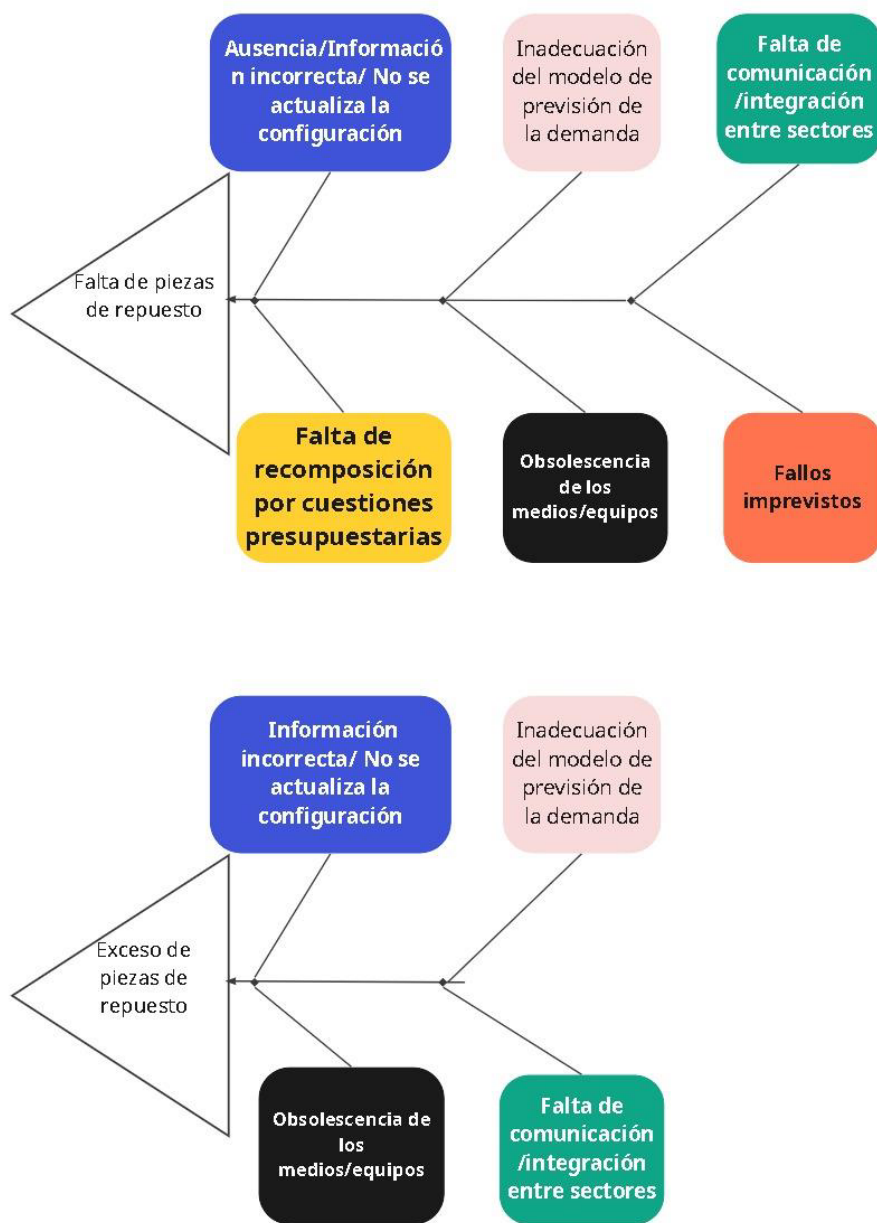
Los excesos de existencias no repercuten en la disponibilidad de los medios, por lo que su influencia con la metodología de gestión del ciclo de vida genera impactos sólo relacionados con el coste. Es un problema directamente relacionado con la eficiencia, teniendo en cuenta que estamos obteniendo el mismo resultado, con un mayor uso de recursos. La existencia de stocks de repuestos sin demanda refuerza la falta de presupuesto que podría aplicarse para la adquisición de los repuestos necesarios; además, genera sobrecarga en el espacio de

almacenamiento, en los sistemas y en el trabajo realizado para el mantenimiento de los stocks.

Por otro lado, los problemas que provoca la falta de existencias de repuestos adecuados en el momento en que se necesitan tienen un impacto directo en la disponibilidad, ya que hacen inviables las reparaciones, el mantenimiento o generan retrasos. La no realización de estos mantenimientos en el momento adecuado tendrá como consecuencia la mayor ocurrencia de fallos (así como la indisponibilidad de los medios/equipos) y la necesidad de reparaciones aún más costosas.

La Figura 8 presenta un diagrama de causas y efectos de los problemas encontrados en la gestión de las piezas de repuesto.

Figura 8. Diagramas de Ishikawa de los problemas en la gestión de repuestos



miro

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que las causas de los problemas identificados también interactúan entre sí, reforzando a veces los problemas. Como causas de las mismas, podemos apuntar a los factores ya señalados en la matriz DAFO como debilidades del ambiente interno (por ejemplo, la falta de información, la falta de conocimiento, los medios con un alto tiempo de uso y la baja prioridad presupuestaria) y amenazas del entorno externo (por ejemplo, limitaciones presupuestarias, de las empresas de la BID brasileña, y relacionadas al reemplazo de mano de obra) .

5. FORMULACIÓN Y SELECCIÓN DE ACCIONES

Tras el análisis DAFO, se genera una matriz de confrontación que permitirá proponer acciones según las combinaciones de los cuadrantes. Estas combinaciones permitirán generar los siguientes tipos de estrategias:

- Estrategias FO: aprovecha las oportunidades presentes en el entorno mediante el uso de las capacidades identificadas (puntos fuertes).
- Estrategias FA: responde a las amenazas presentes en el entorno mediante el uso de las capacidades identificadas (puntos fuertes).
- Estrategias DO: busca aprovechar las oportunidades para reducir las debilidades. y
- Estrategias DA: busca evitar las amenazas minimizando las debilidades.

A continuación, se presenta la matriz de confrontación derivada del análisis DAFO, como se indica en la tabla 9. Esta matriz sugiere acciones a implementar para mejorar los procesos de gestión de repuestos, tal y como se ha analizado anteriormente, permitiendo una mejor adaptación a la metodología GCV que se está implementando en la MB. A su vez, cada una de las acciones se detalla a seguir.

