



Institución  
Universitaria

A large graphic of the map of Colombia is centered on the page. The map is filled with a vibrant sunset scene over the ocean. In the foreground, a boat with various antennas and equipment is visible on the water. The background of the entire page is a blue grid with technical diagrams and data points.

# GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN PARA EL CAMBIO EN INSTITUCIONES MILITARES

**Jonathan Bermúdez Hernández**  
**Oscar Fernando Castellanos Domínguez**

Compiladores

# **GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN PARA EL CAMBIO EN INSTITUCIONES MILITARES**

---

# GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN PARA EL CAMBIO EN INSTITUCIONES MILITARES

---

Compiladores

Jonathan Bermúdez Hernández  
Óscar Fernando Castellanos Domínguez



*Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares*

© Instituto Tecnológico Metropolitano

Hechos todos los depósitos legales

Edición: marzo de 2022

ISBN: 978-958-5122-65-9

Compiladores

Jonathan Bermúdez Hernández

Óscar Fernando Castellanos Domínguez

**Comité editorial**

Jorge Iván Brand Ortiz, PhD.

Gloria Mercedes Díaz Cabrera, PhD.

Juliana Cardona Quirós, Esp.

Jorge Iván Ríos Rivera, Ms.

Carlos Andrés González Sierra, Mg

**Directora editorial**

Juliana Cardona Quiros

**Asistente editorial**

Carlos Andrés González Sierra

**Editor de mesa**

Gustavo Otálvaro Ocampo

**Corrección de textos**

María Fernanda Aristizábal Arango

**Diseño de carátula**

Mauricio Raigosa Álvarez

**Diagramación**

Hipertexto SAS.

Sello Fondo Editorial ITM

Calle 73 No. 76A 354 / Tel.: (574) 440 5100 ext. 5197-5382

Editado en Medellín, Colombia por el Instituto Tecnológico Metropolitano

catalogo.itm.edu.co - fondoeditorial.itm.edu.co

www.itm.edu.co

Bermúdez Hernández, Jonathan

*Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares* / Compiladores Jonathan, Bermúdez Hernández, Óscar Fernando Castellanos Domínguez. – 1 ed.-- Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2022.

324 p. -- (Deliberare)

Incluye referencias bibliográficas

1. Gestión tecnológica. 2. Gestión de la innovación. 3. Fuerzas Militares de Colombia. 4. Armada de la República de Colombia. 5. Conflicto bélico. I. Bermúdez Hernández, Jonathan, comp. II. Serie Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Este es un Texto de Formación que se inscribe en la gran área de las Ciencias Sociales, en el área de Economía y Negocios.

Las opiniones expresadas en el presente texto no representan la posición oficial del ITM, por lo tanto, es responsabilidad de los autores quienes son igualmente responsables de las citas realizadas y de la originalidad de su obra. En consecuencia, el ITM no será responsable ante terceros por el contenido técnico o ideológico expresado en el texto, ni asume responsabilidad alguna por las infracciones a las normas de propiedad intelectual.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>12</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1: CIENCIA, TECNOLOGÍA</b>	
<b>E INNOVACIÓN EN INSTITUCIONES MILITARES</b> .....	<b>17</b>
1.1. Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI) .....	19
1.1.1. Gobernanza del SNCTI .....	23
1.2. Concepto de gestión tecnológica.....	26
1.2.1. Visión estratégica de la gestión tecnológica.....	26
1.3. Gestión tecnológica en las Fuerzas Armadas .....	27
1.3.1. Gestión tecnológica en las Fuerzas Armadas de Colombia.....	31
Referencias.....	36
<b>CAPÍTULO 2: RETOS EN LAS INSTITUCIONES MILITARES EN ÉPOCAS DE CAMBIO</b> .....	<b>39</b>
2.1. Colombia, un país en conflicto.....	41
2.2. Las FF. MM. en el conflicto colombiano .....	45
2.2.1. Las FF. MM. y su rol en el conflicto colombiano .....	46
2.3. El posacuerdo como alternativa de paz.....	50
2.3.1. Experiencias centroamericanas en procesos de paz .....	52
2.3.2. Proceso de paz colombiano.....	55
2.4. Retos de las FF. MM. en el posacuerdo.....	60
Referencias.....	64

<b>CAPÍTULO 3: LA TECNOLOGÍA, FACTOR CLAVE PARA LA VENTAJA ESTRATÉGICA</b>	
<b>DE LAS INSTITUCIONES MILITARES.....</b>	<b>69</b>
3.1. Perspectivas de la tecnología y la innovación como estrategia en las Fuerzas Armadas de Colombia .....	71
3.1.1. Generalidades .....	71
3.1.2. Ministerio de Defensa Nacional.....	73
3.1.3. Fuerzas Militares .....	76
3.2. Panorama de la tecnología y la innovación en la Armada Nacional de Colombia.....	93
3.2.1. Niveles organizacionales del sistema.....	96
3.2.2. Actores del sistema de CTei.....	97
3.2.3. Relaciones entre los actores .....	104
3.3. Estructura institucional y desarrollo tecnológico de la Armada Nacional .....	107
3.3.1. Dependencias internas.....	109
3.3.2. Dependencias adscritas.....	117
3.4. Soberanía tecnológica .....	120
Referencias.....	125
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGÍAS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN.....</b>	<b>130</b>
4.1. Gestión tecnológica .....	132
4.2. Gestión de la innovación .....	133
4.3. Metodologías de gestión de la tecnológica y de la innovación .....	134
4.3.1. Cambio tecnológico visto desde el enfoque de ciclo de la tecnología .....	138
4.3.2. Escala de nivel de madurez tecnológica (TRL) .....	142
4.3.3. La metodología de las 6 facetas.....	145
4.3.4. Funciones de GT enmarcados en las capacidades dinámicas .....	146
4.3.5. Articulación del empuje tecnológico y jalonamiento de la demanda .....	148
4.3.6. Innovación abierta .....	149
4.3.7. Enfoque de los sistemas de innovación .....	150
4.4. Metodologías de GTI en el sector defensa .....	152
4.4.1. Modelo de gestión tecnológica en la industria de defensa de Turquía .....	152
4.4.2. Transferencia tecnológica en la industria de defensa de la India.....	154
4.4.3. Modelo de gestión tecnológica para el sector defensa de Colombia.....	156
4.4.4. Modelo de gestión de innovación de cotecmar .....	157
4.4.5. Modelo de cooperación científica, tecnológica e industrial COTECMAR .....	159
4.4.6. Modelo de transferencia tecnológica de CODALTEC .....	161
4.4.7. Modelo de gestión tecnológica de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC).....	163
4.4.8. Gestión tecnológica en proyectos de ingeniería de la Fuerza Aérea Colombiana .....	164
4.4.9. Modelo de I + D en términos de madurez de la industria de defensa española .....	166
4.4.10. Modelo de innovación del Ministerio de Defensa del Reino Unido .....	167
4.4.11. Modelo de innovación militar de las fuerzas especiales de EE. UU. después del 11 de septiembre.....	169
4.4.12. Proceso de gestión tecnológica del Departamento de Defensa de los EE. UU. ....	172
4.4.13. Proceso de gestión de la tecnología en la Armada de los EE. UU. ....	173
4.4.14. Modelo de investigación y desarrollo en defensa entre los aliados de la otan: Dinamarca, Noruega y Países Bajos .....	175
Referencias.....	178

<b>CAPÍTULO 5: APROPIACIÓN PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN</b>	
<b>EN LAS INSTITUCIONES MILITARES.....</b>	<b>184</b>
5.1. Diagnóstico de la GTI en las Fuerzas Militares.....	186
5.1.1. Metodología para la caracterización de GTI en la Armada Nacional y otras entidades de referencia .....	186
5.1.2. Resultados y análisis de las visitas realizadas.....	195
5.2. Fortalecimiento institucional del rol de la gestión de tecnología e innovación en la Armada Nacional.....	210
5.2.1. Analogía estratégica para el fortalecimiento de la apropiación de la gestión tecnológica y de la innovación .....	210
5.2.2. Despliegue para la apropiación conceptual de la gestión tecnológica y de la innovación.....	212
5.3. Modelo conceptual para la apropiación de GTI en la Armada Nacional.....	224
5.3.1. Marco referencial para la apropiación de la gestión tecnológica y de la innovación (GTI) en las FF. MM. ....	225
Referencias.....	227
<b>CAPÍTULO 6: CASO DE ESTUDIO: GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN</b>	
<b>EN LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA (ARC).....</b>	<b>230</b>
6.1. Metodología de GTI en instituciones militares: caso ARC.....	232
6.2. Apropiación conceptual de GTI en las FF. MM.....	235
6.3. Dinamización de las funciones de la GTI.....	241
6.4. Caracterización de los subprocesos.....	244
6.4.1. Procesos estratégicos.....	244
6.4.2. Procesos misionales.....	254
6.4.3. Procesos apoyo.....	274
6.4.4. Proceso de evaluación.....	288
6.5. Formación de capacidades para el desarrollo de la tecnología y la innovación en la Armada Nacional de Colombia .....	292
6.5.1. Metodología para formación de capacidades para el desarrollo de la tecnología y la innovación en la ARC .....	293
6.5.2. Habilidades del personal encargado del proceso de GTI en la ARC .....	299
Referencias.....	303
<b>AUTORES.....</b>	<b>312</b>
<b>GRUPOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>317</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Propuesta para la gestión tecnológica del sector .....	35
Figura 2.1.	Organigrama del sector defensa en Colombia.....	47
Figura 2.2.	Línea de tiempo disminución del pie de fuerza de las organizaciones insurgentes .....	48
Figura 2.3.	Roles de las instituciones militares de Colombia en escenarios de posconflicto .....	62
Figura 3.1.	Acciones de fortalecimiento del Sistema de Ciencia y Tecnología del sector defensa .....	74
Figura 3.2.	Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector seguridad y defensa .....	75
Figura 3.3.	Ejes de la transformación del Comando General de las Fuerzas Militares .....	79
Figura 3.4.	Estructura organizacional para la administración de la ciencia, la tecnología e innovación en el Comando General de las Fuerzas Militares.....	80
Figura 3.5.	Distribución de divisiones militares en el territorio nacional .....	82
Figura 3.6.	Estructura organizacional del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional.....	83
Figura 3.7.	Distribución de Fuerzas Navales y Brigadas de Infantería de Marina en el territorio nacional	87
Figura 3.8.	Distribución de los comandos y grupos aéreos de combate en el territorio nacional.....	90
Figura 3.9.	Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional.....	95
Figura 3.10.	Estructura organizacional de la Armada Nacional.....	108
Figura 4.1.	Marco de referencia para la gestión estratégica de la tecnología y la innovación.....	137
Figura 4.2.	El ciclo de la tecnología (CT) .....	139
Figura 4.3.	Ciclo de vida de la tecnología. Curva S.....	140
Figura 4.4.	Nuevo paradigma con base en el cambio tecnológico.....	142
Figura 4.5.	Visión general de la escala de madurez tecnológica.....	143
Figura 4.6.	TRL, actividades de I+D+i y actividades complementarias.....	144
Figura 4.7.	Grado de dificultad de desarrollo en función del grado de madurez tecnológica .....	144
Figura 4.8.	La metodología de las 6 facetas en la implementación efectiva del cambio .....	146
Figura 4.9.	Marco de referencia para las actividades de gestión tecnológica entendidas como capacidades dinámicas .....	148
Figura 4.10.	Marco de referencia desde Technology Push & Market Pull .....	149
Figura 4.11.	Innovación abierta.....	150



Figura 4.12. Innovación desde la perspectiva de sistema .....	152
Figura 4.13. Modelo de gestión tecnológica en la industria de defensa de Turquía .....	154
Figura 4.14. Transferencia tecnológica en la industria de defensa de la India.....	156
Figura 4.15. Modelo de gestión de innovación de COTECMAR.....	158
Figura 4.16. Modelo cooperación científica, tecnológica e industrial de COTECMAR.....	160
Figura 4.17. Modelo de transferencia tecnológica de Codaltec.....	162
Figura 4.18. Modelo de gestión tecnológica de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC).....	164
Figura 4.19. Gestión tecnológica en proyectos de ingeniería de la Fuerza Aérea Colombiana.....	165
Figura 4.20. Modelo de I+D en términos de madurez de la industria de defensa española .....	167
Figura 4.21. Modelo de innovación del Ministerio de Defensa del Reino Unido.....	169
Figura 4.22. Modelo de innovación militar de las fuerzas especiales de los EE. UU. después del 11 de septiembre .....	171
Figura 4.23. Proceso de gestión de la tecnología del Departamento de Defensa de los EE. UU. ....	173
Figura 4.24. Fases del proceso de gestión tecnológica de la Armada de los EE. UU. ....	174
Figura 4.25. El rol de la I+D en seguridad y defensa.....	176
Figura 4.26. Modelo de integración de los factores que dan forma a las agendas de Investigación y desarrollo de defensa.....	177
Figura 5.1. Segmentación de dependencias en torno al uso predominante de la tecnología .....	200
Figura 5.2. Dimensiones del valor estratégico de la tecnología para el segmento de gestación.....	201
Figura 5.3. Dimensiones del valor estratégico de la tecnología para el segmento de crecimiento .....	202
Figura 5.4. Dimensiones de capacidades y competencias para el segmento de crecimiento.....	203
Figura 5.5. Dimensiones de capacidades y competencias para el segmento de madurez.....	204
Figura 5.6. Dimensiones de funciones de la gestión tecnológica para el segmento de desarrollo.....	205
Figura 5.7. Dimensiones de funciones de la gestión tecnológica para el segmento de madurez.....	206
Figura 5.8. Dimensiones de control y vigilancia para el segmento de madurez .....	207
Figura 5.9. Dimensiones del posacuerdo para el segmento de despliegue.....	208
Figura 5.10. Dimensiones del posacuerdo para el segmento de madurez .....	209
Figura 5.11. Presentación conceptual de principales componentes de la OPV ARC “7 de agosto” .....	211
Figura 5.12. Propuesta para el fortalecimiento institucional de la GTI en la ARC.....	213
Figura 5.13. Bloque de industria + CDT + academia .....	215
Figura 5.14. Bloque de funciones de apoyo .....	216
Figura 5.15. Bloque de plataforma de cooperación.....	218
Figura 5.16. Bloque de funciones misionales .....	219
Figura 5.17. Bloque de gestión de indicadores.....	221
Figura 5.18. Bloque de nivel estratégico ARC.....	223
Figura 5.19. Modelo de GTI para la ARC .....	226
Figura 6.1. Mapa estratégico naval ARC .....	234
Figura 6.2. Apropiación conceptual de la GTI en las FF. MM. ....	237
Figura 6.3. Modelo definitivo para la apropiación de la GTI en las FF. MM. ....	238
Figura 6.4. Mapa de procesos de la ARC con el proceso de la GTI .....	239
Figura 6.5. Mapa de procesos del proceso de la GTI .....	241
Figura 6.6. Dinamización de las funciones de la GTI .....	242
Figura 6.7. Proceso de construcción de escenarios futuros.....	245
Figura 6.8. Proceso de planeación tecnológica .....	249
Figura 6.9. Proceso de diagnóstico tecnológico.....	255

## Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares

Figura 6.10. Proceso de valoración y negociación tecnológica.....	258
Figura 6.11. Proceso de gestión de proyectos de I+D+i.....	263
Figura 6.12. Proceso de transferencia tecnológica.....	268
Figura 6.13. Proceso de apropiación tecnológica.....	272
Figura 6.14. Proceso de propiedad intelectual.....	277
Figura 6.15. Proceso de monitoreo y vigilancia tecnológica.....	280
Figura 6.16. Proceso de financiación ciencia, tecnología e innovación.....	285
Figura 6.17. Proceso de evaluación e indicadores.....	290
Figura 6.18. Etapa demostrativa.....	294
Figura 6.19. Etapa de aplicación.....	297
Figura 6.20. Habilidades para funcionarios encargados del proceso de la GTI en la ARC.....	302

## LISTA DE TABLAS

---

Tabla	3.1. Grupos de investigación de la Armada Nacional de Colombia.....	116
Tabla	4.1. Marcos de referencia de la gestión tecnológica .....	135
Tabla	4.2. Marcos de referencia de la innovación .....	136
Tabla	5.1. Dimensiones del valor estratégico de la tecnología .....	190
Tabla	5.2. Dimensiones para la variable de capacidades y competencias .....	191
Tabla	5.3. Dimensiones para la variable de funciones de la gestión tecnológica.....	192
Tabla	5.4. Dimensiones para la variable de control y vigilancia de proceso .....	193
Tabla	5.5. Dimensiones para la variable de posacuerdo .....	194
Tabla	5.6. Principales observaciones hechas durante la consulta a las entidades visitadas .....	195
Tabla	5.7. Procesos del clúster de empresas privadas, CDT y academia.....	215
Tabla	5.8. Procesos de las funciones de apoyo .....	217
Tabla	5.9. Procesos de las funciones misionales .....	219
Tabla	5.10. Procesos de la gestión de indicadores.....	222
Tabla	5.11. Procesos del nivel estratégico .....	224

# AGRADECIMIENTOS

Este libro fue posible gracias al apoyo constante del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (ITM), la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y la Armada Nacional de Colombia, mediante la financiación de los recursos en la ejecución del proyecto de investigación “Metodología de gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI) para organizaciones del sector militar en escenarios de posacuerdo”, código n.º 115074558290 financiado en la convocatoria n.º 745 de 2016.

Un reconocimiento especial a los integrantes de la Armada Nacional de Colombia y a las diferentes unidades del centro, Caribe y Pacífico de Colombia que participaron de manera activa en el levantamiento de la información y la validación de los resultados finales del proyecto.

# PRESENTACIÓN

Este libro es el resultado de la unión de esfuerzos de un equipo de investigadores del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (ITM), la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y la Armada Nacional de Colombia; con el apoyo financiero del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)<sup>1</sup>. En este libro participaron el Grupo de Investigación en Ciencias Administrativas del ITM y su línea gestión de la Tecnología, la Innovación y el Conocimiento, quienes lideraron la ejecución del proyecto; el Grupo de Investigación Biogestión de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y el Grupo de Investigación en Control, Comunicaciones y Diseño Naval de la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla de la Armada Nacional de Colombia.

Como resultado del Proyecto de Investigación con código n.º 115074558290 financiado en la convocatoria n.º 745 de 2016 de Colciencias, contrato de financiamiento recuperación contingente n.º FP44842-033-2017 denominado “Metodología de gestión de la Tecnología y la Innovación (GTI) para organizaciones del sector militar en escenarios de posacuerdo” se ha preparado este libro que recoge los resultados del proyecto en todas sus fases, rastreo de literatura, diagnóstico, propuesta y validación de una metodología

---

1 Colciencias dejó de funcionar oficialmente en 2019 cuando se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, pero dadas las características de este trabajo se mantiene el primer nombre.

que le permita a las Fuerzas Militares de Colombia (FF. MM.), en especial a la Armada Nacional de Colombia (ARC), la adecuada gestión de los recursos tecnológicos y de innovación, de tal manera que se incremente su ventaja estratégica en la consecución de los objetivos militares.

Es importante mencionar que, como parte de los resultados de este proyecto, se desarrollaron diferentes actividades académicas, tales como artículos de investigación, participación en eventos académicos y formación de estudiantes de pregrado y maestría con sus respectivos trabajos de grado.

# INTRODUCCIÓN

La gestión tecnológica y de la innovación (GTI) se ha convertido en una disciplina relevante para la planeación e implementación de estrategias en todo tipo de organizaciones y la consecución de los objetivos que se trazan desde la alta dirección. Estas estrategias están relacionadas con el diseño e implementación de planes, programas y proyectos relacionados con la creación, difusión y uso de la tecnología mediante procesos estructurados y sistemáticos, para procurar el mejoramiento o creación de productos, servicios y procesos de manera significativa para el mercado y la sociedad.

De manera particular, la GTI permite a las instituciones militares, tales como el Ejército (EJC), la Policía (PONAL), la Fuerza Aérea (FAC) y Armada Nacional (ARC), generar una importante ventaja competitiva en la estrategia militar que se han planteado. En ese sentido, es importante generar en este tipo de organizaciones, no solo procesos de gestión tecnológica aplicados a la solución de problemas específicos, sino establecer un marco de referencia y uno conceptual para aplicar herramientas adecuadas de la gestión tecnológica, de acuerdo con los objetivos organizacionales. Por su parte, la gestión de la innovación se enfoca en el desarrollo de conocimiento y su aplicación para convertirlo en procesos productivos que apunten a la aceptación y beneficios de la comunidad en general.

Ahora bien, es importante resaltar los hechos recientes vividos en Colombia relacionados con los acuerdos del fin del conflicto armado firmado entre el Gobierno Nacional y el grupo Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC-EP). En este escenario, se ha identificado la necesidad de que las FF. MM. de Colombia cuenten con procesos adecuados de la GTI de tal manera que apoyen el rol de estas instituciones en los tiempos de cambio venideros. Es así como mediante los resultados que se muestran en este libro, se pretende generar capacidades estratégicas con el concurso de diferentes actores para desarrollar competencias organizacionales que permitan crear una sostenibilidad capaz de responder al cambio y a la diferenciación, garantizando el desempeño adecuado de los nuevos roles de las instituciones militares a partir de una gestión adecuada del factor tecnológico y el despliegue de soluciones a la sociedad.

El libro se encuentra dividido en seis capítulos de la siguiente manera: en el capítulo 1 se abordan los elementos generales de la ciencia, la tecnología y la innovación, los sistemas que los componen y cómo las instituciones militares se alinean a ellos. En el capítulo 2 se realiza un contexto sociopolítico de los conflictos armados que se han vivido en algunos países de América Latina y el mundo, con especial énfasis en los de Colombia, y cuál ha sido el papel de las fuerzas militares en ellos.

En el capítulo 3 se incluyen los elementos asociados a la tecnología y la innovación y su relación con la ventaja estratégica que se genera en las instituciones militares a partir de su implementación. En el capítulo 4, estos elementos se abordan desde una perspectiva de metodologías y modelos que se han diseñado para gestionar la tecnología y la innovación en instituciones militares. En el capítulo 5, se proponen los modelos de apropiación de la tecnología y la innovación para las Fuerzas Militares de Colombia con énfasis en la Armada Nacional de Colombia, institución que es caso de estudio en este libro. Finalmente, en el capítulo 6 se plantea la propuesta de la metodología para la gestión tecnológica y de la innovación para la Armada Nacional de Colombia.



# CAPÍTULO 1

## CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN INSTITUCIONES MILITARES

---

Óscar Fernando Castellanos Domínguez

*Doctor en Química*

*Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*

*ofcastellanosd@unal.edu.co*

Claudia Nelcy Jiménez Hernández

*Doctora en Ingeniería-Industria y Organizaciones*

*Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*

*cnjimenezh@unal.edu.co*

Fabián Humberto Gómez Nivia

*Economista*

*Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*

*fhgomezn@unal.edu.co*

*En este capítulo se abordan elementos clave para el análisis de la gestión tecnológica en las fuerzas militares, particularmente en la Armada Nacional de Colombia (ARC), la cual será el objeto de estudio en capítulos posteriores. Se inicia con la revisión del marco institucional colombiano para las actividades y articulación de actores en torno a los temas de ciencia, tecnología e innovación, y su relación con la competitividad. A partir de este marco, en la segunda sección, se profundiza en el concepto de gestión orientada a estos temas, en particular, en la gestión tecnológica, para poner en relieve su importancia en el cumplimiento de los objetivos y estrategias organizacionales. Finalmente, se analiza el papel de la gestión tecnológica en el ámbito militar, en donde el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación pueden representar la victoria en la guerra y la protección de la soberanía de una nación, entre otros aspectos clave que le atañen a este tipo de gestión organizacional.*

## 1.1. Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI)

El Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación es la estructura mediante la cual se relacionan y coordinan las entidades públicas, privadas y académicas que desarrollan actividades relacionadas con la formulación, implementación y seguimiento de las políticas de competitividad e innovación, con el fin de promover el desarrollo económico, la productividad y mejorar el bienestar de la población.<sup>1</sup>

Mediante el Artículo 172 de la Ley 1955 de 2019, se formalizó institucionalmente el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) con el objetivo de fortalecer la competitividad del país. A través de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, el PND prescribe que los siguientes sistemas deben integrarse dentro del SNCI: el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI); el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA); la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual (CIPI); el Consejo Nacional de Economía Naranja (CNEN); el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y, así mismo, los demás sistemas, órganos e instancias relacionadas con competitividad, productividad e innovación. Adicionalmente, el instrumento jurídico en mención determina que el SNCI es el responsable de coordinar la elaboración, implementación y seguimiento de la agenda Nacional de Competitividad e Innovación.

Además de los sistemas que integran el SNCI y sus objetivos misionales, el Decreto 1651 de 2019 dispone que: “Las distintas instancias regionales, departamentales y territoriales de los sistemas que coordinan en la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación se articularán en las Comisiones Regionales de Competitividad e Innovación con el objetivo de fortalecer la competitividad”. Esto plantea un modelo de gobernanza conectado directamente con las necesidades regionales y con las Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación.

---

1 Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/>

Para el análisis del modelo de gobernanza del SNCI es necesario mirar en detalle cada uno de los subsistemas, componentes y sus funciones correspondientes, así como las corresponsabilidades y dependencias que los interrelacionan. Un primer vistazo de la gobernanza se muestra en la Ley 1955 de 2019, en donde se pone en evidencia que el funcionamiento y coordinación del SNCI es potestad del Gobierno nacional, a cargo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. Así lo reflejan los parágrafos 1 y 2 del artículo 172 del PND, los cuales, respectivamente, contemplan que: “La coordinación general y secretaría técnica de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación estará a cargo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República”, y que “el Gobierno nacional reglamentará la organización, articulación y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.” No obstante, el desarrollo y *conformación del snci aún tiene vacíos estructurales a la luz del nuevo PND*, por lo que se hace necesario retomar los antecedentes del sistema para comprender de mejor forma su funcionamiento y composición.

A partir de la Ley 1753 de 2015, como uno de los referentes del SNCI, el Sistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación tiene como objetivo constituir y consolidar una institucionalidad encargada de estimular el uso y producción del conocimiento en la sociedad y en la economía de la región, a través de la coordinación, articulación e implementación de políticas de desarrollo productivo, competitividad, productividad, fortalecimiento de las empresas y fomento de la cultura para el emprendimiento.

En la Ley 1753 de 2015, el Artículo 186 promulga la norma que integra el Sistema de Competitividad e Innovación con el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, consolidando un único Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e innovación y Comisiones Regionales de Competitividad:

En el marco de ese Sistema, las distintas instancias departamentales que promueven agendas de competitividad, productividad, ciencia, tecnología e innovación, tales como los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI), Comités Universidad-Empresa-Estado, Comités de Biodiversidad, Redes Regionales de Emprendimiento, Consejos Regionales de PYME, Consejos Ambientales Regionales, Comités de Seguimiento a los Convenios de Competitividad y las demás que sean

promovidas por el Gobierno Nacional, deberán integrarse a las Comisiones Regionales de Competitividad en cada departamento, con el propósito de articular sus agendas de trabajo. Corresponde a cada una de las Comisiones Regionales de Competitividad el ajustar su estructura de manera que se garantice la participación de estas instancias. Se debe tener en cuenta que las Comisiones son las únicas instancias de interlocución con el Gobierno Nacional para la implementación de la Agenda Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación.

Posteriormente, y en atención a las recomendaciones del Conpes 3439 de 2006 (Departamento Nacional de Planeación, 2006), el Gobierno nacional dictó el Decreto 2828 de agosto de 2006, a través del cual se creó el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad (SNC), entendido como “el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones públicas y privadas que prevén y promueven la puesta en marcha de una política de productividad y competitividad”. Este Sistema surgió con el objetivo de coordinar las actividades que realizan las instancias públicas y privadas relacionadas con la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas necesarias para fortalecer la posición competitiva del país en los mercados interno y externo.

En dicho decreto se definieron la dirección del Sistema por parte de la Presidencia de la República, y la Comisión Nacional de Competitividad (CNC) como el máximo organismo asesor del Gobierno nacional y cuerpo para la concertación entre los diversos actores en torno a la productividad y competitividad para el desarrollo económico.

El Decreto 1475 de mayo de 2008 modificó el Decreto 2828 de agosto de 2006 para establecer que la Secretaría Técnica de la Comisión estaría conformada por el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y el Consejo Privado de Competitividad. También estableció que este ministerio, junto a la Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio (Confecámaras), debía coordinar las Comisiones Regionales de Competitividad.

Posteriormente el SNC fue reorganizado por el Decreto 1500 de 2012 y se denominó Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), cuya finalidad es poner en marcha políticas concertadas en materia de competitividad, productividad e innovación. Según este Decreto, la definición de los órganos que hacen parte del SNCI es la siguiente:

1. *Comisión Nacional de Competitividad e Innovación*: órgano asesor del Gobierno nacional y de concertación entre la nación, las entidades territoriales y la sociedad civil en temas relacionados con la productividad y competitividad del país y de sus regiones, con el fin de promover el desarrollo económico.
2. *Comisiones Regionales de Competitividad*: son órganos que coordinan y articulan, al interior del departamento, los principales actores de los sectores público y privado, en temas de competitividad, productividad e innovación.
3. *Instancia de coordinación nacional de las Comisiones Regionales de Competitividad*: el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en representación del sector público del orden nacional coordinará y hará seguimiento a las Comisiones Regionales de Competitividad, con el apoyo de Confecámaras.<sup>2</sup>

El Decreto 1500 de 2012 estableció que el Comité Ejecutivo del SNC es el órgano de coordinación y dirección de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación. Adicionalmente, los Comités Técnicos tienen como función preparar los diferentes documentos de carácter técnico y político que requieran los miembros del Comité Ejecutivo para la coordinación y dirección de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación. Mediante el Decreto 1649 de 2014, la Consejería Presidencial del Sistema de Competitividad e Innovación coordina y articula todas las actividades del Sistema.

En el marco de la reunión de la Comisión Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación de 2015, se presentó el nuevo esquema de gobernanza del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología

---

2 Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/>

e Innovación, siguiendo el mandato de la Ley 1753 del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, *Todos por un nuevo país*, formulando que es un sistema interinstitucional que debe impulsar la productividad, la competitividad y la innovación de los sectores económicos para provocar más equidad y armonización económica que logre estrechar las brechas sociales existentes en el país.

### **1.1.1. Gobernanza del SNCTI**

En esta sección se retoma lo planteado por Moncayo Jiménez (2018) para quien la estructura de gobernanza del SNCTI está dispuesta a partir de modelos de multinivel, los cuales explican un proceso dinámico que tiene dos dimensiones principales: una vertical y una horizontal. Con relación a estos dos ejes, el autor citado representa la gobernanza del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con las siguientes características:

#### **a. Dimensión horizontal:**

El SNCTI hace parte del nuevo Sistema Nacional de Competitividad e Innovación creado por el Artículo 186 de la Ley 1753 de 2015 y reafirmado bajo la Ley 1955 de 2019. En virtud del Acto Legislativo n. ° 14 de 2017, *el modelo operativo del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (fCTei)* del Sistema General de Regalías, dispone que la financiación de los proyectos seguirá siendo aprobada desde el nivel nacional, pero a través de concursos públicos articulados a los planes de desarrollo (Moncayo Jiménez, 2018, p. 5).

#### **b. Dimensión vertical:**

*Dentro del análisis de la articulación nación-territorio, Moncayo Jiménez (2018) encuentra que existen dos normas de carácter nacional que lo regulan. Por un lado, está el Artículo 186 de la Ley 1753 de 2015.*

La cual dispone que los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI) deben integrarse a las Comisiones Regionales de Competitividad (CRC) los cuales, en adelante serán la única instancia de interlocución del gobierno nacional para la implementación de la Agenda Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación. Por el otro, el Decreto 584 de 2017 en cuyo articulado se dispone que los CODECTI tienen la función de ‘articular y coordinar a los actores de la CTI en el nivel departamental’, para lo cual pueden establecer mecanismos institucionales de cooperación y apoyo interinstitucional (Moncayo Jiménez, 2018, pp. 5-6).

Como resultado de la integración de estas dos dimensiones, Moncayo Jiménez (2018) señala que la organización institucional del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación es el resultado de la composición dispuesta por el Artículo 186 de la Ley 1753 de 2015 entre el Sistema de Competitividad e Innovación y el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para consolidar un único sistema, en el cual se identifican dos roles clave: el de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación (CNCI) y el del Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación (CACTI).

Moncayo Jiménez (2018) afirma que los temas que orienta la CNCI tienen un alto perfil político, debido a que está liderada por el presidente de la República. En ese orden, resulta preciso que la nueva instancia de dirección del SNCCTI guarde el vínculo directo que tiene la CNCI con la Presidencia de la República, como lo dispone el Conpes 3866 de 2016 (Departamento Nacional de Planeación, 2016), con el fin de consolidar una política de Estado en esta materia. De lo anterior, el autor resalta la importancia que tiene la relación armónica entre la existencia y el funcionamiento de estos dos órganos bajo el mismo instrumento normativo, teniendo en cuenta que el primero proviene de creación administrativa y el segundo es de creación legal, y que, además, debe preservar el vínculo directo a nivel presidencial.

Moncayo Jiménez indica que, adicional a la integración horizontal entre el Sistema de Competitividad e Innovación y el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, debe darse la integración vertical entre las distintas instancias departamentales que forman parte de estos sistemas, lo cual se logra mediante el ajuste de las estructuras de las Comisiones Regionales de Competitividad bajo la premisa de interlocución con el Gobierno nacional.

Asimismo, este autor señala que las Comisiones Regionales de Competitividad (CRC) articulan el nivel central de gobierno con el nivel departamental. Sin embargo, para un alcance regional, los CODECTI son la principal estructura en donde se reúnen los diferentes actores de las regiones en torno a las decisiones del SNCTI. Bajo el Decreto 584 de 2017 se definen a los CODECTI como “la instancia asesora de los gobiernos departamentales y encargados



de orientar la formulación, implementación y gestión de políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel territorial”.

En torno a la Ley 1753 de 2015 y al Decreto 584 de 2017, Moncayo Jiménez identifica lo que ha denominado una “discrepancia normativa” respecto al papel de las Comisiones Regionales de Competitividad y de los CODECTI, puesto que la primera asigna a la CRC la coordinación de todas las demás entidades departamentales de promoción del desarrollo, incluidos los CODECTI, mientras que el Decreto 584 define a estos últimos como “la instancia asesora de los gobiernos departamentales y encargados de orientar la formulación, implementación y gestión de políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación a nivel territorial, de forma articulada con Colciencias” (Moncayo Jiménez, 2018, p. 9). Este autor también aclara que la articulación entre los sistemas recae en la Ley 1286 de 2009, mediante la cual Colciencias debe “Velar por la consolidación, fortalecimiento y articulación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) con las entidades y actores del sistema, en estrecha coordinación con el Sistema Nacional de Competitividad” (p. 9-10).

La definición clara de una estructura para las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTei) y para la articulación de los actores relacionados con dichas actividades orientadas a la competitividad, resulta relevante en un país como Colombia, en donde los avances en estos temas son escasos en comparación con países de alta industrialización. No obstante, además de la estructura y de la definición de funciones y actores, se requiere de la gestión para dinamizar los recursos y optimizar su aprovechamiento. Es por ello por lo que el tema de la gestión debe complementar la revisión mostrada en esta sección, con el fin de obtener un panorama general de los tópicos que son clave en este libro.

## 1.2. Concepto de gestión tecnológica

La gestión tecnológica (GT) tiene varias disyuntivas semánticas producto de la evolución que han tenido en el tiempo los conceptos de tecnología y gestión. Este será objeto de estudio en el cuarto capítulo de esta obra. Por ahora, basta informar que, para el desarrollo de este libro, se entiende la gestión tecnológica como el proceso que recoge las bases de la administración con una vocación proactiva e innovadora para realizar la planeación, coordinación, implementación, control y dirección de los procedimientos relacionados con el desarrollo tecnológico de la organización, de forma que permita alinearlos con los objetivos estratégicos plasmados en su visión.

### 1.2.1. Visión estratégica de la gestión tecnológica

Horwitch y Stohr (2012) proponen que para que una organización pueda alinear su estrategia con la GT, debe afrontar los retos mediante el desarrollo de las siguientes capacidades en las personas que gestionan la tecnología:

- *Conciencia social que permita integrar soluciones sostenibles en sistemas sociales y económicos, en economías avanzadas y emergentes.*
- *Gestionar organizaciones virtuales que abarquen diferentes regiones, culturas o naciones.*
- *Gestión de cadenas de valor con conocimiento intensivo en finanzas, cuidado de la salud, entretenimiento y gobierno. Prestación de servicios orientados al cliente.*
- *Reconocer tendencias en tecnología relevantes que puedan llevar a una innovación disruptiva que tenga influencia sobre un campo de interés particular y, a partir de ahí, desarrollar una estrategia a mediano o largo plazo para su organización.*
- *Reconocer y desarrollar ideas, no solo al interior de su empresa, sino también desde redes con otras empresas y consumidores tanto en mercados desarrollados como emergentes.*
- *Valoración de activos intangibles, invenciones tecnológicas, conocimiento de proceso, patentes, secretos comerciales y el conocimiento de la estructura empresarial.*

- *La creación y anticipación de nuevas interfaces tecnológicas que combinen estética y utilidad, por medio de la gerencia de grupos multidisciplinarios.*
- *La explotación de ideas innovadoras con base en el uso intensivo de herramientas matemáticas e informáticas tales como: minería de datos, gestión de riesgo, aprendizaje de máquina y análisis de redes sociales.*

Para Ortiz-Cantú y Pedroza-Zapata (2006) resulta de vital importancia la misión y visión organizacional (estrategia corporativa: ¿qué?, ¿cómo? y ¿para qué?) y su interacción con el mercado y medio ambiente, de forma que pueda generar auténtico valor para el consumidor o usuario, permitiendo diferenciar aquellas tecnologías que son claves para la organización. Esto con el fin de direccionar la estrategia tecnológica en cuatro horizontes: venta de tecnología propia, uso de tecnología propia, compra de tecnología externa y combinación de las estrategias anteriores.