Tabla 9. Matriz de confrontación DAFO.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	Estrategias FO	Estrategias DO
OPORTUNIDADES	FO1. Uso de IoT/AI para optimizar la gestión y el uso de repuestos.	DO1. Creación de estructuras específicas para gestionar los proyectos/programas. DO2. Utilizar el aprendizaje y los procesos aplicados en los nuevos grandes proyectos de Defensa en otras adquisiciones.
	Estrategias FA	Estrategias DA
AMENAZAS	FA1. Uso de tecnologías de fabricación aditiva. FA2. Buscar estímulos para la BID para reducir la dependencia externa.	DA1. Exigir información sobre el mantenimiento/repuestos en los contratos. DA2. Priorizar los recursos para reponer las existencias de repuestos.

Fuente: Elaboración propia.

- DO1: Creación de estructuras específicas para gestionar los proyectos/programas

Las actividades relacionadas con el abastecimiento se organizan con una visión funcional. Centrandose en la gestión del ciclo de vida, las etapas se organizan siguiendo una visión del proceso que compone los proyectos a largo plazo. La visión funcional puede traer problemas relacionados con la comunicación y la integración entre los distintos sectores que realizan las actividades.

En varios países se tiende a centralizar la gestión y el control de estos proyectos/programas de Defensa. En algunos casos, esta estructura se dedica a las primeras fases del ciclo de vida, que son más complejas, y termina por no realizar el seguimiento de las demás fases de la vida operativa de los medios.

En Brasil, la estructura de la DGePM se creó hace algún tiempo. Esta estructura cuenta con sectores que trabajan con una visión de proceso, desde el estudio de la viabilidad de los programas, trabajando intensamente en la fase de diseño hasta la fase de producción del CV. Otros sectores participan en el seguimiento de los programas⁶. En relación con los medios ya existentes, se crean equipos de ALI para establecer planes, generando un mayor alineamiento de estos programas con la metodología de Gestión del Ciclo de Vida (E3).

Esta visión por procesos, centrada en la GCV, aún no está presente en los procesos de suministro de piezas de recambio. Así, se sugiere la actualización de las normas para la ejecución del abastecimiento (Secretaria-Geral da Marinha, 2020), buscando generar una mayor adhesión a esta visión por parte de los procesos y de la GCV.

Además, se sugiere estudiar la viabilidad de crear las funciones de Jefes de Programa, similar a lo que ocurre en las Oficinas de Programa en España, pero que sean responsables de ese programa hasta el final del ciclo de vida, con la baja de los medios. La intención es que este responsable pueda gestionar/abarcarse las distintas áreas funcionales que cumplen actividades relacionadas con ese programa, realizando las funciones de un gestor de proyectos tal y como recomienda el PMBOK (Project Management Institute, 2008).

- DO2: Utilizar el aprendizaje y los procesos aplicados en los nuevos grandes proyectos de Defensa en otras adquisiciones

Los grandes proyectos que ha puesto en marcha la Armada, especialmente el PROSUB y las fragatas de la clase Tamandaré, han recibido especial atención y mayor cuidado en la

⁶ Está previsto que las estructuras que realizan este seguimiento migren a la Dirección Industrial de la Armada (DIM, Diretoria Industrial da Marinha).

planificación y ejecución de sus procesos. Así, aparentemente la gestión de las piezas de repuesto en la práctica se acerca más al ideal de la metodología del ciclo de vida.

Cabe destacar que el hecho de que la producción se realice en el país también facilita estos procesos.

Un ejemplo de ello es la disponibilidad de información de aprovisionamiento inicial para el SAbM, totalmente en formato digital, que ya proporciona un paquete logístico inicial de repuestos antes de que los medios entren en funcionamiento.

La existencia de una información correcta y completa sobre la configuración de los medios evita futuros problemas de mantenimiento y de aprovisionamiento de repuestos.

Se sugiere que el aprendizaje y los procesos implementados en estos proyectos se utilicen como piloto, para ser utilizados en futuras adquisiciones de SD.

- DA1: Exigir información sobre el mantenimiento/repuestos en los contratos

Se sugiere exigir toda la información necesaria a los proveedores en la adquisición de equipos de Defensa. La falta de información conduce a un alto nivel de retrabajo dentro de la propia Armada, además de distorsionar la información sobre la demanda de repuestos.

En el caso español, la instrucción permanente determina la exigencia de la Documentación Inicial de Apoyo (DIA), necesaria para la elaboración de la Documentación de Apoyo al Aprovisionamiento. Son documentaciones esenciales para el mantenimiento y la configuración, son Manuales Técnicos, Plan de Mantenimiento, Planos, etc. A partir de 2018, se requiere la Propuesta Inicial de Apoyo (PIDA). Eso sirve para determinar los materiales necesarios para el sostenimiento de la Unidad/Sistema. Si la empresa no entrega la información PIDA, el equipo no es recibido por la Armada. La información del PIDA es introducida en el sistema PIDAweb por el propio proveedor. De esta manera, la Armada dispone de esta información en su sistema (Almirante Jefe de Apoyo Logístico, 2018).

Se sugiere que, siguiendo el ejemplo de la Armada Española, se ponga a disposición de los fabricantes/proveedores un sistema de acceso e introducción de información. De este modo, se recibe la información en el formato adecuado y se reduce el trabajo a realizar dentro de la propia MB.

- DA2: Priorizar los recursos para reponer las existencias de repuestos

La falta de reposición de existencias va en contra de los principales objetivos de la metodología de gestión del ciclo de vida, que serían el aumento de la disponibilidad y la reducción de costes. La falta de repuestos en las dotaciones de bordo y de base hace que no

se lleven a cabo tareas de mantenimiento/repares sencillas, lo que genera la necesidad de realizar reparaciones mayores, a veces con un coste más elevado, durante el mantenimiento programado. Además, la falta de determinadas piezas de repuesto puede provocar la indisponibilidad inmediata de los equipos.

En relación con el mantenimiento programado, la falta de repuestos disponibles puede provocar retrasos o reducciones en el alcance de este mantenimiento. Estos aspectos son aún más relevantes cuando se analiza la gran dependencia que tenemos del mercado exterior.

Por lo tanto, se sugiere la priorización de los recursos presupuestarios para la reposición de existencias, especialmente para los equipos más críticos.

La mejora de la información sobre la configuración, así como de los métodos de determinación de la demanda, puede contribuir aún más a que esta reposición sea más objetiva y requiera menos recursos.

- FA1: Uso de tecnologías de fabricación aditiva

Como se ha expuesto anteriormente, la fabricación aditiva es una tendencia en el sector de los repuestos y puede suponer un importante ahorro para la Armada (Kenney, 2013).

En el caso brasileño, en comparación con Estados Unidos, los beneficios pueden ser aún mayores, debido a la dependencia externa de las piezas de repuesto y a la baja demanda por el menor número de buques de cada clase. La fabricación aditiva también puede complementar la necesidad de reposición de existencias, como se ha comentado en el apartado anterior.

Por ello, se sugiere estudiar la viabilidad de la fabricación aditiva. Se pueden hacer proyectos piloto, experimentando inicialmente en el Arsenal de la Armada en Río de Janeiro (AMRJ), en el Depósito de Repuestos de la Armada en Río de Janeiro (DepSMRJ), o en otras bases navales.

La Armada Española pretende utilizar en el futuro impresoras 3D en sus arsenales y buques.

- FA2: Buscar estímulos para la BID para reducir la dependencia externa

El hecho de que la mayor parte de los medios y equipos utilizados por la MB sean de origen extranjero conlleva dificultades para el suministro de piezas de repuesto. Por el contrario, podemos mencionar los nuevos grandes proyectos desarrollados en Brasil, como el PROSUB y las fragatas de la clase Tamandaré, que han presentado prácticas exitosas en la gestión de repuestos.

Se sugieren acciones de comunicación social y asesoramiento parlamentario para ayudar al MD a promover actos y la creación de leyes que fomenten la industria de la defensa nacional.

- FO1: Uso del IoT/AI para optimizar la gestión y el uso de las piezas de repuesto

El uso de la sensorización de los equipos, la recopilación de información y el análisis mediante la inteligencia artificial pueden mejorar los procesos de mantenimiento en la armada.

Como se ha visto en el caso de la Armada Española, el uso de este tipo de tecnologías y procesos puede llevar a la implantación del mantenimiento predictivo. Así, al ser menos costoso y con menor impacto en la disponibilidad de los medios.

Además, influye en la gestión de los inventarios de piezas de repuesto, añadiendo información a la previsión de la demanda. Incluso, la información recogida y analizada puede permitir la introducción de técnicas de mantenimiento más modernas, como el RCM (*Reliability Centered Maintenance*)⁷.

Así, se sugiere la adopción de tecnologías IoT para la monitorización de equipos, asociadas a la inteligencia artificial, para mejorar las prácticas de mantenimiento, así como el uso/demanda de repuestos .

5.1. VÍNCULO CON EL PEM 2040

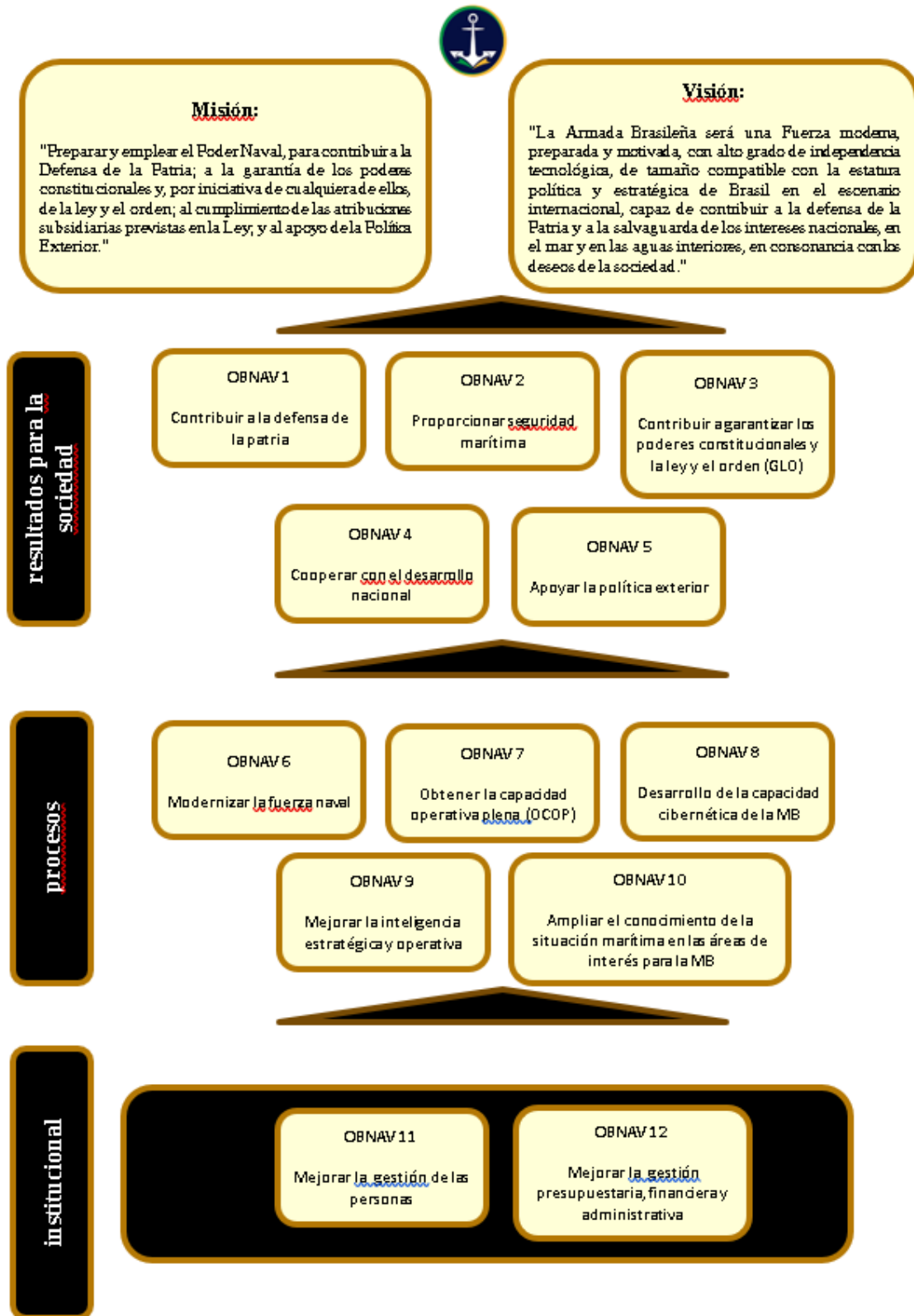
Esta sección tiene como objetivo demostrar que las acciones propuestas, a pesar de estar específicamente relacionadas con el suministro de repuestos, están alineadas con temas más amplios pensados por la Fuerza, manteniendo una alta coherencia con la estrategia corporativa de la MB.