### **1.3. Gestión tecnológica en las Fuerzas Armadas**

Desde el principio de las civilizaciones, las ventajas militares y civiles han estado estrechamente relacionadas. El hombre primitivo identificaba en una simple estaca de madera dos posibilidades: la militar, cuando utilizaba dicha estaca para fines combativos; la civil, cuando esta era usada para la construcción de un refugio o la generación de fuego. Sin embargo, a través de la historia, se le otorgó mayor relevancia a las decisiones que favorecen al ámbito bélico, puesto que se les adjudica el componente de seguridad para la comunidad: si dos partes entraban en conflicto (y aún hoy), aquella que tuviese la mayor ventaja a nivel militar o combativo, tendría una mayor probabilidad de ganar.

En la actualidad, cuando se hace referencia a las fuerzas militares, indirectamente se abordan varios términos que están arraigados a lo que un estado concibe como fuerzas armadas, como lo es el de la “seguridad”. Jordan et al., (1994) se refieren a la seguridad de un Estado como la protección del pueblo y del territorio de la nación contra asalto físico, señalando que el concepto se equipara al término “defensa”, pero que, si se hace referencia a la seguridad

nacional, también implica la protección de intereses vitales políticos y económicos, cuyo menoscabo amenaza los valores fundamentales del Estado.

Es por ello por lo que, a partir del siglo XX, y especialmente tras la segunda guerra mundial, el presupuesto destinado a la investigación y desarrollo (I+D) en el ámbito de las fuerzas armadas ha incrementado considerablemente, evidenciando una clara respuesta a la evolución de los conflictos bélicos ocurridos en el siglo XX y a la importancia que se les adjudica a las capacidades de las fuerzas armadas en una nación.

Las actividades más habitualmente relacionadas con la defensa nacional son las que están referidas a las fuerzas armadas y la guerra. Sin embargo, otras actividades y políticas están íntimamente relacionadas con ella, como la investigación y desarrollo de tecnología punta, la provisión de materias primas estratégicas y alimentos, la industria básica y la ocupación del territorio.

Los presupuestos de defensa, en algunas naciones, logran ser los más altos frente a otros sectores como el de salud o educación. Dicha superioridad surge de la importancia que ostenta la defensa nacional a la hora de tomar decisiones, pues es clave brindar un soporte a las instituciones que componen el Estado. Con esta destinación de presupuesto y aumento de capacidad bélica, los países buscan lograr cierto nivel de desarrollo para garantizar la seguridad de sus ciudadanos y salvaguardar su soberanía por medio de un ambiente que logre disuadir las actividades hostiles y posibles agresiones por parte de agentes externos, e incluso internos.

Históricamente, las fuerzas armadas han sido instrumentos claves en el desarrollo de la guerra y la constitución de las naciones. Habitualmente su imagen e impacto se asocian a la infantería, a las armas que poseen y, en general, a todo el instrumental bélico. Como ejemplo, el ejército romano es reconocido como una de las más efectivas y duraderas fuerzas armadas de la antigüedad. Su innovación, tanto en armas como en sus tácticas, les permitió desarrollar capacidades con las que lograron superioridad en el campo de batalla.

Desde sus inicios, el poseer un ejército le permitió a Roma defender sus terrenos y a sus habitantes, pero a medida que se expandía y chocaba con

adversarios cada vez más poderosos y con ejércitos y armamentos más sofisticados, las fuerzas romanas se enfrentaron a una realidad que les exigía avanzar en materia bélica o quedar relegados a la derrota y a la posterior aniquilación. Como resultado, hoy en día nuestra cultura está fuertemente influenciada por la tradición romana, cuyo éxito en gran parte se debe a una refinada constitución de sus fuerzas legionarias.

No obstante, detrás de todos estos elementos se halla un esfuerzo técnico y tecnológico que los respalda y que no debe pasar desapercibido, pues la vanguardia tecnológica a nivel mundial se encuentra en el sector militar. La gestión tecnológica en las fuerzas armadas es de vital importancia para un efectivo desempeño y para lograr la superioridad tecnológica con capacidades de anticipación y respuesta, de manera que se asegure la disponibilidad de medios para afrontar amenazas de todo tipo, así como el acortamiento de los tiempos para obtener e implementar tecnologías eficaces, reducir el riesgo de obsolescencia tecnológica y optimizar los recursos destinados al desarrollo y uso de equipamiento, generando competencias para su aprovechamiento (Bravo, 2007).

La inteligencia estratégica es un tema clave relacionado tradicionalmente con el ámbito militar, en donde surgió, al igual que el concepto de estrategia, pero que se ha expandido a campos como el económico y el empresarial, y se define en dicho contexto como la capacidad de resolver problemas y el conocimiento para la toma de decisiones, en la formulación de políticas, la planeación militar y la identificación de alertas y riesgos (García, 2012).

De manera similar, en el ámbito empresarial se han desarrollado sistemas formalizados de inteligencia estratégica que facilitan identificar capacidades internas y desafíos del entorno por medio de la transformación de datos en conocimiento con valor estratégico, e incluso se han desagregado para abordar aspectos económicos, organizacionales, comerciales, tecnológicos y competitivos (Torres et al., 2010). Particularmente los sistemas de inteligencia tecnológica resultan relevantes cuando se aborda la gestión tecnológica de las organizaciones, y en el caso analizado, para las fuerzas armadas será interesante abordar los componentes de dicho sistema, que de acuerdo con

Castellanos Domínguez y Jiménez Hernández (2004), son tres: manejo de información, proceso de inteligencia y estrategias e impactos; así mismo, uno de los atributos del sistema es el tiempo, por lo que se requerirá del empleo de metodologías de gestión tecnológica que respondan a este factor.

Surgen entonces varias metodologías que responden a las preguntas ¿qué ocurrió?, ¿qué ocurre?, ¿qué ocurrirá? como la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, el *benchmarking* y la prospectiva.

La vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva abarcan la pregunta “¿qué ocurrió?” e implican la identificación de los desarrollos y avances que ha tenido el sector bélico, con el fin de reconocer oportunidades y amenazas para tomar decisiones basadas en información histórica y hechos concretos (Castellanos Domínguez et al., 2011). La siguiente metodología es el *benchmarking*, que se centra en el presente, en el estado actual del sector en el cual se mueve la organización para tomar decisiones basadas en el aprendizaje a partir de las capacidades de I+D que conformen las mejores prácticas identificadas. Por último, aparece la prospectiva, cuyo objetivo es realizar un pronóstico con un elevado nivel de objetividad que dé respuesta a la pregunta final “¿qué ocurrirá?”.

Estas tres metodologías son especialmente útiles en el sector militar cuando se toman como referencia los eventos que marcaron la historia para las fuerzas armadas de una o varias naciones. Ejemplo de ello son las dos guerras mundiales: según Orti (2007), se evidenció que los mayores avances tecnológicos en las fuerzas armadas de las naciones involucradas se dieron tras dichas guerras.

Una guerra, ya sea mundial o regional, o incluso el riesgo latente de un conflicto entre dos o más naciones en la última década, es una excelente oportunidad para realizar un proceso de inteligencia estratégica, pues uno de los objetivos estratégicos de las fuerzas armadas es disminuir al máximo las probabilidades de que tanto ellas como la nación o población a la cual sirven sean vulnerados, es decir, propenden hacia el mayor control posible de los resultados reales o hipotéticos de escenarios de posconflicto. Por tanto, los

esfuerzos para fortalecer la I+D en el sector bélico a través de la gestión de tecnología y la innovación repercuten directamente en la inteligencia tecnológica y, por ende, en el proceso de inteligencia estratégica.

### **1.3.1. Gestión tecnológica en las Fuerzas Armadas de Colombia**

Para el caso de un país en desarrollo como Colombia es de vital importancia realizar un adecuado proceso de gestión tecnológica, puesto que la doctrina organizacional que se tiene es considerablemente rústica. Sin embargo, recientemente se ha puesto en marcha un proceso de reforma llamado Damasco, el cual busca precisamente acabar con los diversos paradigmas culturales que han impedido una adecuada evolución y adaptación tecnológica por parte de las fuerzas armadas del país (Rojas Guevara, 2017).

Según lo anterior, es fundamental hacer gestión del conocimiento, así como identificar y, de ser necesario, modificar el “saber hacer” de la organización, puesto que, en muchos casos, este puede regirse por lineamientos que impiden el progreso en cuanto recursos tecnológicos se refiere. Para lograr dicho cometido, Colombia realizó un análisis comparativo (*benchmarking*) en donde se analizaron los lineamientos de Estados Unidos y Chile en términos militares, para así diseñar estrategias que se adaptaran al contexto colombiano, puesto que no basta con desarrollar procesos de transferencia tecnológica, ya que no existe una valoración adecuada de estos ni el conocimiento necesario para su asimilación y correcta utilización.

En la actualidad existe un tipo de innovación muy arraigada en las organizaciones involucradas en la guerra, denominada innovación vertical, la cual consiste en transmitir conocimiento y generar ideas siguiendo la cadena de mando, es decir, de arriba abajo. Aunque esto sea lo más común, no necesariamente es lo ideal en todos los casos. Según Foley (2012), durante la Primera Guerra Mundial el ejército alemán implementó un tipo de innovación distinto, que ha sido olvidado poco a poco: la innovación horizontal, la cual consiste en la transmisión de conocimiento entre agentes que pertenecen al mismo nivel jerárquico, entre la misma infantería. Este tipo de innovación

tiene grandes ventajas, entre ellas la rápida adaptación a una cierta situación hostil o de eminente desventaja, como lo demostró el ejército alemán, obteniendo un gran provecho de esto.

Como primera alternativa para lograr procesos de innovación horizontal pueden desarrollarse sistemas de información y plataformas a cuya red pertenezcan todos los niveles jerárquicos de la organización y exista la posibilidad de un intercambio de información entre ellos, como han empezado a hacerlo el Reino Unido y Estados Unidos con sus fuerzas armadas (Foley, 2012). Este mecanismo permite que las unidades puedan transmitir su conocimiento tácito, asociado a sus experiencias en combate y entrenamientos, a las demás unidades de manera rápida y eficaz, transformando dicho conocimiento en explícito, y así crear nuevas tácticas, formaciones y estrategias eficaces en poco tiempo.

Una segunda alternativa está relacionada con dos procesos simultáneos: transferencia tecnológica y gestión del conocimiento. Según Sennersten (2010), se han desarrollado diversos modelos de simulación basados en las operaciones de entrenamiento militar con el fin de hacerlos lo más verosímiles posibles, pese a ello, existen problemas de adaptación al ámbito militar real, además de que los conflictos y avances tecnológicos están en constante cambio.

Debido a lo anterior, es pertinente utilizar un mecanismo de aprendizaje automatizado, aprendiendo del entorno real de ejecución, así como del proceso mismo de aprendizaje (Roessingh et al., 2017), por lo cual se han diseñado simulaciones de operaciones militares basadas en el aprendizaje de máquinas (*machine learning*), puesto que una de las principales dificultades es el proceso de interiorización de conocimientos por parte de las unidades de las fuerzas militares.

El aprendizaje de máquina, de la mano con la utilización de inteligencia artificial (IA) para simular entornos de entrenamiento y ejecución de operaciones militares, es ideal para la adaptación de dicho entorno de simulación a la realidad, ya que basa su ejecución en el aprendizaje de máquinas, por lo cual será cada vez más parecido a la realidad, sin la necesidad de que la vida



del uniformado tenga que correr riesgo para adquirir dichas experiencias y conocimiento tácito.

Finalmente, debe mencionarse que quizá uno de los procesos de gestión tecnológica más frecuentes realizado por las fuerzas armadas de cada país es aquel relacionado con la transferencia de tecnología inversa, es decir, del sector bélico hacia el sector civil, dada la vanguardia tecnológica a nivel mundial que se soporta en procesos relativos a la guerra. Muchos de los desarrollos tecnológicos usados hoy en día por la población civil a nivel mundial surgieron en el sector bélico, por lo que invertir en desarrollo y gestión tecnológica en el sector militar es, muchas veces, invertir en el sector civil a largo plazo. Pese a ello, como se mencionó anteriormente, es importante que el sector militar también realice procesos de transferencia tecnológica de los sectores del mercado que puedan ser aplicables a la milicia con el objetivo de incentivar el desarrollo de habilidades y conocimientos, aumentando cada vez más la efectividad y disminuyendo la incertidumbre y el riesgo.

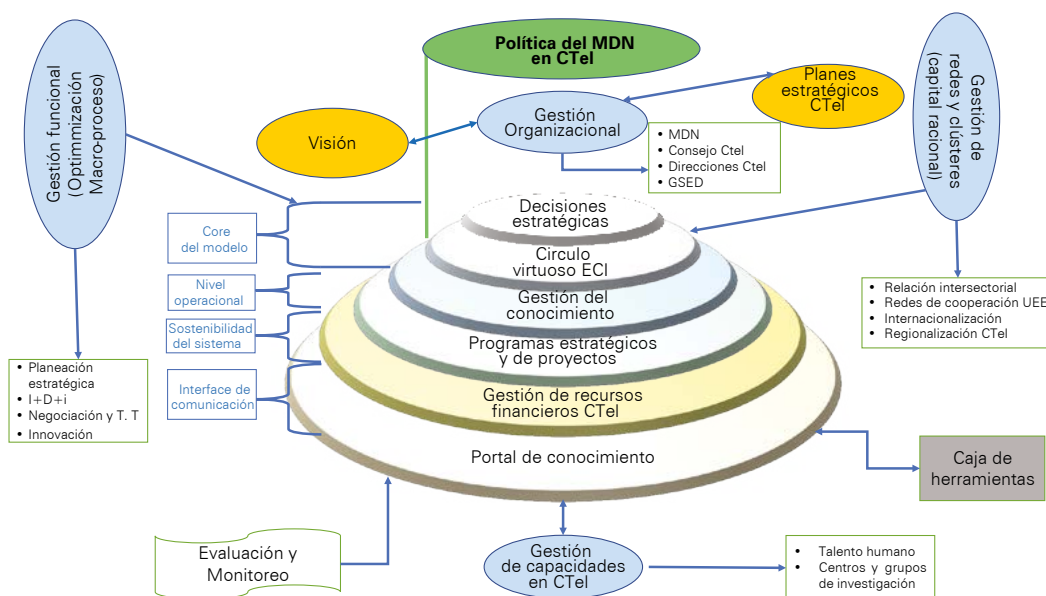
Para el contexto colombiano se abordarán dos estudios sobre la gestión tecnológica relacionada con las fuerzas armadas: el primero (Domínguez Martínez et al., 2012) es el desarrollado por la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR), un reconocido astillero perteneciente al Grupo Social y Empresarial para la Defensa y Bienestar (GSED) y que es referente en la gestión tecnológica de las instituciones del sector defensa colombiano. En su mapa de procesos para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), el GSED jerarquiza los procesos estratégicos de la organización (planificación y direccionamiento estratégico, diagnóstico tecnológico y prospectiva), los procesos de gestión de I+D+I (inteligencia empresarial, transferencia de conocimiento, formulación de proyectos, gestión de resultados de ciencia, tecnología e innovación y gestión de proyectos) y los procesos que apoyan esta gestión (logística, talento humano, diseño, mejora continua, TICS). COTECMAR ha realizado ejercicios de diagnóstico y balance tecnológico en 2003, 2006 y 2010. El último balance consolidó la metodología a replicar en esfuerzos posteriores por parte de esta institución.

El segundo estudio se refiere a la propuesta del Ministerio de Defensa Nacional junto con la Universidad del Rosario para realizar la gestión tecnológica del sector. Como resultado de este esfuerzo se despliega un esquema que se asocia con el modelo OSI de redes (Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario, 2010).

Sobre la parte central de la Figura 1.1. se muestran seis capas. La primera capa es el portal de conocimiento asociado con la capa física en la que se hace evidente la necesidad de crear un medio de difusión de conocimiento con el objetivo de divulgar los desarrollos del sector a nivel interno y horizontal entre las fuerzas. La segunda capa habla de la gestión de recursos financieros para la ciencia, tecnología e innovación, procurando que esta sea sostenible. La tercera muestra la ejecución de proyectos y programas estratégicos operacionales para promover la gestión tecnológica. Finalmente, el núcleo central del modelo se despliega en las otras tres capas: la gestión del conocimiento, el círculo virtuoso entre educación, ciencia e investigación y la toma de decisiones estratégicas.

Este esquema en capas sugiere que su ejecución debe apoyar la creación de políticas en torno a la ciencia, la tecnología y la innovación (CTei) para el Ministerio de Defensa, de modo que se articulen con la visión de este ministerio y los planes estratégicos de cada uno de los participantes. Alrededor del esquema en capas se muestran tres gestiones que se han denominado funcional, de capacidades CTI, y de redes y clústeres. La primera se orienta a los procesos propios de la fuerza, entre los que se incluyen la planeación estratégica, la I+D+I, junto con los procesos de negociación y transferencia tecnológica. La gestión de capacidades CTei relaciona el desarrollo de planes de carrera y de talento humano.

Figura 1.1. Propuesta para la gestión tecnológica del sector



Fuente: adaptado de Ministerio de Defensa y Universidad del Rosario, 2010.

Por su parte, la gestión de clústeres y redes resalta la necesidad de que el sector defensa se relacione con otros sectores, fortalezca su vínculo con el sector empresarial y la academia, y tenga una visión de internacionalización. La evaluación y el monitoreo aparecen como un elemento auxiliar al sistema que realimenta principalmente el desempeño de las actividades desarrolladas en torno a la CTei. La caja de herramientas incluye aquellas técnicas propias de la gestión tecnológica que soportan los procesos descritos anteriormente (balance tecnológico, vigilancia, prospectiva, transferencia, comercialización, etc.).

## Referencias

- Bravo, Clemencia (2007). La gestión tecnológica en las fuerzas armadas: un factor clave en la mejora de su capacidad operativa y en la optimización de inversiones. *Tecnología y Fuerzas armadas*. (p.p. 128-177). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/562653.pdf>
- Castellanos Domínguez, O. F. (2007). *Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos Domínguez, O. F.; Fúquene Montañez, A. M.; Ramírez Martínez, D. C. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos Domínguez, Oscar F.; Jiménez Hernández, Claudia Nelcy. (2004). Importancia de la inteligencia en la gestión tecnológica de las organizaciones contemporáneas. *XXIII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*. (pp. 3883-3898). Octubre, Curitiba, Brasil. [https://www.researchgate.net/publication/257308144\\_Importancia\\_de\\_la\\_inteligencia\\_en\\_la\\_gestion\\_tecnologica\\_de\\_las\\_organizaciones\\_contemporaneas](https://www.researchgate.net/publication/257308144_Importancia_de_la_inteligencia_en_la_gestion_tecnologica_de_las_organizaciones_contemporaneas)
- Decreto 2828 de 2006. [Presidencia de la República]. por el cual se organiza el Sistema Administrativo Nacional de Competitividad y se dictan otras disposiciones. 23 de agosto de 2006.
- Decreto 1475 de 2008 [Presidencia de la República]. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2828 de 2006 y el Decreto 061 de 2007 para incluir al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, como miembro de la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional de Competitividad y como Coordinador Nacional de las Comisiones Regionales de Competitividad. 7 de mayo de 2008.
- Decreto 1500 de 2012 [Ministerio de Comercio, Industria y Turismo]. “Por medio del cual se dictan medidas para la organización, articulación y funcionamiento del Sistema Administrativo Nacional de Competitividad e Innovación”. 13 de julio de 2012.
- Decreto 1649 de 2014 [Presidencia de la República]. “Por el cual se modifica la estructura del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República.” 2 de septiembre de 2014.
- Decreto 1074 de 2015 [Ministerio de Comercio, Industria y Turismo]. “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo.” 26 de mayo de 2015.
- Decreto 584 de 2017 [Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación]. “Por el cual se reglamenta los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación - CODECTI”. 4 de abril de 2017.

- Decreto 1651 de 2019 [Departamento Administrativo de la Presidencia de la República]. “Por el cual se adiciona el título 8 a la Parte 1 del Libro 2 del Decreto 1081 de 2015, Decreto Reglamentario Único del Sector Presidencia de la República, para establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación”. 11 de septiembre de 2019.
- Departamento Nacional de Planeación. (14 de agosto de 2006). *Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad* (Documento Conpes 3439). Bogotá, Colombia: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación. (8 de agosto de 2016). *Política Nacional de Desarrollo Productivo* (Documento Conpes 3866). Bogotá, Colombia: DNP.
- Domínguez Martínez, P.; Saravia Arenas, J.; Ortega Buelvas, M. M. [compiladores]. (2012). *Informe de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. ACTI 2011*. COTECMAR.
- Foley, R. (2012) A Case Study in Horizontal Military Innovation: The German Army, 1916-1918, *Journal of Strategic Studies*, v. 35, n. 6, 799-827. <https://doi.org/10.1080/01402390.2012.669737>
- García, Francisco J. (2012). Inteligencia estratégica. *Nuevas guerras. Nuevas paces*. (pp. 155-186). Monografías del Ceseden No. 131. <https://publicaciones.defensa.gob.es/nuevas-guerras-nuevas-paces.html>
- Horwitch, M.; Stohr, E. A. (2012). Transforming Technology Management Education: Value Creation-Learning in the Early Twenty-First Century. *Journal of Engineering and Technology Management*, v. 29, n. 4, 489—507. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2012.07.003>
- Jordan, A. A.; Taylor, W. J.; Korb, L. J. (1994). *American National Security: Policy and Process* (third edition). The John Hopkins University Press.
- Ley 1286 de 2009. Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. 23 de enero de 2009. D. O. n. ° 47241.
- Ley 1753 de 2015. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. 9 de junio de 2015. D. O. n. ° 49538.
- Ley 1955 de 2019. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”. 25 de mayo de 2019. D. O. n. ° 50964.
- Ministerio de Defensa Nacional. (2016). *Plan Estratégico Del Sector Defensa y Seguridad. Guía de Planeamiento Estratégico 2016-2018*. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/Sobre\\_el\\_Ministerio/Planeacion/Politiccas/PES\\_dic\\_2018.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/Sobre_el_Ministerio/Planeacion/Politiccas/PES_dic_2018.pdf)

- Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario. (2010). *Diseño del Modelo de Gestión Tecnológica en el Sector Defensa. Informe parcial Fase I del proyecto sobre la Implantación del Sistema de Gestión Tecnológica*. Contrato Ministerio de Defensa-Universidad del Rosario. [Informe no publicado].
- Moncayo Jiménez, E. (2018). *Propuestas para profundizar la regionalización y descentralización del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación*. Documento 482. Dirección de Estudios Económicos, Departamento Nacional de Planeación (DNP). *Propuestas para profundizar la regionalización y descentralización del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación Separata No. 6 de 6* (dotec-colombia.org)
- Orti, Juan. (2007). Antecedentes. En *Tecnología y Fuerzas armadas*. (pp. 10–28). Monografías del Ceseden No. 94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4842178>
- Ortiz-Cantú, S. J., & Pedroza-Zapata, Á. R. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management y Innovation*, v. 1, n. 2, 64-82. <http://hdl.handle.net/11117/2134>
- Roessingh, J. J.; Toubman, A.; van Oijen, J.; Poppinga, G.; Luotsinen, L.; Løvlid, R. A.; Hou, M. (2017). Machine Learning Techniques for Autonomous Agents in Military Simulations — Multum in Parvo. In *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, Banff, AB, 2017, pp. 3445-3450 <https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8123163>
- Rojas Guevara, P. J. (2017). Doctrina Damasco: eje articulador de la segunda gran reforma del Ejército Nacional de Colombia. *Revista Científica General José María Córdova*, v.15, n. 19, 95-119. <https://dx.doi.org/10.21830/19006586.78>
- Sennersten, C. (2010) *Model-based Simulation Training Supporting Military Operational Processes*. Blekinge Institute of Technology.
- Torres, Luz Marina; Castellanos Domínguez, Oscar F.; Jiménez Hernández, Claudia Nelcy. (2010). Valoración de la eficiencia de los sistemas de inteligencia tecnológica. *Ingeniería e Investigación*, v. 30, n. 3, p. 106-115. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/31602>

# CAPÍTULO 2

## RETOS EN LAS INSTITUCIONES MILITARES EN ÉPOCAS DE CAMBIO

---

Jonathan Bermúdez Hernández  
*Magister en Administración*  
*Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
*jonathanbermudez@itm.edu.co*

Eliana María Villa Enciso  
*Magister en Ingeniería Administrativa*  
*Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
*elianavilla@itm.edu.co*

Laura Marcela Gaviria Yepes  
*Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación*  
*y Desarrollo Regional*  
*Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
*lauragaviria133989@correo.itm.edu.co*

Karen Cristina Hormecheas Tapia  
*Ingeniera Industrial*  
*Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín*  
*kchormecheat@unal.edu.co*

*En este capítulo se presenta una reseña histórica del conflicto armado colombiano. En primer lugar, se hace referencia del nacimiento de los principales conflictos armados que ha sufrido el país, las variables demográficas, políticas y económicas que dieron origen a los principales grupos armados al margen de la ley y las acciones que diferentes gobiernos han adelantado para intentar dar solución a ellos por la vía del diálogo. Posteriormente, se hace un recuento del nacimiento de las Fuerzas Militares colombianas, su organización, el rol fundamental que han tenido en el marco de los diferentes conflictos armados y su papel en los acercamientos por parte de los gobiernos para dar fin a ellos. De manera particular, en este apartado se amplía la información relacionada con el acuerdo al que llegaron el gobierno colombiano y la guerrilla de las FARC. Finalmente, en este capítulo se hace alusión a los retos que enfrentan las Fuerzas Armadas Militares de Colombia en el escenario que dejaron estos acuerdos, el nuevo rol que deben asumir y la posible reorganización que deben sufrir.*



## 2.1. Colombia, un país en conflicto

Colombia es un país signado por un conflicto interno, cuyo periodo exacto de inicio ha sido debatido por diversos autores. Algunos mencionan que se pueden rastrear como antecedentes o causales del conflicto las luchas agrarias, la época conocida como La Violencia o el Frente Nacional (Peña González, 2018).

La historia reciente y detonante de la violencia en el país se encuentra enmarcada en el periodo 1946-1953, donde se acentúa y se degrada el conflicto bipartidista. Producto de ello, comenzaron a formarse grupos armados de ambos bandos; por un lado, las autodefensas de sectores conservadores, conformadas por el Ejército y civiles armados (las de estos últimos se denominaban “los Pájaros”) y por el lado liberal, guerrillas creadas por civiles militantes de dicha ideología y como forma de resistencia hacia la represión del gobierno (Vásquez Piñeros, 2007).

El desplazamiento, uno de los fenómenos más fuertes de la violencia, comenzó con una gran ola durante la época de la violencia bipartidista, en la cual expulsaron del campo aproximadamente a dos millones de personas (Estrada Álvarez et al., 2015). Adicionalmente, se menciona que a partir del regreso de los destacamentos nacionales enviados a la guerra de Corea entre los años 1951 y 1954, y de las estrategias por ellos adquiridas en luchas anti-subversivas en ese escenario, se comienza a comprender que era necesario el uso de las armas en el territorio nacional para preservar la seguridad del país (Tarazona, 2014).

Mientras que en los años 50 en Colombia los campesinos se organizaban en formas de lucha, en Suramérica un joven idealista con ideologías de izquierda recorría el continente con la esperanza de un cambio frente a las políticas capitalistas. En 1959, con la Revolución cubana y con el marxismo en su apogeo, Estados Unidos pierde su injerencia en la isla, mientras que Ernesto “el Che” Guevara inicia de nuevo un viaje con el que intenta expandir la ideología de izquierda en Latinoamérica (Guerra Vilaboy & Maldonado, 2009). Estos hechos, aunados a la guerra de Vietnam, crearon una generación de jóvenes con una perspectiva diferente.

Por su parte, el Partido Comunista Colombiano (PCC), si bien tiene sus comienzos a inicios del siglo xx con los movimientos obreros y sindicales, adquiere mayor relevancia en los años 50. Después de que el presidente de turno, el general Gustavo Rojas Pinilla, que había llegado al poder producto de un golpe militar, entregara su mandato, los partidos tradicionales colombianos, el Liberal y el Conservador, acuerdan crear la figura denominada Frente Nacional con la cual, para evitar enfrentamientos, se alternarían el poder durante 16 años. Aunque ello parecía ser una solución eficaz frente a los conflictos sucesivos desde la muerte de Gaitán, esta decisión carecía de poder democrático (Trejos & González Arana, 2013).

En 1964 se conformaron las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), guerrilla comunista que se convertiría en la más antigua de todo el hemisferio occidental, y a su vez, en el objetivo de las Fuerzas Militares de Colombia (Noscué Mera, 2017). Ese mismo año, a partir del denominado plan Lazo, se busca que el Ejército tenga una participación no política para solucionar el conflicto interno. Sin embargo, la autonomía otorgada al brazo armado para la recuperación de territorios campesinos solo logró el surgimiento de nuevos actores armados como el Ejército de Liberación Nacional (ELN), el Ejército Popular de Liberación (EPL) en 1967 y el Movimiento 19 de abril (M-19) en 1970 (Jaime Contreras, 2003; Pastrana & Vera, 2018). El surgimiento de estos movimientos armados tenía como condiciones fundamentales la existencia de una ideología social revolucionaria y descontenta, con incidencia en el campo y en los sindicatos, así como la posesión de armas.

Aunque las guerrillas de corte marxista, comunista y socialista se crearon como supuesto mecanismo de protección para el pueblo debido a la represión del Estado, también ellas cometieron excesos contra los civiles, por lo que en algunos sectores surgió el descontento frente a estos grupos. Desde la literatura no es preciso determinar el surgimiento de un fenómeno de paramilitarismo, aunque algunos autores señalan que este es una extensión de los movimientos chulavitas o de “los Pájaros” provenientes desde mitad del siglo xx; otros mencionan que fueron grupos creados por ganaderos para proteger sus intereses; están quienes mencionan que el surgimiento se dio por parte del campesinado inconforme por los abusos de la guerrilla, y otros

más mencionan el fenómeno como labor del narcotráfico (Rivas Nieto & Rey García, 2008).

La aparición del paramilitarismo en Colombia recrudece la guerra. La ofensiva antiguerrillera es cada vez más sangrienta y de nuevo miles de vidas se pierden (principalmente en el campo) en incursiones cargadas de sadismo, que, a su vez, generan desplazamientos masivos hacia los centros urbanos, donde las víctimas pasan a configurar nuevas fuentes de pobreza y a nutrir el conflicto social. Paralelamente, las Fuerzas Militares adquieren el desafío de combatir a varios actores al margen de la ley. El segundo periodo histórico del conflicto se caracterizó por la aparición de nuevos actores en el conflicto —narcotraficantes y paramilitares—, la consolidación de las guerrillas y un fuerte descontento social, político y económico.

Entre los años 80 y 90, el narcotráfico impactó en el conflicto al darle una fuente de financiación, tanto a las guerrillas como a los paramilitares, y además produjo un debilitamiento del Estado profundizando con ello la guerra interna (Tawse-Smith, 2008). Durante el periodo 1982-1980, los gobiernos de Belisario Betancur y Virgilio Barco generaron una fuerte ofensiva hacia la insurgencia guerrillera, aunque al mismo tiempo procuraron salidas negociadas al conflicto. Los diálogos fracasaron y, de paso, otro fenómeno naciente como el narcotráfico desvió la atención del gobierno hacia figuras como Pablo Escobar y otros narcotraficantes que parecían consumir todos los esfuerzos y recursos del gobierno; esto agravó la guerra y supuso un fortalecimiento de las guerrillas. Sin embargo, en este mismo periodo se genera un proceso de paz liderado por el presidente Belisario Betancur —basado en la Ley 35 de 1982—, fundamentado en la concesión de amnistías a los combatientes, lo cual generó una tregua bilateral en el año 1984 con las FARC, el EPL y el M-19 (Melamed Visbal, 2014).

Para la época de los años noventa uno de los grupos guerrilleros más controvertidos, el M-19, se desmovilizó y se dio paso a la promulgación de una nueva Constitución. En los años siguientes, se generó aún más violencia por cuenta de narcotraficantes como Pablo Escobar que se oponían a que las leyes de extradición fueran aprobadas en el país. La declaración de guerra de

este personaje en contra del Estado marcó un hito importante en la historia del conflicto armado del país. Después de su muerte a principios de los años noventa, el fenómeno del narcotráfico se reorganizó en cabecillas de bajo perfil que se cuidaban de la vigilancia del Estado mientras libraban una guerra silenciosa que dejaba también muchos muertos, pero que a ojos del país no parecía tener tanta relevancia (Noscué Mera, 2017).

En el periodo presidencial de Andrés Pastrana (1998-2002) se avanzó en la negociación con el grupo más antiguo del momento y que para la fecha se encontraba fortalecido con un gran poder militar: las FARC, al mando de Manuel Marulanda Vélez. Estas parecían estar dispuestas a negociar, pero el grupo continuó con su ofensiva secuestrando y vulnerando derechos humanos. Fue muy común durante esta época el aumento de las denominadas “pescas milagrosas” que engrosaban el número de secuestrados. No solo la población militar sufría de este flagelo, sino también la población civil. Frente a este accionar, los diálogos fracasaron y la guerra se recrudeció y amenazó con llegar a las ciudades. De hecho, en este punto, las voladuras de torres de energía ya se trasladaban a las ciudades y la guerrilla de las FARC se fortalecía cada vez más (González Muñoz, 2015).

A comienzos del milenio, se eligió con una alta votación a Álvaro Uribe Vélez, quien se posesionó como presidente de la República del año 2002 al 2006 y, posteriormente, del 2006 al 2010 producto de una reelección. Su política de seguridad democrática prometía devolver al país, en especial al campo, la seguridad con la que hacía tiempo no se contaba. Bajo este nuevo enfoque, todos los esfuerzos del gobierno se volcaron hacia el fin de la guerra. Durante su mandato, la ofensiva se dio en varios frentes, lo que llevó a que la guerrilla se debilitara notablemente, factores como la recuperación de secuestrados en la “Operación Jaque”, la muerte por causas naturales de Manuel Marulanda Vélez y el bombardeo y muerte a jefes estratégicos de la guerrilla parecían sitiar a este grupo armado. Otro hecho importante durante el mandato de Uribe Vélez fue la desmovilización de los grupos paramilitares, hecho que mejoró notablemente la percepción de la población sobre el conflicto, ya que sus actores se reducían significativamente.

En el siguiente periodo, se posesionó un nuevo presidente, Juan Manuel Santos Calderón, un tanto distante de la ideología de su predecesor (Cortés et al., 2012). Se reconfiguraron los actores para intentar dar una salida política a un estado de continua guerra en busca de la paz. El nuevo presidente creía firmemente que la salida al conflicto no se daba a través de la guerra. Así, con las FARC debilitadas y una alta tasa de desmovilización por parte de los integrantes de este grupo, comenzó un nuevo proceso de paz que generó tal esperanza, que el presidente fue elegido para un segundo periodo presidencial para darle continuidad a ese proceso. El primero de diciembre de 2016 se firmó el Acuerdo de Paz con las FARC para darle fin al conflicto armado más antiguo del hemisferio occidental.

## **2.2. Las FF. MM. en el conflicto colombiano**

El inicio de las FF. MM. parte de la creación del Ministerio de Defensa, el 30 de agosto de 1820, que se llamó en aquel momento Secretaría de Marina y de Guerra. En 1886 se denominó Ministerio de Guerra y, posteriormente, en 1965 se le cambió a Ministerio de Defensa Nacional. El Ministerio de Defensa Nacional tiene como misión:

(...) contribuir a la gobernabilidad democrática, la prosperidad colectiva y la erradicación de la violencia, mediante el ejercicio de la seguridad y la defensa, la aplicación adecuada y focalizada de la fuerza y el desarrollo de capacidades disuasivas, con el fin de alcanzar condiciones de seguridad óptimas para garantizar la prosperidad democrática y el progreso nacional (Ministerio de Defensa Nacional, 2016, p. 11).

En esta sección se da cuenta del trasegar histórico del conflicto colombiano a partir del rol de las FF. MM., así como de la visión que se tiene para el año 2030 ante la perspectiva de una etapa de posconflicto, evidenciada en los retos de las FFMM para esta nueva etapa (ver sección 2.4.).