Efectivamente, resulta que las estrategias propuestas en la sección anterior están bien relacionadas con las estrategias corporativas del MB. En particular, los siguientes objetivos navales (OBNAV): mejorar la gestión presupuestaria, financiera y administrativa; obtener la capacidad operativa plena (OCOP); y modernizar la fuerza naval.

El mapa estratégico del MB se ilustra en la Figura 9.

⁷ RCM se puede conceptualizar como “aproximación al mantenimiento que, combinando tareas de tipo reactivo, preventivo y predictivo, maximiza la vida de un sistema/equipo/componente garantizando el correcto cumplimiento de sus funciones, aplicando criterios de coste-eficacia”. Las diversas herramientas empleadas para mejorar el mantenimiento mediante el enfoque RCM son *Failure mode and effect analysis (FMEA)*, *Failure mode effect and criticality analysis (FMECA)*, *Physical Hazard Analysis (PHA)*, *Fault Tree Analysis (FTA)*, *Optimizing Maintenance Function (OMF)* y *Hazard and Operability (HAZOP) Analysis*. (Notas de la clase E2TLOG, 2022)

Figura 9. Mapa estratégico de la Armada Brasileña



Fuente: Estado-Maior da Armada, 2020

Además de la fuerte relación con estos objetivos, existe un impacto indirecto en otros objetivos. La propia metodología del *Balanced Scorecard* (BSC) defiende que los objetivos de las perspectivas basales, más relacionadas con los recursos y los procesos clave, repercuten en los objetivos de las perspectivas superiores, a través de una relación causa-efecto (Kaplan y Norton, 1997). Se observa que la gestión de repuestos forma parte de la perspectiva de base, denominada por la Armada como perspectiva institucional, impactando en varios objetivos de las perspectivas de procesos y de resultados para la sociedad.

La Tabla 10 muestra los principales vínculos identificados entre los OBNAV, las Estrategias Navales (EN) y las Acciones Estratégicas Navales (AEN) contenidas en el PEM 2040 en relación con las acciones propuestas en este trabajo.

Tabla 10. Relación entre el PEM 2040 y las acciones propuestas

Objetivo Naval	Estrategia Naval	Acción Estratégica Naval	Acción propuesta
<p>12 - MEJORAR LA GESTIÓN PRESUPUESTARIA, FINANCIERA Y ADMINISTRATIVA</p>	<p>12 – Gestión Administrativa: Tiene como objetivo asegurar los recursos presupuestarios establecidos por la Ley y su posible ampliación para atender los gastos discrecionales, incluyendo las Acciones Estratégicas Navales contenidas en este Plan; evolucionar la gestión de la OM como resultado de la correcta aplicación de las herramientas de gestión, así como el fortalecimiento de las estructuras de gobernanza corporativa de la Fuerza; implementar la gestión de costos en el MB; promover el correcto desempeño de la Logística del MB; y mejorar la comunicación social del MB con el público de interés.</p>	<p>ADM-6: Mejorar el rendimiento de la logística de MB. Descripción: Establecer los niveles de servicio del Sistema de Abastecimiento de la Armada (SABM), en niveles adecuados y compatibles con el presupuesto disponible y consolidar un Plan de Concentración Logística, en el sector operacional, que contemple la ampliación y mejora de los Centros de Intendencia de la Armada, contribuyendo a su preparación operacional.</p>	<p>DO1: Creación de estructuras específicas para gestionar los proyectos/programas.</p> <p>DO2: Utilizar el aprendizaje y los procesos aplicados en los nuevos grandes proyectos de Defensa en otras adquisiciones.</p>
<p>7 - OBTENER LA CAPACIDAD OPERATIVA PLENA (OCOP)</p>	<p>7.2 – Ampliación de la capacidad de apoyo logístico a los medios operativos: Tiene como objetivo mantener la capacidad operativa de los sistemas y equipos de los medios de superficie, submarinos y aeronaves existentes y futuras, a la luz del proceso de Gestión del Ciclo de Vida (GCV); mantener la cantidad ideal de munición y armamento para garantizar la disponibilidad del Poder Naval; aumentar la Gestión Estratégica en las OMPS-I [Organización Militar Proveedora de Servicios] y OMPS-E; ejecutar las etapas preparatorias del Plan de Movilización Marítima; y aumentar la interoperabilidad de la MB con las demás Fuerzas Armadas y Organismos relacionados con la Seguridad y la Defensa.</p>	<p>OCOP-6: Implementar la gestión del ciclo de vida (GCV) en MB. Descripción: Implementar actividades sistemáticas relacionadas con la Gestión del Ciclo de Vida, con el fin de garantizar que los requisitos que condicionan la adquisición/mantenimiento de los medios navales y otros sistemas se preparen, implementen, mantengan y actualicen adecuadamente a lo largo de su ciclo de vida, desde la fase de concepción hasta la fase de eliminación, buscando una relación efectiva entre máxima operatividad x costos involucrados.</p>	<p>DA1: Exigir información sobre el mantenimiento/repuestos en los contratos.</p> <p>DA2: Priorizar los recursos para reponer las existencias de repuestos.</p> <p>FA1: Uso de tecnologías de fabricación aditiva.</p> <p>FO1: Uso del IoT/AI para optimizar la gestión y el uso de las piezas de repuesto.</p>
<p>6 - MODERNIZAR LA FUERZA NAVAL</p>	<p>6.3 – Poder Naval del Futuro: Pretende reducir la brecha tecnológica existente para permitir no sólo el desarrollo de tecnologías clave, sino principalmente posibilitar su aplicación en el Poder Naval a través de Conceptos Estratégicos y Doctrinales, con el fin de modernizar los medios actuales o mediante la obtención de otros nuevos, que sean capaces de afrontar los retos a medio y largo plazo.</p>	<p>FUERZA NAVAL-10: Desarrollar, en Brasil, productos para buques, aeronaves y equipos para la Infantería de Marina. Descripción: Desarrollar proyectos de equipos y sistemas de alto contenido tecnológico, de adquisición restringida en el exterior y que contribuyan al desarrollo de la Base Industrial y Tecnológica de la Defensa.</p>	<p>FA2: Buscar estímulos para la BID para reducir la dependencia externa</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Estado-Maior da Armada, 2020

Así, se puede identificar que la mayoría de las acciones propuestas buscan la mejora de la logística de repuestos, siendo fundamental para la viabilidad de la implementación del GCV en la práctica.

5.2. PRIORIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN

Para priorizar las acciones propuestas y detallar los aspectos que se pueden encontrar en su ejecución utilizaremos la matriz de priorización, que es una herramienta para priorizar las acciones basada en el uso de criterios y pesos conocidos. Se utiliza en los casos en que es necesario seleccionar las mejores opciones, cuando hay dudas sobre la importancia relativa de los criterios de decisión, o cuando estas opciones están fuertemente relacionadas, lo que dificulta la elección (Marshall Júnior et al., 2021).

El programa de modernización administrativa del MB, llamado Programa Neptuno, trae en su manual un tipo específico de matriz de priorización, la matriz BASICO (Secretaria-Geral da Marinha, 2013). Se elaboró sobre la base del balance Coste x Beneficio x Viabilidad y trata de satisfacer a las distintas partes interesadas de las organizaciones. Esta matriz adopta los siguientes criterios de priorización:

- **B — Beneficios:** impactos/ventajas de la realización del proyecto;
- **A — Alcance:** el número total de empleados o sectores afectados por las prestaciones;
- **S — Satisfacción:** grado de compromiso que el proyecto es capaz de proporcionar en los equipos/empleados, basado en la satisfacción generada con los beneficios;
- **I — Inversiones:** la cantidad de recursos (humanos, financieros o de tiempo) empleados;
- **C — Cliente:** cómo afectará positivamente a la experiencia del consumidor. En el caso de MB, se tendrá en cuenta la sociedad;
- **O — Viabilidad (O, operacionalização):** facilidad para llevar a cabo los procedimientos necesarios para la implementación, incluyendo el dominio de la tecnología, el aprendizaje, etc.

La Tabla 11 presenta una escala de puntuación que se atribuye según la evaluación de cada acción en cada uno de los criterios de la matriz.

Tabla 11. Criterios de puntuación de la matriz BASICO

	B	A	S	I	C	O
5	Beneficios de vital importancia para la supervivencia y expansión del negocio de la institución.	Cobertura total (del 70 al 100% de la institución).	Muy grande, que sirve de excelente referencia de resultados de calidad.	Gasto (uso) mínimo de los recursos disponibles en la propia área o de fácil obtención.	Impacto positivo muy grande en la imagen de la institución en la relación con el mercado y la comunidad.	Gran facilidad de implantación de la solución, con total dominio de la "tecnología" requerida.
4	Grandes ventajas que se traducirán en importantes beneficios o avances tecnológicos.	Un ámbito de aplicación muy amplio (del 40 al 70% de la institución).	Grande, hasta el punto de generar manifestaciones de reconocimiento con la actitud tomada.	Algunos gastos (uso) de recursos propios (dentro de su presupuesto).	Grandes reflejos directos en los procesos finales o en los otros procesos de apoyo que llegan a los clientes externos y al entorno.	Buena instalación que depende, sin embargo, de conocimientos técnicos/tecnológicos externos, pero de relativa disponibilidad en el mercado.
3	Beneficios de impacto razonable en el rendimiento de la unidad operativa.	Cobertura razonable (del 20 al 40% de la institución).	Mediana, hasta el punto de ser fácilmente notada por los compañeros de trabajo.	Gasto de recursos más allá del "presupuesto" del área, pero aprobable en el siguiente nivel superior (dentro de su presupuesto).	Buen impacto directo en los procesos finales o en los otros procesos de apoyo que afectan directamente a los clientes externos y al medio ambiente.	Media Facilidad en función de los conocimientos técnicos difíciles de encontrar en el mercado o de los cambios razonables de comportamiento o de la cultura organizativa en general.
2	Algunos beneficios en el rendimiento operativo que puede ser cuantificado.	Cobertura pequeña (del 5 al 20% de la institución).	Razonable, hay pero no fácilmente notado por colegas.	Gasto de recursos que requieren la reasignación de del presupuesto/recursos de el presupuesto de la institución en nivel de dirección.	Poco impacto en los procesos finales.	Poca viabilidad, en función de acciones o decisiones decisiones o acciones políticas dentro de la institución, o cambios marcados de comportamientos o de la cultura organizativa en general.
1	Beneficios de bajo impacto operacional, pero que contribuirá a la difusión de Calidad en la institución.	Cobertura muy pequeña (hasta el 5% del institución).	Pequeño pero suficiente para contribuir a la difusión del calidad total en la institución.	Gasto de recursos (\$, horas-hombre, equipo, etc.) muy significativo, más allá de lo previsto/presupuestado que requiere decisión político/estratégico.	No se percibe por el cliente externo.	Muy bajo viabilidad, en función de acciones/decisiones que van más allá de los límites de la institución.

Fuente: Secretaria-Geral da Marinha, 2013

El resultado de la priorización de las acciones propuestas para su aplicación se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Evaluación de las acciones por la matriz BASICO