### **2.2.1. Las FF. MM. y su rol en el conflicto colombiano**

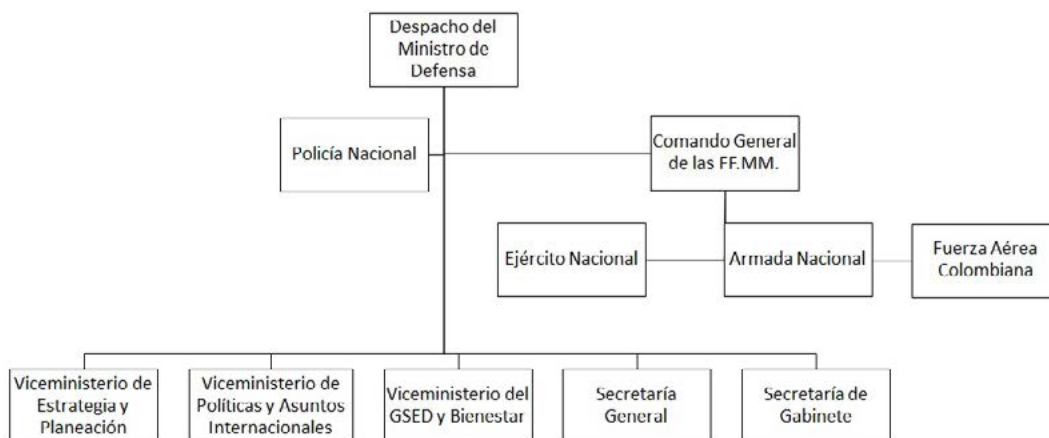
Como se observó en el apartado anterior, el conflicto interno colombiano ha tenido diversidad de actores y roles, así como causas y antecedentes, que lo convierten en un conflicto complejo compuesto por múltiples dinámicas que han dejado una impronta en el país. Uno de los actores principales en el conflicto han sido las Fuerzas Militares de Colombia (FF. MM.), las cuales han existido dentro del contexto de conflicto y seguridad que se ha dado, incluso, desde antes que Colombia se instituyera como república. Con uno de los conflictos más antiguos del hemisferio occidental, las FF. MM. de Colombia han librado la guerra con diferentes instituciones, estas son: el Ejército Nacional, la Armada Nacional de Colombia (ARC) y la Fuerza Aérea Colombiana (CGFM, 2018; Ariza Urango, 2008).

Las Fuerzas Militares de Colombia fundamentan su existencia mediante el Artículo n.º 217 de la Constitución Política de Colombia de 1991, el cual establece que:

La Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional. La Ley determinará el sistema de reemplazos en las Fuerzas Militares, así como los ascensos, derechos y obligaciones de sus miembros y el régimen especial de carrera, prestacional y disciplinario, que les es propio (FAC 2020, párr. 3).

Para cumplir su misión, el Ministerio de Defensa cuenta con el Comando General de las FF. MM. (CGFM) y la Policía Nacional de Colombia (PONAL). Bajo la dirección del CGFM, se encuentran las fuerzas militares compuestas por el Ejército Nacional (EJC), la Armada Nacional de Colombia (ARC) y las Fuerzas Aéreas (FAC). En la Figura 2.1. se puede evidenciar el organigrama del sector defensa en Colombia.

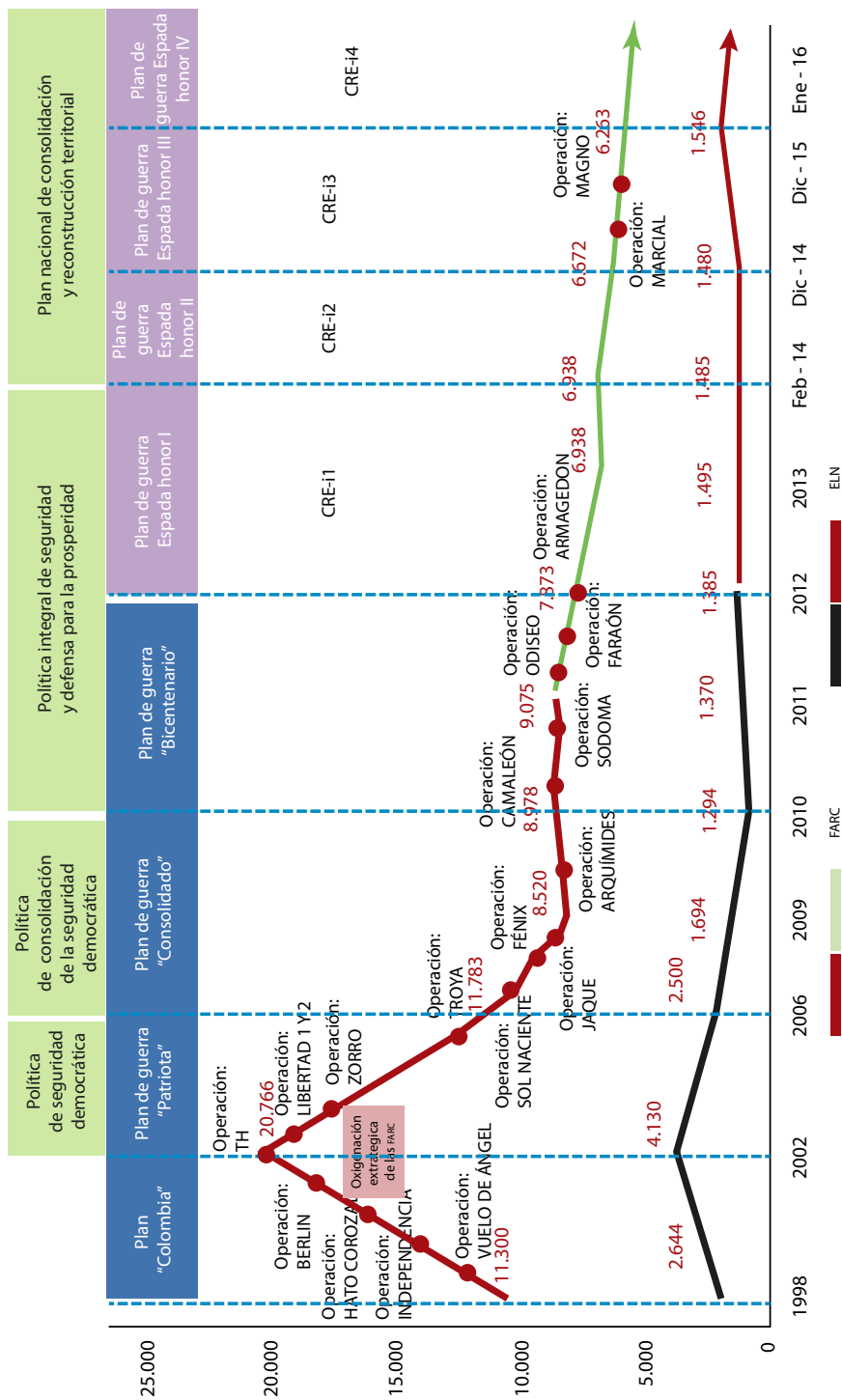
**Figura 2.1.** Organigrama del sector defensa en Colombia



Fuente: MinDefensa, 2016, p. 11.

Las FF. MM. se han convertido en un actor clave en el conflicto colombiano, ya que a través de las diferentes estrategias militares han apoyado el mantenimiento de la democracia en un país con un conflicto interno de más de cincuenta años. Es así como se logra convencer, a partir de acciones militares, a actores revolucionarios a negociar y discutir las condiciones para dejar las armas y a proponer ideas para construir un nuevo país. En la línea de tiempo (Figura 2.2.), se muestra el proceso evolutivo del ajuste de las estrategias militares que han impactado de manera positiva la lucha contra los grupos insurgentes y el nivel de efectividad de las diferentes estrategias de las Fuerzas Militares en beneficio de la seguridad en el país, que se logró inicialmente con la implementación de la estrategia del Plan de Guerra Patriota en el año 2002.

Figura 2.2. Línea de tiempo disminución del pie de fuerza de las organizaciones insurgentes



Fuente: Correa Consuegra, 2017.



Adicionalmente, la estrategia se apoyó en el Plan Colombia, lo cual generó una ofensiva contundente que permitió inclinar la balanza del conflicto a favor del Estado.

Plan Colombia: estrategia integral de cooperación bilateral constituida entre los gobiernos de Colombia y Estados Unidos. Se concibió en año 1999 durante las administraciones del presidente colombiano Andrés Pastrana Arango y el estadounidense Bill Clinton con el objetivo general de combatir las drogas ilícitas y el crimen organizado, para así contribuir a la reactivación económica y la consecución de la paz en Colombia, al tiempo que se fortalece el control sobre la oferta de drogas ilícitas. Este acuerdo está basado en el principio de responsabilidad compartida, según el cual se reconoce que el problema mundial de las drogas es una responsabilidad común y compartida por toda la comunidad internacional, que exige una visión integral y equilibrada para enfrentar la demanda y la oferta de drogas ilícitas (Departamento Nacional de Planeación & Dirección de Justicia y Seguridad, 2006, p. 10).

Después del Plan Patriota se produjo la implementación de los planes de guerra Consolidación (2006) y Bicentenario (2010), aunque el conflicto continuó a partir de la adaptación de las fuerzas subversivas (Mora Rangel, 2006; DNP & DJS, 2006). Se estableció una nueva estrategia, consolidada y puesta en marcha desde el año 2012 y hasta el 2016, denominada “Plan de Campaña Espada de Honor”. Este último se caracteriza por impactar a los insurgentes a través de operaciones interagenciales, que permiten coordinar esfuerzos en operaciones conjuntas para conseguir el objetivo: la desarticulación de los grupos rebeldes (Jefatura de Estado Mayor de Planeación y Políticas, 2017).

Con la campaña Espada de Honor, las FF. MM. han conseguido la modernización tecnológica del equipamiento militar, lo que ha permitido mejorar la operatividad. Lo anterior es otro factor por el cual la estrategia de este periodo permitió debilitar a los grupos armados de manera sustancial, generando la firma del acuerdo de paz con las FARC y el inicio de una negociación con el ELN (Jiménez Mejía, 2019).

### 2.3. El posacuerdo como alternativa de paz

Algunos países han atravesado largos y fuertes conflictos armados motivados por razones políticas, demográficas y sociales, lo que ha generado la aparición de grupos armados al margen de la ley que han perpetuado estos conflictos. En cada uno de dichos territorios, las motivaciones para iniciar una negociación e iniciar procesos de paz han sido diversos, pero en todos los casos fue determinante el cansancio de la guerra y el deseo de paz de la población (Fisas, 2010). En ese sentido, Acevedo Suárez y Rojas Castillo (2016) resaltan que los acuerdos de paz son una solución positiva para un conflicto armado, entendiéndose como una negociación entre las partes que puede requerir la mediación de un tercero neutral.

En esta línea, la construcción conceptual de posacuerdo refleja una disyuntiva entre dos perspectivas: una visión minimalista de los retos que significa (reducido a la superación de las secuelas específicas del conflicto como, por ejemplo, la reconstrucción de la infraestructura destruida) y una visión maximalista (enfocada en detener la guerra y generar las condiciones propicias para fomentar el desarrollo económico, político y social del país en cuestión, de superar las causas estructurales de los conflictos, como, por ejemplo, la pobreza, y la inequidad y exclusión que estas generan).

En este sentido, quienes asumen la posición minimalista advierten que la paz no debe convertirse en sinónimo de todas las cosas buenas, sugieren la existencia de problemas conceptuales para la definición de la construcción de paz, pues no todo lo que es esencial para el desarrollo lo es para esta construcción. De otro lado, los maximalistas señalan que una construcción de paz que no ataque problemas como la pobreza y la inequidad es insuficiente (Rettberg, 2003). Pese a estas dos posiciones, es complejo determinar con precisión cómo acaban la mayoría de los conflictos armados. En muchos casos, el nivel de confrontación armada entre las partes se reduce por debajo de los umbrales que sirven a los investigadores para identificar la existencia de un conflicto activo, por motivos tales como la decisión de un actor de retirarse por razones tácticas o estratégicas, por cambio de liderazgo, por la elección de perseguir sus fines por vías no mi-

litares, por el deseo de ambientar una futura negociación, o por la pérdida de aliados estratégicos (Kreutz, 2010).

En este sentido, es importante resaltar que existen diversas posiciones frente a las diferencias entre posacuerdo y posconflicto. A propósito, Garranzo García y Gómez Climent (2006) y Ugarriza (2012) plantean que un país no entrará en una etapa de posacuerdo mientras este no consiga la paz con todos los actores involucrados en el conflicto; una vez alcanzado, podría establecerse la etapa de posconflicto. Según los referenciados, esta última se alcanza cuando se genera un fortalecimiento y solidificación de la paz para evitar una recaída en el conflicto armado. Es entonces cuando el concepto de construcción de paz cobra significado con características como cese del fuego, procesos de desarme, desmovilización y reintegración de excombatientes, reconciliación, atención a población vulnerable, construcción de memoria y verdad, justicia transicional y reparación, prevención de la violencia y el crimen, reforma de las Fuerzas Armadas, reconstrucción y desarrollo económico, estabilización política y participación del sector privado, la sociedad civil y la comunidad internacional en todos ellos (Ugarriza, 2012).

Finalmente, es pertinente señalar que en un escenario de posacuerdo se configuran tres áreas fundamentales para garantizar su éxito, a saber, generación de empleo, provisión de servicios públicos y reconstrucción del capital social. Es allí donde las políticas de inversión deben favorecer la creación de incentivos económicos para abordar algunas de las secuelas que tradicionalmente llevan a una recaída en el conflicto, todo esto, teniendo en cuenta el costo de la destrucción del capital social y la degradación institucional de la que son objeto las entidades sociopolíticas envueltas en un conflicto violento, cruciales para disminuir la probabilidad de entrar en un ciclo de violencia que pueda, eventualmente, reactivar una confrontación de escala igual o superior al conflicto inicial (Niño & Devia, 2015). Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando el caso de estudio que motivó la investigación en la que se enmarca este libro, se entenderá y analizará el contexto de Colombia en un escenario de posacuerdo.

### **2.3.1. Experiencias centroamericanas en procesos de paz**

En el caso guatemalteco, el golpe de Estado de 1954, con apoyo de Estados Unidos, originó un conflicto civil de casi treinta años y la aparición de grupos guerrilleros. Las confrontaciones se dieron entre el gobierno en compañía de las Patrullas de Autodefensa Civil (PAC) y los grupos guerrilleros agrupados en la Unidad Revolucionaria Nacional Guatemalteca (URNG) integrada por el Ejército Guerrillero de los Pobres (EGP), Fuerzas Armadas Rebeldes (FAR), Organización del Pueblo en Armas (ORPA), y Partido Guatemalteco del Trabajo (PGT) (Jaramillo Marín, 2015).

En 1984 se generaron las primeras aproximaciones para negociar el fin del conflicto, luego de años de dictadura militar, con las elecciones democráticas que llevaron a Vinicio Cerezo a ser el presidente, quien fue uno de los precursores de los primeros acercamientos con la guerrilla de la URNG. La negociación se dio oficialmente en 1990 en Oslo en la Comisión Nacional de Reconciliación (CNR) (Barbeyto, 2010; Fisas, 2010). El proceso de negociación dio como resultado la elaboración de 13 acuerdos y 300 compromisos que no se llegaron a cumplir en su totalidad, dado que eran demasiado ambiciosos. También porque se perdió un referendo en el año 1999 que tenía que ratificar algunos de los compromisos (Fisas, 2010).

El papel protagónico de la ONU en el proceso de negociación generó poca legitimidad de lo que se acordó por parte de la población en general y de las élites políticas y económicas del país. Posterior a la firma del acuerdo de paz, problemáticas asociadas a narcotráfico, corrupción, debilitamiento de las instituciones y fortalecimiento del crimen organizado generaron la aparición de nuevas agrupaciones delincuenciales (Rettberg, 2013; Wilches, 2015). Lo anterior da ejemplo de lo complejo que resultó este proceso puesto que, después de seis años de conversaciones sin cese bilateral, no se logró generar una aceptación por parte de la sociedad en general.

De otro lado, en El Salvador el proceso de negociaciones para poner fin al conflicto se dio en 1989-1992, en México, con la intervención de la ONU. Los actores involucrados en el conflicto armado fueron el Gobierno, quien

recibió apoyo de EE. UU. y el Frente de Liberación Nacional Farabundo Martí (FMLN), movimiento político armado apoyado por los gobiernos de Nicaragua, Cuba y de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) (Jaramillo Marín, 2015; Fisas, 2010). Durante este proceso, breve para su naturaleza, se lograron algunas reformas socioeconómicas, teniendo como prioridad garantizar la reintegración segura de los combatientes (Burgerman, 2000). Durante este periodo se dio un acompañamiento diplomático importante de países como Colombia, España, México y Venezuela (Montobbio, 1999) y el establecimiento de una misión internacional de observadores de los derechos humanos, quienes tuvieron un papel importante en la implementaron las reformas institucionales (Burgerman, 2000).

Esta negociación incluyó el desmonte del poder militar y la reconfiguración del sistema político y un esbozo de la situación socioeconómica, para lo que se plantearon reformas constitucionales y legales, entre las que se destacan: la reforma del poder judicial, creación de la Procuraduría Nacional para la defensa de derechos humanos, la Policía Nacional Civil, el Tribunal Supremo Electoral (Normas de participación electoral), Código Electoral y la legalización del FMLN como partido político. El periodo de implementación de los acuerdos se dio entre febrero y diciembre de 1992, en el cual se dio el proceso de desarme del FMLN, reducción cuantitativa y cualitativa de las Fuerzas Armadas y numerosas disposiciones complementarias que incorporan aspectos legales, humanitarios y sociales, poniendo fin a más de 12 años de guerra y más de 100 000 muertos (Caicedo Rosero, 2002; Montobbio, 1999).

Es importante mencionar que en este proceso no se dio la suficiente importancia a la reparación de las víctimas, por lo que algunos procesos se ventilaron ante la Corte Interamericana de Derechos Humanos, iniciando en 2005 las primeras sentencias en contra del Estado salvadoreño, obligándolo a reparar a las víctimas, económica y simbólicamente (Restrepo, 2015). No obstante, en el proceso se evidenciaron mutaciones de las acciones de violencia, lo que generó aún más caos para la ya afectada sociedad salvadoreña. La ola criminal se debió a varios factores, entre los que se destacan las dificultades en la reinserción económica de los excombatientes, así como el vacío institucional en materia de seguridad pública y de justicia y la existencia de

armamento circulante que quedó en manos de civiles después de finalizado el conflicto (Rodríguez Wilches, 2015).

Otro proceso que es importante analizar es el que se desarrolló en Nicaragua. Las raíces del conflicto en dicho país se relacionan con las condiciones de miseria en las que vivía gran parte de la población, lo que propició la aparición de movimientos revolucionarios de orientación leninista y con fuertes conexiones con la Cuba castrista (Caicedo Rosero, 2002). En 1979 el Frente Sandinista de Liberación Nacional (FSLN), con apoyo de países latinoamericanos como Cuba y Venezuela, puso fin a la dictadura de la familia Somoza. Este proceso estuvo relacionado con la creación en 1983 del Grupo Contadora, integrado por México, Venezuela, Colombia y Panamá, quienes se propusieron crear condiciones para evitar la regionalización del conflicto en Centroamérica.

El período de negociación se dio entre 1985, con el movimiento indígena armado, y 1988, año en el que se concretan dichos acuerdos con los partidos opositores al gobierno y de forma simultánea con la resistencia nicaragüense (Barbeyto, 2010). Con la Declaración de Montelimar en 1990, se demandó la inmediata desmovilización de la resistencia nicaragüense, de conformidad con el Plan Conjunto de Desmovilización y se brindó respaldo a los acuerdos de tercera generación que Nicaragua venía negociando, como, por ejemplo, el “Protocolo de Procedimiento de Transferencia del Mando Presidencial” (protocolo de transición) y el Acuerdo de Toncontín, suscrito en Honduras en 1990, para la total desmovilización de la resistencia.

Como características más significativas del proceso en Nicaragua se destacan las negociaciones de paz nacionales y de la región, las elecciones sometidas a una amplia observación internacional, los procesos de desarme y de desmilitarización, y una prolongada transición política. También jugaron un papel destacable las comisiones de paz, que estaban constituidas por ancianos y notables de las comunidades indígenas afectadas por la guerra, quienes establecieron los puentes de la pacificación entre las fuerzas insurgentes indígenas y el ejército sandinista en la región caribeña (Barbeyto, 2010).

Finalmente se resalta en este proceso que los acuerdos se relacionaron específicamente con el cese al fuego, y no contemplaron aspectos concretos sobre los derechos sustanciales de los pueblos indígenas, aunque el contexto de guerra permitió el desarrollo de la conciencia étnica y la profundización de las demandas de esta población, siendo el logro más valioso la institucionalización del régimen de autonomía que efectivamente fue reconocido por el Estado (Caicedo Rosero, 2002).

### **2.3.2. *Proceso de paz colombiano***

Como se mencionó en las secciones anteriores de este capítulo, Colombia ha atravesado diversos conflictos armados producto de la confrontación entre instituciones militares y grupos al margen de la ley. En ese sentido, en el año 2016 se firmó el “Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera” entre el Gobierno Nacional y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia-Ejército del Pueblo (FARC-EP), acuerdo que dio fin al conflicto más antiguo del mundo occidental. El conflicto colombiano ha atravesado diferentes etapas caracterizadas por severas consecuencias para la población civil.

Las negociaciones iniciaron en agosto de 2012, después de seis meses de diálogo exploratorio, que dejaron como resultado el “Acuerdo general para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera”. Las conversaciones tuvieron como sede principal La Habana, Cuba, aunque fue en Oslo, Noruega, en donde se instaló la Mesa de Conversaciones y se aprobó la agenda de negociación (Maher & Thomson, 2018). Durante esta negociación Cuba y Noruega fungieron como países garantes del proceso, con el permanente acompañamiento de Chile y Venezuela.

El proceso llevado a cabo presentó diversas etapas durante los cuatro años de negociaciones, entre las que se destacan: equipo negociador, hitos importantes en el proceso, mecanismos de refrendación y suscripción del acuerdo, y seguimiento a lo acordado.

## Equipo negociador

Para llevar a cabo el proceso de negociación se definieron dos comisiones de negociadores, una por cada parte que estaba sentada en la mesa. Por parte del Gobierno nacional, la comisión estuvo liderada por Humberto de La Calle e integrada por Luis Carlos Villegas, el general Jorge Enrique Mora, el general Óscar Naranjo Trujillo, Frank Pearl y Sergio Jaramillo. Por su parte, la comisión de las FARC estuvo liderada por Iván Márquez e integrada por Jesús Santrich, Pablo Catatumbo, Victoria Sandino, Pastor Alape, Carlos Antonio Losada, Rodrigo Granda y Joaquín Gómez (Presidencia de la República de Colombia, 2016).

Como parte de los acuerdos de estos equipos negociadores en la fase de exploración, que se mantuvo bajo confidencialidad durante toda su ejecución, se definió discutir cada uno de los puntos temáticos a puerta cerrada, avanzar en la agenda previamente definida, realizar las negociaciones fuera de Colombia bajo confidencialidad y acceso restringido para los medios de comunicación y no declarar el cese al fuego bilateral sino hasta que concluyera la negociación. La construcción de los acuerdos se llevó a cabo módulo por módulo estableciendo que solo al final del proceso se firmaría el texto completo (Botero, 2017).

## Hitos importantes en el proceso

Por la naturaleza de estos procesos, es apenas normal que se evidencien momentos de alta coyuntura en las negociaciones (Acosta et al., 2018). A continuación, se describen algunos hitos importantes que se vivieron durante las conversaciones en el caso colombiano:

- *En el mes de mayo de 2013 se logró acuerdo entre las partes en el primer punto de negociación, el relacionado con el sector del agro (Botero, 2017).*
- *Para el mes de noviembre del mismo año, fue anunciado el acuerdo entre el Gobierno y las farc en lo concerniente a la participación política del grupo guerrillero (Wills-Otero & Hoyos, 2016).*
- En mayo de 2014, las partes lograron acuerdo en torno a lo relacionado con la superación de los cultivos ilícitos. Durante ese mismo año, en el mes de agosto, se creó la Comisión Histórica del Conflicto y sus Víctimas.



Este resultado significó un hecho importante en el proceso y fue la visita de las víctimas a la mesa de negociaciones en La Habana. Finalmente, en el mes de diciembre las FARC decretaron el cese al fuego unilateral e indefinido (Botero, 2017).

- El 2015 fue un año particular para el proceso. Diversos sucesos pusieron en riesgo las negociaciones y lo acordado sobre la mesa. Los puntos tratados en este periodo y algunas rupturas a la tregua pactada desestabilizaron las conversaciones. De un lado se logró acuerdo sobre la Comisión de la Verdad, la Convivencia, la No Repetición y la Jurisdicción Especial para la Paz (JEP), organismo que tendría a su cargo el marco jurídico de los acuerdos (Botero, 2017; Wills-Otero & Hoyos, 2016).

### **Mecanismos de refrendación y suscripción del acuerdo**

Una vez culminadas las negociaciones entre el Gobierno nacional y las FARC, en septiembre de 2016 se anunció en la última conferencia de las FARC, el cese al fuego bilateral definitivo y se firmó el Acuerdo Final en la ciudad de Cartagena. Como parte de lo pactado en el Acuerdo Final, se estableció que todos los puntos establecidos en él debían ser objeto de refrendación mediante sistemas de participación ciudadana como plebiscito, iniciativa legislativa, consulta, cabildo abierto entre otros, o por corporaciones públicas elegidas mediante sufragio sobre cuyos miembros recaiga representación con mandato tales como el Congreso de la República, Asambleas Departamentales y Concejos municipales (Presidencia de la República de Colombia & Fuerzas Armadas Revolucionaras de Colombia, 2016).

En ese sentido, las partes del acuerdo decidieron realizar este proceso mediante un plebiscito realizado en el mes de octubre de 2016. Este proceso electoral se realizó a los colombianos autorizados para ejercer voto popular (mayores de 18 años) mediante una única pregunta que fue “¿Apoya usted el Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera?” con únicas opciones de respuesta “Sí” o “No”. La participación en este mecanismo estuvo marcada por un alto abstencionismo, pues solo el 37.43 % de los votantes habilitados participó. Los resultados fueron por el “Sí” 49.78 % y por el “No” 50.21 % (Registraduría Nacional del Estado Civil, 2016).

Para este ejercicio democrático se gestaron diversos grupos en defensa de las dos posiciones posibles en el plebiscito. Durante algunos meses se realizaron variadas actividades con el fin de exponer los argumentos de un lado y del otro, lo que generó una alta polarización en el país entre quienes apoyaban los acuerdos y quienes no lo hacían (González, 2017).

Una vez se conocieron los resultados del plebiscito, tanto el Gobierno nacional como las FARC iniciaron la búsqueda de otros mecanismos que permitieran refrendar lo acordado. En ese sentido, se inició un proceso de revisión de los acuerdos de tal manera que las objeciones de quienes estuvieron a favor del “No” pudieran tenerse en cuenta. De esta manera surgió un nuevo acuerdo producto del diálogo y opiniones de diferentes sectores políticos y sociales que presentaban posiciones en contra de los elementos acordados en el pacto inicial (Gallego, 2016).

El acuerdo presentó ajustes a 58 de los 60 ejes temáticos abordados durante las negociaciones en La Habana. Teniendo en cuenta que este documento contenía los acuerdos con los sectores defensores del “No” en el plebiscito, el 24 de noviembre de 2016, en el Teatro Colón en Bogotá, se firmó el “Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera” entre el entonces presidente Juan Manuel Santos y el máximo comandante de las FARC, Rodrigo Londoño. Posterior a esta firma, el Acuerdo fue refrendado ante el Senado de la República y la Cámara de Representantes, dejando en firme y para implementación efectiva lo acordado en este nuevo texto.

### **Seguimiento a lo acordado**

El Acuerdo Final firmado en noviembre de 2016, posterior a la negociación con los sectores promotores del “NO” en el plebiscito, está dividido en seis puntos, entre los que se incluye los mecanismos de seguimiento y verificación (Presidencia de la República de Colombia & Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, 2016):

1. Acuerdo de Reforma Rural Integral que debe contribuir a la transformación estructural del campo, cerrando las brechas entre el campo y la ciudad y creando condiciones de bienestar y buen vivir para la población rural.
2. Acuerdo de Participación Política para permitir el surgimiento de nuevas fuerzas en el escenario político para enriquecer el debate y la deliberación alrededor de los grandes problemas nacionales y fortalecer el pluralismo con garantías plenas para quienes participen en política y así poder abrir nuevos espacios para dicha participación.
3. Acuerdo de Cese al Fuego y de Hostilidades Bilateral y Definitivo y la Dejación de las Armas para la terminación definitiva de las acciones ofensivas entre la Fuerza Pública y las FARC-EP, y en general de las hostilidades hacia la población, de tal manera que se prepare la reincorporación de las FARC-EP a la vida civil, en los ámbitos económico, social y político. En este sentido también se incluyen las garantías de seguridad y lucha contra las organizaciones criminales responsables de homicidios y masacres o que atentan contra defensores de derechos humanos, movimientos sociales o movimientos políticos, incluyendo las organizaciones criminales que hayan sido denominadas sucesoras del paramilitarismo y sus redes de apoyo.
4. Acuerdo de Solución al Problema de las Drogas Ilícitas en el que se promueve un tratamiento distinto y diferenciado al fenómeno del consumo, al problema de los cultivos de uso ilícito y a la criminalidad organizada asociada al narcotráfico, asegurando un enfoque general de derechos humanos y salud pública, diferenciado y de género.
5. Acuerdo de Víctimas en el que el resarcimiento de las víctimas está en el centro del acuerdo. Se creó el Sistema Integral de Verdad, Justicia, Reparación y No Repetición, que contribuye a la lucha contra la impunidad combinando mecanismos judiciales que permiten la investigación y sanción de las graves violaciones a los derechos humanos y las graves infracciones al Derecho Internacional Humanitario.
6. Acuerdo de Mecanismos de implementación y verificación en el que se crea la Comisión de Seguimiento, Impulso y Verificación a la Imple-

mentación del Acuerdo Final, integrada por representantes del Gobierno nacional y de las FARC-EP con el objetivo de hacer seguimiento a los componentes del Acuerdo y verificar su cumplimiento.

## 2.4. Retos de las FF. MM. en el posacuerdo

Aunque en el acuerdo de paz con las FARC solo se menciona que las fuerzas militares serán garantes del cese al fuego y deberán dismantelar cualquier organización criminal que represente una amenaza para el proceso (Mesa de Conversaciones, 2017), en el Plan Estratégico Militar 2030 de las FF. MM. (Comando General Fuerzas Militares, 2017) se hace mención a la necesidad de establecer protocolos, procedimientos, manuales y cualquier instrumento que permitan afrontar el nuevo escenario, lo cual representa un reto porque implica reorganizar institucionalmente las FF. MM. para que apoyen el despliegue del acuerdo de paz (Comando General Fuerzas Militares de Colombia, 2017). Es decir que, a partir de la firma del Acuerdo de Paz, el rol de las FF. MM. cambia en el marco del cese del conflicto con las FARC.

El Ministerio de Defensa Nacional definió una hoja de ruta para la Fuerza Pública hacia el futuro ante la perspectiva del cese del conflicto armado interno y con la intención de hacerle frente a las diferentes amenazas o fenómenos criminales que tienen en Colombia desde hace décadas. Esta iniciativa contempla el rol cambiante de las FF. MM. conforme al desarrollo del proceso de posacuerdo con miras al posconflicto, lo cual requirió una reformulación de la visión de las fuerzas en torno a los ejes mencionados anteriormente (MinDefensa, 2016).

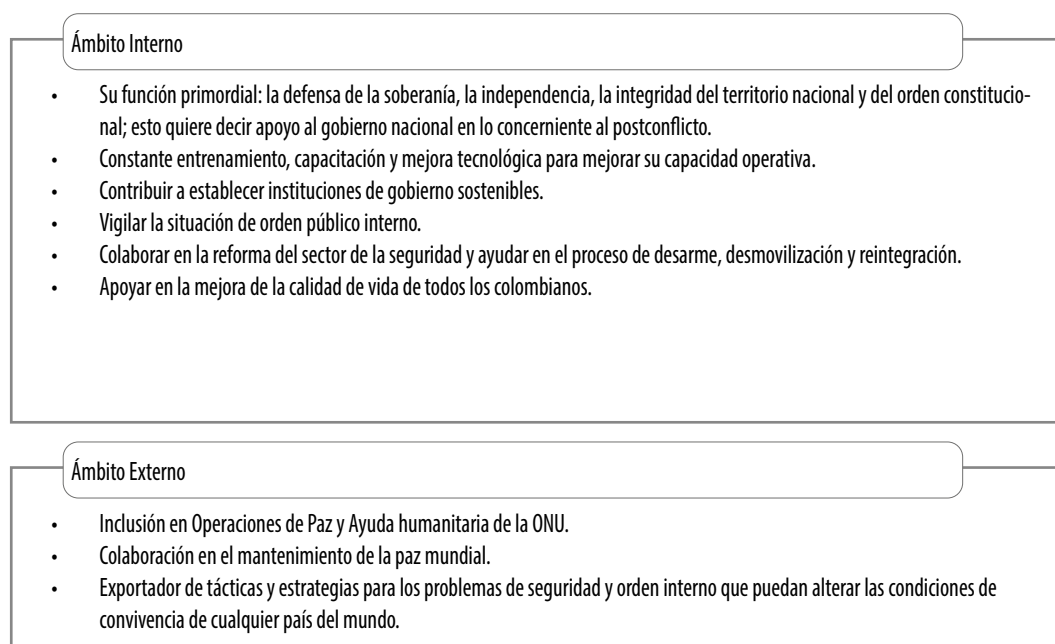
En ese proceso, el rol de las FF. MM. es estratégico porque ayudará a reestructurar, cambiar y adaptar el pensamiento y acciones del país conforme a lo que un estado de paz representa (Martínez Pardo, 2015). La redefinición de los procesos y creación de nuevos roles debe pensarse teniendo en cuenta que todos sus esfuerzos no serán dedicados a la guerra y por esto se hace importante replantear aspectos de fondo desde su misión y volcar sus esfuerzos en pro de la comunidad. Para esto se plantea la ciencia, la tecnología y la innovación como una alternativa en tiempos de paz. En ese sentido, se establece en el PEM 2030 que:

Las Fuerzas Militares del 2030, en el marco de la normatividad, serán una institución íntegra, con hombres y mujeres probos, entrenados, capacitados, y actualizados. Fortalecidas en el trabajo conjunto, coordinado e interagencial. Moderna en equipos y tecnología, con capacidad disuasiva, interoperable y exitosa en más de un escenario en forma simultánea; contribuyendo con sus capacidades al crecimiento de la nación y siendo referentes internacionales en el mantenimiento de la paz global (Comando General Fuerzas Militares de Colombia, 2017, p. 15).

Ante este nuevo contexto en Colombia, las Fuerzas Militares, en especial la Armada Nacional de Colombia, podrán “volver a lo básico” (ARC, 2012) y enfocarse de nuevo en las funciones, roles y nuevos retos, que están materializados en su fortalecimiento y transformación, precisamente para consolidar la paz donde todavía hacen presencia los otros grupos insurgentes que no se han desmovilizado.

Los roles a los cuales se enfrentarán las instituciones militares en el escenario de posacuerdo con miras a la terminación del conflicto están documentados en experiencias similares en el mundo, tales como la finalización de la Segunda Guerra Mundial y la terminación de la Guerra Fría, así como conflictos en países como Nicaragua que no tuvieron una planeación adecuada de los nuevos roles, lo que llevó a la generación de un conflicto con otros actores de igual (o superior) magnitud al anterior. En este sentido, los nuevos roles que asumirán las instituciones militares de Colombia en escenarios de posconflicto tienen que ver con dos ámbitos diferentes explicados en la Figura 2.3.

**Figura 2.3.** Roles de las instituciones militares de Colombia en escenarios de posconflicto



**Fuente:** elaboración propia con base en Arias Bermúdez, 2015; García Carvajal y Galindo Hernández, 2015.

Es necesario resaltar que, más allá de los roles que se puedan establecer para las instituciones militares en escenarios posteriores al conflicto, es evidente el cambio estructural que deben tener en sí mismas estas organizaciones, lo cual implica nuevos retos para ellas, como el hecho de que las FF. MM. deben volver a lo básico, esto es la consolidación de las instituciones militares como generadoras de direccionamiento social, instituciones que deberán estar preparadas para incentivar la reactivación del tejido social y dar soporte a los “programas de desarrollo y paz que deben estar direccionados estratégicamente desde las fuerzas militares en su nuevo rol de acción ante la sociedad” (Martínez Pardo, 2015).

Las FF. MM. se han centrado en amenazas armadas en contra de la seguridad de los colombianos, pero es necesario que abarquen en tiempos de cambios el concepto de seguridad humana que incluye amenazas no armadas que, según las Naciones Unidas (2012), implica la “libertad para vivir sin miseria” y “libertad para vivir en dignidad”. Es decir, que se tiene el reto de seguir dando respuesta a amenazas armadas porque aún persisten otros grupos al

margen de ley, pero también se puede fortalecer el aporte al desarrollo del país (Martínez Becerra, 2014).

Sumado a lo anterior, las FF. MM. también están generando tecnologías que en este nuevo escenario pueden jugar un papel crucial, dado que instituciones como Indumil y cotecmar generan nuevos productos tecnológicos para transferir a otras organizaciones del sector defensa e incluso tienen el potencial de ser usadas por civiles. Por lo cual, el posacuerdo es una oportunidad para aumentar las capacidades de desarrollar tecnología dual, que pueda ser apropiada por comunidades víctimas del conflicto donde las Fuerzas Militares han hecho presencia y conocen a profundidad sus problemas (Martínez Becerra, 2014). Adicionalmente, se deben enfrentar de manera conjunta y coordinada las amenazas que subsisten, entre ellas el Ejército de Liberación Nacional (ELN) y los fenómenos criminales tales como el narcotráfico, la minería ilegal, las migraciones ilegales, el secuestro, la extorsión, el terrorismo transnacional, la piratería, entre otros y garantizar una mayor presencia en las fronteras (Ciro Gómez & Correa Henao, 2014; arc 2012; Díaz & Amador, 2017; MinDefensa, 2016).