Acc.	Descr.	Puntuación							Tot	Comentarios
		B	A	S	I	C	O			
DA2	Priorizar los recursos para reponer las existencias de repuestos.	5	5	5	3	5	5	5	28	El propio análisis DAFO ya pone de manifiesto la relevancia de las estrategias DA al estaren situadas en el cuadrante de mayor vulnerabilidad. La reposición de existencias es esencial para que el mantenimiento se produzca de una manera más adecuada. Un mantenimiento más sencillo e inmediato, como el de primer y segundo escalón, aumenta la disponibilidad de los equipos y reduce los costes derivados de la necesidad de realizar reparaciones más grandes y complejas. Se trata de una acción que aporta beneficios fundamentales a la MB. Afecta a todo el sector operativo. Aumenta la satisfacción de los colaboradores y de la sociedad debido a la mayor disponibilidad de los medios. Tiene costes relevantes, que deben ser dirigidos desde otros sectores. Es relativamente fácil de implementar (pero aún puede ejecutarse de manera más eficiente asociado a mejoras en otros procesos, como la gestión de la configuración y la información de la demanda).
DA1	Exigir información sobre el mantenimiento/ repuestos en los contratos.	4	4	5	5	4	5	5	27	Mejora la información sobre la configuración y la demanda de repuestos, lo que repercute en la DA2, en los costes y en la disponibilidad. Impacta a todo el sector operativo, con mayor intensidad en las primeras etapas de la CV. Aumenta la satisfacción de los empleados, debido a la reducción del trabajo, que luego realizan las empresas, y de la sociedad, debido a la mayor disponibilidad de medios. Tiene bajos costes de implantación, pero puede suponer mayores costes inicialmente, en el momento de la contratación, debido al aumento de las atribuciones de la empresa. Es fácil de aplicar, pero requiere cambios en las normas y en la fiscalización de los contratos.
DO2	Utilizar el aprendizaje y los procesos aplicados en los nuevos grandes proyectos de Defensa en otras adquisiciones.	3	4	5	5	4	5	5	26	Mejora los costes y la disponibilidad de recursos mediante la mejora de los procesos relacionados con los repuestos. Repercute en otros proyectos que aún no disponen de información adecuada para el suministro de piezas de recambio. Aumenta la satisfacción de los empleados, debido a una mayor organización y reducción del trabajo. Tiene un bajo coste, relacionado con el registro de la información y la estandarización de los procesos para ser reproducidos en otros proyectos.

DO1	Creación de estructuras específicas para gestionar los proyectos/programas.	3	4	4	5	5	4	25	Busca mejorar la comunicación entre los distintos sectores y el control, con la expectativa de una mayor rapidez en los procesos y una mayor disponibilidad. Tiene un impacto en todos los programas de los medios de comunicación que hay que controlar. Aumenta la satisfacción de los empleados debido a la mayor disponibilidad, y también aumenta la comodidad de la tripulación al tener otra autoridad responsable que vela por su buque. Una mayor disponibilidad conduce a una mejor visión de la sociedad. Los costes dependen de cómo se haga, puede ser más bajo si se aprovechan las personas/instalaciones existentes. La aplicación requiere una reestructuración, no requiere nuevas tecnologías, pero puede presentar resistencia.
FA1	Uso de tecnologías de fabricación aditiva.	5	5	4	3	4	4	25	Puede permitir una mayor disponibilidad, debido a la entrega inmediata de piezas de repuesto, e incluso la reducción de costes, para artículos de difícil adquisición y baja demanda. Tiene un impacto en todo el sector operativo, especialmente durante las fases de operación y apoyo. Aumenta la satisfacción de los empleados y de la sociedad gracias a la mayor disponibilidad. El uso de la tecnología y la formación conllevan costes. Dificultades de aplicación inherentes al uso de nuevas tecnologías y necesidad de formación. La implantación piloto en una unidad puede reducir los costes y las dificultades iniciales de implantación.
FO1	Uso de IoT/AI para optimizar la gestión y el uso de repuestos.	5	5	4	2	5	3	24	Permiten una mayor disponibilidad, debido al mantenimiento predictivo, y pueden generar un ahorro de costes debido a que el mantenimiento anticipado suele ser de menor cuantía. Tiene un impacto en todo el sector operativo, especialmente durante las fases de operación y apoyo. Aumenta la satisfacción de los empleados y de la sociedad gracias a la mayor disponibilidad. El uso de la tecnología y la formación conllevan costes. La sensorización de los equipos requiere altos costes y carga de trabajo. Dificultades de aplicación inherentes al uso de nuevas tecnologías y necesidad de formación. La implantación piloto en unos pocos buques o clases puede reducir los costes y las dificultades iniciales de implantación.
FA2	Buscar estímulos para la BID para reducir la dependencia externa.	2	3	3	5	4	3	20	La mayor oferta de repuestos en el mercado nacional puede permitir una mayor disponibilidad. Tiene un impacto en los entornos que utilizan equipos cuyas piezas de repuesto están nacionalizadas. Aumenta la satisfacción de los empleados y de la sociedad gracias a la mayor disponibilidad. Los costes para llevar a cabo la acción son bajos y las acciones son fáciles de realizar. Sin embargo, los resultados son inciertos, ya que dependen de varios actores y otros factores externos que escapan al control de la MB.

Fuente: *Elaboración propia*

Así, con estos criterios, tendríamos como principal acción a implementar, la disponibilidad de un presupuesto para la reposición de inventarios, dada su relevancia y el impacto que tiene en varios aspectos de la gestión de repuestos. A esto le siguen acciones relevantes que básicamente requieren cambios en los procesos organizacionales, los cuales pueden ser llevados a cabo con costos reducidos. Le siguen actuaciones más complejas que dependen de las nuevas tecnologías, y finalmente una actuación muy relacionada con el entorno exterior, sobre la que la Armada tiene poca influencia.

6. CONCLUSIONES

La fase de apoyo de la metodología de GCV, tiene como finalidad “Proporcionar servicios de apoyo logístico para mantener la capacidad operativa del SD” (Ministério da Defesa, 2019, p.21). Analizando los procesos de apoyo logístico relacionados con la gestión de los repuestos, podemos comprobar que este propósito no se está cumpliendo plenamente en la actualidad. Y esto se debe a los problemas encontrados no sólo en esta fase, sino también en las anteriores, como la fase de producción, en la que se establece la configuración de los medios.

La relevancia práctica de esta investigación refleja los propios objetivos de la gestión del ciclo de vida, así como de la mejora de los procesos de gestión de repuestos. Ya sea por la búsqueda de la reducción de costes, que refleja un aumento de la eficiencia, o por la ampliación de la efectividad, que en el caso de los sistemas de Defensa sería sinónimo de mayor disponibilidad.

En relación con la relevancia teórica, se comprueba que la gestión del ciclo de vida, así como los aspectos relacionados con sus costes, son materias en evidencia. A pesar de ello, los aspectos específicos de aprovisionamiento de repuestos asociados a este tema están poco explorados en la literatura, a pesar de ser uno de los principales componentes de los costes del ciclo de vida.

Se identificaron varios aspectos en la gestión de las piezas de repuesto, que pueden llevar a su exceso, generando ineficiencias en los costes, así como, otros que pueden llevar a su falta, generando impactos en la disponibilidad de los equipos.

Las cuestiones relacionadas con la falta de recursos presupuestarios para la reposición de existencias, los problemas de información sobre la configuración de los medios, agravados por otras cuestiones como las dificultades derivadas de la dependencia externa y el elevado tiempo de uso de los medios, influyen en el suministro adecuado de piezas de repuesto, lo que repercute en el mantenimiento y, en consecuencia, en la disponibilidad de los medios.

Por otro lado, observamos que los nuevos grandes proyectos de la Armada, con construcción en territorio nacional, no presentan estos problemas, adoptando una planificación y procesos más detallados y cuidadosos. Estos proyectos permiten aprender y pueden convertirse en un piloto para cambiar los procesos de gestión de repuestos en la Armada.

Además, las oportunidades y prácticas tecnológicas utilizadas por otras Armadas pueden servir de ejemplo para su aplicación en la gestión de repuestos, como la fabricación aditiva, el IoT y la inteligencia artificial.

A la vista de todas estas cuestiones observadas en el entorno interno y externo de la Armada Brasileña, relacionadas con la gestión de las piezas de repuesto, y teniendo en cuenta su importancia para que la implantación de la metodología GCV en la Armada sea factible, se propusieron algunas acciones a implementar. Estas acciones demostraron una gran alineación con las estrategias corporativas del MB. Además, se priorizaron las acciones propuestas, mediante el uso de criterios asociados a sus costes, beneficios, viabilidad de aplicación y satisfacción de las partes interesadas.

El GCV es una realidad en varios proyectos de la Armada Brasileña. Los procesos que apoyan el GCV tienen que adaptarse a su adecuada ejecución, y promover la consecución de sus objetivos. Así, este trabajo pretendía centrarse en la gestión de las piezas de repuesto, y en la adecuación de sus prácticas a la GCV.

Como limitaciones del trabajo se señalan las inherentes a la metodología del estudio de casos, como la posibilidad de sesgos y la impracticabilidad en la generalización de las conclusiones. Además, la falta de acceso a documentación relacionada con el tema, pero clasificada como sigilosa.

Se sugiere para futuras investigaciones explorar más específicamente los diversos temas aquí planteados en relación con la gestión de las piezas de repuesto, como el uso de la fabricación aditiva, los métodos de previsión de la demanda, la gestión de la obsolescencia de los medios, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- AAP-48 – NATO System Life Cycle Processes, Pub. L. No. AAP-48, AAP-48 (2020).
- Almirante Jefe de Apoyo Logístico. (2018). *Instrucción Permanente de Abastecimiento y Transporte 001/18*.
- Ballou, R. H. (1991). *Logística Empresarial: control y planificación*.
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152/FULL/XML>
- Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M. M., Erkan, I., y Rahman, M. (2021). SWOT analysis applications: An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*, 6(1), 55–73. <https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148>
- Council of Supply Chain Management Professionals [CSCMP]. (2022). *SCM Definitions and Glossary of Terms*. https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- Defence Equipment & Support. (2022). *Common Support Model*. <https://des.mod.uk/what-we-do/navy-procurement-support/common-support-model/?portfolioCats=87>
- Defense Acquisition University (DAU). (2021). *Integrated Product Support (IPS) Element Guidebook*. [https://www.dau.edu/tools/t/Integrated-Product-Support-\(IPS\)-Element-Guidebook-](https://www.dau.edu/tools/t/Integrated-Product-Support-(IPS)-Element-Guidebook-)
- Department of Defense. (2019, December). *Product Support Manager (PSM) Guidebook*. [https://www.dau.edu/tools/t/Product-Support-Manager-\(PSM\)-Guidebook](https://www.dau.edu/tools/t/Product-Support-Manager-(PSM)-Guidebook)
- Desiderio, G. (1983). Acquisition and Management of Integrated Logistic Support for Systems and Equipment., Pub. L. No. 5000.39. <https://ntrl.ntis.gov/NTRL/dashboard/searchResults/titleDetail/PB90218892.xhtml>
- Estado Mayor de la Armada. (2017). *Concepto de Apoyo Logístico*.
- Estado-Maior da Armada. (2003). *Manual de Logística da Marinha (EMA-400)*.
- Estado-Maior da Armada. (2020). Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040). In *Marinha do Brasil*. <https://www.marinha.mil.br/pem2040>

- Faúndez, H. F. F. (2009). La Logística en la Defensa: un caso de gestión de activos con un enfoque de ciclo de vida. *Revista de Marina*, 126(912), 438–445. <https://revistamarina.cl/revistas/2009/5/fontena.pdf>
- Floyd, D., y Reyes, M. (2014). Application of the Integrated Product Support Elements by the F-35 Joint Program Office. DEFENSE ACQUISITION UNIV FT BELVOIR VA.
- Frager, A., Bull, N., Gordon, S., Pombrio, R., y Klett, G. (1986). *Integrated Logistics Support Guide*.
- Gupta, Y. P. (1983). Life cycle cost models and associated uncertainties. In *Electronic systems effectiveness and life cycle costing* (pp. 535–549). Springer.
- ISO/IEC 15288. (2015). Systems engineering—system life cycle processes. ISO, Geneva, Switzerland.
- Jones, J. v. (2006). *Integrated Logistics Support Handbook* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Kaplan, R. S., y Norton, D. P. (1997). *A estratégia em ação: balanced scorecard* (22nd ed.). Elsevier.
- Kenney, M. E. (2013). *Cost Reduction through the Use of Additive Manufacturing (3D Printing) and Collaborative Product Lifecycle Management Technologies to Enhance the Navy's Maintenance Programs*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA591795>
- Kent, J. L., y Flint, D. J. (1997). Perspectives on the evolution of logistics thought. *Journal of Business Logistics*, 18(2), 15–29. <https://www.proquest.com/docview/212590257?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Kobren, B. (2014). *The defense life-cycle logistics journey: A 10-year retrospective of product support transformation*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA608642>
- Logistics management institute. (1967). *Life cycle costing in equipment procurement*.
- Lüchmann, L. H. H. (2014). 25 anos de Orçamento Participativo: algumas reflexões analíticas. *Política & Sociedade*, 13(28), 167–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.5007/2175-7984.2014v13n28p167>
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., y Marrs, A. (2013). Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy (Vol. 180, pp. 17-21). San Francisco, CA: McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies>.
- Marshall Júnior, I., Rocha, A. V., Mota, E. B., y Quintella, O. M. (2021). *Gestão da qualidade e processos* (2nd ed.). FGV Editora.