## Referencias

- Acevedo Suárez, A.; Rojas Castillo, Z. M. (2016). Generalidades del conflicto, los procesos de paz y el posconflicto. *Revista de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, v. 46, n. 124, 33-45. <https://doi.org/10.18566/rfdcp.v46n124.a03>
- Acosta, M., Castañeda, Á., García, D., Hernández, F., Muelas, D., & Santamaria, Á. (2018). The Colombian Transitional Process: Comparative Perspectives on Violence against Indigenous Women. *International Journal Of Transitional Justice*, n. 12, 108-125. <https://doi.org/10.1093/ijtj/ijx033>
- ARC. (2012). *Plan Estratégico de Educación Naval 2012-2030*. [https://www.escuelanaval.edu.co/es/plan\\_estrategico](https://www.escuelanaval.edu.co/es/plan_estrategico)
- Arias Bermúdez, C. F. (2015). *Ensayo sobre adaptación del recurso humano de las Fuerzas Militares para el posconflicto*. <http://hdl.handle.net/10654/13008>
- Ariza Urango, R. (2008). Ciencia, tecnología e innovación, factor estratégico en las Fuerzas Armadas del futuro. *Estudios en Seguridad y Defensa*, v. 3, n. 6, 8-13. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.122>
- Barbeyto, A. (2010). El proceso de paz en Centroamérica y el reconocimiento de la diversidad étnico-cultural: el caso de Nicaragua y Guatemala. *Wani*, n. 60, 56-72. <http://revistas.bicu.edu.ni/index.php/wani/article/view/44>
- Botero, S. (2017). El plebiscito y los desafíos políticos de consolidar la paz negociada en Colombia. *Revista de Ciencia Política*, v. 37, n. 2, 369–388. <https://doi.org/10.4067/s0718-090x2017000200369>
- Borja, M. (2015). La historiografía de la guerra en Colombia durante el siglo XIX. *Análisis Político*, v. 28, n. 85, 173—188. <http://dx.doi.org/10.15446/anpol.v28n85.56253>
- Burgerman, S. D. (2000). Building the Peace by Mandating Reform: United Nations-mediated Human Rights Agreements in El Salvador and Guatemala. *Latin American Perspectives*, v. 27, n. 3, 63-87. <https://doi.org/10.1177%2F0094582X0002700304>
- Caicedo Rosero, L. (2002). *Las operaciones de mantenimiento de paz de la ONU y su posible aplicación en el proceso de paz colombiano* [tesis de maestría]. FLACSO. Ecuador.
- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2018). *Tierras. Balance de la contribución del CNMH al esclarecimiento histórico*. <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/micrositios/balances-jep/descargas/balance-paramilitarismo.pdf>
- CGFM [Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia]. (2018). *Glosario*. <https://cgfm.mil.co/es>
- Ciro Gómez, A. R.; Correa Henao, M. (2014). Transformación estructural del Ejército colombiano. Construcción de escenarios futuros. *Revista Científica General José María Córdova*, v. 12, n. 13, 19-88. <https://doi.org/10.21830/19006586.155>



- Comando General Fuerzas Militares de Colombia [CGFM]. (2017). *Plan Estratégico Militar PEM 2030. Planeación estratégica y transformación*. [https://issuu.com/fuerzasmilitares-decolombia/docs/plan\\_estrategico\\_militar\\_2030\\_esp](https://issuu.com/fuerzasmilitares-decolombia/docs/plan_estrategico_militar_2030_esp)
- Constitución Política de Colombia. Art. 217. 7 de julio de 1991 (Colombia).
- Correa Consuegra, J. C. (2017). *Comité de revisión estratégica e innovación I*. [https://publicacionesejercito.mil.co/recurso\\_user/revista\\_ejercito/Revista\\_213/index.html](https://publicacionesejercito.mil.co/recurso_user/revista_ejercito/Revista_213/index.html)
- Cortés, D.; Vargas, J. F.; Hincapié, L.; Franco, M del R. (2012). Seguridad Democrática, presencia de la policía y conflicto en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, n. 69, 11-32. <https://doi.org/10.13043/dys.69.1>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]; Dirección de Justicia y Seguridad [DJS]. (2006). *Balance Plan Colombia 1999-2005*. [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Justicia%20Seguridad%20y%20Gobierno/Bal\\_plan\\_Col\\_espanol\\_final.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Justicia%20Seguridad%20y%20Gobierno/Bal_plan_Col_espanol_final.pdf)
- Díaz, J. M., Amador, C. (2017). El rol del Ejército frente a las amenazas tradicionales, en el contexto colombiano de cara al siglo XXI. En L. A. Montero Moncada, *Los ejércitos y el sistema internacional contemporáneo: nuevas amenazas, tendencias y desafíos* (pp. 151-179). <https://esdeguelibros.edu.co/index.php/editorial/catalog/download/23/20/132-1?inline=1>
- Díaz Jaramillo, J. A. (2019). Los trabajos de la memoria: la masacre de las bananeras y los sectores subalternos en Colombia, 1929-2008. *Trashumante*, n. 13, 30-54. <https://doi.org/10.17533/udea.trahs.n13a02>
- Estrada Álvarez, J.; Fajardo Montaña, D.; Giraldo Moreno, J.; Molano Bravo, A.; Moncayo Cruz, V. M.; Vega Cantor, R.; de Zubiría Samper, S. (2015). *Conflicto social y rebelión armada en Colombia. Ensayos críticos*. Ediciones Aurora.
- FAC. (2020). 3.2. *Funciones y Deberes Fuerza Aérea Colombiana*. <https://www.fac.mil.co/transparencia-y-acceso-informacion-publica/3-estructura-organica-y-talento-humano/funciones-y-deberes-fuerza-aerea-colombiana>
- Fisas, V. (2010). Procesos de paz comparados. *Quaderns de Construcció de Pau*. n. 14, 1-15. [https://escolapau.uab.cat/img/qcp/procesos\\_paz\\_comparados.pdf](https://escolapau.uab.cat/img/qcp/procesos_paz_comparados.pdf)
- Gallego, G. (2016). La refrendación e implementación del Acuerdo de Paz no da más espera. *Nuevo Foro Penal*, v. 12, n. 87, 7-15. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/nuevo-foro-penal/article/view/4354>
- García Carvajal, S.; Galindo Hernández, L. Y. (2015). *Perfil del nuevo oficial del ejército ante un eventual posconflicto*. (Trabajo de grado). <http://hdl.handle.net/10654/13607>
- Garranzo García, R.; Gómez Climent, L. (2006). La reconstrucción de las sociedades posconflicto. Guatemala después de los Acuerdos de Paz. *Quórum: revista de Pensamiento Iberoamericano*, n. 14, 161-177. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2698473>

- González Muñoz, C. A. (2015). Diálogos de paz Gobierno-FARC-EP y las oportunidades para la paz en Colombia. *Estudios Políticos*, v. 46, 243-261. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/estudiospoliticos/article/view/20500/20779185>
- González, M. F. (2017). La posverdad en el plebiscito por la paz en Colombia. *Nueva Sociedad*, n. 269. [http://nuso.org/media/articles/downloads/10.TC\\_Gonzalez\\_269.pdf](http://nuso.org/media/articles/downloads/10.TC_Gonzalez_269.pdf)
- Granados, R. M. (2019). *Historia de Colombia. La independencia y la república*. Barnes & Noble Press.
- Guerra Vilaboy, S.; Maldonado, A. (2009). *Historia de la revolución cubana*. Txalaparta.
- Jaime Contreras, M. H. (2003). El conflicto armado en Colombia. *Revista de Derecho*, n. 19, 119-125. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=85101907>
- Jaramillo Marín, J. (2015). Perspectivas comparadas de la presencia de la policía durante el conflicto y posconflicto: Los casos de Guatemala, El Salvador, Irlanda del Norte, Afganistán y República del Sur de Sudan. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia Y Seguridad*, v. 10, n. 1, 181-202. <https://doi.org/10.18359/ries.368>
- Jefatura de Estado Mayor de Planeación y Políticas. (2017). *Plan Espada de Honor: actitud positiva para vencer*. <https://publicacionesejercito.mil.co/>
- Jiménez Mejía, R. (2019). *Victoria Plus, hoja de ruta del Ejército 2018*. [https://publicacionesejercito.mil.co/recurso\\_user/revista\\_ejercito/Revista\\_194/victoria-plus-hoja-de-ruta-del-ejercito-2018.html](https://publicacionesejercito.mil.co/recurso_user/revista_ejercito/Revista_194/victoria-plus-hoja-de-ruta-del-ejercito-2018.html)
- Kreutz, J. (2010). How and when armed conflicts end: Introducing the UCDP Conflict Termination dataset. *Journal of Peace Research*, v. 47, n. 2, 243-250. <https://doi.org/10.1177%2F0022343309353108>
- Larosa, M. J.; Mejía, G. R. (2013). *Historia concisa de Colombia (1810-2013). Una guía para lectores desprevénidos*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- David Maher & Andrew Thomson (2018) A precarious peace? The threat of paramilitary violence to the peace process in Colombia, *Third World Quarterly*, 39:11, 2142-2172. <https://doi.org/10.1080/01436597.2018.1508992>
- Martínez Becerra, C. J. (2014). Las fuerzas militares y de policía en el posconflicto colombiano. *Derecho y Realidad*, v. 12, n. 24, 300-314. <https://doi.org/10.19053/16923936.v2.n24.2014.4542>
- Martínez Pardo, D. A. (2015). *Las fuerzas militares en el posconflicto sector social* (trabajo de grado). Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. <http://hdl.handle.net/10654/6580>
- Melamed Visbal, J. D. (2014). Del conflicto al posconflicto en el contexto colombiano. *Revista de la Universidad de la Salle*, n. 63, 57-63. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2014/iss63/4/>

- Noscué Mera, E. (2017). Revisión histórica de conflictos sociales en Colombia en relación al desplazamiento forzado. *Actas de Periodismo y Comunicación*, v. 2, n. 1. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73157>
- Mesa de Conversaciones. (2017). *Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera* Bogotá. <https://www.jep.gov.co/Documents/Acuerdo%20Final/Acuerdo%20Final%20Firmado.pdf>
- Ministerio de Defensa Nacional [MinDefensa]. (2016). *Visión de futuro de las fuerzas armadas*. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia\\_planeacion/proyeccion/documentos/vision\\_futuro\\_FA.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia_planeacion/proyeccion/documentos/vision_futuro_FA.pdf)
- Montobbio, M. (1999). *La metamorfosis de pulgarcito: transición política y proceso de paz en El Salvador*. Icaria editorial.
- Mora Rangel, J. E. (2006). *El Plan Patriota: Plan para la conducción conjunta de la guerra irregular*. [https://publicacionesejercito.mil.co/recurso\\_user/revista\\_ejercito/Revista\\_191/el-plan-patriota-plan-para-la-conduccion-conjunta-de-la-guerra-irregular.html#:~:text=Fue%20el%20plan%20militar%20estructurado,proceso%20de%20paz%20del%20Cagu%C3%A1n%20](https://publicacionesejercito.mil.co/recurso_user/revista_ejercito/Revista_191/el-plan-patriota-plan-para-la-conduccion-conjunta-de-la-guerra-irregular.html#:~:text=Fue%20el%20plan%20militar%20estructurado,proceso%20de%20paz%20del%20Cagu%C3%A1n%20)
- Naciones Unidas. (2012). *La seguridad humana en las Naciones Unidas*. [https://www.unocha.org/sites/dms/HSU/Outreach/12-41684\\_Spanish%20HUMAN%20SECURITY%20Brochure\\_web\\_December%2010.pdf](https://www.unocha.org/sites/dms/HSU/Outreach/12-41684_Spanish%20HUMAN%20SECURITY%20Brochure_web_December%2010.pdf)
- Niño, J.; Devia, C. (2015). Inversión en el posconflicto: fortalecimiento institucional y reconstrucción del capital social. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, v. 10, n. 1, 203—224. <https://doi.org/10.18359/ries.369>
- Observatorio de memoria y conflicto. (2018). *Estudios e Investigaciones: Balance del Conflicto Armado*. <http://micrositios.centrodememoriahistorica.gov.co/observatorio/estudios-e-investigaciones/>
- Pastrana, E.; Vera, D. (2018). Fuerzas Armadas de Colombia: entre los retos para la superación del conflicto armado y las nuevas tareas en el posconflicto. En S. Namihas (editora), *El nuevo rol de las Fuerzas Armadas en Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú*. *Red de Política de Seguridad* (pp. 45-72). IDEI-PUCP.
- Peña González, J. (2018). *Las fuerzas militares y la paz: análisis de las relaciones entre civiles y militares durante el gobierno de Belisario Betancur* [trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. <http://hdl.handle.net/10554/35312>
- Presidencia de la República. (2016). *Información sobre procesos de paz*. <https://www.cancilleria.gov.co/informacion-procesos-paz>
- Presidencia de la República de Colombia & Fuerzas Armadas Revolucionaras de Colombia. (2016). *Acuerdo Final Para La Terminación Del Conflicto Y La Construcción De Una*

- Paz Estable Y Duradera. <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/finAcuerdoPazAgosto2016/12-11-2016-Nuevo-Acuerdo-Final.pdf>
- Registraduría Nacional del Estado Civil. (2016). Preconteo Plebiscito. [https://elecciones.registraduria.gov.co/pre\\_plebis\\_2016/99PL/DPLZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ\\_L1.htm](https://elecciones.registraduria.gov.co/pre_plebis_2016/99PL/DPLZZZZZZZZZZZZZZZZZZZZ_L1.htm)
- Restrepo, J. D. (2015). *El Salvador y Guatemala: espejos para Colombia (I)*. <https://verdadabierta.com/procesos-de-paz-en-centroamerica-el-salvador/>
- Retberg, A. (2003). Diseñar el futuro: una revisión de los dilemas de la construcción de paz para el posconflicto. *Revista de Estudios Sociales*, n. 15, 15-28. <https://doi.org/10.7440/res15.2003.01>
- Retberg, A. (2013). La construcción de paz bajo la lupa: una revisión de la actividad y de la literatura académica internacional. *Estudios Políticos*, n. 42, 13-36. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/estudiospoliticos/article/view/15782>
- Rivas Nieto, P.; Rey García, P. (2008). Las autodefensas y el paramilitarismo en Colombia (1964-2006). *CONfines*, v. 4, n. 7, 43-52. <https://confines.mty.itesm.mx/articulos7/RivasP.pdf>
- Rodríguez Wilches, F. A. (2015). *Prospectiva de la seguridad en un eventual posconflicto*. <http://hdl.handle.net/10654/6740>
- Tarazona, J. (2014). *Desafíos de las Fuerzas Militares colombianas ante un eventual escenario de posconflicto*. <http://hdl.handle.net/10654/13477>
- Tawse-Smith, D. (2008). Conflicto armado colombiano. *Desafíos*, v. 19, 270-299. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/desafios/article/view/413>
- Trejos, L. F.; González Arana, R. (2013). El Partido Comunista Colombiano y la combinación de todas las formas de lucha. Entre la simpatía internacional y las tensiones locales, 1961-1981. *Revista Izquierdas*, n. 17, 64—80. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360133459003>
- Ugarriza, J. E. (2012). La dimensión política del posconflicto: discusiones conceptuales y avances empíricos. *Colombia Internacional*, n. 77, 141—176. <https://doi.org/10.7440/colombiaint77.2013.06>
- Vásquez Piñeros M. del R. (2007). La Iglesia y la violencia bipartidista en Colombia (1946-1953). Análisis historiográfico. *Anuario de Historia de la Iglesia*, v. 16, 309-334. <http://hdl.handle.net/10818/32019>
- Wills-Otero, L., & Hoyos, C. A. (2016). Colombia en 2015: Paz, elecciones regionales y relaciones entre las ramas del poder público. *Revista de Ciencia Política*, v. 36, n. 1, 75—101. <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2016000100004>

# CAPÍTULO 3

## LA TECNOLOGÍA, FACTOR CLAVE PARA LA VENTAJA ESTRATÉGICA DE LAS INSTITUCIONES MILITARES

---

Breyner Jiménez Navia

*Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica,  
Cooperación y Desarrollo Regional  
Armada Nacional de Colombia  
breyner.jimenez@armada.mil.co*

Juan Felipe Herrera Vargas

*Magister en Gestión Tecnológica  
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM  
juanherrera@itm.edu.co*

Víctor Hugo Jiménez González

*Magister en Ingeniería  
Armada Nacional de Colombia  
victorhugo.jimenez@gmail.com*

En la primera parte de este capítulo se hará referencia a la configuración de la tecnología y la innovación en las Fuerzas Militares de Colombia, iniciando desde su ente rector, el Ministerio de Defensa Nacional, pasando después al Comando General de las Fuerzas Militares y, por último, en cada una de las Fuerzas, comenzando con el Ejército Nacional, luego la Armada Nacional y hacia el final con la Fuerza Aérea Colombiana. En un segundo momento se expondrá en detalle la estructura institucional de desarrollo tecnológico de la Armada Nacional, explicando de manera particular el sistema de ciencia y tecnología. Para la tercera y última sección, se comentará la perspectiva de la tecnología y la innovación en la institución naval.

## **3.1. Perspectivas de la tecnología y la innovación como estrategia en las Fuerzas Armadas de Colombia**

En esta sección, se relacionarán las generalidades del sistema de ciencia y tecnología del Sector Defensa —compuesto por el Ministerio de Defensa Nacional y el Comando General de las Fuerzas Militares— se compartirán la misión, la visión y la disgregación de los planes estratégicos en objetivos que se alinean con la temática de la ciencia y tecnología para el desarrollo de la misión institucional.

### **3.1.1. Generalidades**

La ciencia, la tecnología y la innovación han sido en diversos países elementos fundamentales para el desarrollo social y económico (Piñón, 2004). En Colombia, las actividades relacionadas con estas tres impulsoras del desarrollo han adquirido la suficiente fuerza en el escenario público y privado para convertirse efectivamente en el pilar fundamental de muchas instituciones del país, y entre ellas, las instituciones militares.

El Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), en el marco del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, de manera conjunta con otras entidades públicas y mediante la Resolución 2040 del 29 de diciembre de 2010, estableció el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa. Posteriormente, con la Resolución 0914 de septiembre de 2011 se designó a los integrantes del consejo de dicho programa, el cual cuenta con representantes del sector público, académico y empresarial.

El Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa fue establecido con la finalidad de crear capacidades en el territorio nacional para transferir y usar el conocimiento en el sector defensa, a partir del acoplamiento de las Fuerzas Armadas y la sociedad para el desarrollo de tecnologías duales (de uso militar y civil) y labores que favorezcan el desarrollo social y económico nacional. En el mismo sentido, el programa está

encaminado a proteger la soberanía y la integridad territorial con el fin de establecer un ambiente de seguridad en la sociedad (Colciencias, 2013).

Dentro de los principios del programa de seguridad y defensa se encuentran las actividades que robustecen las capacidades existentes, utilizando la infraestructura científico-tecnológica actual y la descentralización del desarrollo ACTI, Actividades de investigación y desarrollo, innovación y capacitación. Al mismo tiempo, todos los proyectos que se desarrollen deberán contar con acompañamiento permanente y directo de alguna de las Fuerzas Armadas, ya sea el Ejército Nacional, la Armada Nacional o la Fuerza Aérea Colombiana o la Policía Nacional.

Teniendo en cuenta el marco mencionado, el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa tiene cuatro líneas transversales:

1. El Incremento de la capacidad nacional en la creación, transferencia y uso de conocimiento para brindar soluciones tecnológicas sostenibles a las Fuerzas Armadas y a la sociedad en general.
2. La contribución al fortalecimiento de la propiedad intelectual, a través de la protección, uso y explotación del conocimiento de los resultados de la I+D que se realicen al interior de las Fuerzas Armadas, para que sea una herramienta de sostenibilidad financiera.
3. El talento humano como una prioridad de acción del programa de seguridad y defensa para la consolidación de capacidades sectoriales teniendo en cuenta las necesidades identificadas por las Fuerzas Militares y hacer el cierre de brechas de conocimiento.
4. El impulso del emprendimiento a través de la creación de empresas de base tecnológica y científica.

Por otra parte, el programa de seguridad y defensa se orienta hacia la integración de los actores del sector académico y productivo para incentivar la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) en el sector defensa con el propósito de dar soluciones tecnológicas sostenibles a las Fuerzas Arma-



das y proporcionar el conocimiento generado al aparato productivo del país. Esto en búsqueda de la independencia, autosostenibilidad y ventaja tecnológica en el sector, posicionándolo como un motor de desarrollo estratégico del país (Colciencias, 2013).

### **3.1.2. Ministerio de Defensa Nacional**

De acuerdo con lo anterior, el Ministerio de Defensa Nacional impulsa la CTei dentro del proceso de fortalecimiento y modernización del sector defensa y seguridad,<sup>1</sup> en respuesta a los lineamientos generales de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, y reconociendo la actuación fundamental de la I+D+i en el progreso y fortalecimiento de distintos sectores productivos nacionales e impulsa la CTei dentro del proceso de fortalecimiento y modernización del sector defensa y seguridad.<sup>2</sup>

La actuación de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector defensa se emplea para el cumplimiento de la misión constitucional de las Fuerzas Militares y policiales. Busca obtener independencia y autosuficiencia tecnológica, estratégicas para el país. El impulso de la I+D+i en el sector, se adelanta para obtener respuestas tecnológicas y generar la capacidad de soluciones sostenibles a las Fuerzas Armadas, de manera tangencial a la sociedad en general. De esta forma, todo el sector defensa y seguridad se convierte en un motor de desarrollo para la industria nacional del país.

La autosuficiencia como principio rector de la política de ciencia y tecnología para el sector defensa busca que las Fuerzas Militares, acumulen conocimiento científico y tecnológico, para reducir la dependencia tecnológica de actores extranjeros en áreas estratégicas. Por ende, se apoyan las actividades de CTei, para crear las condiciones necesarias y aprovechar la CTei de la mejor manera (Ministerio de Defensa Nacional, 2011). Por lo tanto, para

---

1 El Sector Defensa y Seguridad está conformado por el Ministerio de Defensa Nacional: Unidad de Gestión General, Dirección de Justicia Penal Militar, Comisión Colombiana del Océano, Comando General de las Fuerzas Militares, Ejército Nacional, Armada Nacional, Fuerza Aérea Colombiana, Dirección General de la Policía Nacional, Dirección General de Sanidad Militar, y las 18 empresas que conforman el Grupo Social y Empresarial de la Defensa.

2 Ver nota anterior.

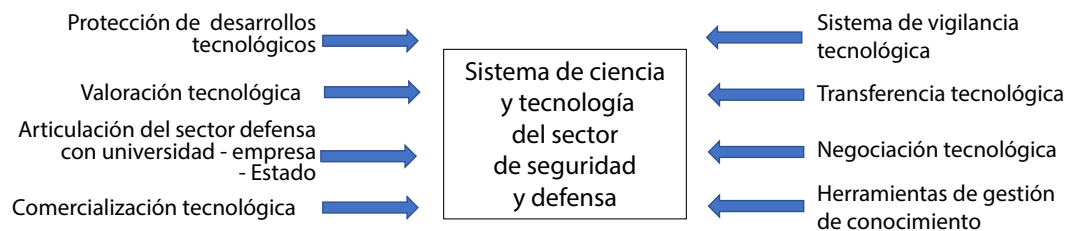
obtener esas condiciones, las ACTI se proyectan hacia el cumplimiento de cuatro grandes objetivos:

1. Fortalecimiento de las capacidades endógenas existentes.
2. Descentralización de la ciencia, la tecnología y la innovación.
3. Incorporación de la I+D+i en los procesos productivos en las entidades del sector defensa.
4. Integración de los actores y las ACTI en el sector defensa nacional.

El desarrollo de las actividades de ciencia, tecnología e innovación tienen el propósito de asegurar que los proyectos del sector sean consistentes con la visión y misión de las Fuerzas Armadas y representen un esfuerzo concentrado en prioridades específicas (Pinzón, 2011).

Para la ejecución de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el sector defensa, los lineamientos están enfocados en cuatro áreas específicas: 1) Adquisición de material de defensa. 2) Investigación y desarrollo conjunto, cooperación industrial y social. 3) Protección de la propiedad intelectual. 4) Incentivos para los actores del sistema de ciencia y tecnología del sector defensa; estas cuatro áreas específicas están evidenciadas en acciones que desarrollan en el sistema como lo muestra la Figura 3.1.

**Figura 3.1.** Acciones de fortalecimiento del Sistema de Ciencia y Tecnología del sector defensa



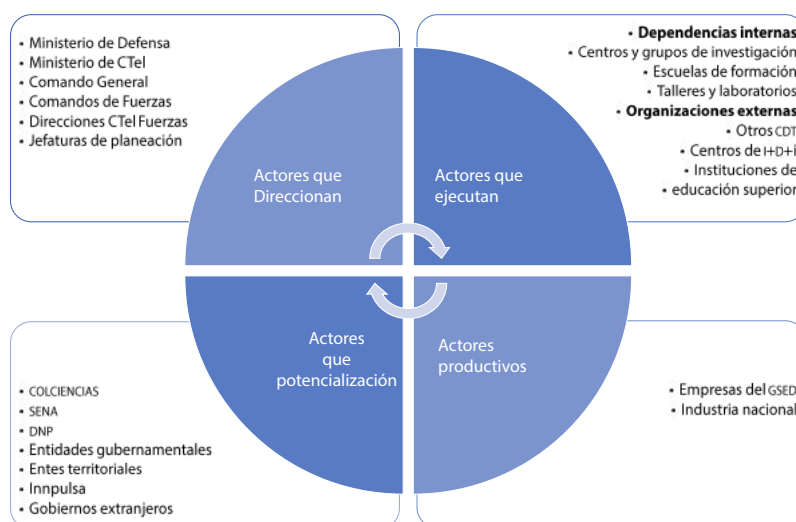
Fuente: Pinzón, 2011.

Las acciones de fortalecimiento al sistema de ciencia y tecnología del sector defensa se desarrollan en coordinación con un conjunto de actores liderados por el Ministerio de Defensa Nacional a través de la Dirección de Ciencia y Tecnología e Innovación; entre estos actores se encuentran:

1. *Actores que direccionan la CTei*: dan línea, política y ejercen funciones que encaminan la ciencia y tecnología e innovación dentro del sector defensa y seguridad.
2. *Actores que realizan actividades de CTei*: ejecutan las actividades primarias de ciencia y tecnología e innovación tales como producción, generación y uso del conocimiento en cumplimiento de su misión.
3. *Actores productivos CTei*: encargados, a través de la interacción con actores de direccionamiento (que define las necesidades y áreas prioritarias), de llevar a nivel de línea de producción (escalar) las investigaciones y desarrollos de los actores que realizan las investigaciones.
4. *Actores que potencian la CTei*: son entidades que actúan como catalizadores. Poseen las herramientas y los recursos necesarios para impulsar los procesos de CTei en el sector defensa y seguridad.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 3.2. se muestran los actores que conforman el sistema de ciencia, tecnología e innovación del sector defensa y seguridad.

**Figura 3.2.** Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector seguridad y defensa



**Fuente:** Dirección de Ciencia Tecnología e Innovación, Ministerio de Defensa Nacional y Dirección de Ciencia y Tecnología, 2018.

Este andamiaje es liderado desde el Ministerio de Defensa Nacional por la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, cuenta con un equipo multidisciplinario de funcionarios entre los que se encuentran oficiales, suboficiales y civiles de diversas áreas de la ingeniería, el derecho, la economía y la administración, con experticia en la administración y el desarrollo de proyectos CTei. El personal de la dirección tiene como función principal la descripción de la línea estratégica en ciencia, tecnología e innovación del sector defensa. Para ello, articula la interacción entre varios sectores y promueve una estrecha relación entre la triada universidad-empresa-Estado.

Para aunar esfuerzos, el Ministerio de Defensa Nacional ha concentrado algunas áreas tecnológicas específicas con las necesidades sentidas del sector y transversales a cada una de las Fuerzas Militares, con el fin potencial de aplicación de la tecnología dual.

### **3.1.3. Fuerzas Militares**

Para las Fuerzas Militares de Colombia es una prioridad apalancar las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. Es así como cada una de las fuerzas, en su propósito de optimizar su recurso humano y económico, ha avanzado en la incorporación, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) dentro de sus planes estratégicos, lo cual produce consigo muchos beneficios en materia institucional (Pacheco Oviedo, 2014).

Es de resaltar que la investigación, el desarrollo y la innovación brindan a las Fuerzas Militares un sin número de ventajas entre las que se puede mencionar tres aspectos fundamentales. En primer lugar, permite construir una base progresiva de independencia tecnológica de proveedores extranjeros. Las Fuerzas Militares, en el desempeño de su misión constitucional y con la incorporación de la I+D+i, pueden garantizar el bienestar, la seguridad y la soberanía nacional gracias a esfuerzos propios. En segundo lugar, la investigación y el desarrollo destinado al ámbito de la defensa tiene gran impacto operacional permitiendo mejor capacidad de maniobrabilidad en el teatro de operaciones. Y, finalmente, los desarrollos militares provenientes de la I+D+i propenden al desuso de tecnologías obsoletas, que impacta de manera directa la disminución de costos y le da un uso más eficiente a los recursos que se disponen (Pinzón, 2015, p.11).

Teniendo en cuenta lo anterior, se mostrará cómo desde el más alto nivel de las Fuerzas Militares y hacia abajo en la cadena de mando, estas instituciones incorporan en sus planes estratégicos la ciencia, tecnología e innovación.

### **Comando General de las Fuerzas Militares**

El Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia tiene bajo su mando al Ejército Nacional, la Armada de la República de Colombia y la Fuerza Aérea Colombiana. La Constitución Política de Colombia de 1991, en su Artículo 2 define que:

Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo.

Asimismo, en su Artículo 217 reconoce jurídicamente la existencia de las Fuerzas Militares y les confiere su función misional en los siguientes términos:

La Nación tendrá para su defensa unas Fuerzas Militares permanentes constituidas por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea. Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional.

De acuerdo con lo anterior, la misión se define entonces en el mismo Artículo 217:

“Las Fuerzas Militares tendrán como finalidad primordial la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional” para contribuir a la seguridad y la convivencia de la población y sus recursos y garantizar del Estado Social de Derecho.

De la misma manera, se describe la visión en el Plan Estratégico Militar, PEM 2030 (Comando General Fuerzas Militares de Colombia [CGFM], 2017):

Las Fuerzas Militares del 2030, en el marco de la normatividad legal, serán una institución integra, con hombres y mujeres entrenados, capacitados y actualizados. Fortalecidas en el trabajo conjunto, coordinado, combinado e interagencial. Modernas en equipos y tecnología, con capacidad disuasiva, interoperable y exitosas en más de un escenario en forma simultánea; contribuyendo con sus capacidades al crecimiento de la nación y siendo referentes regionales e internacionales en el mantenimiento de la paz global (p. 15).

Dentro del Plan Estratégico Militar 2030 se incorpora en sus objetivos la ciencia, tecnología e innovación como actores importantes en la implementación de la estrategia. En el objetivo estratégico n.º 1 se plantea: “Contar con una autonomía estratégica y capacidad disuasiva creíble y sostenible para actuar de forma efectiva y simultánea en más de un escenario” (CGFM, 2017, p. 17). En este caso, se integran tres conceptos importantes que, aunque independientes, se relacionan: autonomía estratégica, capacidad disuasiva creíble y sustentable, y simultaneidad en más de un escenario.

Para su cumplimiento, las Fuerzas Militares deben estar capacitadas de manera multifuncional con modernos equipos y tecnología de punta que les permitan ser exitosas en el cumplimiento de su misión (CGFM, 2017), lo cual impulsará el desarrollo e innovación en los sectores privados y públicos para la producción de bienes y la prestación de servicios requeridos para la seguridad y defensa nacional.

De igual manera, el Comando General de las Fuerzas Militares proyecta para el año 2030 alcanzar una autonomía estratégica capaz de ser garante del desarrollo nacional con capacidad disuasiva contundente para ser líder regional en seguridad, defensa y desarrollo tecnológico militar (CGFM, 2017).

La estrategia militar general es responsabilidad del comandante general de las Fuerzas Militares, quien dispone del Estado Mayor Conjunto y de la asesoría técnica de los comandantes de fuerza, Ejército, Armada y Fuerza Aérea, para conducir a las Fuerzas en el teatro de guerra, de acuerdo con las directrices gubernamentales expresadas por el presidente de la República de Colombia.

Acorde con lo anterior, las Fuerzas Militares de Colombia deben adoptar una cadena de mando única en el empleo de cualquiera de sus Fuerzas, lo cual servirá para operar de manera conjunta, coordinada e interagencial a lo largo y ancho del territorio nacional. De esta manera, y con el fin de cumplir con la misión constitucional impuesta, se requiere, además, que cada uno de los comandantes de fuerza cumpla con sus respectivas misiones institucionales, como se indica en la Figura 3.3.

**Figura 3.3.** Ejes de la transformación del Comando General de las Fuerzas Militares



Fuente: CGFM, 2017.

La investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en las Fuerzas Militares son de gran importancia e impacto, debido a que se constituyen en un medio para la solución de necesidades y desarrollos, los cuales dan oportunidades a entidades privadas y públicas externas, con vocación académica e investigativa, para mejorar las capacidades de las Fuerzas (González, Milton, comunicación personal, 03 de julio de 2019, director de Gestión Tecnológica de la Armada Nacional de Colombia). Teniendo en cuenta lo anterior, el comando general de las Fuerzas Militares establece una estructura organizacional para el funcionamiento dinámico del sistema de ciencia y tecnología, como se muestra en la Figura 3.4.

**Figura 3.4.** Estructura organizacional para la administración de la ciencia, la tecnología e innovación en el Comando General de las Fuerzas Militares



Fuente: CGFM, 2019.

Indispensables en cualquier área del saber, los diferentes procesos de investigación siempre han contribuido a la solución de problemas técnicos, tecnológicos y científicos, por lo cual se hace necesario mantener y fortalecer esta dinámica, permitiendo a las Fuerzas generar nuevo conocimiento, tener una independencia tecnológica y ahorrar recursos por medio de la aplicación de investigación y posterior desarrollo tecnológico.



La creación de conocimiento, con relación a la función formativa en el ámbito militar, potencia la capacidad creativa y técnica de grupos multidisciplinarios de investigadores que articulen técnicas e investigaciones previas para mejorar las condiciones y formas de enfrentar las amenazas en el campo de combate. También aplicadas en el posacuerdo, en el posconflicto y los crímenes transnacionales, a través de proyectos de investigación y desarrollo de impacto nacional e internacional para mejorar las capacidades de las Fuerzas Militares (Departamento Conjunto de Educación Militar, 2018).

### **Ejército Nacional de Colombia**

El Ejército Nacional es la primera Fuerza bajo el mando del comando general de las Fuerzas Militares. Está compuesto por ocho divisiones como lo muestra la Figura 3.5., con sus respectivas brigadas, distribuidas en todo el territorio nacional. Cuenta con una División de Asalto Aéreo con un considerable número de aeronaves de ala fija y rotatoria que cumplen funciones de asalto aéreo, evacuaciones aeromédicas, rescate y apoyo aéreo cercano, agrupadas en brigadas y batallones.

Independientes de las divisiones, existen Unidades de Operaciones Especiales: Brigada Especial contra el Narcotráfico, Brigada de Fuerzas Especiales, Fuerza de Despliegue Rápido (FUDRA), Agrupación de Fuerzas Especiales Antiterroristas Urbanas (AFEAU), Batallón de Comandos (BACOA), Agrupación de Lanceros Aerotransportados (AGLAN) y Grupos de Acción Unificada para la Libertad Personal (GAULA) (Colciencias, 2013).

**Figura 3.5.** Distribución de divisiones militares en el territorio nacional



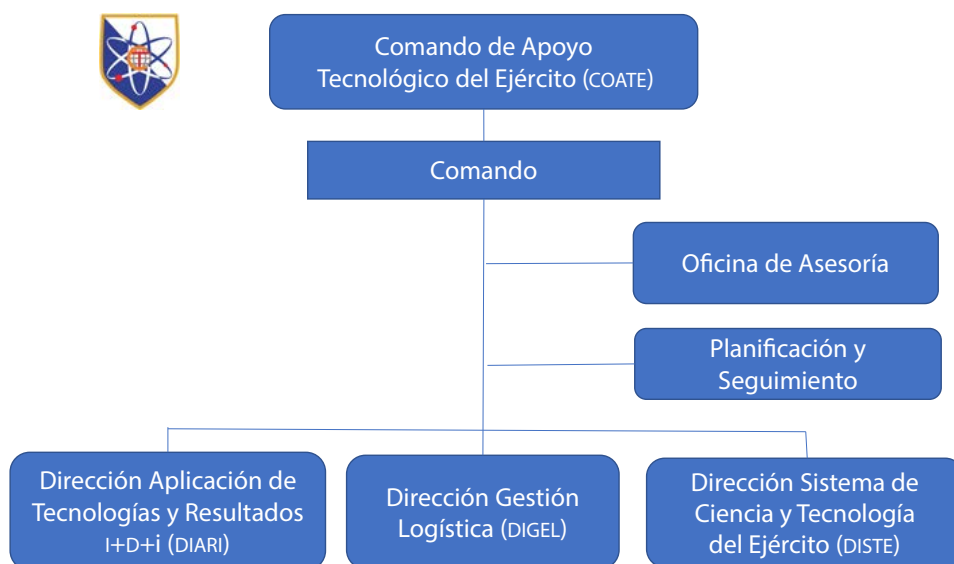
**Fuente:** elaboración propia con base en información de la Dirección Operaciones.