- Martí, C. (2021). El problema del coste de la defensa. *Revista de Estudios En Seguridad Internacional*, 7(2), 41–61. <https://doi.org/10.18847/1.14.3>
- Melero, J. (2017). *Las guerras que ganó la logística*. <https://www.transgesa.com/blog/guerra-y-logistica/>
- Meulewaeter, C. (2016). Los dividendos de la paz: un estado de la cuestión. *Ambitos REVISTA DE ESTUDIOS DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES*, 36, 57–63.
- Ministério da Defesa. (2019). *Manual de Boas Práticas para a Gestão de Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa*.
- Namugenyi, C., Nimmagadda, S. L., y Reiners, T. (2019). Design of a SWOT analysis model and its evaluation in diverse digital business ecosystem contexts. *Procedia Computer Science*, 159, 1145-1154. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919314802>.
- Ortúzar, Rodrigo. (2008). *Una propuesta metodológica para la estimación del coste del ciclo de vida en inversiones militares* [Doctorado]. Universidad de Granada.
- Project Management Institute. (2008). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: guia PMBOK®* (4th ed.). Project Management Institute.
- Rider, G. W. (1970). Evolution of the Concept of Logistics. *Naval War College Review*, 23(4), 24–33. <https://www.jstor.org/stable/44641172>
- Riola, J. M., Fajardo-Toro, C. H., Reina, J. D., Torres, O. M., y López, M. A. G. (2020). Defense 4.0: Internet of Battlefield Things (IoBT) in Naval Defense. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologia Da Informação*, 29(05/2020), 507–519.
- Secretaria de Estado de Defesa. (2008). Instrucción 5/2008, de 15 de enero, por la que se regula el sostenimiento del armamento y material, Boletín Oficial de la Defensa, núm. 14, págs. 811-813.
- Secretaria-Geral da Marinha. (2013). *Normas Gerais de Administração (SGM-107)*.
- Secretaria-Geral da Marinha. (2020). *Normas para execução do abastecimento (SGM-201)* (SGM-201).
- Secretary of Defense. (2020). *Operating And Support Cost-Estimating Guide*.
- Servera-Francés, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. *Revista Innovar*, 20(38).

Sintomer, Y., Herzberg, C., y Röcke, A. (2008). Participatory Budgeting in Europe: Potentials and Challenges. *International Journal of Urban and Regional Research*, 32(1), 164–178. <https://doi.org/10.1111/J.1468-2427.2008.00777.X>

Sistema Integrado de Gestión de Material de la Armada (SIGMA), BOE num 131 12151 (1979). https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1979-13610.

Slovic, P. (1995). The Construction of Preference. *American Psychologist*, 50(5).

Song, J. S., y Zhang, Y. (2020). Stock or Print? Impact of 3-D Printing on Spare Parts Logistics. *Https://Doi.Org/10.1287/Mnsc.2019.3409*, 66(9), 3860–3878. <https://doi.org/10.1287/MNSC.2019.3409>

Stock, J. R. (2002). Marketing myopia revisited: lessons for logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(1), 12–21. <https://doi.org/10.1108/09600030210415270>

United States Government Accountability Office. (2008). *Defense inventory: Management Actions Needed to Improve the Cost Efficiency of the Navy's Spare Parts Inventory*.

Varandas Junior, A., Cauchick Miguel, P. A., Monteiro De Carvalho, M., y Zancul, E. (2015). Gestão de ciclo de vida e desenvolvimento de produto: análise bibliométrica e classificação da literatura. *Production*, 25(3), 510–528. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.071211>

Villarreal Larrinaga, O., y Landeta Rodríguez, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 16(3), 31–52. <http://www.elsevier.es>

Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (3rd ed., p. 212). Bookman.

ANEXO 1

GUIÓN DE LA ENTREVISTA

La Armada ha intentado implantar una metodología de gestión del ciclo de vida, que también fomenta el Ministerio de Defensa.

En relación con el apoyo logístico a los medios durante su ciclo de vida, con respecto al suministro de piezas de repuesto (...)

- Cuestiones de cualificación: Cargo, tiempo de servicio, experiencia en funciones relacionadas con el suministro.

- ¿Cómo ve el apoyo logístico de los repuestos durante el ciclo de vida de un medio MB?

- ¿Qué problemas ve en este proceso de suministro de repuestos a los medios?

Puntos específicos:

- ✓ Aprovisionamiento inicial
- ✓ Gestión del reabastecimiento
- ✓ Previsión de la demanda
- ✓ Gestión y mantenimiento de listas de materiales
- ✓ Adquisición de repuestos
- ✓ Catalogación
- ✓ Recepción
- ✓ Almacenamiento/Gestión de inventarios
- ✓ Redistribución
- ✓ Visibilidad de los activos
- ✓ RFID
- ✓ Vida útil/garantía
- ✓ Seguridad de la cadena (falsificación, etc)

- ¿Considera que hay factores negativos o positivos en relación con los siguientes aspectos?

- ✓ Política (por ejemplo, prioridad de gasto)
- ✓ Económico (por ejemplo, falta de presupuesto, niveles de existencias, BID Brasileña)
- ✓ Social/demográfica (por ejemplo, MO especializada)
- ✓ Tecnológico (Ej. Dependencia de otros países, adquisición de medios usados).
- ✓ Relacionados con el medio ambiente.
- ✓ Legal (por ejemplo, cierto apoyo a la BID)

- En cuanto a las capacidades y la estructura de la Armada (...)

- ✓ ¿Es adecuada para cumplir la metodología de la GCV en lo que respecta a la gestión de las piezas de repuesto?
- ✓ ¿Qué capacidades debe desarrollar la Armada?
- ✓ ¿Qué cambios cree que deberían introducirse en las actividades y procesos?
- ✓ ¿Ves alguna redundancia?
- ✓ ¿Hay huecos en las responsabilidades de los actores/agentes?