El Ejército Nacional se encuentra alineado al comando general de las Fuerzas Militares referente a la ciencia, tecnología e innovación mediante el Plan Estratégico del Ejército Nacional 2015-2018 (Ejército Nacional, s.f.). Allí se contemplan dieciséis (16) objetivos estratégicos, de los cuales se resalta el número 13, el cual establece que debe: “Soportar las operaciones con doctrina pertinente y tecnología eficiente”.

La doctrina militar contiene el conocimiento que la Fuerza ha adquirido y soporta el desarrollo de sus operaciones y procesos, por lo cual debe ser constantemente revisada y actualizada para garantizar su pertinencia. El desarrollo tecnológico facilita también el cumplimiento de la misión y potencia las capacidades de la Fuerza, permitiendo cerrar brechas y optimizar los procesos.

De acuerdo con lo anterior, entre las iniciativas para impulsar la ciencia, tecnología e innovación se llevó a cabo un plan de transformación gestado en el Comité de Renovación Estratégica e Innovación de la Fuerza Pública (CREI) y madurado posteriormente en el Comité Estratégico de Transformación e Innovación (CETI), dejando como resultado la creación de una nueva dependencia denominada Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional, que tiene como función principal direccionar, promover y efectuar acompañamiento a la investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación, transferencia de tecnología, conocimiento y propiedad intelectual en el Ejército Nacional, con el propósito de articular el Sistema de Ciencia y Tecnología (SICTE), y aplicar las capacidades científicas y tecnológicas en respuesta a las necesidades del Ejército Nacional (Ejército Nacional de Colombia, s.f.). En la Figura 3.6. se expone su organización.

**Figura 3.6.** Estructura organizacional del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional



Fuente: Ejército Nacional de Colombia, s.f.

Entre las capacidades instaladas en esta unidad se encuentran:

- Consolidar y fomentar los programas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y propiedad intelectual propios y/o escalar estos en la Fuerza para dar solución a las necesidades del Sistema

de Ciencia y Tecnología del Ejército (SICTE), en concordancia con las políticas y directrices del Ministerio de Defensa Nacional.

- Orientar y hacer seguimiento a la ciencia y tecnología, aplicada a entornos militares y de uso dual, con el objeto de minimizar la dependencia tecnológica con entidades externas.
- Establecer los procesos logísticos de los proyectos y desarrollos tecnológicos, con el fin de ser aplicados al interior de la Fuerza.
- Impulsar las alianzas estratégicas interinstitucionales para el logro de acuerdos y convenios con entes internos y externos y así fortalecer la ciencia, la tecnología y la propiedad intelectual en la Fuerza.
- Elaborar los convenios en el marco de cooperación en materia de ciencia y tecnología para dar inicio al desarrollo de los convenios específicos direccionados y enmarcados en cada una de las áreas y líneas de investigación en beneficio de la Fuerza, previo visto bueno de la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa Nacional.
- Asesorar y recomendar al segundo comandante del Ejército Nacional para la toma de decisiones en referencia a la aplicación de los resultados de la investigación y el desarrollo tecnológico con el fin de tomar decisiones acordes a la situación.
- Fomentar internamente la propiedad intelectual en cada uno de los procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), con el propósito de mantener la información y el conocimiento (*know how*) en beneficio de la Fuerza.
- Fomentar los recursos (financieros, humanos y en especie) necesarios a ser aplicados en ciencia y tecnología y propiedad intelectual en el SICTE, con el fin de fortalecer los proyectos de investigación y desarrollos tecnológicos en la Fuerza.
- Estructurar y emitir las normas y directrices en ciencia, tecnología e innovación y propiedad intelectual en coordinación con la Dirección de Planes y Políticas de Ciencia y Tecnología (DIPTE), con el objeto de ser implementadas como herramientas dentro del SICTE de la Fuerza.

- Impulsar la transferencia tecnológica y de conocimiento interno y externo, para adquirir suficiencia en la Fuerza, en coordinación con el Ministerio de Defensa Nacional.
- Consolidar las necesidades en temas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), tecnología y propiedad intelectual, con el propósito de promover, divulgar, coordinar y verificar los proyectos en desarrollo, a fin de generar pertinencia con la investigación científica y conocimiento en la Fuerza.
- Fomentar la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en las diferentes áreas (estratégico, operativo y táctico) de la Fuerza, con el fin de articular el resultado de los desarrollos tecnológicos y proyectos en temas de ciencia y tecnología.
- Finalmente, el Ejército Nacional ha definido las Políticas de I+D+i de las que se destacan:
- La estructura del Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional, alineado con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y las directrices del Ministerio de Defensa Nacional y del Ministerio de Educación Nacional.
- La gestión para la formación y capacitación en ciencia, desarrollo tecnológico e innovación del talento humano que interactúa dentro del SNCTI del Ejército Nacional, así como su desarrollo profesional por competencias.
- El desarrollo de proyectos de investigación orientados a la solución de necesidades institucionales.
- La apropiación a nivel institucional, nacional e internacional de los conocimientos generados por los actores del SNCTI.
- Cómo proteger el producto de las investigaciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones generadas por el SNCTI.
- La alineación de las actividades de ciencia, desarrollo tecnológico e innovación con las necesidades institucionales y su impacto socioeconómico.
- La promoción e interacción del SNCTI nacional e internacionalmente con la academia, la empresa privada y entidades oficiales.

- La definición y alineación de los procesos para la gestión de recursos para el desarrollo de ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- Asegurar la eficiencia, eficacia y efectividad de los programas, proyectos y demás actividades del SNCTI enmarcándolos en los estándares de calidad internacionales.
- La promoción de una cultura institucional alrededor de la ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- La promoción del desarrollo y la vinculación de la ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación, asociados al mejoramiento y la actualización de la educación en el Ejército.

### **Armada Nacional de Colombia**

La Armada Nacional consta de un componente naval, uno de guardacostas, y uno de infantería de marina. Cuenta con cuatro Fuerzas Navales dispuestas en cada punto cardinal del país. Por el norte, la Fuerza Naval del Caribe, por el occidente la Fuerza Naval del Pacífico, por el este la Fuerza Naval del Oriente y el sur la Fuerza Naval del Sur; cuenta con un comando específico, el de San Andrés y Providencia, al igual que con cinco brigadas de infantería de marina, como se representa en la Figura 3.7.

**Figura 3.7.** Distribución de Fuerzas Navales y Brigadas de Infantería de Marina en el territorio nacional



**Fuente:** elaboración propia con base en información de la Dirección Operaciones Navales.

Las principales unidades estratégicas en operación de la Armada en la flotilla de superficie son las fragatas misileras clase “Almirante Padilla”, la corbeta, buques patrulleros oceánicos OPV y patrulleros de costa CPV. La Fuerza submarina la componen los submarinos oceánicos U-209 y U-206. La Aviación Naval está compuesta por aeronaves de ala rotatoria y fija para transporte, inteligencia de señales, guerra electrónica y guerra antisubmarina. Finalmente, las brigadas de infantería de marina que operan los diversos buques de patrullaje fluvial PAFP, PAFL, LPR y elementos de combate fluvial, algunos de estos fabricados con tecnología nacional (Colciencias, 2013).

Para el Ministerio de Defensa Nacional (2016), se han definido los siguientes elementos de la estrategia organizacional para la Armada Nacional:

Para el año 2030 la Armada Nacional será una Armada mediana de proyección regional, con fuerza defensiva oceánica, garante de los intereses marítimos de la Nación y con capacidad de cumplir operaciones de Seguridad Marítima en la Zona Económica Exclusiva y de Guerra Naval en los teatros de operaciones establecidos,

sirviendo de apoyo a la política exterior del gobierno nacional, así como de contribuir al desarrollo tecnológico, científico, social y económico de la Nación (p. 18).

La Armada Nacional [...] es una fuerza que tiene como misión contribuir a la defensa de la Nación a través del empleo efectivo de un poder naval flexible en los espacios marítimo, fluvial y terrestre bajo su responsabilidad, con el propósito de cumplir la función constitucional y participar en el desarrollo del poder marítimo y a la protección de los intereses de los colombianos (p. 19).

Ser una “Armada mediana de proyección regional” implica cumplir con sus múltiples roles a través del empleo óptimo y flexible de sus capacidades para el control adecuado de sus espacios marítimos y fluviales, como resultado de un justo balance entre el tamaño de la fuerza<sup>3</sup> y su capacidad para desplegarla en estos espacios.

La visión de la Armada Nacional incluye el propósito de posicionarse a la altura de las marinas de los países del entorno regional, considerando su condición de país bioceánico. De igual manera, está llamada a contribuir no solo con el cumplimiento de los objetivos nacionales de defensa y seguridad, sino también con aquellos previstos por el Estado con relación al desarrollo integral del país a través de su esfuerzo armado y no armado, en donde la promoción de la conciencia y cultura marítima y fluvial juegan un papel fundamental.

Para que la Armada Nacional alcance la misión y la visión se han establecido cinco objetivos estratégicos misionales, resumidos en: “Contribuir mediante el empleo dual de las capacidades, al desarrollo integral del país como soporte a las políticas de Estado” (Ministerio de Defensa Nacional, 2018, p. 15).

La Armada Nacional contribuye activamente al desarrollo integral del país, no solo a través de la vigilancia y control de los espacios marítimos, costeros y fluviales, sino también de la protección de sus recursos naturales y la di-

---

3 Una marina de nivel tipo 6 “Fuerza Media de Proyección Regional” sugiere la cantidad de fuerza que se necesita para alcanzar esa estatura, así como los diferentes tipos de unidades que se deben tener en los tres componentes de la Armada Nacional: naval, infantería de marina y guardacostas.



námica que, como institución, genera para la protección y desarrollo de los intereses marítimos y fluviales.

Existen seis elementos constitutivos para desarrollar este objetivo: 1) industria naval, marítima, portuaria y fluvial; 2) seguridad integral marítima y fluvial; 3) capacidades de la Armada Nacional para el apoyo a las comunidades; 4) actividades marítimas para el desarrollo del país; 5) escenarios interinstitucionales para el desarrollo del país; 6) investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. Este último elemento refiriéndose a la temática de interés.

La Armada Nacional realiza investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación a través de las escuelas de formación de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR). Según el ranking 2017 de las empresas más innovadoras de Colombia, esta corporación ocupó el tercer lugar entre las que más invierten en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación ACTI.

Asimismo, la institución apoya la investigación científica que realiza la Dirección General Marítima (Dimar), contribuyendo a la generación de conocimiento científico de los mares, que posteriormente tiene potencial para ser sustento en políticas de Estado sobre el uso y explotación del territorio, para los planes de ordenamiento marino-costero, para la defensa y soberanía del territorio y otras iniciativas que contribuyen de forma directa en el desarrollo marítimo del país. Este fragmento de la Armada será ampliado en el aparte 3.2 “Panorama de la tecnología y la innovación en la Armada Nacional” y en el 3.3 sobre la estructura institucional para el desarrollo tecnológico.

### **Fuerza Aérea Colombiana**

Actualmente, la Fuerza Aérea Colombiana está estructurada en siete comandos aéreos de combate, como lo muestra la Figura 3.8., un comando aéreo de transporte militar y un comando aéreo de mantenimiento. Cuatro grupos aéreos: Grupo Aéreo del Casanare-Yopal, Casanare; Grupo Aéreo del Caribe-San Andrés Isla; Grupo Aéreo del Oriente-Marandúa, Vichada,

y Grupo Aéreo del Amazonas-Leticia, Amazonas. Cuenta también con un sistema de defensa aérea integrado por radares militares y civiles (Fuerza Aérea Colombiana, s.f.).

**Figura 3.8.** Distribución de los comandos y grupos aéreos de combate en el territorio nacional



**Fuente:** elaboración propia con base en información de la Dirección de Operaciones Aéreas.

Los equipos con los que cuenta la Fuerza Aérea Colombiana se distribuyen según su función: la flota de caza está compuesta por aeronaves supersónicas de fabricación israelí K-Fir, asignadas a los diferentes escuadrones de combate. La flota de ataque está compuesta por aeronaves de ataque Tucano y Supertucano de fabricación brasileña. Aeronaves Dragonfly de fabricación norteamericana y las aeronaves Bronco. La flota de ataque aéreo cercano tiene aeronaves Fantasma de fabricación norteamericana. Helicópteros de ataque Arpía y helicópteros de ataque Rapaz y Búho, asignados a escuadrones de combate táctico. Finalmente, se cuenta con helicópteros de asalto aéreo, en su mayoría Black Hawk, aeronaves de transporte militar como los Hércules y aeronaves de inteligencia, guerra electrónica e inteligencia de señales.

Actualmente, la Fuerza Aérea Colombiana cuenta con aeronaves no tripuladas como el ScanEagle de fabricación norteamericana o Elbit Hermes de fabricación israelí. Está en construcción el Iris de fabricación nacional (Colciencias, 2013).

Para el desarrollo de su estrategia organizacional la Fuerza Aérea ha definido:

Misión. Volar, entrenar y combatir para vencer y dominar en el aire, el espacio y el ciberespacio, en defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial, el orden constitucional y contribuir a los fines del Estado.

Visión. Para ejercer el dominio en el aire, el espacio y el ciberespacio, la Fuerza Aérea será innovadora, polivalente, interoperable, líder y preferente regional, con alcance global y con capacidades disuasivas reales, permanentes y sostenibles (Fuerza Aérea Colombiana, s.f.).

El Plan estratégico institucional de la Fuerza Aérea Colombiana 2011-2030 presenta la ciencia, la tecnología y la innovación como ejes estratégicos para la transformación de su ventaja aérea militar, ya que los incorpora en varios aspectos de dicho plan, incluyendo su visión institucional, líneas de acción estratégicas y objetivos específicos. Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico fortalece la investigación aeroespacial y desarrollo del sistema de gestión del conocimiento y la doctrina aérea.

El concepto operacional establece que en su dirección estratégica:

Las capacidades distintivas del poder aéreo son el corazón de la perspectiva estratégica aérea y también son la esencia en la contribución de los elementos aéreos a las capacidades totales de las Fuerzas Militares representan la combinación del conocimiento profesional, experiencia del poder aéreo y los conocimientos tecnológicos, que cuando se aplican, producen capacidades militares superiores (Fuerzas Militares de Colombia y Fuerza Aérea Colombiana, 2011, p. 9).

En la visión institucional se establece que:

El desarrollo tecnológico en todos los ambientes de la Fuerza Aérea es la orientación hacia un futuro deseado no solo por la comunidad aérea, sino por el pueblo colombiano. Ese objetivo más que un sueño, es la realidad y cualidad que permanentemente desarrollará la Fuerza Aérea colombiana, mediante la promoción e impulso del desarrollo científico y tecnológico que le permita un desarrollo de la industria aérea, espacial y de defensa y convertirse en una autoridad aeronáutica que confluya en la contribución y el desarrollo de la industria nacional (Fuerzas Militares de Colombia y Fuerza Aérea Colombiana, 2011, p. 22).

En las políticas institucionales,

La Estrategia de la Fuerza Aérea para cumplir la misión y alcanzar la visión, orientará la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Los proyectos de investigación, de desarrollo tecnológico y de innovación, deben ser de impacto institucional y su financiación debe beneficiar la mayor cantidad de actores dentro de la Fuerza Aérea.

[...]

Se debe propender por la creación de estímulos, compensaciones y reconocimientos para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, dentro de la normatividad vigente.

La estructura de la ciencia, el desarrollo tecnológico y la innovación es única, en tal forma que los Centros de investigación, Centros de Desarrollo tecnológico y Grupos de investigación, estarán orientados por las directrices dadas por la Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. (Fuerzas Militares de Colombia y Fuerza Aérea Colombiana, 2011, p. 43).

En la estrategia general del fomento a la investigación y el desarrollo tecnológico,

la Fuerza Aérea [debe incorporar] el mejor recurso humano disponible en el país y cultivar su talento mediante la conducción de programas educativos tanto en el interior como el exterior, acordes con las necesidades institucionales para promover la investigación y el desarrollo tecnológico en el campo aeronáutico

Así mismo, y en concordancia con lo anterior, se implementará la alianza CAMAN-CIAC [Comando de Mantenimiento-Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana], con el propósito de optimizar la gestión y resultados de la aviación en el sector defensa, así como el impulsar el desarrollo de la industria aeronáutica nacional (Fuerzas Militares de Colombia y Fuerza Aérea Colombiana, 2011, p. 52).

Por otro lado,

La oferta educativa de la Fuerza Aérea Colombiana se centra en la investigación, desarrollo e innovación de temáticas militares, aeronáuticas y espaciales, que conduzcan a los miembros de la institución a ejercer el liderazgo en el contexto del poder aéreo nacional y regional.

El propósito de la educación en la Fuerza Aérea es dar respuesta a las necesidades propias de cada área funcional, del sector aeronáutico y de la sociedad, contribuyendo a la solución de problemas institucionales, regionales y nacionales al generar conocimiento como base para el desarrollo de investigación aplicada, científica y tecnológica con los más altos estándares nacionales e internacionales (Fuerzas Militares de Colombia y Fuerza Aérea Colombiana, 2011, pp. 41-42).

### **3.2. Panorama de la tecnología y la innovación en la Armada Nacional de Colombia**

El Ministerio de Defensa Nacional, como actor del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, publicó en 2011 la Política de Ciencia y Tecnología e Innovación para el sector defensa y seguridad (Ministerio de Defensa Nacional, 2011). Asimismo, implementó el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Defensa Nacional, del cual hacen parte las Fuerzas Militares de Colombia, la Policía Nacional y las empresas del Grupo Social y Empresarial para la Defensa y Bienestar (GSED) (Grupo Social y Empresarial de la Defensa, 2018).

Los lineamientos de esta política se especifican en cinco áreas que se relacionan a continuación:

- *Adquisiciones de material de defensa:* deben cubrir las necesidades de cada Fuerza, las cuales responden a un ejercicio de vigilancia tecnológica.
- *Investigación y desarrollo conjunto en ciencia, tecnología e innovación:* búsqueda de soluciones que beneficien a la mayor cantidad de usuarios dentro del sector defensa y seguridad.
- *Cooperación industrial y social (offset):* permiten al país comprador de bienes y servicios de defensa exigir una compensación al contratista como parte de las condiciones de negociación, proyectos que garanticen la autosuficiencia en el ciclo de vida de los equipos adquiridos, incremento en capacidades tecnológicas y retornos industriales.

- *Propiedad Intelectual*: resultados de ciencia y tecnología de las Fuerzas que permitan la transferencia tecnológica y explotación.
- *Incentivos* para los actores del Sistema de Ciencia y Tecnología del sector defensa y seguridad.

Teniendo en cuenta lo anterior, el comando general de las Fuerzas Militares, a través del Departamento Conjunto de Educación Militar y la Dirección de Ciencia y Tecnología del referido Departamento, estableció que el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación es un conjunto articulado y armónico de actores de todas las Fuerzas Militares, divididos en niveles de acuerdo con sus misiones, y que, de manera secuencial y lógica, permiten la construcción de capacidades para la Defensa y Seguridad Nacional, desde el desarrollo científico y tecnológico, garantizando su sostenibilidad a largo plazo (Departamento Conjunto de Educación Militar, 2018).

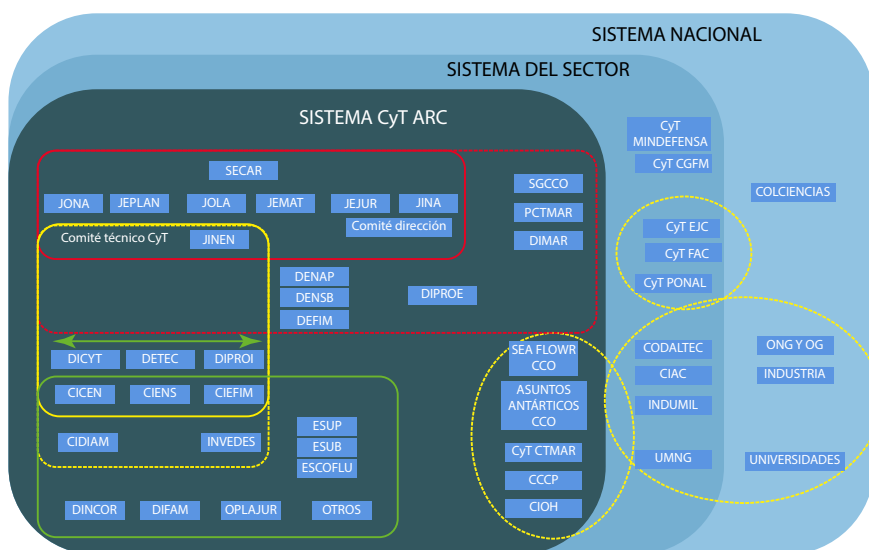
En la Armada Nacional, en la vigencia 2006 –mediante la Directiva Permanente n.º 029 CARMA-SECAR-DDIN-894 del 11 de enero de 2006 (Moreno, 2006)–, se establecieron las políticas para el fomento, desarrollo e integración del sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la Armada Nacional y en el año 2009 se publicó el Plan Estratégico de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Naval 2009-2019 (Armada Nacional de Colombia, 2009), documentos que direccionan la ciencia y tecnología de la Armada Nacional.

La tecnología utilizada, desarrollada o adquirida por las Fuerzas Militares es una variable estratégica que puede llegar a significar la victoria o la derrota en el campo de combate. La capacidad de desarrollo de tecnología depende del potencial de los investigadores, los recursos físicos y financieros y de la infraestructura existente para adelantar procesos y proyectos de investigación. En ese sentido, se requiere de un sistema que facilite la creación de las condiciones favorables para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación que, a su vez, coadyuve a incentivar el espíritu investigador del personal para generar conocimiento e impulsar el desarrollo tecnológico de la institución naval.

El Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional de Colombia es un conjunto de actores que, siendo orgánicos de distintas jefaturas y estando en diferentes niveles de la organización, se relacionan formando redes sobre las cuales se desarrollan las actividades de investigación, desarrollo e innovación al interior de la institución.

Por ello, este sistema tiene como objetivo principal potenciar la capacidad de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de la Armada Nacional, contribuyendo a fortalecer el poder naval y los intereses marítimos en procura de la defensa de la Nación. Lo anterior, se realiza a través de un Sistema de Ciencia y Tecnología fuerte, consolidado y sostenible en su componente organizacional, de talento humano, interacción, recursos financieros y de infraestructura. En la Figura 3.9. se muestra el esquema del Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional.

Figura 3.9. Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional



Fuente: Calle, 2017.

A partir de la anterior definición, y de la información presentada en la figura anterior, se identifican los siguientes elementos para la descripción del sistema, explicando en detalle uno a uno, y partiendo de estos tres niveles:

1) niveles organizacionales del sistema; (2) actores del sistema; 3) relación entre dichos actores.

### **3.2.1. Niveles organizacionales del sistema**

El Sistema de Ciencia y Tecnología, en el que se encuentra inmersa la Armada Nacional, está constituido por tres niveles interrelacionados entre sí. Estos son: un nivel externo, constituido por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; un segundo nivel o nivel intermedio denominado Sistema de Ciencia y Tecnología del sector defensa; y, finalmente, un nivel interno denominado Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional. A continuación, se describen cada uno de estos niveles.

*Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología:* este sistema es liderado por Colciencias e incorpora los actores de la industria, la academia y el sector público nacional que desarrolla actividades de investigación, desarrollo e innovación. El líder de este sistema desarrolla actividades de ciencia y tecnología a través de 10 programas nacionales. Siendo de especial interés para la Armada Nacional:

1. el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del sector defensa;
2. el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de Ciencias del Mar;
3. el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de Ingeniería.

*Sistema del sector defensa:* este componente es liderado por la Dirección de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Defensa, integrado por los actores pertenecientes a las Fuerzas Militares, la Policía Nacional y las empresas del Grupo Empresarial del Sector Defensa (GSED), que desarrollan actividades de investigación, desarrollo e innovación.

Se destacan como actores la Dirección de Ciencia y Tecnología, las Escuelas de Formación, los Centros de Investigación y, en el caso del Grupo Social Empresarial del Sector Defensa (GSED), las empresas como la Corporación de Alta Tecnología (Codaltec), Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC) e Industria Militar (Indumil), y también se suma como actor la Universidad Militar Nueva Granada. Con estas entidades existen dos



tipos de relaciones: por pertenencia organizacional, la cual se desarrolla a través de la línea de mando del comando general de las Fuerzas Militares y el Ministerio de Defensa Nacional, y una segunda, dada a través de convenios marco y convenios específicos para el desarrollo de programas y proyectos de interés común y de cooperación.

*Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional (SCYTARC)*: liderado por la Dirección de Ciencia y Tecnología Naval, que a su vez se encuentra al interior de la Jefatura de Formación, Instrucción y Educación Naval (JINEN). En este nivel, se ubican los actores orgánicos de la Armada Nacional, pertenecientes a distintas dependencias y niveles del mando. También se encuentran otras entidades que por su misión, y por estar tripuladas en buena parte por miembros de la institución naval, contribuyen directamente al desarrollo del poder marítimo de la Nación y a la promoción y protección de sus intereses marítimos. Entre estas otras entidades se encuentra la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial (COTECMAR), la Dirección General Marítima (Dimar) y la Comisión Colombiana del Océano (CCO).

La relación entre los actores del sistema circula a través de la organización, conforme a las relaciones de la cadena de mando. Estas relaciones se establecen en coordinación de distintas dependencias, de tal forma que los procesos fluyan de manera adecuada, sin que esto viole el conducto regular. En el caso particular de COTECMAR, Dimar y CCO se establecen convenios marco y convenios específicos para el desarrollo de programas y proyectos de I+D+i.

### **3.2.2. Actores del sistema de CTei**

Los actores del sistema son todas las entidades o dependencias ubicadas en los diferentes niveles y que participan en el proceso de I+D+i.

#### **Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación**

En general, los actores del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación son todas aquellas empresas (privadas, públicas o de economía mixta), entidades del Estado y académicas (públicas o privadas) que desarrollan ac-

tividades científicas, tecnológicas y de innovación de acuerdo con Ley 1286 de 2009. A continuación, se relacionan y describen los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

- *Colciencias*: es una entidad encargada de coordinar el SNCTI. Reformada mediante la ley 1286 de 2009, se convirtió en un departamento administrativo, la entidad articula el sistema a través de 10 programas nacionales. Se resalta que a su cargo está el “Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas”, cuyo fin es la administración de recursos de diferentes fuentes para financiar proyectos de Investigación, desarrollo e innovación.
- *Centros o institutos de investigación*: son organizaciones públicas, privadas o mixtas dedicadas a la generación de conocimiento mediante proyectos de investigación científica básica o aplicada, y en líneas de investigación específicas. Estas pueden ser independientes o dependientes de otra entidad. También pueden ser centros públicos de I+D adscritos a entidades estatales del orden nacional que apoyen la misión institucional.
- *Centros de desarrollo tecnológico*: son organizaciones públicas o privadas, dedicadas al desarrollo de proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, con un nivel de madurez tecnológica TRL (Technology Readiness Level) 3 al 8, que incluye pruebas de concepto de las características analíticas y experimentales (nivel 3), validación de componentes/subsistemas en pruebas de laboratorio (nivel 4), validación de los sistemas, subsistemas o componentes en un entorno relevante (nivel 5), validación de sistema, subsistema, modelo o prototipo en condiciones cercanas a las reales (nivel 6), demostración de sistema o prototipo validados en el entorno operativo real (nivel 7) y sistema completo y calificado a través de pruebas y demostraciones en ambientes operacionales (nivel 8) y que adelantan procesos de transferencia de tecnología conforme a las necesidades del país (el nivel de madurez de la tecnología, mediante los TRL, se aborda con mayor precisión en el próximo capítulo, sección 4.3.).
- *Centros de innovación y productividad*: son organizaciones públicas o privadas, independientes o dependientes, que promueven el mejoramiento

de la competitividad y la productividad, contribuyendo al conocimiento científico, desarrollo tecnológico e innovación, e impulsan la interacción entre actores clave. Sus actividades principales son las asesorías, consultorías, asistencia técnica y capacitación. El nivel de madurez tecnológica se encuentra entre un 4 a 9 de TRL; adicional a los mencionados en el punto anterior, se encuentra sistema probado y operando con éxito en un entorno real (nivel 9).

- *Industria (unidades de I+D+i)*: sistemas de gestión de actividades y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, con un nivel de madurez tecnológica entre TRL 2 al 9 para fortalecer las capacidades tecnológicas, incrementar la productividad y competitividad de las empresas. La industria es además un potencial beneficiario de una deducción tributaria del 100% y un descuento adicional del 25% de la inversión realizada conforme a la Ley 1819 de 2016 por lo que puede resultar atractivo hacer acercamientos para la financiación de proyectos desde el sector privado.
- *Centros de ciencia*: instituciones públicas, privadas o mixtas, sin ánimo de lucro, independientes o dependientes, abierta al público y que buscan la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación fortaleciendo la cultura CTei en el país mediante actividades educativas.
- *Instituciones de Educación Superior y universidades*: participan en el SNCTI a través de sus grupos de investigación, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, centros de innovación y productividad o centros de ciencia.
- *Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales*: en el país y en el exterior existen varias organizaciones que no están reconocidas por Colciencias, pero que desarrollan actividades de investigación, desarrollo e innovación. En particular, se destacan aquellas que, a través de convocatorias y otros procedimientos, entregan recursos para proyectos de investigación o para estudios de maestría y doctorado.

## Actores del Sistema del sector defensa

El Sistema de Ciencia y Tecnología del Sector Defensa se encuentra estructurado conforme a la política de ciencia, tecnología e innovación del sector de defensa y seguridad del 2011. Hacen parte de este sistema dependencias que desarrollan actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Defensa Nacional, el comando general de las Fuerzas Militares, las empresas del Grupo Social y Empresarial de Defensa y Bienestar, el Ejército Nacional de Colombia, la Fuerza Aérea Colombiana y Policía Nacional. A continuación, se identifican las más relevantes:

- *Dirección de Ciencia y Tecnología Ministerio de Defensa:* depende del viceministerio del Grupo Social Empresarial de Defensa y Bienestar. Se encarga del proceso de investigación, desarrollo e innovación a nivel sectorial. Dentro de sus funciones se destacan el gestionar los convenios de cooperación social e Industrial *offset*, llevar a su cargo los procesos para protección de propiedad intelectual de todo el sector y la promoción de apuestas tecnológicas del sector. Estas últimas mencionadas son los vehículos aéreos no tripulados, ciberseguridad, ciberdefensa, simulación y sensores (radares).
- *Departamento Conjunto de Educación Militar del Comando General de las Fuerzas Militares:* a través de la Dirección de Ciencia y Tecnología de este departamento se articulan las actividades de ciencia y tecnología de las Fuerzas Militares, conforme a la directiva permanente No 11905 del 03 de octubre del 2018 (Departamento Conjunto de Educación Militar, 2018).
- *Dirección de Ciencia y Tecnología de las Fuerzas Militares y Vicerrectoría de Investigación Policía Nacional:* al igual que la Dirección de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional, estas dependencias se encargan de la articulación de la ciencia y tecnología y de la gestión del proceso de investigación, desarrollo e innovación en su respectiva fuerza. Estas dependencias mantienen, entre ellas, una comunicación y coordinación constante con la Dirección de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Defensa y con el Programa Nacional de Defensa y Seguridad de Colciencias (Ministerio de Ciencias, s.f.).

- *Empresas del Grupos Social y Empresarial del Sector Defensa (GSED)*: agrupa dieciocho entidades que apoyan la misión de las Fuerzas Militares y la Policía Nacional que desarrollan diversas actividades, incluyendo educación, transporte, recreación, vivienda, producción de elementos de uso militar y desarrollo tecnológico.

Entre estas entidades se relacionan a continuación las que desarrollan actividades de I+D+i:

- ▶ *Industria Militar (Indumil)*: empresa industrial y comercial del Estado encargada de producir, importar y comercializar armas, municiones, explosivos, accesorios y servicios complementarios. Ha sido receptora de transferencia tecnológica a través de *offset*.
- ▶ *Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC)*: sociedad de economía mixta con enfoque en temas aeroespaciales, presta servicios de reparación y mantenimiento a aeronaves públicas y privadas. Además, adquiere nuevas capacidades por medio de la investigación y desarrollo y mediante la transferencia de tecnología.
- ▶ *Corporación de Alta Tecnología (Codaltec)*: entidad descentralizada encargada de promover el desarrollo de capacidades tecnológicas del sector defensa y realizar actividades de ciencia, tecnología e innovación para potenciar la producción tecnológica nacional.
- ▶ *Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial (COTECMAR)*: entidad sin ánimo de lucro, regida por el derecho privado, cuyo enfoque es el desarrollo de la ciencia y tecnología y dinamizar la industria astillero bajo el modelo universidad-empresa-Estado. Es importante indicar que COTECMAR se considera parte del SCYTARC por contribuir directamente al poder marítimo del país y por ser la Armada Nacional mayoritariamente propietaria, al igual que por estar dirigida y tripulada por Oficiales y Suboficiales de la Armada Nacional.
- ▶ *Universidad Militar Nueva Granada (UMNG)*: institución pública de educación superior enfocada en el apoyo al sector defensa, dedicada a la docencia, la investigación, extensión, el desarrollo, la difusión

del conocimiento y el análisis permanente de los problemas del país. Como universidad cuenta con autonomía y no hace parte del GSED.

### **Actores del Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional (SCYTARC)**

Como se indicó anteriormente, los actores del SCYTARC son dependencias orgánicas de la Armada Nacional –COTECMAR, DIMAR y CCO–, las cuales desarrollan distintas actividades relacionadas con el proceso de investigación, desarrollo e innovación. Algunas de las actividades que se desarrollan dentro del sistema se hacen a través de los Comité de Dirección y Comité Técnico, que se detallan a continuación.

- *Comité de Dirección:* liderado por el segundo comandante de la Armada y los jefes de jefatura, quienes son los actores de más alta jerarquía del sistema, y se encargan de evaluar las propuestas. Bajo el liderazgo del segundo comandante, se toman las decisiones estratégicas. Es así como el propósito principal de este comité es el de aprobar el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología y sus respectivas actualizaciones.
- *Comité Técnico de Ciencia y Tecnología:* liderado por el jefe de la Jefatura de Formación, Instrucción y Educación Naval (JINEN) y tiene como actores principales al director de Ciencia y Tecnología Naval, al director de Tecnología, al director de Planeación Estratégica, al director de Proyectos Institucionales y a los directores del Centro de Investigación de las Escuelas de Formación Escuela Naval Almirante Padilla (ENAP), Escuela Naval de Suboficiales (ENSUB) y la Escuela de Formación de Infantería de Marina (EFIM). También pueden ser convocados representantes de otras dependencias como la Dirección de Programas Estratégicos (DIPROE) cuando se requiera. La función principal de este comité es la estructuración del Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo y la aprobación y priorización del Banco de Proyectos I+D+i.

### **Unidades ejecutoras**

Son todas aquellas dependencias de la Armada Nacional, así como las de la COTECMAR, DIMAR y CCO que desarrollan proyectos de Investigación, desarrollo e innovación. Las principales unidades ejecutoras son los grupos

de investigación de las Escuelas de Formación, a través de los cuales se canalizan los esfuerzos de investigación de la Armada Nacional.

Otras dependencias de la Armada Nacional pueden llegar a convertirse en unidades ejecutoras cuando desarrollan proyectos de investigación. En cualquier caso, los proyectos deben estar alineados con los objetivos estratégicos de la Fuerza. Esto se hace a través de un proceso de verificación y selección para que estos puedan ser incluidos dentro del Banco de Proyectos de investigación institucional que se desarrolla por parte del Comité Técnico de Ciencia y Tecnología.

Es importante indicar que la alineación estratégica y la selección para inclusión en el Banco de Proyectos de Investigación Institucionales debe ser un proceso equilibrado en el sentido de mantener los esfuerzos de investigación orientados hacia los objetivos institucionales, evitando esfuerzos en áreas que no contribuyen a la misión, y, por otro lado, debe permitir la libertad e iniciativa para desarrollar ideas innovadoras para solucionar problemas y cubrir brechas. Adicionalmente, los proyectos de investigación institucionales deben involucrar de alguna forma a los grupos de investigación de la Armada Nacional.

Existen dependencias de la Armada que desarrollan procesos de investigación, desarrollo e innovación, entre las más importantes se encuentran:

- *Centro de Investigación Desarrollo e Innovación de Actividades Marítimas (CIDIAM)*: desarrolla actividades de formación, entrenamiento y capacitación a los tripulantes de la Armada Nacional y personal civil de la comunidad marítima. Asimismo, desarrolla proyectos de investigación empleando capacidades de simulación: simulador de puente, simulador de sistema de gestión de combate, simulador de juegos de guerras navales y de infantería de marina.
- *División de Investigación y Desarrollo (INVEDES)*: desarrolla, produce, instala, pone en funcionamiento y realiza el mantenimiento de los sistemas de armas de las unidades tácticas de superficie.

- *Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH (Caribe) y CCCP (Pacífico)*: desarrolla investigaciones básicas y aplicadas en las diferentes disciplinas de la oceanografía e hidrografía, orientadas al conocimiento y aprovechamiento de los recursos naturales del país.
- *Gerencia de Ciencia y Tecnología de COTECMAR*: cumple con los procesos de investigación, desarrollo e innovación de la corporación a través de la gestión de proyectos de I+D+i en sus programas de arquitectura e ingeniería naval, materiales y tecnologías de producción, y tecnologías de informática, comunicaciones y control.
- *Secretaría ejecutiva Comisión Colombiana del Océano (CCO)*: la Comisión Colombiana del Océano gestiona la Agenda Científica Antártica, mediante la cual se desarrollan programas y proyectos de I+D+i que contribuyen al propósito de que Colombia llegue a ser un miembro consultor de dicho tratado.

### **3.2.3. Relaciones entre los actores**

La relación entre los actores se construye de acuerdo con su nivel de pertenencia institucional, las funciones, las necesidades y las capacidades de cada uno. Para el caso de los actores del SCYTARC, las relaciones se desarrollan de conformidad con la organización y procedimientos de la Armada Nacional. Para los demás actores, tanto aquellos del Sector Defensa como del Sistema Nacional, las relaciones se construyen a través de convenios marco o específicos a partir de la normatividad vigente y según cada caso como se describe a continuación:

- *Jefatura de Formación, Instrucción y Educación Naval (JINEN) y comité de dirección*: JINEN cumple un rol de coordinador y moderador presentando al comité la propuesta de plan estratégico y sus modificaciones.
- *JINEN con CCO, COTECMAR y Dimar*: por ser estas entidades externas a la organización de la Armada, JINEN y los directores de las Escuelas de Formación, en nombre de la Armada, se relacionan con ella a través de convenios marco para el desarrollo de la ciencia y tecnología, que establecen claramente la naturaleza y alcance de la relación de cooperación. En todo caso, debido a la proximidad misional de estas entidades, la rela-



ción debe ser amplia, estrecha y activa. Bajo los convenios marco se establecen acuerdos específicos para el desarrollo de programas y proyectos. Asimismo, a través de los centros y grupos de investigación, participa de las convocatorias con proyectos.

- ENAP-ENSB-EFIM<sup>4</sup> con CCO, COTECMAR y Dimar: la relación entre estas entidades se realiza bajo los convenios marco emitidos por JINEN, o directamente mediante convenios específicos para desarrollar programas y proyectos, siempre que estos estén alineados con el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología en las líneas establecidas y que se informe a JINEN al respecto. JINEN tendrá poder de veto sobre todos los convenios.
- *Comité de Dirección con Comité Técnico de Ciencia y Tecnología*: el Comité Técnico analiza las órdenes y directrices emitidas por el mando naval e incorpora las que sea pertinente al Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología. Asimismo, presenta al Comité de Dirección dicho plan y sus eventuales modificaciones para aprobación.
- *Comité Técnico de Ciencia y Tecnología con unidades ejecutoras*: una vez aprobado el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología y sus modificaciones, el Comité Técnico lo promulga para que las unidades ejecutoras estructuren y desarrollen los programas y proyectos. Una vez en ejecución, el control de los programas y proyectos está a cargo de la Dirección de Ciencia y Tecnología (DICYT), que funge como gerente del portafolio de ciencia y tecnología. Las unidades ejecutoras no solo desarrollan los programas y proyectos definidos en el plan, sino que proponen, estructuran y desarrollan proyectos propios, previa inclusión en el banco de proyectos. Nuevamente, JINEN tendrá poder de veto sobre los proyectos cuando considere que no son convenientes.

En principio cualquier unidad de la Armada Nacional podrá desempeñarse como ejecutora de proyectos, sin embargo, estos proyectos a través de al menos uno de sus investigadores deben estar relacionados con los centros y grupos de investigación de la Armada Nacional; asimismo, deben estar alineados estratégicamente de tal forma que contribuyan con la

---

4 Escuelas de Formación Escuela Naval Almirante Padilla (ENAP), Escuela Naval de Suboficiales de Barranquilla (ENSB) y Escuela de Formación de Infantería de Marina (EFIM).

misión de la institución. El Comité Técnico también evalúa los proyectos propuestos por las unidades ejecutoras para incluirlos y priorizarlos dentro del banco de proyectos, de acuerdo con su aporte a la misión institucional.

- DICYT-DITEC-DIPROE-DPLAE:<sup>5</sup> trabajan estrechamente en el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología en su formulación, seguimiento y control. Durante la etapa de formulación del plan se identifican las brechas y necesidades institucionales que se deben cerrar a través de procesos de investigación, desarrollo e innovación. En la misma fase se determinan los medios necesarios para su desarrollo. DICYT incorpora a las unidades ejecutoras al proceso y propende por la formulación de los proyectos.
- JINEN con CyT *Mindefensa* y el *Comando General de las FF. MM. (CGFM)*: a través de DICYT, se coordinan todas las actividades relacionadas con ciencia y tecnología incluyendo proyectos sectoriales, *offset* y propiedad intelectual. Prevalece la relación de mando que existe entre el Ministerio de Defensa, el Comando General y la Armada Nacional a través del Comando de la Armada Nacional.
- JINEN con CyT EJC, FAC y PONAL: A través de DICYT se coordinan actividades de CyT donde participan las Fuerzas. Resulta conveniente establecer un convenio marco de cooperación que permita el desarrollo de proyectos conjuntos bajo convenios específicos.
- JINEN con *Colciencias*: a través de DICYT se participa activamente en el Programa Nacional de Defensa y Seguridad. El segundo comandante de la Armada Nacional (SECAR) como consejero y JINEN como delegado, son miembros del consejo superior de dicho programa el cual se reúne periódicamente. La Armada Nacional a través de los centros y grupos de investigación participa de las convocatorias de Colciencias con proyectos de investigación. Los proyectos se construyen a través de convenios con el Fondo Francisco José de Caldas.
- JINEN con *Empresas del Grupos Social y Empresarial del Sector Defensa (GSED), industria, universidades, ONG, Sector Público*: JINEN establece

---

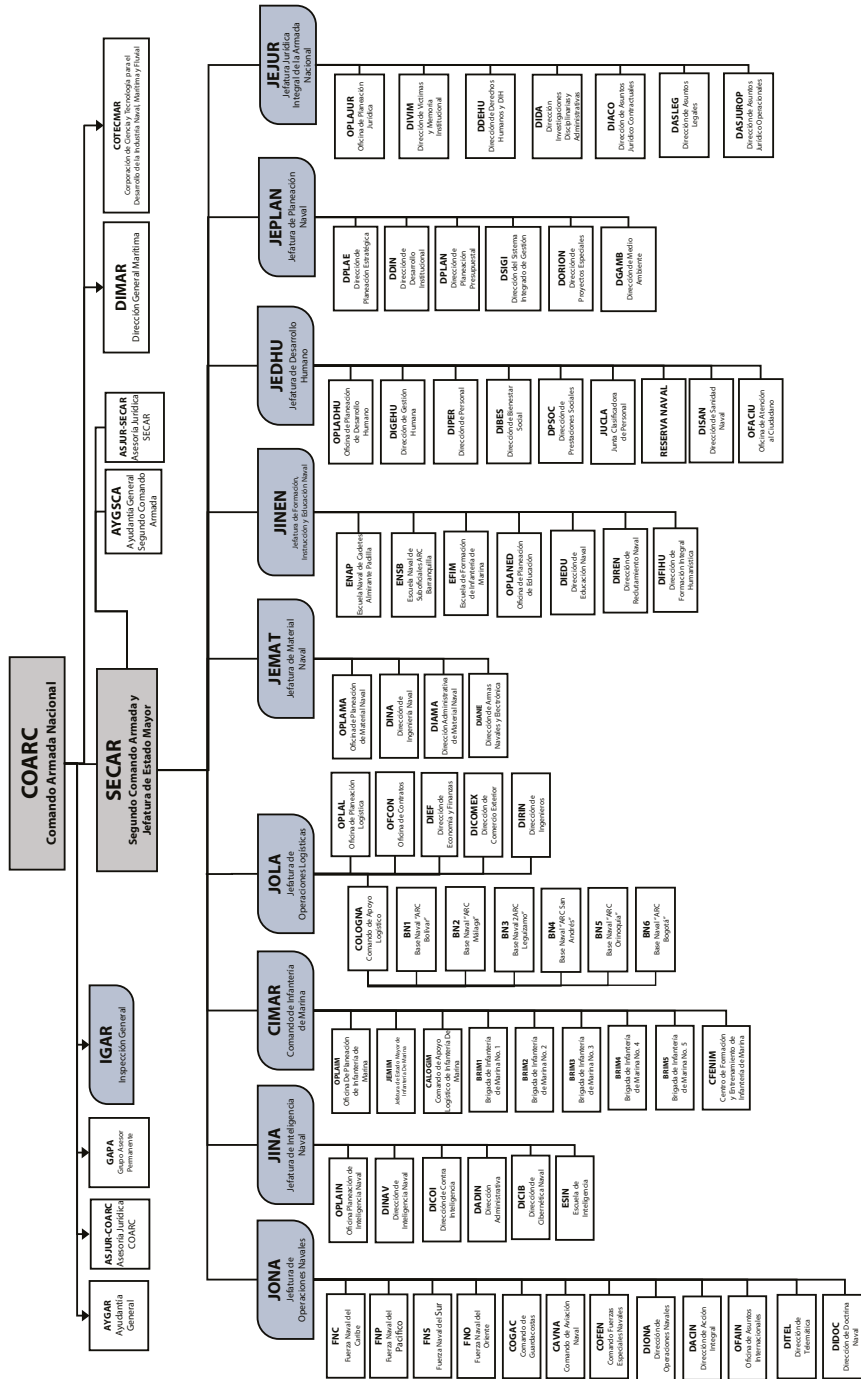
5 Dirección de Ciencia y tecnología (DICYT), Dirección de Tecnología (DITEC), Dirección de Programas Estratégicos (DIPROE) y Dirección de Planeación Estratégica (DPLAE).

convenios marco y específicos con aquellas entidades con quien la Armada Nacional quiera desarrollar proyectos de ciencia y tecnología. De la misma manera a través de las Escuelas de Formación y sus grupos de investigación, desarrolla convenios para el desarrollo de proyectos.

### **3.3. Estructura institucional y desarrollo tecnológico de la Armada Nacional**

En esta sección se explicará en detalle cada una de las dependencias dedicadas a la ciencia, tecnología e innovación. En la primera parte se explicará las dependencias que al interior de la Armada Nacional destinan su esfuerzo principal en ciencia y tecnología. En la segunda sección se comentarán las entidades adscritas a la institución que hacen investigación y desarrollo. Para iniciar la explicación, se presenta la actual estructura organizacional de la Armada Nacional detallada en la Figura 3.10.

Figura 3.10. Estructura organizacional de la Armada Nacional



\* Las dependencias señaladas en rojo son aquellas cuya función principal es el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación.

Fuente: Ministerio de Defensa Nacional; Armada Nacional de Colombia. (s.f.).

La estructura organizacional de la Armada Nacional se encuentra organizada en varios niveles. En el primer nivel se ubica el comandante de la Armada Nacional. En el segundo nivel se encuentra el segundo comandante de la Armada Nacional y seis dependencias asesoras. En el tercer nivel se sitúan los jefes de jefatura que, hasta la fecha son nueve. A estos niveles frecuentemente se le denomina el Estado Mayor Naval.<sup>6</sup> En un cuarto nivel, dependiendo de la jefatura, se encuentran las demás dependencias dentro de las cuales se pueden nombrar las fuerzas navales, las bases navales, brigadas de infantería de marina y direcciones de las diferentes jefaturas.

### **3.3.1. Dependencias internas**

Son aquellas unidades que se encuentran bajo el mando directo del Estado Mayor Naval, a través de cualquier jefatura naval.

- *Dirección de Ciencia y Tecnología (DICYT)*: depende directamente de la Jefatura de Formación Instrucción y Educación Naval (JINEN). Su función principal es direccionar, coordinar y supervisar el Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional de acuerdo con lo establecido en los objetivos estratégicos de la Jefatura, las políticas institucionales y en el plan de Desarrollo Naval 2030. El propósito es adquirir una mayor eficiencia en las operaciones mediante la implementación de nuevas tecnologías, impulsando la investigación al interior de la institución y se articulan con COTECMAR, como principal centro de desarrollo tecnológico, los centros de investigación de la Dirección General Marítima, los otros centros de investigación, la academia y la industria (Jefatura de Formación Instrucción y Educación Naval, 2017).
- *Dirección de Tecnología (DITEC)*: es una dependencia orgánica de la Jefatura de Material Naval (JEMAT), que orienta su función principal en efectuar vigilancia tecnológica aplicada con el fin de implementar nuevas tecnologías en los sistemas y equipos de los medios, el empleo de materiales con mejores prestaciones, la utilización de energías eficientes, la implementación de equipos y sistemas ambientales sostenibles y todos

---

<sup>6</sup> Estado Mayor Naval: cuerpo de Oficiales de Insignia, Almirantes y Generales de Infantería de Marina que dirigen la Armada Nacional (García, 2000).

los cambios tecnológicos necesarios que permitan adaptar las necesidades de la Armada Nacional a la constante evolución tecnológica (Jefatura de Material, 2019).

- *Dirección de Tecnologías Información y Comunicaciones (DITIC)*: unidad que depende directamente de la Jefatura de Operaciones Logísticas. Está encargada de gestionar los servicios de telemática de la Armada Nacional a través del acceso a los recursos informáticos y de comunicaciones para garantizar el comando y control operativo y administrativo de las unidades y dependencias de manera eficiente, segura e interoperable; esta dirección cuenta con una división de informática que es el área donde se desarrollan softwares a la medida de la institución (Jefatura de Operaciones Logísticas, 2017).
- *Dirección de planeación estratégica (DPLAE)*: unidad que bajo la dirección de la Jefatura de Planeación Naval. Es la encargada de analizar las directrices y políticas del entorno para definir estrategias, objetivos, planes y programas que permitan llevar a cabo la misión institucional y definir el tamaño de Fuerza necesario para enfrentar las amenazas actuales y futuras de la ARC (Jefatura de Planeación Naval, 2017).
- *Dirección de Programas Estratégicos (DIPROE)*: unidad que sirve a la Jefatura de Planeación Naval. Es la encargada de conceptualizar y definir los programas de impacto estratégico para la Armada Nacional, con el propósito de asegurar la recuperación, ampliación y modernización de la capacidad estratégica, operacional y logística que requiere la Institución para cumplir con la misión constitucional. Esta dirección administra unos de los principales programas, la Plataforma Estratégica de Superficie (PES) este programa desarrolla las actividades necesarias para gestionar, dirigir y coordinar los recursos que permitan obtener las capacidades operacionales requeridas por la Armada Nacional a través del reemplazo de los buques que constituyen la Fuerza Estratégica de Superficie, una vez las actuales fragatas tipo Almirante Padilla lleguen al final de su ciclo de vida útil tras cumplir más de 40 años de servicio (Jefatura de Planeación Naval, 2018).

- *Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla (ENAP)*: como institución de educación superior de la Armada Nacional tiene como función principal:

Formar integralmente a oficiales y cadetes de la Armada Nacional, de la Marina Mercante y a profesionales del sector marítimo, propiciando las funciones de docencia, investigación, y proyección social, fomentando la cultura de la auto evaluación permanente en procura de la calidad y pertinencia de la educación, en el contexto de un mundo globalizado, con el propósito de contribuir al cumplimiento de la misión institucional (Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2018, p. 5).

- Con ello se garantiza “el cumplimiento de las funciones sustantivas de la educación superior, como son la docencia, la investigación y la extensión” (Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2016, p. 5). Para que la ENAP pueda desarrollar las actividades de investigación, esta cuenta con dos centros de investigación, el CIDIAM y el CICEN; de este último trabajan de manera coordinada los cuatro grupos de investigación que dependen de varias facultades.
- *Centro de Investigación Desarrollo e Innovación de Actividades Marítimas (CIDIAM)*: este centro está ubicado en la Escuela Naval “Almirante Padilla” (ENAP). Se desarrolló a partir del programa de modernización de la ENAP Alfa Sextantis, y proyectos *offset*, con grandes capacidades en simulación, el cual desarrolla actividades de formación, entrenamiento y capacitación a los tripulantes de la Armada Nacional y personal civil de la comunidad marítima, además de desarrollar proyectos de investigación empleando sus capacidades de simulación. Las capacidades incluyen: simulador de puente, simulador de sistema de gestión de combate, simulador de juegos de guerras navales y de infantería de marina (Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla”, 2016).
- *Centro de Investigación Científica (CICEN)*: este Centro depende de la decanatura académica de la Escuela Naval; su función principal es la de coordinar todas las actividades de investigación aplicada a través de los programas académicos de cada una de las facultades. Para ello, articula un proceso que parte de la identificación de las necesidades y problemáticas de los diferentes componentes de la Armada Nacional, que son ana-

lizadas y estudiadas por una estructura de grupos de investigación que funcionan en total alineación con las áreas del conocimiento que reflejan la razón de ser de la institución (poder naval e intereses marítimos), de ellas se desprenden las líneas y sublíneas que enmarcan la formulación y desarrollo de proyectos de investigación que busquen dar respuestas acertadas a esas necesidades mediante la producción intelectual (Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla”, 2016).

- *Grupo de Investigación en Oceanología (GIO)*: este grupo pertenece a la Facultad de Oceanografía Física. Creado en el año 2002, para responder a las necesidades de investigación en oceanografía de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. Actualmente está conformado por investigadores de formación multidisciplinaria, que a su vez tienen vínculos con otras instituciones como el centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) y grupos de investigación como el Laboratorio de Geografía Física del CNRS (Francia), Cicese (México), la Escuela Naval de Postgrados de Monterrey (Estados Unidos) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2019d). Dentro de sus líneas de investigación se encuentran: dinámica computacional de fluidos, dinámica de la zona costera, oceanografía física, sensores remotos. En el año 2017 este grupo de investigación fue catalogado en A1 en la clasificación de Colciencias.
- *Grupo de Investigación en Gestión Logística (LOGGER)*: este grupo pertenece a la Facultad de Administración Marítima y fue creado en el año 2002, como respuesta a necesidades relacionadas con el ámbito investigativo en torno a la logística militar y empresarial, ampliando su prospectiva a aspectos de igual relevancia como aporte al desarrollo sustentable del país y de la comunidad científica en general. Este grupo es sustento académico investigativo de la maestría en Gestión Logística de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. Dentro de sus líneas de investigación se encuentran: gestión marítima, fluvial y portuaria, gestión logística y cadena de suministros, logística militar, desarrollo organizacional (Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2019c). En el año 2017 este grupo de investigación fue catalogado con una A en la clasificación de Colciencias.



- *Grupo de Investigación en Control, Comunicaciones y Diseño Naval (GICCDN)*: este grupo pertenece a la Facultad de Ingeniería, creado en el año 2000, tiene por objetivo el diseño, construcción e implementación de sistemas de control inteligente y de comunicaciones y diseño naval, que permitan optimizar los procesos de construcción y navegación de embarcaciones navales para apoyar el cumplimiento de la misión institucional y garanticen la dependencia tecnológica. Dentro de sus líneas de investigación se encuentran: control inteligente y avanzado, modelación de sistemas, sistemas de radiocomunicaciones, arquitectura naval. En el año 2017 este grupo de investigación fue catalogado en B en la clasificación de Colciencias.
- *Grupo de Investigación en Ciencias Navales, Náuticas e Infantería de Marina (Poseidón)*: este grupo pertenece a la Facultad de Ciencias Navales y a la Facultad de Infantería de Marina, creado en el año 2013 con el fin de subsanar las necesidades de investigación de las Facultades de Ciencias Navales y Náuticas, y la Facultad de Infantería de Marina en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. Hoy en día tiene vinculado un grupo investigadores de formación multidisciplinaria que aportan en el desarrollo de estudios en esta área. Dentro de sus líneas de investigación se encuentran: modelos de optimización en táctica naval, análisis operacional y toma de decisiones, desarrollo institucional sostenible, poder marítimo y educación militar, herramientas computacionales en el ámbito naval y defensa, comando y control, protección y defensa. (Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, 2019a). En el año 2017 este grupo de investigación fue catalogado en B en la clasificación de Colciencias.
- *Escuela Naval de Suboficiales ARC, “Barranquilla” (ESUB)*: segunda institución de educación superior de la Armada Nacional que forma al cuerpo de Suboficiales de la Institución. La Escuela Naval de Suboficiales ARC, Barranquilla, mediante la docencia, investigación, doctrina militar y proyección social forma y capacita suboficiales navales y personal no uniformado de manera integral y con calidad para que éticamente participen de acuerdo con sus competencias en el desarrollo sostenible del poder naval, marítimo, fluvial y terrestre, lo cual contribuye a la consolidación del conocimiento, la democracia, soberanía y convivencia pacífica en los

diferentes sectores de la sociedad. Para desarrollar sus actividades científicas cuenta con un centro de investigaciones ciencias y, a su vez, con cuatro grupos de investigación (Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, 2019b).

- *Centro de Investigaciones de la Escuela Naval de Suboficiales (CIENS)*: este centro es una instancia jerárquica, comprometida con la integralidad de la formación educativa de los miembros activos de la institución. Está conformada por diferentes dependencias internas, liderada por la decanatura académica, oficina con funciones de dirección, supervisión y ejecución de cada uno de los procesos gestados dentro de la misma, con el objetivo de brindar acompañamiento eficaz y eficiente a todo su equipo de trabajo y el personal que requiera de su intervención. En el mismo sentido, propone soluciones oportunas, asertivas y con celeridad frente a las peticiones interpuestas de acuerdo con las competencias y las necesidades manifiestas (Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, 2019a). El CIENS invierte directamente en los grupos de investigación, los grupos son los responsables de ejecutar las políticas de investigación de la Escuela Naval de Suboficiales a través de la presentación y desarrollo de proyectos de investigación y de la vinculación de los estudiantes a estos proyectos para articular los procesos de investigación formativa y aplicada.

La Escuela Naval de Suboficiales cuenta con los siguientes grupos de investigación, cada uno conformado de tal manera que contribuya a las necesidades de investigación presentadas por la Armada Nacional y por la comunidad directamente impactada por la institución. 1) Grupo de Investigación en Tecnología e Ingeniería Naval (GITIN) (sin categoría). 2) Grupo de Investigación en Logística, Administración y Sanidad (GLAMS) clasificado por Colciencias en CC). 3) Grupo de Investigación en Humanidades, Ciencias Sociales, Seguridad y Defensa (GIHCSYDE) (Reconocido). 4) Grupo de Investigación Marina, Ambiental y Costera (GIMAC) (Reconocido).

- *Centro de Investigación Escuela de Formación de Infantería de Marina (EFIM)*: la guía y gestión del Centro de Investigaciones repercute directamente en los grupos de investigación. Estos son los responsables de ejecutar las políticas de investigación de la EFIM a través de la presenta-

ción y desarrollo de proyectos de investigación, y de la vinculación de los estudiantes a estos proyectos para articular los procesos de investigación formativa y aplicada. La EFIM cuenta con dos grupos de investigación, cada uno conformado de tal manera que contribuya a las necesidades de investigación presentadas por la Infantería de Marina y por la comunidad directamente impactada por la institución.

- *Grupo de Investigación Anfibios Innovadores*: pertenece al programa de tecnología en entrenamiento y gestión militar. Cuenta con un líder de investigación y las siguientes áreas de conocimiento: área de ciencias navales y militares, seguridad y defensa, logística y ciencias de la administración y área de investigación en ciencias marinas. Las líneas de investigación que desarrolla son: sistemas de armas navales, optimización de operaciones, estrategia y guerra naval, sistemas de radar, juegos de guerra, armas y municiones, sistemas de navegación, toma de decisiones, doctrina, sistemas de combate, análisis operacional, guerra antisubmarina, historia militar, ética y valores.
- *Grupo de Investigación Barón De Jominí*: pertenece al programa de tecnología en gestión logística militar, cuenta con un líder de investigación y las siguientes áreas de conocimiento: área de ciencias navales y militares, seguridad y defensa, logística y ciencias de la administración y área de investigación en ciencias marinas. Las líneas de investigación que desarrolla son: logística operativa, sistemas de apoyo para la planeación logística y administrativa, administración de personal, desarrollo organizacional, administración de sistemas para la defensa, ingeniería logística.

A manera de resumen, la Armada Nacional posee diez grupos de investigación, presentados de forma sintética en la Tabla 3.1., distribuidos en la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla (ENAP), Escuela Naval de Suboficiales de Barranquilla (ENSB) y Escuela de Formación de Infantería de Marina (EFIM); algunos grupos están categorizados y reconocidos por Min-ciencias, los que no ostentan esta condición, se encuentran en proceso.

**Tabla 3.1.** Grupos de investigación de la Armada Nacional de Colombia

Escuela de Formación	Grupo de investigación	Categoría
Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla	Grupo de Investigación en Oceanología (GIO)	A1
	Grupo de Investigación en Ciencias Navales, Náuticas e Infantería de Marina (POSEIDÓN)	B
	Grupo de Investigación en Control, Comunicaciones y Diseño Naval (GICCDN)	B
	Grupo de Investigación en Gestión Logística Naval (LOGER)	A
	Grupo de Investigación en Logística, Administración y Sanidad (GLAMS)	C
Escuela Naval de Suboficiales de Barranquilla	Grupo de Investigación en Tecnología e Ingeniería Naval (GITIN)	Reconocido
	Grupo de Investigación Marina, Ambiental y Costera (GIMAC)	Reconocido
	Grupo de Investigación en Humanidades, Ciencias Sociales, Seguridad y Defensa (GHCCSD)	En proceso de reconocimiento
Escuela de Formación de Infantería de Marina	Grupo de Investigación en Gestión Logística Militar Barón de Jomini	En proceso de reconocimiento
	Grupo de Investigación en Entrenamiento y Gestión Militar Anfibios Innovadores	En proceso de reconocimiento

**Fuente:** González, Milton, comunicación personal, 03 de julio de 2019, director de gestión tecnológica Armada Nacional de Colombia.

- División de Investigación y Desarrollo (INVEDES)*: es una dependencia orgánica del Departamento de Armas y Electrónica de la Base Naval ARC Bolívar (Daret n.º 1), el cual desarrolla, produce, instala, pone en funcionamiento y realiza el mantenimiento de los sistemas de armas de las unidades tácticas de superficie. Desde la vigencia 2001, esta dependencia ha producido los sistemas de control de tiro Escorpión, Arpón y Barracuda. Actualmente existen 16 de estos sistemas instalados a bordo de unidades fluviales y de mar. Este desarrollo es un ejemplo de cómo a través de la iniciativa, se logra identificar una brecha en una capacidad, se investiga y desarrolla la solución hasta llevarla a un producto probado alcanzando una verdadera innovación (Calle, 2017).

### 3.3.2. Dependencias adscritas

Son instituciones que trabajan en coordinación con la Armada Nacional y que no están bajo el mando directo del Estado Mayor Naval, sin embargo, su funcionamiento es a través del personal de oficiales y suboficiales activos de la Armada Nacional.

- *Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH)*: son dependencias de la Dirección General Marítima<sup>7</sup> a través de la subdirección de Desarrollo Marítimo,<sup>8</sup> las cuales realizan investigaciones básicas y aplicadas en las diferentes disciplinas de la oceanografía e hidrografía orientadas hacia el conocimiento y aprovechamiento de los recursos marítimos renovables del país. Así mismo prestan servicios especializados, destinados a apoyar la acción de entidades nacionales e internacionales, vinculadas al estudio y aprovechamiento de los recursos presentes en los océanos (Dirección General Marítima, 2019b). Para desarrollar las actividades cuenta con dos centros de Investigación, Caribe y Pacífico.
- *Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe (CIOH)*: fue creado en Cartagena en 1975, como una dependencia de la Dirección General Marítima (Dirección General Marítima, 2019b) y acoge las instalaciones del Servicio Hidrográfico Nacional (SHN), donde se elabora la cartografía náutica oficial colombiana. También implementa actividades de investigación, control de la contaminación marítima y seguridad en la navegación en las diferentes disciplinas de la oceanografía, hidrografía, protección del medio marino y manejo de zonas costeras, particularmente en el Caribe colombiano. Cuenta con grupos de investigación reconocidos y categorizados por Colciencias en las áreas mencionadas

---

7 Dirección General Marítima (Dimar): es la autoridad marítima colombiana encargada de ejecutar la política del gobierno en esta materia, contando con una estructura que contribuye al fortalecimiento del poder marítimo nacional, velando por la seguridad integral marítima, la protección de la vida humana en el mar, la promoción de las actividades marítimas y el desarrollo científico y tecnológico de la Nación.

8 Esta subdirección tiene como objetivo fundamental velar por el desarrollo de los intereses marítimos del país a través del control y administración de litorales, la protección de bienes marino-costeros de uso público, la elaboración de cartografía náutica nacional, la promoción de la investigación científica oceanográfica, hidrográfica y marina, la instalación de señalización marítima y el aprovechamiento de los recursos del mar, a través del conocimiento de las condiciones oceanográficas e hidrográficas del territorio colombiano (Dirección General Marítima, 2019a).

anteriormente. También cuenta con un laboratorio acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2001 para análisis fisicoquímico de aguas marinas y estuarinas, en los siguientes parámetros: pH, amonio, nitrito y ortofosfatos. Del mismo modo, el CIOH presta servicios marinos especializados, destinados a apoyar la acción de las entidades nacionales e internacionales, vinculadas al estudio, exploración y explotación de los océanos.

- *Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP)*: fue creado en el año de 1984 en San Andrés de Tumaco; realiza investigación científica en las diversas ramas de la oceanografía física, química, biológica y geológica, así como en la investigación marina. Su objetivo es contribuir al conocimiento, desarrollo y conservación de los recursos marinos en el litoral pacífico y las aguas nacionales. Responde por la operación del Centro de Alerta de Tsunamis (CAT), que cuenta con la capacidad para monitorear sismos originados en el lecho marino y calcular el arribo de ondas de tsunami al país, en tiempo real, las 24 horas, los 365 días del año, en coordinación con entidades homólogas situadas en Estados Unidos, en el Pacífico y el Caribe. Igualmente, desarrolla proyectos de investigación en dinámica oceanográfica, calidad de aguas, pronósticos meteo-marinos y fenómenos océano atmosféricos. En el año 1995, amplió su labor con la realización de cruceros oceanográficos para monitorear y pronosticar fenómenos océano-atmosféricos como El Niño y La Niña, otras alteraciones de tipo climático y la emisión de pronósticos meteorológicos para la región Pacífica colombiana. Cabe resaltar que estos centros de investigación producen información técnico-científica que disminuye el grado de incertidumbre frente a las consecuencias del cambio climático en nuestras zonas costeras e insulares y han posicionado a Colombia como país líder en estudios de agua de lastre y especies marinas invasoras para el Pacífico Sudeste (Dirección General Marítima, 2019b).
- *Gerencia de Ciencia y Tecnología de COTECMAR*: es importante señalar que la dirección de ciencia y tecnología naval hace parte del comité de ciencia y tecnología de COTECMAR, órgano encargado de asesorar al consejo directivo de la Corporación. Por otro lado, COTECMAR cuenta también

con un laboratorio de metrología, que realiza la calibración de equipos de medición dimensional y de presión que cumple con los estándares de calidad nacionales e internacionales, que satisfacen las necesidades de sus clientes de manera oportuna, confiable, independiente e imparcial (COTECMAR, 2019a).

- *Secretaría Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano*: es el órgano ejecutivo de la Comisión Colombiana del Océano; está a cargo de un presidente, a quien corresponde realizar, en los términos establecidos por el decreto, las funciones directivas del Organismo, del cual es su representante legal (Comisión Colombiana del Océano, 2015).
- *Agenda Científica Antártica Comisión Colombiana del Océano (CCO)*: en el marco del Programa Antártico Colombiano (Comisión Colombiana del Océano, 2019), la CCO gestiona la Agenda Científica Antártica mediante la cual se desarrollan programas y proyectos de I+D+i que contribuyen al propósito de que Colombia llegue a ser un miembro consultor de dicho tratado. La CCO, con un apoyo importante de la Armada Nacional, desarrolla la agenda científica que consiste en el desarrollo de expediciones científicas con buque propio y mediante apoyo de unidades de países amigos.
- *Comité Técnico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del Mar*: cuerpo asesor de la SECCO con carácter permanente, que tiene como objetivo consolidar iniciativas interinstitucionales enfocadas al fomento de la ciencia y de la tecnología de los asuntos marino-costero en la cual la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano hará las veces de punto focal de diferentes instituciones con el fin de aunar esfuerzos, recursos y capacidad institucional para establecer mecanismos de cooperación y asesoramiento en la gestión de proyectos, eventos de ciencia y tecnología, planes y otros proyectos direccionados al fortalecimiento de la ciencia y de la tecnología marino-costera.

### 3.4. Soberanía tecnológica

La investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico son el medio que permitirá a la institución alcanzar los más altos estándares y niveles de servicio que le permitirá contribuir al desarrollo del poderío marítimo de la Nación. En este sentido, la Armada Nacional, a través de la I+D+i, busca alcanzar en el corto y mediano plazo una significativa independencia tecnológica y en el largo plazo una soberanía tecnológica que le permitirá contribuir al desarrollo del país, en los espacios oceánicos, fluviales y terrestres bajo su responsabilidad.

El término de soberanía tecnológica es un concepto que se comienza a escuchar en algunas instituciones militares en Colombia, aunque aún se encuentra en proceso de ser definido. De ahí que, al apropiarse del término en todas las instituciones castrenses, se iniciaría el camino hacia la independencia y autonomía tecnológica. Al fortalecer el desarrollo endógeno de tecnologías se limitará la dependencia de terceros, la cual se tiene en la actualidad.

En relación con el término soberanía, derivado del latín *superanus*, de *super* “encima de” y *anus* “perteneciente a», «*procedente de*», su significado etimológico sería que la soberanía se correlaciona con el pueblo y que tiene la autoridad por encima de todo lo demás (Bordignon, 2015). La palabra soberanía es definida por la Real Academia Española como el poder político supremo que corresponde a un Estado independiente (RAE, 2019). También es admitida como la máxima expresión del ejercicio de autoridad de un estado y del principio de autodeterminación de un pueblo (Arango Franco, 2007).

Según el glosario de la “Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova”, ESMIC, la soberanía es la autoridad suprema del poder público, que reside en el pueblo y se ejerce por medio de sus órganos constitucionales representativos (ESMIC, s.f.). Para Arbuet Viguani (1995), la soberanía se desarrolla en dos ámbitos: en el interno y en el externo. En el ámbito interno, se concede un poder supremo que subordina a las demás voluntades y suprime la competencia de otro poder similar, en este entorno el soberano es único y crea un sistema de subordinación a partir del dominio.



Por otro lado, en el ámbito externo, la soberanía en el derecho internacional otorga a los Estados un poder independiente, que no admite subordinación de ningún otro poder, pero que es compartido por varios entes iguales. La soberanía en el campo internacional es cohabitada por diversos soberanos los que, al tener que relacionarse entre sí, crean un sistema de coordinación desplegado a partir de las ideas de compromisos mutuos y obligación de cumplirlos de buena fe.

En este orden de ideas, cuando se menciona el término de soberanía nacional, se relaciona al derecho que tiene un estado a elegir sus dirigentes, a establecer sus propias leyes, incluyendo el derecho a que su territorio sea respetado por otros Estados: la soberanía brinda una condición indispensable para el desarrollo propio. Es un concepto que asegura la independencia y la autonomía de un estado para ejercer sus poderes de manera interna y relacionarse con el contexto externo.

El concepto de soberanía se ha extendido a otros sectores como el financiero y el agrario. Por ejemplo, en el financiero, cuando se habla de soberanía económica, se relaciona con la facultad de un Estado para fijar sus preferencias políticas en materia económica y financiera sin mediación alguna a su propio poder de decisión. En el sector agrario, su aplicación se refiere a soberanía alimentaria y se relaciona con la libertad de un país con la potestad de definir sus políticas agrarias en función de producir alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos de forma sostenible y ecológica (Comisión Internacional de Dirección de Nyeleni, 2007).

Por lo tanto, la soberanía promueve el derecho al acceso y el control sobre los recursos e incluye la dimensión social de fomentar la autonomía y la cooperación. Además, sugiere un marco para la gobernanza de políticas que atañen al desarrollo (Candón Mena, 2012).

De ahí que la soberanía tecnológica se explique en la misma dirección en la que se define a la soberanía nacional: el pueblo es quien proporciona y a la vez tiene la potestad por sus derechos y obligaciones, respecto al uso y desarrollo de las tecnologías de un estado. Es así como una nación es tecno-

lógicamente soberana si define y sigue, de forma libre, sus planes y caminos de apropiación, uso y desarrollo de tecnología en función de un desarrollo económico y social justo y sostenible en el tiempo (Bordignon, 2015).

Otro concepto de soberanía tecnológica es el explicado por Martínez Cabezudo (2015) describe que:

La soberanía tecnológica se trata de tecnologías desarrolladas desde y para la sociedad, las iniciativas que la conforman intentan crear alternativas a las tecnologías comerciales y/o militares. Sus acciones prueban ceñirse a imperativos de responsabilidad social y transparencia, por lo que se refuerzan los grados de confianza que se puede depositar en ellas. Se busca entender cómo se pueden afrontar los costos ecológicos y sociales que resultan de producirlos, para minimizar la obsolescencia programada y alargar lo más posible la vida útil y eficiencia de cualquier tecnología, producto o servicio (p. 49).

Según lo anterior, podría entenderse que la soberanía tecnológica busca no solo ser independiente tecnológicamente, sino también evitar las dinámicas de la tecnología como la obsolescencia programada o la especulación. Debe entenderse como la potestad de un Estado de elegir libremente, por sí mismo, sin condicionamiento alguno, el camino por donde orientará su desarrollo a partir de la apropiación social en uso intensivo de la ciencia y la tecnología (Candón Mena, 2012).

Teniendo en cuenta lo relacionado anteriormente para el ámbito militar y de defensa nacional, el término de soberanía tecnológica podría entenderse como la libertad, el derecho y el deber de una entidad para definir y dominar sus medios tecnológicos (desarrollo CTei), a tal punto que no puedan ser controlados por otras instituciones y por otros intereses ajenos al bienestar de su desarrollo.

Una entidad es soberana tecnológicamente cuando tiene la capacidad para desarrollarse en forma autónoma desde lo científico y lo tecnológico en áreas estratégicas (información, conocimientos, experiencia y recursos), capaz de atender todas las necesidades y dolencias ya sean internas o externas, materializadas en bienes y servicios, para hacerle frente a las presiones competitivas del entorno.

Un aspecto importante de la soberanía tecnológica es el impulso de la actividad técnico-científica en el Sector Defensa, que puede ser aprovechada como un medio de disuasión producto de la I+D+i, como lo menciona (Jiménez, Víctor, comunicación personal, 24 de julio de 2017, Director de gestión tecnológica Armada Nacional de Colombia) al interior de la Armada Nacional: “Nada genera más disuasión que la investigación”, porque aplicado a las capacidades militares, impactadas positivamente por la tecnología, insinúan su potencial para vencer, porque “la tecnología genera disuasión”.

También lo sugiere Jorge Granada: una fuerza militar puede ser “tecnológicamente soberana”, como consecuencia de un conjunto de políticas de I+D+i, de inversiones, de priorización en asignación de recursos públicos y que determine otorgar con su ecosistema industrial, científico y tecnológico local la capacidad de ejercer el poder militar, cuando la labor de guerra o de paz lo amerite (Granda, Jorge, comunicación personal, 25 de julio de 2019, Director de Desarrollo de Nuevos Negocios - Knar SAS).

Los militares en Colombia ya están iniciando el recorrido por el camino de la soberanía tecnológica. Retomando las ideas de Alas Sansur (2008) que para desarrollar la soberanía tecnológica esta debe verse reflejada o estar inmersa en algún componente estratégico, como, por ejemplo, su visión, porque en la medida que se potencie en el largo y mediano plazo la investigación, el desarrollo o adaptación de tecnología habrá mayor transformación en las capacidades militares.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que, en los últimos años, se han realizado mejoras significativas y se han establecido avances importantes. Como, por ejemplo, la Armada Nacional y la Fuerza Aérea Colombiana han desarrollado modelos de gestión para administración tecnológica. También en la visión institucional han incorporado a la tecnología como protagonista. A continuación, se detalla un poco lo expuesto.

En gestión tecnológica, la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), desarrolló un modelo que se fundamenta en la relación de seis procesos, a saber: 1) proceso planeación estratégica, 2) proceso gestión de recursos, 3) proceso gestión de proyectos, 4) proceso gestión de conocimiento, 5) proceso gestión de

propiedad intelectual (licenciamiento-patentes) y 6) proceso gestión ciclo vida producto (obsolescencia tecnológica).

De igual manera, el modelo se fundamenta teniendo en cuenta las funciones primarias de la ciencia, la tecnología y la innovación en la FAC, como son el sostenimiento, la modernización y la proyección de la organización, entrelazado con las variables de planeación, dependencia, capacidades y entorno, las cuales responden en un término de plazos, que para el sostenimiento de la FAC.

El modelo permite generar espacios adecuados para la articulación de los actores internos de la institución, con los actores externos nacionales e internacionales de la triada universidad, empresa, Estado y así apoyar el trabajo en equipo con entidades del sector universitario y productivo nacional e internacional para potenciar las fortalezas de cada entidad y disminuir las debilidades de las brechas tecnológicas (Dirección de Ciencia Tecnología e Innovación FAC, 2017). Respecto al modelo y a la metodología de gestión tecnológica de la Armada Nacional de Colombia será revelado en detalle en el quinto y sexto capítulos de esta obra.

Queda claro que el desarrollo tecnológico será fundamental para las Fuerzas Militares y la Nación en el futuro próximo. Además, que para ejercer la soberanía tecnológica la apuesta es la I+D+i endógena. Con el reto no solo generar, sino mantener en adecuada armonía los procesos y su conexión y, por supuesto, la voluntad de las instituciones y el Gobierno.

## Referencias

- Alas Sansur, J. E. (2008). El factor científico-tecnológico en la defensa y seguridad nacional. *Estudios en Seguridad y Defensa*, v. 3, n. 6, 46-50. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.129>
- Arango Franco, J. L. (2007). *La soberanía: su razón y sus fundamentos hoy*. *Ratio Juris*, v. 2, n. 5, 27-35. <https://doi.org/10.24142/raju.v2n5a2>
- Arbuet Vigualli, H. (1995). El concepto de soberanía y el ingreso al Mercosur. *Revista Relaciones Internacionales*, v. 4, n. 8, 1-9. <https://revistas.unlp.edu.ar/RRII-IRI/article/view/1940>
- Bordignon, F. R. A. (2015). Soberanía tecnológica y educación: una dupla indisoluble. *Prólogos*, v. 7, 79-102. <http://www.prologos.unlu.edu.ar/?q=node/14>
- Calle, B. (2017). Directiva Permanente No 20170042640001733 Sistema de Ciencia y Tecnología ARC. Colombia. Informe no publicado.
- Candón Mena, J. (2012). Soberanía tecnológica en la era de las redes. *Revista Internacional de Pensamiento Político*, v. 7, 73-92. <http://hdl.handle.net/10272/7841>
- Castellanos Domínguez, O. F. (2007). *Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/gestion-tecnologica-de-un-enfoque-tradicional-a-la-inteligencia>
- Colciencias [Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación]. (2013). *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa*. <http://repositorio.colciencias.gov.co/bitstream/handle/11146/311/1597-Plan%20Estrategico%20CTI%20Seguridad%20y%20Defensa%20Borrador%20versi%c3%b3n%20preliminar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Comando General Fuerzas Militares de Colombia [CGFM]. (2017). *Plan Estratégico Militar PEM 2030. Planeación estratégica y transformación*. [https://issuu.com/fuerzasmilitares-decolombia/docs/plan\\_estrategico\\_militar\\_2030\\_esp](https://issuu.com/fuerzasmilitares-decolombia/docs/plan_estrategico_militar_2030_esp)
- Comando General Fuerzas Militares de Colombia [CGFM]. (2019). *Organigrama Comando General de las Fuerzas Militares*. <https://www.cgfm.mil.co/es/conocenos/organigrama>
- Comisión Colombiana del Océano. (2015). *Secretaría Ejecutiva Colombiana del Océano*. <http://www.cco.gov.co/cco/nosotros/la-secretaria-ejecutiva.html>
- Comisión Colombiana del Océano. (2019). *Programa Antártico Colombiano*. <http://cco.gov.co/>
- Comisión Internacional de Dirección de Nyéleni. (2007). Nyéleni 2007. *Foro para la soberanía alimentaria*. [https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyelni\\_SP.pdf](https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyelni_SP.pdf)
- Constitución Política de Colombia. Art. 2. 7 de julio de 1991 (Colombia).
- Constitución Política de Colombia. Art. 217. 7 de julio de 1991 (Colombia).

- COTECMAR. (2011). *Informe de actividades de ciencia, tecnología e innovación*. ACTI 2011. [https://www.cotecmar.com/sites/default/files/descargas/ACTI\\_2011.pdf](https://www.cotecmar.com/sites/default/files/descargas/ACTI_2011.pdf)
- COTECMAR. (2019a). *Metrología y Calibración*. <https://www.cotecmar.com/servicios/metrologia>
- COTECMAR. (2019b). *Programas de investigación*. <https://www.cotecmar.com/servicios/programas-de-investigacion>
- Departamento Conjunto de Educación Militar. (2018). Directiva Permanente No 0118000011905 /MDN-COGFM-JEMCO-SEMPE-CGDJ7-DICIT-23.1 “Ciencia, Tecnología y Protección a la Propiedad Intelectual de las Fuerzas Militares”. Informe no publicado.
- DIMAR. (2017). *Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH*. <https://www.cioh.org.co/>
- Dirección de Ciencia Tecnología e Innovación FAC. (2017). *Modelo de gestión tecnológica FAC.*. Informe no publicado.
- Dirección General Marítima. (2019a). *¿Qué es Dimar? Misión y Visión*. <https://www.dimar.mil.co/que-es-dimar-mision-y-vision>
- Dirección General Marítima. (2019b). *Investigación Científica Marina. Objetivo del proceso*. <https://www.dimar.mil.co/investigacion-cientifica-marina>
- Ejército Nacional de Colombia. (s.f.). *Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional*. [https://www.ejercito.mil.co/conozcanos/organigrama/segundo\\_comandante\\_ejercito\\_403585/comando\\_apoyo\\_tecnologico\\_ejercito\\_403586](https://www.ejercito.mil.co/conozcanos/organigrama/segundo_comandante_ejercito_403585/comando_apoyo_tecnologico_ejercito_403586)
- Ejército Nacional de Colombia. (s.f.). *Plan estratégico 2015-2018*. <https://www.slideshare.net/EdilbertoSastre/plan-estrategico-2015-2018-64135539>
- Ejército Nacional de Colombia. (2019). *Misión y Visión*. [https://www.ejercito.mil.co/conozcanos/mision\\_vision\\_362168](https://www.ejercito.mil.co/conozcanos/mision_vision_362168)
- Enciso Tarquino, B. (2017). Fuerza Aérea Colombiana: en la ruta estratégica del futuro responsable y sostenible. *Ciencia y Poder Aéreo*, v. 12, n. 1, 176-191. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.570>
- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. (2016). *Portafolio de Investigación, Desarrollo e Innovación*. [https://www.escuelanaval.edu.co/sites/default/files/portafolios/Portafolio\\_CICEN%202016.pdf](https://www.escuelanaval.edu.co/sites/default/files/portafolios/Portafolio_CICEN%202016.pdf)
- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla.” (2019a). *Grupo de Investigación en Ciencias Navales y Náuticas (POSEIDÓN)*. <http://www.escuelanaval.edu.co/index.php/es/poseidon>

- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla.” (2019b). *Grupo de Investigación en Comunicación, Control y Diseño Naval (GICCDN)*. <http://www.escolanaval.edu.co/index.php/es/giccdn>
- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla.” (2019c). *Grupo de Investigación en Gestión Logística (LOGGER)*. <http://www.escolanaval.edu.co/index.php/es/logger>
- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla.” (2019d). *Grupo de Investigación en Oceanología (GIO)*. <http://www.escolanaval.edu.co/es/gio>
- Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla.” (2019a). *Centro de investigaciones*. <https://www.escolanavalsuboficiales.edu.co/centro-de-investigaciones/>
- Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla.” (2019b). *Misión y visión ENSB*. <https://www.escolanavalsuboficiales.edu.co/mision-y-vision-ensb/>
- ESMIC. (s.f.). *Glosario*. <https://www.esmic.edu.co/index.php?idcategoria=1738>
- Fuerza Aérea Colombiana. (s.f.). *Misión y visión Fuerza Aérea Colombiana*. <https://www.fac.mil.co/transparencia-y-acceso-informacion-publica/3-estructura-organica-y-talento-humano/mision-vision>
- Fuerza Aérea Colombiana. (s.f.). *Unidades Aéreas y otras dependencias*. <https://www.fac.mil.co/unidades-aereas>
- Fuerzas Militares de Colombia; Fuerza Aérea Colombiana. (2011). *Plan Estratégico Institucional Fuerza Aérea Colombiana 2010-2030*. [https://d2r89ls1uje5rg.cloudfront.net/sites/default/files/5.\\_plan\\_estrategico\\_institucional\\_fac1.pdf](https://d2r89ls1uje5rg.cloudfront.net/sites/default/files/5._plan_estrategico_institucional_fac1.pdf)
- García, S. (2000). *Manual de Estado Mayor Naval ARC 3-10. Colombia*. Informe no publicado.
- Gaynor, G. H. (1999). Gestión tecnológica: descripción, campo de acción e implicaciones. En G. H. Gaynor, *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*. Tomo 1, (pp. 3-29). McGraw-Hill.
- Grupo de Comunicaciones Estratégicas CGFM. (2019). *Comando General de las Fuerzas Militares*. <https://www.cgfm.mil.co/>
- Grupo Social y Empresarial de la Defensa [GSED]. (2010). *¿Qué es el GSED?* [https://www.gsed.gov.co/irj/portal/GSED/contenido?NavigationTarget=navurl://4b5053d012fb3a8b3aea254dd0a42a63&guest\\_user=Guest\\_GSED](https://www.gsed.gov.co/irj/portal/GSED/contenido?NavigationTarget=navurl://4b5053d012fb3a8b3aea254dd0a42a63&guest_user=Guest_GSED)
- Jefatura de Formación Instrucción y Educación Naval [JINEN]. (2017). *Dirección de Ciencia y Tecnología*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/2497>
- Jefatura de Material [JEMAT]. (2019). *Dirección de Tecnología*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/1498>
- Jefatura de Operaciones Logísticas [JOLA]. (2017). *Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/74605>

- Jefatura de Planeación Naval [JEPLAN]. (2017). *Dirección de Planeación Estratégica*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/18>
- Jefatura de Planeación Naval [JEPLAN]. (2018). *Dirección de Programas Estratégicos*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/13199>
- Ley 1286 de 2009. Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. 23 de enero de 2009. D. O. n.º 47241.
- Ley 1819 de 2016. Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. 29 de diciembre de 2016. D. O. n.º 50101.
- Martínez Cabezudo, F. (2015). Soberanía tecnológica y gobierno abierto. Profundizando en las necesidades democráticas de la participación desde la tecnopolítica. *Revista Internacional de Pensamiento Político*, v. 10, 47-70. <https://www.upo.es/revistas/index.php/ripp/article/view/3585>
- Ministerio de Ciencias de Colombia [Minciencias]. (s.f.). *Programa Nacional en Seguridad y Defensa*. <https://minciencias.gov.co/node/1130>
- Ministerio de Defensa Nacional. (2011). *Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector Defensa y Seguridad*. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/ciencia\\_y\\_tech/politica\\_CTei\\_sector\\_defensa\\_y\\_seguridad\\_esp\\_ingles.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/ciencia_y_tech/politica_CTei_sector_defensa_y_seguridad_esp_ingles.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional (2016). *Visión de futuro de las Fuerzas Armadas*. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia\\_planeacion/proyeccion/documentos/vision\\_futuro\\_FA.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia_planeacion/proyeccion/documentos/vision_futuro_FA.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional; Armada Nacional de Colombia. (s.f.). *Organigrama*. <https://www.armada.mil.co/es/content/organigrama>
- Ministerio de Defensa Nacional; Dirección de Ciencia y Tecnología. (2018). *Presentación del proyecto para la actualización de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector Defensa y Seguridad*. Informe no publicado.
- Ministerio de Defensa Nacional (2018). *Plan estratégico de tecnologías de información y comunicaciones –PETIC– Armada Nacional 2018-2022*. [https://docplayer.es/170389698-Plan-estrategico-de-tecnologias-de-informacion-y-comunicaciones-petic-armada-nacional.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/170389698-Plan-estrategico-de-tecnologias-de-informacion-y-comunicaciones-petic-armada-nacional.html#show_full_text)
- Moreno, D. R. (2006). *Directiva Permanente No. 029 CARMA-SECAR-DDIN-894, Pub. L. No. 029. Colombia*. Informe no publicado.
- Pacheco Oviedo, N. M. (2014). *Políticas y avances en ciencia, tecnología e innovación en defensa*. <http://hdl.handle.net/10654/13054>



- Piñón, F. (2004). *Ciencia y tecnología en América Latina: una posibilidad para el desarrollo*. <https://pensalatitec.iiec.unam.mx/publicaciones/ciencia-y-tecnologia-america-latina-una-posibilidad-desarrollo>
- Pinzón, J. C. (2011). *Directiva Permanente Ministerio de Defensa Nacional No 008 Lineamientos ACTI, Pub. L. No. 008. Colombia*. Informe no publicado.
- Pinzón, J. C. (2015). *Desarrollo Tecnológico*. Informe no publicado.
- RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española*. [www.rae.es](http://www.rae.es)
- Resolución 2040 de 2010. [Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación]. Por el cual se establece la nueva denominación y composición de los Consejos de los programas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, se crea un nuevo programa y se dictan otras disposiciones. 29 de diciembre de 2010.
- Sumanth, D.; Sumanth, J. (1999). El enfoque de ciclo de la tecnología a la gestión tecnológica. En G. H. Gaynor, *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*, Tomo 1, (pp. 47-62). McGraw-Hill.

# CAPÍTULO 4

## METODOLOGÍAS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN

---

Julián Alberto Cendales Sánchez  
*Magister en Administración*  
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá  
[jacendaless@unal.edu.co](mailto:jacendaless@unal.edu.co)

Eliana María Villa Enciso  
*Magister en Ingeniería Administrativa*  
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM  
[elianavilla@itm.edu.co](mailto:elianavilla@itm.edu.co)

Breyner Jiménez Navia  
*Magister en Gestión de la Innovación  
Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional*  
Armada Nacional de Colombia  
[breyner.jimenez@armada.mil.co](mailto:breyner.jimenez@armada.mil.co)

Juan Fernando Pérez Pérez  
*Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional*  
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM  
[juanfdomurillo@gmail.com](mailto:juanfdomurillo@gmail.com)

Karen Cristina Hormecheas Tapia  
*Ingeniera Industrial*  
Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín  
[kchormecheat@unal.edu.co](mailto:kchormecheat@unal.edu.co)

*La gestión tecnológica y de la innovación (GTI) ha cobrado relevancia en los últimos 50 años debido a que las organizaciones han visto cómo la implementación de herramientas y procedimientos resultan beneficiosos para sus procesos de transformación. La combinación de ciencias básicas, ingeniería y ciencias sociales han potenciado el desarrollo e investigación de diversos sectores industriales*

*En este capítulo se aborda la base conceptual en la que se ACOTAN los términos usados para brindar contexto y alcance a la ejecución de esta. A continuación, se reseñan las metodologías más representativas para gestionar la tecnología mundial en organizaciones productivas, las cuales fueron segmentadas en cinco grupos: visión estratégica de la GTI, ciclo de vida de la tecnología, nivel de madurez de la tecnología, gestión del cambio organizacional y las funciones de la GTI vistas como capacidades dinámicas.*

## 4.1. Gestión tecnológica

Solleiro (1988) indica que, frente a la diversidad de problemas que tienen las organizaciones, tales como la proyección, prospección y predicción tecnológica, el control sobre la información científica y tecnológica, la planeación y control de proyectos, la vinculación entre líneas de producción y unidades de investigación, el buen manejo de los apoyos gubernamentales, de las estructuras organizacionales encargadas de la investigación y el comportamiento humano en el proceso de desarrollo tecnológico, surge la administración o gestión tecnológica para desarrollar técnicas de carácter científico que faciliten su comprensión y solución.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (1995) señala qué es la administración del conocimiento y como propende a la introducción intencionada de innovaciones para dinamizar los procesos productivos. Complementariamente, Gaynor (1999) señala que a las tareas propias de la administración se incluyen otras como la creatividad, la visión estratégica y la proactividad, que no se limitan únicamente a inventos de máquinas o procesos, sino que, a su vez, contienen los medios para llevar a cabo una tarea, el cuerpo de conocimiento científico e ingenieril y los recursos requeridos.

Castellanos Domínguez (2007) resume el concepto de GT como la capacidad que tiene la empresa para hacer productiva la información y el conocimiento. La empresa debe ser vista como un todo que no responde únicamente a la superposición de los elementos o variables involucradas en la tecnología dura y blanda. Se involucra el aprendizaje, redefinición y cambio continuo a través del intercambio de información, productos, recursos y servicios que se materializan en las decisiones gerenciales orientadas bajo una visión organizacional fuerte y coherente. Jiménez Hernández & Castellanos Domínguez (2008) agregan el carácter interdisciplinario, en el cual conviven conocimientos de ciencia, ingeniería y administración buscando planear, desarrollar e implantar soluciones tecnológicas que contribuyan al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Para el desarrollo de esta investigación se entenderá la gestión tecnológica como el proceso que recoge las bases de la administración con una vocación

proactiva e innovadora para realizar la planeación, coordinación, implementación, control y dirección de los procedimientos relacionados con el desarrollo tecnológico de la organización, de forma que permita alinearlos con los objetivos estratégicos plasmados en su visión

## 4.2. Gestión de la innovación

Schumpeter (citado por Cilleruelo Carrasco et al., 2008) definió la innovación desde cinco perspectivas:

1. La introducción en el mercado de una nueva clase de bienes o un bien con el cual los consumidores no se encuentran familiarizados.
2. La introducción de un método de producción que no ha sido experimentado en la industria por los sectores interesados, fundamentado en un descubrimiento científico.
3. La apertura de un nuevo mercado en un país, independiente de su existencia en otros países.
4. La implantación de una nueva estructura en un mercado, ejemplificado con la creación de una posición de monopolio.
5. El dominio sobre una fuente de suministro de materias primas o productos semielaborados.

Las definiciones aportadas por Schumpeter conservan vigencia hoy en día. No obstante, han sufrido modificaciones, producto de los avances del último siglo y el contexto en el que se desarrollaron.

Lundvall (1992) sugiere que la innovación es un proceso en curso de búsqueda y exploración de resultados sobre nuevos productos, técnicas de organización o mercados. Por otra parte, el *Manual de Oslo* señala que las innovaciones tecnológicas hacen referencia tanto a los productos como a los procesos, así como a las modificaciones tecnológicas que se llevan a término en ellos. No se consideran innovaciones hasta que se ha introducido al mercado —innovación de producto— o hasta que se ha utilizado en el proceso de producción (OECD, European Commission, & Eurostat, 2006).

Ortiz Pabón y Nagles García (2013) enuncian que la innovación tecnológica es aquella que introduce cambios en productos o servicios, buscando generar una nueva oferta o una mejora sobre los establecidos, en la cual resalta su carácter comercial.

Para efectos de la presente investigación se asume la innovación como aquella acción de creación o modificación de un producto o proceso, que trae beneficios verificables a través de su uso y comercialización. Resulta pertinente aclarar que se tomará como referencia la corriente integradora, bajo la cual se induce que la innovación es uno de los resultados de la gestión tecnológica.

### **4.3. Metodologías de gestión de la tecnológica y de la innovación**

En esta sección se describirán las metodologías que han sido referente para la gestión tecnológica y la innovación en el mundo. Las Tablas 4.1. y 4.2. hacen un barrido cronológico por los diferentes marcos de referencia bajo los que se desarrollaron propuestas para la gestión tecnológica y de la innovación (GTI) por diversos autores.

Desde la década de los 90, la gestión tecnológica incrementó su presencia en diversos campos de aplicación (Jiménez Hernández & Castellanos Domínguez, 2008). Cada una de las metodologías usadas tiende a satisfacer las necesidades particulares de cada objeto de estudio y están orientadas de acuerdo con la experticia de quien la desarrolla, con énfasis en la solución de sus problemas específicos.

**Tabla 4.1.** Marcos de referencia de la gestión tecnológica

<b>Año</b>	<b>Autor</b>	<b>Marco de referencia</b>
1993	Ávalos	Desarrollo de capacidades tecnológicas de la empresa, asociadas al sistema de producción empleado
1993	Zoltán	Entiende la gestión tecnológica bajo dos dimensiones: la macro, situada en las políticas gubernamentales en torno al desarrollo tecnológico y la innovación; y la micro, que contiene las decisiones técnico-gerenciales de la empresa relacionadas con la selección, negociación, transferencia, adaptación, uso y asimilación de una tecnología.
1993	Marcovitch	La GT se orienta a conseguir la mejor disposición de recursos humanos y materiales para que la investigación tecnológica consiga sus objetivos. Establece una visión global de la organización y facilita la creación de estrategias innovadoras, eficaces y eficientes ligadas a la misión de la organización.
1995	Bernal y Laverde	Proponen que la gestión tecnológica debe cubrir, desde 4 procesos, todas las áreas de la organización: la gestión del conocimiento, la administración de la información, la administración de procesos productivos y la gerencia de procesos administrativos y directivos.
1998	Gehani	Da una visión sistémica con 3 divisiones: transformación, recursos y visión e integración. la primera se relaciona con la gestión de competencias en los procesos que se encargan de convertir la propiedad intelectual en operaciones y desarrollo de productos. La segunda, encaminado a la gestión del conocimiento, el personal y la calidad de los productos. La tercera se orienta a la integración de los dos componentes anteriores con una proyección de liderazgo y visión.
1999	Cory	Disciplina que combina la ingeniería con elementos de la gestión de negocios. Su objetivo es manejar de forma efectiva la tecnología en ciclos individuales de la vida de producto, capitalizar la tecnología de proceso en ventajas competitivas y relacionar e integrar tecnología de proceso y producto.
1999	COTEC	Se compone de todas las actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y tecnología, generada tanto de forma interna como externa. Este conocimiento promueve la eficacia y eficiencia de la organización, obteniendo ventajas competitivas que son producto del incremento en sus capacidades de innovación.
1999	Hidalgo	Indica que la gestión tecnológica debe direccionarse en torno a las funciones de apoyo y las activas. Las primeras observan el entorno para reconocer las oportunidades y amenazas de su posición tecnológica. Las funciones activas se relacionan con la capacidad de adquirir, desarrollar e incorporar recursos tecnológicos en la organización.
2005	Escorsa y Vals	Incluye las actividades de gestión relacionadas con identificación, obtención, investigación, adaptación y desarrollo de nuevas tecnologías en la organización. La GT juega un papel determinante en la integración y coordinación de gestión de I+D, control y supervisión de la producción, formación, mercadeo y estrategia organizacional.
2005	Thamhain	Ciencia y arte de crear valor usando la tecnología junto con otros recursos de la organización. Resalta la interacción de las siguientes dimensiones: gestión de ingeniería, ciencias naturales, ciencias sociales, ciencias administrativas, desarrollo de capacidades operacionales, dirección y liderazgo, la cultura organizacional y la gestión multidisciplinaria.

2008	Grupos de gestión de la tecnología. Universidad Politécnica de Madrid	Conjunto de procesos adecuados para la identificación, selección, adquisición, evaluación, incorporación en la organización, optimización y mejora continua de la tecnología necesaria en la ejecución de proyectos. Esta herramienta debe enmarcarse en los procesos de innovación a los que se enfrentan las empresas.
------	--	--

**Fuente:** elaboración propia con base en los autores citados en la tabla.

Liao (2005) hizo una revisión de los campos de aplicación que habían usado la gestión tecnológica, dejando en evidencia la combinación de diferentes métodos de investigación, su enfoque interdisciplinar y su creciente interés en diversas disciplinas, orientando la GTI a diferentes grados de especialización. Por su parte, la innovación es un fenómeno social que ha evolucionado con el tiempo y, por esto, se han establecido varios marcos de referencia que permitan mejorar su comprensión (Robledo Velázquez, 2013).

A continuación, en la Tabla 4.2. se muestran los más representativos.

**Tabla 4.2.** Marcos de referencia de la innovación

Año	Autor	Marco de referencia
1986	Kline y Rosenberg	La GI implica la articulación entre el empuje tecnológico y el mercado, aunque se establecen actividades secuenciales, se contempla retroalimentación entre ellas.
1992	Rothwell	Se presentan varias generaciones para comprender cómo ha evolucionado el fenómeno de la innovación. <i>Empuje tecnológico:</i> secuencial y unidireccional, donde el descubrimiento científico es el principal impulsor de la innovación que, finalmente, favorece la riqueza económica y el bienestar social. <i>Market Pull:</i> las necesidades del mercado son las que alimentan las preguntas de investigación de los científicos, con lo cual es posible generar desarrollo tecnológico; luego sigue la etapa de fabricación y ventas. Sigue siendo una mirada del proceso de innovación secuencial y unidireccional. <i>Integración:</i> reconoce una mayor articulación entre las actividades empresariales del proceso de innovación con la posibilidad de desarrollar simultáneamente la ingeniería concurrente (integración de I+D, producción y mercadeo). <i>Red:</i> el foco se centra en que la organización es un sistema abierto, que requiere la integración con otros sistemas en el que se pueden realizar fuertes alianzas, integración estratégica con clientes, proveedores y demás actores del proceso de innovación.
1992	Clark y Wheelwright	Gestionar la innovación desde la perspectiva de un embudo de desarrollo, en el cual se tienen como <i>inputs</i> una serie de ideas para generar productos y procesos, que se deben acotar en proyectos de desarrollo, que luego pasen a la fase de implantación.

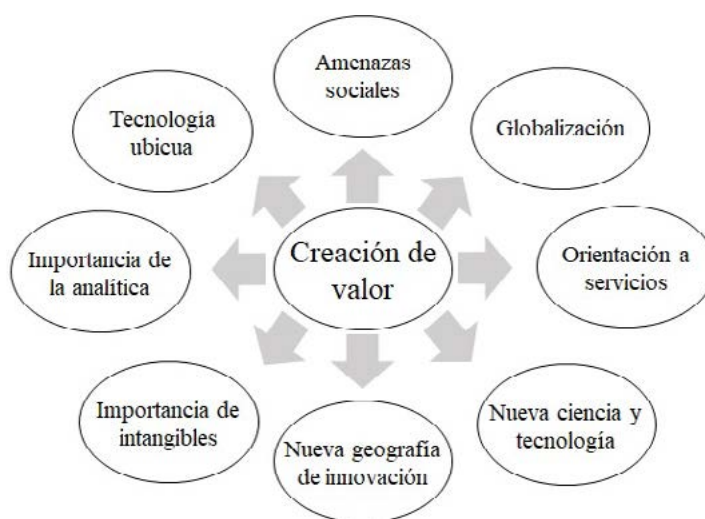


Año	Autor	Marco de referencia
1994	Cooper	Se enfoca en agilizar el desarrollo de un nuevo producto, por medio de un proceso secuencial de etapas, que cuenta con unas compuertas donde se controlan y monitorean una serie de actividades que permiten ir avanzando del descubrimiento al lanzamiento.
2000	Fischer	Se relaciona la capacidad de innovación de un país o región no solo con las actividades que realizan las empresas individualmente, sino con el resultado de la interacción de varios agentes, entre los que se encuentran el sector manufacturero, servicios, instituciones y científico.
2006	Chesbrough	Las empresas pueden hacer uso intensivo de conocimiento tanto interno como externo, para potenciar y acelerar su innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación; es lo que ha sido ampliamente aceptado como innovación abierta.
2013	Robledo	Mirada sistémica de la innovación, en donde los resultados de la innovación se dan por la compleja interacción del ambiente en el que se encuentra la organización, la estrategia de innovación, las funciones organizacionales (producción, mercadeo, I+D, direccionamiento estratégico, transferencias, gestión de recursos) y los componentes organizacionales (organización formal, informal, personas, tecnologías).

Fuente: elaboración propia con base en los autores citados en la tabla.

Por su parte, Ortiz-Cantú y Pedroza-Zapata (2006) muestran aspectos relevantes en una organización, enmarcados en la naturaleza propia de la competencia con su entorno. Dentro de estos se encuentran los portafolios de actividades, la cadena de valor y la madurez de la tecnología (ver Figura 4.1).

**Figura 4.1.** Marco de referencia para la gestión estratégica de la tecnología y la innovación



Fuente: Ortiz-Cantú y Pedroza-Zapata, 2006.

Estos autores resaltan la importancia de la misión y visión organizacionales (estrategia corporativa: qué, cómo y para qué) y su interacción con el mercado y medio ambiente, de forma que pueda generar auténtico valor para el consumidor o usuario y permita diferenciar aquellas tecnologías que son claves para la organización. Esto tiene como finalidad direccionar la estrategia tecnológica dentro de la cual ofrecen cuatro elementos: venta de tecnología propia, uso de tecnología propia, compra de tecnología externa y combinación de las estrategias anteriores.

Por su parte, Kim (2015), utiliza la propuesta de Horwitch y Stohr (2012), entre otras, para hacer un estudio de cómo se ha desarrollado la GT en Corea, puesto que se evidencia que ha entrado en una fase diferente de desarrollo. Sus hallazgos reconocen que este modelo se enfoca en orientar la GT en las organizaciones de un modelo de fabricación tradicional, hacia un uno que responde a las demandas de los entornos de mercado, que cambian rápidamente, teniendo como foco la innovación, el emprendimiento, la teoría y la práctica.

También en el trabajo de Cetindamar et al., (2016) se menciona que la GT ha cambiado significativamente en las últimas décadas desde investigación y desarrollo (I+D) hasta gestión estratégica y GI, modelo propuesto por Horwitch y Stohr (2012), que es un referente para las empresas, las organizaciones e instituciones gubernamentales que demandan gerentes de tecnología.

#### **4.3.1. Cambio tecnológico visto desde el enfoque de ciclo de la tecnología**

Este proceso ve la GT desde un enfoque sistémico, aclarando que no es una tarea que se ejecute una sola vez, sino que constituye un proceso cíclico y continuo (ver Figura 4.2.). Sumanth y Sumanth (1999) proponen cinco fases para el cambio tecnológico:

1. *La fase de percepción* se compone de los mecanismos formales que tiene la organización para conocer las tecnologías relevantes a sus necesidades.

2. *La fase de adquisición* involucra, inicialmente, un estudio de factibilidad técnica y económica. Las organizaciones que dedican poco tiempo para determinar la factibilidad tienen problemas relacionados con la obsolescencia a corto y mediano plazo. Resulta indispensable justificar de forma adecuada una tecnología para habilitar su adquisición frente a las vistas en la fase de percepción.
3. *La fase de adaptación* alinea el uso de una tecnología con las necesidades particulares de una empresa. Si las fases previas se han cumplido de forma adecuada y se han cubierto en detalle los requerimientos para incluirla, el proceso será suave y modulado. Si, por el contrario, las fases anteriores no se han completado con rigurosidad, los costos y esfuerzos en esta etapa pueden incrementarse considerablemente, como resultado de la proyección de los vacíos de las fases previas.
4. *La fase de avance* muestra las posibilidades que tiene una organización para improvisar e innovar soluciones con base en las tecnologías adquiridas previamente.
5. *La fase de abandono* se relaciona, directamente, con la obsolescencia tecnológica. La detección oportuna de la obsolescencia es crítica para promover ventajas competitivas que garanticen la supervivencia de una empresa en el mercado.

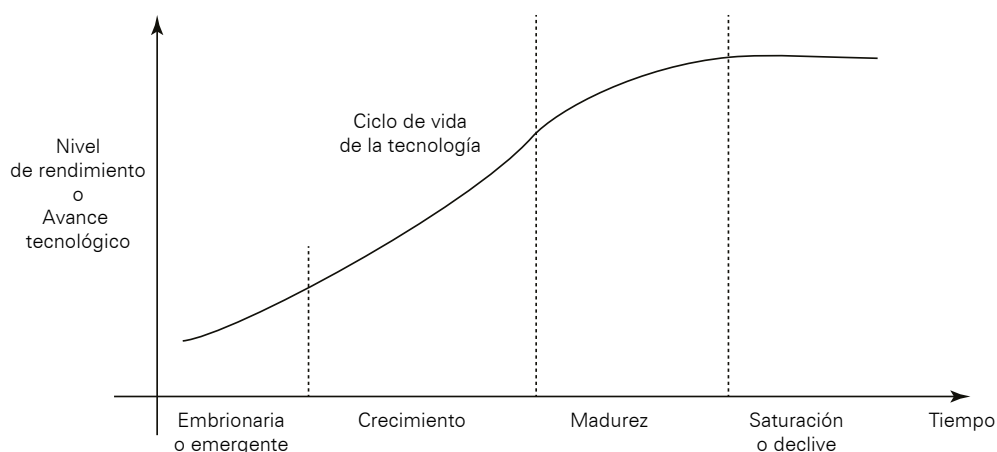
Figura 4.2. El ciclo de la tecnología (CT)



Fuente: adaptado de Sumanth y Sumanth, 1999.

Una representación alternativa para mostrar el ciclo de la tecnología (CT) es la Curva S (ver Figura 4.3.), donde se presenta el desarrollo tecnológico en función del tiempo. Ati-El-Hadj (citado en Gil Ruiz & Zubillaga Zubimendi, 2006) define 4 fases para el CT:

Figura 4.3. Ciclo de vida de la tecnología. Curva S



Fuente: Gil Ruiz y Zubillaga Zubimendi, 2006.

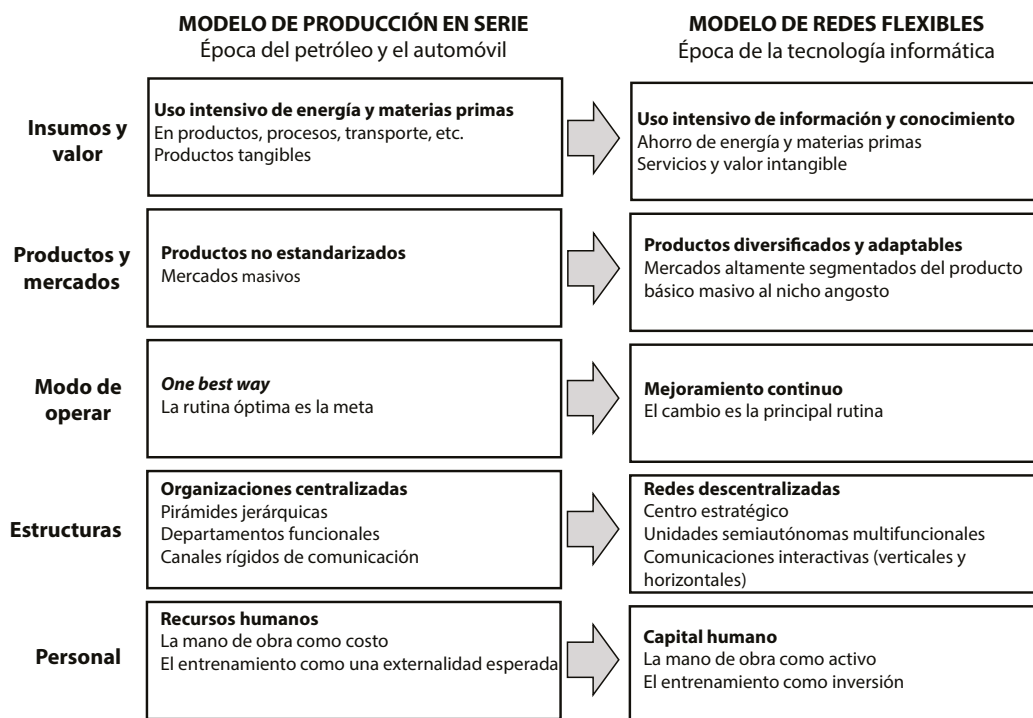
1. *Embrionaria*: tecnología que nace a partir de innovaciones disruptivas. Generalmente, requiere un conocimiento científico elevado con una capacidad mínima para usar mano de obra no calificada.
2. *Crecimiento*: la tecnología muestra síntomas de mejoría continua, por lo que crece el interés sobre esta. Los procesos de tecnificación empiezan a consolidarse y se introducen fases de transferencia gradual de forma local y regional, con un personal menos calificado.
3. *Madurez*: la tecnología presenta una elevada tecnificación. La experiencia acumulada tiene máximo valor y es posible introducir mano de obra no calificada debido a que las tareas son rutinarias.
4. *Saturación o declive*: la tecnología presenta deficiencias frente a sus pares en el mercado. Por tal motivo, el interés en la misma decae. Las posibilidades de generar utilidades o crecimiento son mínimas.

Para la década de los 70, las economías emergentes tomaron como factor de desarrollo e industrialización la adquisición de tecnología importada de los países más desarrollados. Sin embargo, las posibilidades de crecimiento ofrecidas por las tecnologías maduras desilusionaron, con el pasar de los años, a las regiones de Suramérica y África.

Pero los resultados para la región asiática fueron notoriamente diferentes bajo el liderazgo de los cuatro tigres asiáticos, que consiguieron altos niveles de industrialización y crecimiento económico. Esto sugiere que las tecnologías y el cambio que estas experimentan son producto de la interacción con otras tecnologías, el incremento del conocimiento de los consumidores, el desarrollo de los proveedores y otras externalidades creadas por desarrollos previos (Pérez, 2001).

Para lidiar con estos cambios, esta autora sugiere la incorporación de un modelo basado en la creación de redes flexibles que responde al contexto actual (ver Figura 4.4.).

Figura 4.4. Nuevo paradigma con base en el cambio tecnológico



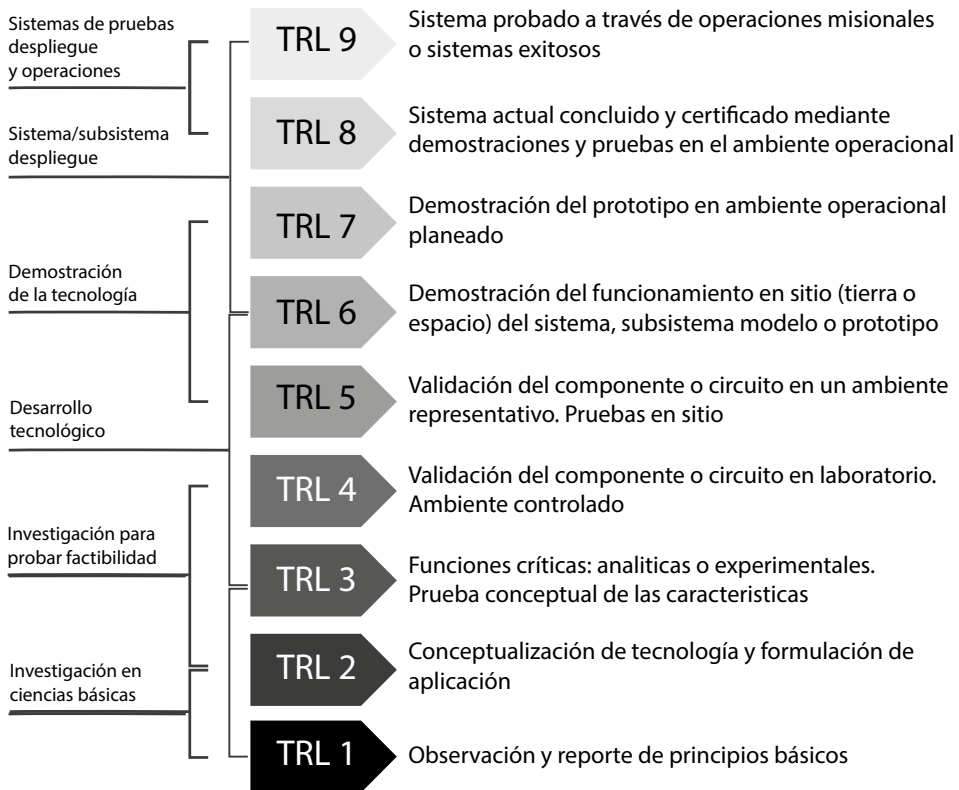
Fuente: Pérez, 2001.

### 4.3.2. Escala de nivel de madurez tecnológica (TRL)

Un modelo alternativo para describir el ciclo de vida de la tecnología es el nivel de madurez tecnológica TRL, (*technology readiness management*), el cual despliega, en nueve niveles, las actividades desarrolladas por las diferentes organizaciones que intervienen en la cadena de valor.

Mankins (2009) describe, mediante ejemplos de desarrollos tecnológicos de final del siglo pasado, cada uno de los niveles que componen el TRL, haciendo la aclaración de que una organización, un proceso o un proyecto en particular puede incluir varios niveles de madurez tecnológica (ver Figura 4.5.).

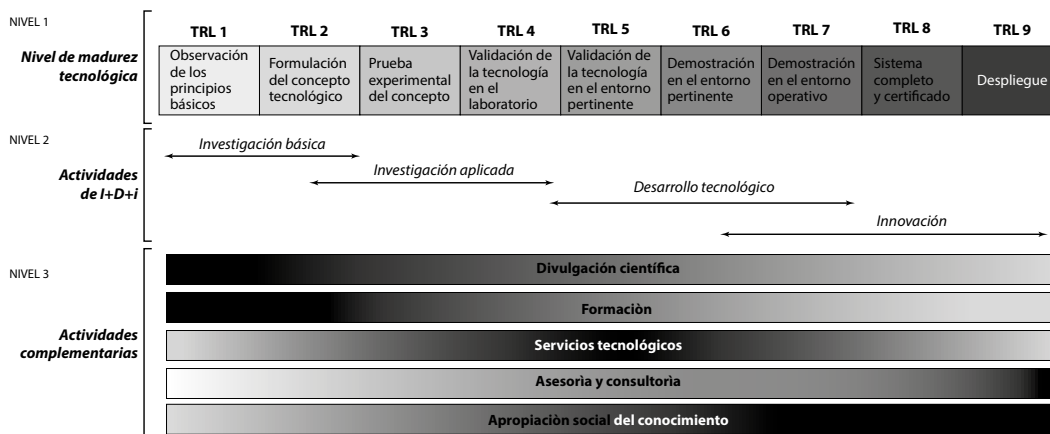
Figura 4.5. Visión general de la escala de madurez tecnológica



Fuente: adaptado a partir de Mankins, 2009.

Colciencias usó la escala de TRL para relacionarlo con las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. En la Figura 4.6. se ubican, en el nivel superior, las nueve escalas de TRL de forma horizontal, mientras que hacia abajo se relacionan las actividades directas de I+D+i y, en un plano inferior, las actividades complementarias. Estas últimas asocian de forma cualitativa la intensidad del color con el énfasis en cada nivel de madurez. Olechowski et al., (2015) desarrollaron su investigación con compañías líderes en sectores de electrónica, maquinaria pesada, hidrocarburos, aeroespacial y sector defensa.

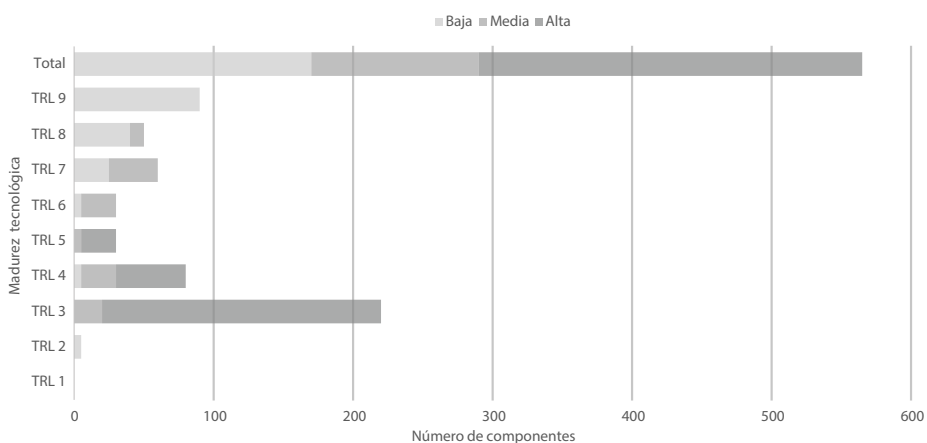
Figura 4.6. TRL, actividades de I+D+i y actividades complementarias



Fuente: Colciencias, 2016.

Como resultado de su estudio en la British Petroleum, obtuvo la caracterización de la dificultad de desarrollar avances en cada escala del TRL (ver Figura 4.7.). Para las escalas inferiores, especialmente las ubicadas entre TRL 2 y TRL 5, se evidencia un mayor grado de dificultad.

Figura 4.7. Grado de dificultad de desarrollo en función del grado de madurez tecnológica



Fuente: adaptada de Olechowski et al., 2015.



### 4.3.3. *La metodología de las 6 facetas*

Esta metodología para la implementación efectiva del cambio mediante la GT fue propuesta por Kearns et al., (2005) distinguiendo seis fases que cobran especial relevancia (ver Figura 4.8.):

1. *Evaluación de la tecnología:* involucra la selección de la tecnología donde es vital el mejoramiento continuo para sostener su efectividad. Algunos de los principios de esta fase son medición del progreso de implementación y apropiación, recolección histórica de información relevante para la organización, el uso de tomadores de decisiones y usuarios de tecnología para el proceso de evaluación, ajuste, calidad, ergonomía y bienestar laboral.
2. *Integración de productos y procesos:* se focaliza en determinar cómo una tecnología puede integrarse en la solución de las necesidades de la organización y su interacción con los procesos que esta desarrolla.
3. *Planeación:* vincula el personal y los recursos requeridos en un mismo programa. Basa su funcionamiento en el liderazgo centralizado, un equipo multidisciplinar, las habilidades de gestión de proyectos, experiencia verificable sobre el manejo de la tecnología y una supervisión focalizada en la detección de problemas que afecten directamente los objetivos del plan.
4. *Implementación:* es la institucionalización de la tecnología. En esta fase toda la planeación se debió completar y los vacíos existentes se visibilizan. En esta fase cobra importancia el diseño de pruebas mediante prototipos, lotes de producción y producción en serie, donde se compruebe que la promesa del vendedor es cumplida a cabalidad. Resulta conveniente diseñar planes de contingencia con el fin de lidiar con los obstáculos, limitaciones o eventos inadvertidos en esta fase.
5. *Entrenamiento:* para que la implementación tenga trascendencia en la organización, la transferencia del conocimiento en torno al uso y manejo de la tecnología debe permear a los usuarios de la tecnología y a los tomadores de decisiones.
6. *Cambio:* este proceso es vital para el crecimiento de la participación y la calidad del producto. Para esto es indispensable anticipar, gestionar y

controlar las modificaciones, buscando aclimatar a todos los *stakeholders* en los nuevos métodos.

**Figura 4.8.** La metodología de las 6 facetas en la implementación efectiva del cambio



Fuente: Kearns et al., 2005.

Por otra parte, Liao et al., (2013) aplicaron el modelo en la industria de los negocios digitales de China y EE. UU., encontrando que es una herramienta confiable y adecuada para gestionar los problemas tácticos relacionados con la implementación de una nueva tecnología en una organización.

#### **4.3.4. Funciones de GT enmarcados en las capacidades dinámicas**

Cetindamar et al., (2009) parten de la definición del National Research Council (Task Force on Management of Technology, 1987) para la gestión tecnológica y proponen que sea modificada su condición estática por una dinámica en la que se deje de forma explícita la relación entre las ciencias técnicas y las técnicas gerenciales asociadas con la gestión tecnológica. Basan su propuesta en tres razones: 1) que no se especifica el papel de las innovaciones tecnológicas, 2) enfocar las capacidades como objeto de estudio, que

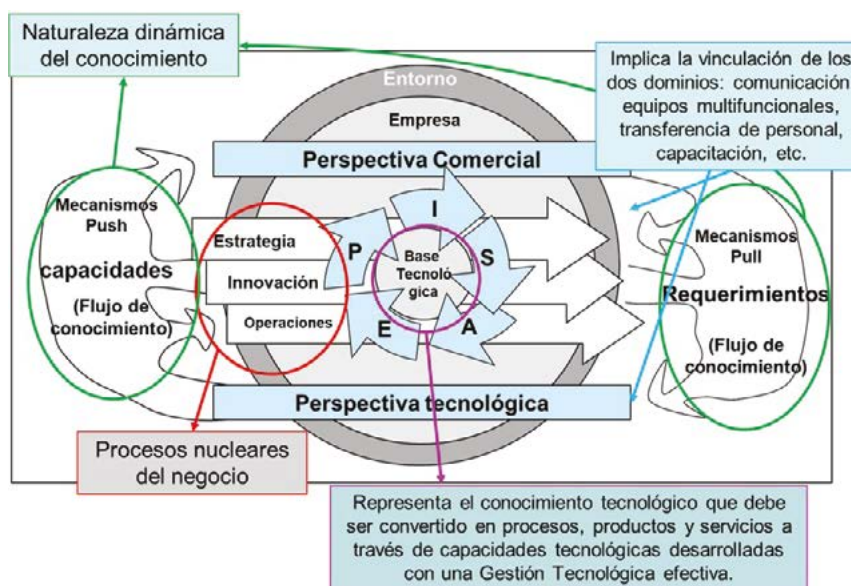
deja en evidencia las dinámicas en la organización y 3) el papel estratégico de la GT dentro de un entorno cambiante, que exige reconfiguraciones internas y externas para la organización a lo largo del tiempo.

La Figura 4.9. muestra que la base tecnológica constituye el corazón de la GT y, a su vez, se asocia con cinco actividades relacionadas con funciones típicas de la gestión de tecnologías y la construcción de capacidades tecnológicas: identificación, selección, adquisición, explotación y protección.

Los procesos nucleares del negocio son estrategia, innovación y operaciones. Esta representación muestra que el flujo del conocimiento en la organización se encuentra entre su entorno comercial y las funciones tecnológicas, mediando entre las capacidades desarrolladas a su interior y los requerimientos de su entorno. Es bueno aclarar que la representación gráfica sugiere una linealidad entre las actividades, pero que en su implementación las actividades interactúan de forma simultánea o alternada. Este marco de referencia para la GT permite establecer las relaciones que esta sostiene con otras funciones de la gestión, particularmente, con la gestión de la innovación, de proyectos y del conocimiento.

Un ejemplo de la aplicación de este modelo lo hacen Fartash et al., (2018) quienes analizan las relaciones entre adquisición y explotación de tecnología en 80 organizaciones intensivas en conocimiento en Irán, y sus hallazgos muestran una influencia positiva significativa, tanto en la innovación como en el desempeño organizacional. Los autores del modelo, Cetindamar et al., (2016), mencionan que la GT tiene tres desafíos asociados a la intensificación de la innovación, como son, rol de las innovaciones tecnológicas, capacidades de GT como objeto de estudio que deja en evidencia las dinámicas al interior de la organización y el papel estratégico de la GT dentro de un entorno cambiante que exige reconfiguraciones internas y externas para la organización en el largo plazo.

Figura 4.9. Marco de referencia para las actividades de gestión tecnológica entendidas como capacidades dinámicas



Fuente: Cetindamar et al., 2009.

### 4.3.5. Articulación del empuje tecnológico y jalonamiento de la demanda

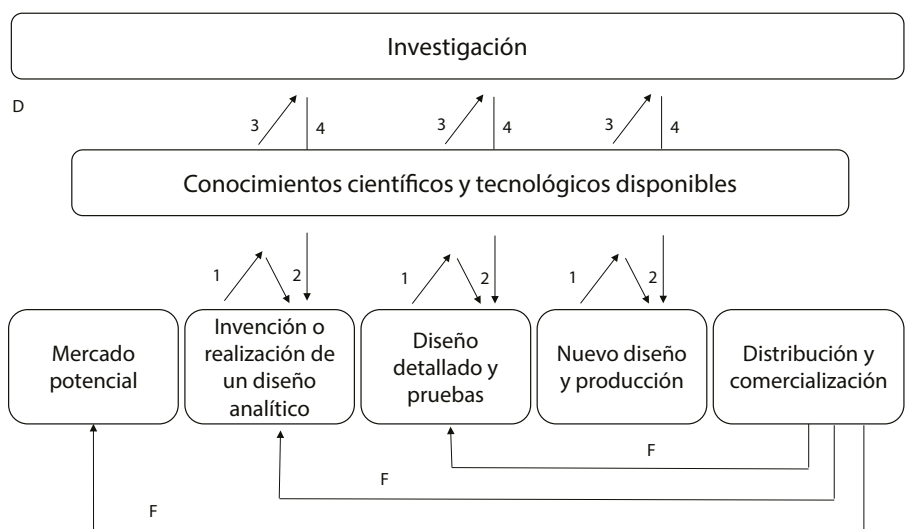
Kline y Rosenberg (1986) proponen un marco de referencia para la gestión de la innovación desde la perspectiva de articular el empuje tecnológico y el jalonamiento de la demanda (ver Figura 4.10.). En esta propuesta, se siguen gestionando las actividades involucradas en el proceso de innovación de forma secuencial, pero se tiene retroalimentación a lo largo del proceso. Las etapas son: primero, identificar el mercado potencial, luego, desarrollo de la invención o realización de un diseño analítico, en seguida se hace un diseño más detallado que permita pasar a la producción, distribución y comercialización. El aporte más significativo de esta propuesta fue argumentar que la innovación no es un proceso lineal que depende del empuje tecnológico o del jalonamiento de la demanda, sino que se da de la relación de ambos (Rothwell, 1992).

Algunas aplicaciones de este modelo se encuentran, por ejemplo, en el trabajo de Kalogeras y Anagnostopoulos (2012), quienes proponen un modelo de innovación que ayude a comprender los fundamentos del proceso de

transformación de la investigación a la innovación, tomando como punto de partida el modelo Kline y Rosenberg (1986).

También Micaëlli et al., (2014) presentan un trabajo en el cual realizan mejoras incrementales al modelo de Kline y Rosenberg para integrarlo con el marco de los sistemas de innovación, reconociendo que la innovación requiere una mirada más sistémica que lineal.

**Figura 4.10.** Marco de referencia desde Technology Push & Market Pull



Fuente: adaptado de Kline y Rosenberg, 1986.

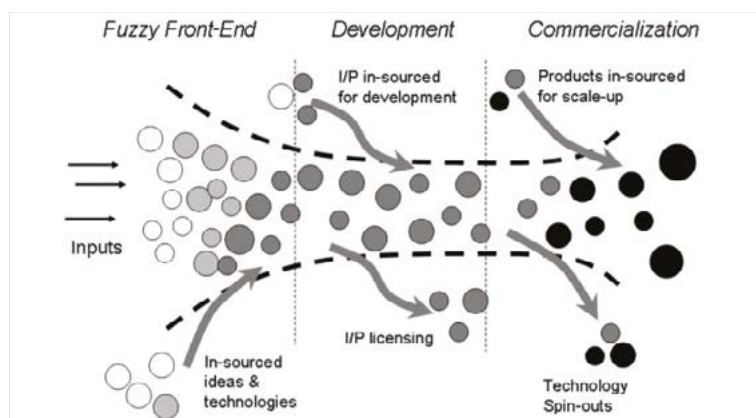
### 4.3.6. Innovación abierta

Un marco de referencia que hizo aportes a la gestión de la innovación tradicional fue la innovación abierta, propuesta por Chesbrough (2006). Esta plantea un modelo cognitivo de interacción y de colaboración de redes de entrada y salida del conocimiento, que permiten seguir realizando prácticas de I+D, y que se complementa con métodos externos de comercialización. Posteriormente, aparece el trabajo de Docherty (2006) quien, a partir del concepto de innovación abierta, desarrolla un esquema que permite evidenciar cómo, en cada una de las etapas de gestión de la innovación —generación de ideas, desarrollo y comercialización—, se hace uso interno y externo

de conocimiento para generar innovación (Figura 4.11) (Álvarez-Aros & Bernal-Torres, 2017).

Este modelo de gestión de la innovación ha sido ampliamente difundido. Una de las aplicaciones del modelo se hace en el trabajo de Laursen y Salter (2006), donde examinaron el papel de las estrategias de búsqueda externa en la configuración del desempeño innovador de 2707 empresas manufactureras del sector de fabricación del Reino Unido. Sus hallazgos coinciden con el argumento de Chesbrough, respecto a que las empresas están demasiado centradas internamente, por lo cual pueden perder oportunidades, ya que muchas fuentes de conocimiento, necesarias para lograr la innovación, se pueden encontrar fuera de la empresa. La influencia de este modelo se ha dado en la posibilidad de integrarse con diversas ramas del conocimiento, entre ellas, la innovación, gestión y economía, sin embargo, presenta retos en términos de la medición (West et al., 2014).

**Figura 4.11.** Innovación abierta



Fuente: Docherty, 2006.

#### 4.3.7. Enfoque de los sistemas de innovación

Fischer (2000) centra su propuesta en la gestión de la innovación desde la perspectiva multiagente, que se da en un sistema de innovación y que permite que se genere, difunda y use conocimiento. Se argumenta que un país o región se produce innovación no solo por la capacidad de las empresas

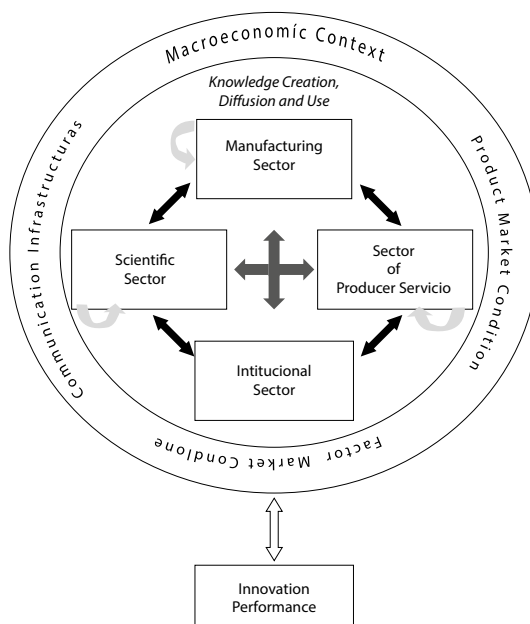
individuales, sino por las relaciones que se dan entre varios sectores, actores e instituciones, como se muestra en la Figura 4.12.

En esta propuesta se establecen cuatro bloques que son, primero, el sector manufacturero, donde se encuentran las empresas que tienen capacidades de I+D. Segundo, el sector científico, integrado por instituciones que tienen la función de capacitar al personal necesario para las actividades de innovación, como científicos, ingenieros, técnicos, etc. En este sector se encuentran universidades con capacidades de investigación, generación, uso y difusión de conocimiento por medio de publicaciones científicas.

En seguida, aparece un tercer bloque denominado sector de servicios, haciendo referencia a empresas que soportan las actividades de introducción de productos y el acceso a nueva tecnología al sector manufacturero. Finalmente, queda el sector institucional, en el que se distinguen instituciones formales e informales, que sirven de cooperantes para facilitar el proceso de innovación entre los diferentes actores del sistema y mejorar sus capacidades. Se puede decir que esta propuesta fue un primer acercamiento para comprender cómo se dan las relaciones de varios actores en sistemas de innovación y cómo esto condiciona el desempeño del sistema.

A partir de esta propuesta de gestión y la contribución teórica que hicieron autores como Freeman (1987), Lundvall (1985), Nelson y Winter (1982), los sistemas de innovación han sido el marco bajo el cual se ha creado una institucionalidad para gestionar la ciencia, la tecnología y la innovación en los países. Algunos ejemplos de trabajos que tomaron elementos de la propuesta de Fischer (2000) son el de Lau y Lo (2015), en el que estudian los sistemas regionales de innovación para analizar su influencia en la capacidad de absorción de la empresa y el rendimiento de la innovación, encontrando una relación positiva. Finalmente, en el trabajo de Rakas y Hain (2019) se hace un análisis de la evolución del campo, reconociendo el aporte de Fischer (2000) como uno de los trabajos más citados, y destaca que el campo empezó centrado en la economía evolutiva, pero que ya ha tomado importancia en otras corrientes de investigación, como los negocios internacionales y las transiciones a la sostenibilidad.

Figura 4.12. Innovación desde la perspectiva de sistema



Fuente: Fischer, 2000.

## 4.4. Metodologías de GTI en el sector defensa

De acuerdo con la revisión realizada por los autores, en el estado del arte no se reporta la existencia de metodologías de GTI en el Sector Defensa. Esto puede deberse a que, por ser un tema estratégico, la industria de defensa no lo reporte de manera explícita. Se encontró evidencia de modelos de gestión tecnológica y de la innovación, de manera teórica. A continuación, se realiza una descripción de los modelos que dio como resultado la revisión de la literatura.

### 4.4.1. Modelo de gestión tecnológica en la industria de defensa de Turquía

El sector defensa de Turquía es uno de los sectores con mayor crecimiento en el país asiático. Este crecimiento se lo ha permitido la inversión en CTI. Las empresas que llevan a cabo actividades en este sector en Turquía emplean las últimas tecnologías desarrolladas, haciendo frente a los cambios tecnológicos (Gumus et al., 2009). La gestión tecnológica es importante para los países en



vías de desarrollo, que realizan importación de su tecnología por dos razones particulares: gestionar con eficiencia el insumo importado, ya que suele ser costoso, y poder aumentar las capacidades tecnológicas locales con el objetivo de disminuir la dependencia tecnológica extranjera. Las empresas del sector defensa deben crear y utilizar los últimos desarrollos tecnológicos para hacer frente a los acontecimientos que se puedan presentar.

El modelo de gestión tecnológica analizado por Gumus et al., (2009), adoptado del modelo propuesto por Phaal et al., (2004), y después de revisiones de la literatura y validación, realiza una sola modificación a los cinco procesos genéricos de gestión tecnológica que emplea el modelo: identificación, selección, adquisición, explotación y protección. Los autores manifiestan que las actividades relacionadas con la protección (como las patentes, gestión del conocimiento, derechos de autor, entre otras) se deben realizar durante todo el proceso, considerando que la gestión tecnológica no es un proceso lineal, sino un proceso cíclico que se lleva a cabo de manera permanente: actualizar la tecnología para mantener la ventaja competitiva de la organización.

Los autores discrepan de algunos estudios analizados y consideran que el aprendizaje ocurre mientras se llevan a cabo las demás actividades de gestión tecnológica y tiene relación directa con la gestión del conocimiento. De igual manera, el abandono u obsolescencia tecnológica, que algunos autores estudiados por Gumus et al., (2009) consideran como un proceso independiente, estos los consideran parte de la sección de la tecnología, ya que se puede pensar en reemplazar algún tipo de tecnología empleada en la organización. En la Figura 4.13. se observa el modelo planteado por Gumus et al., (2009).

Figura 4.13. Modelo de gestión tecnológica en la industria de defensa de Turquía



Fuente: Gumus et al., 2009.

#### 4.4.2. *Transferencia tecnológica en la industria de defensa de la India*

En una economía basada en el conocimiento, las naciones y organizaciones que posean aspectos distintivos en este sentido pueden considerarse que tienen una ventaja competitiva. Al hablar del sector defensa es de gran importancia en asuntos de soberanía y seguridad nacional. En este sentido, la transferencia tecnológica es una actividad importante y compleja de la gestión tecnológica en este tipo de economía.

La tecnología y la guerra están estrechamente relacionadas. Los países desarrollados han sido los líderes mundiales por el uso y desarrollo de tecnología. Si bien la tecnología en una organización incluye entidades físicas como equipos, maquinarias, entre otras, también incluye actividades humanas como la creatividad y habilidades de ingenio. Para Salwan (2005) por medio de la transferencia de tecnología se busca evidenciar tanto una necesidad como su solución, para lo cual se procede con la fabricación, prototipado y prueba de dicha solución, así como la transferencia de conocimiento técnico.

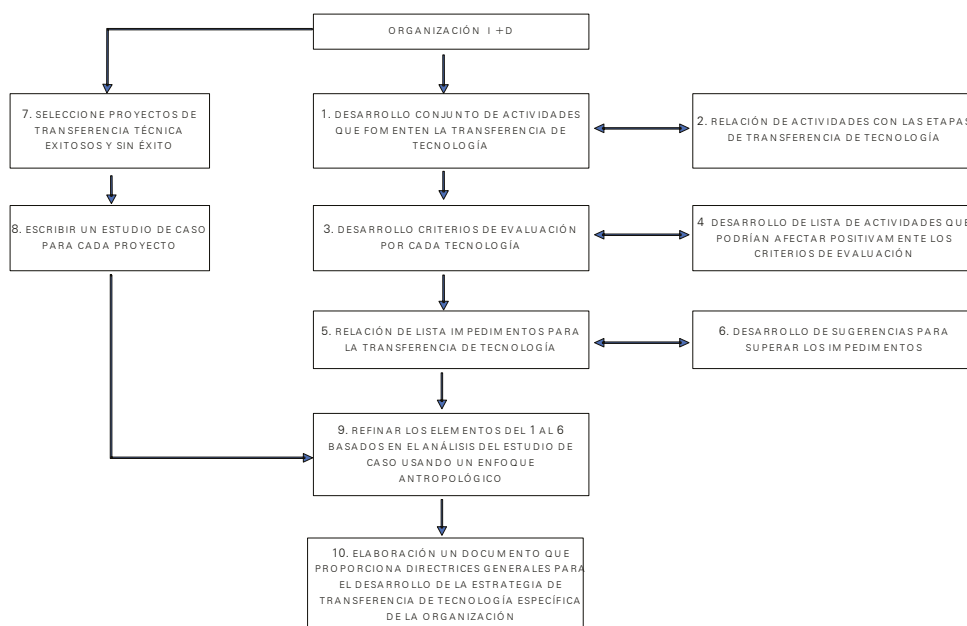
La India es un país que, en los últimos años, ha avanzado en un intensivo proceso de modernización de la mayoría de los equipos estratégicos de defensa que pertenecen a las fuerzas armadas. La adquisición a gran escala de material militar de alto valor es un elemento central de los planes de modernización. Debido a una combinación de adquisiciones de equipamiento, la India ha entrado en acuerdos de colaboración para el diseño y desarrollo conjunto de varios sistemas de defensa, y para ello se requiere tener un robusto sistema de Transferencia tecnológica (Delhi Science Forum, 2019).

Este modelo de transferencia tecnológica ( $\pi$ ) se fundamenta en el cumplimiento de diez etapas, tal como se representa en la Figura 4.14., con una característica esencial de gestión de conocimiento. Este modelo está basado en el programa integrado de desarrollo de misiles guiados de la India, caso de estudio que comprendió el espectro de actividades que incluyen desarrollo de tecnología crítica, desarrollo de productos, desarrollo de procesos de fabricación, identificación de agencias de producción, establecimiento de agencias críticas de producción, establecimiento de instalaciones críticas de producción, transferencia de tecnología y producción, entre otros.

La industria de defensa india encontró que ciertos elementos en el proceso de  $\pi$  deben estar presentes para que sea exitosa: la declaración firme de la necesidad del usuario, límite de soluciones claramente establecido y entendido (soluciones aceptables), compromiso firme del usuario de permanecer asociado activamente durante y después de la  $\pi$ , participación de representantes de organizaciones de interés influyentes y análisis de mercado y los fabricantes. La  $\pi$  es la más poderosa herramienta de proyección de poder geopolítico global de los países desarrollados, como una extensión de sus políticas exteriores, ya sea a través de medidas abiertas o encubiertas, ya que, al ejercer control sobre la  $\pi$  en industrias y tecnologías estratégicas sensibles, generan un aumento importante en el Producto Interno Bruto (PIB). Para naciones en desarrollo, no hay otra opción que invertir en la base de I+D, ciencia y tecnología en las industrias estratégicas sensibles como son las de defensa nacional. Para naciones en desarrollo, no hay otra opción que invertir en la base de I+D, ciencia y tecnología en las industrias estratégicas sensibles, como son las de defensa nacional.

Como este modelo se fundamenta en la adquisición de tecnología extranjera, la forma más utilizada para compararla es a través de la transferencia tecnológica ( $\pi$ ), pero no solamente se adquiere tecnología, sino también mucho conocimiento en la forma de operar. Los indios han aprendido que deben administrar eficazmente la tecnología importada, ya que cuesta mucho, por eso tienen robustecido el proceso de  $\pi$ , cada proyecto de transferencia debe tratarse como uno solo y así gestionar el conocimiento detallado a través de la documentación detallada de la  $\pi$ , como un caso de estudio independiente (Salwan, 2005).

**Figura 4.14.** Transferencia tecnológica en la industria de defensa de la India



Fuente: Salwan, 2005.

### 4.4.3. Modelo de gestión tecnológica para el sector defensa de Colombia

El Sector Defensa en Colombia a través de sus dependencias centralizadas y descentralizadas tiene como objetivos primordiales la formulación y adopción de las políticas, planes, programas y proyectos para la Defensa Nacional. Este sector, liderado por el Ministerio de Defensa, tiene como propósito fundamental la defensa de la soberanía, la independencia y la integridad territorial, así como el mantenimiento

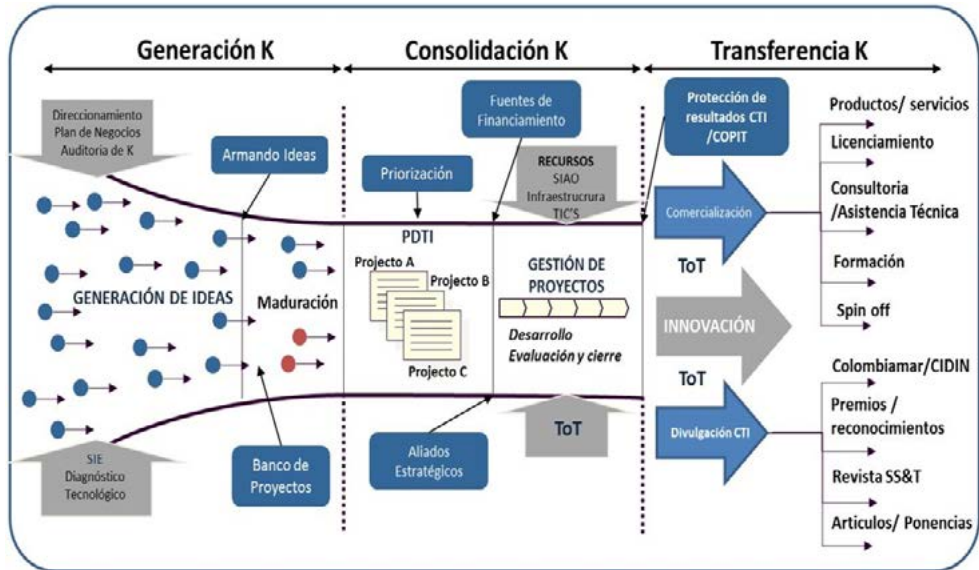
del orden constitucional y la garantía de la convivencia democrática (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2018, p. 9).

El principal objetivo de este modelo de gestión estratégica, propuesto por el Ministerio de Defensa Nacional junto con la Universidad del Rosario, tal como se mostró en el apartado 1.3.1 del Capítulo 1, es el fortalecimiento de los procesos de toma de decisiones en las instituciones del Sector Defensa del país. Este modelo lo conforman una visión en conjunto de la ciencia, la tecnología y el conocimiento para crear valor a la fuerza pública, por medio de políticas y estrategias planteadas por el Ministerio de Defensa Nacional, lo cual ayuda a responder a los principales problemas tecnológicos, diseñar portafolio de proyectos, realizar procesos de transferencia de tecnología y gestionar actividades de I+D (Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario, 2010).

#### **4.4.4. Modelo de gestión de innovación de cotecmar**

La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (COTECMAR) es una institución que pertenece al grupo social empresarial de defensa (GSED), que desarrolla capacidades de ciencia, tecnología e innovación en bienes y servicios que mejoran el desarrollo y satisfacción de las necesidades de la ARC y la industria naval de Colombia. Este modelo de gestión, presentado en la Figura 4.15., desarrollado por COTECMAR, lo conforman tres etapas: generación, consolidación y transferencia.

Figura 4.15. Modelo de gestión de innovación de COTECMAR



Fuente: COTECMAR, s. f.

La etapa de generación inicia con la identificación de fuentes de información, las cuales, normalmente, provienen del direccionamiento estratégico, el modelo de negocio y el sistema de inteligencia de negocios, cuya principal función de este sistema de inteligencia es monitorear todas las tendencias tecnológicas y competitivas del entorno. Posteriormente, se da la generación de oportunidades, donde se encuentra el programa “Armando ideas para el fomento de la creatividad” y el “Banco de proyectos”, en el cual se incuban y maduran las ideas de proyectos priorizados (Villa et al., 2018).

La última etapa es la gestión de proyectos de I+D+i, que se lleva a cabo de acuerdo con los programas de investigación mencionados. De igual manera, se tiene en cuenta el proceso de explotación y protección de los resultados de investigación y desarrollo, ello comprende el proceso de gestión de propiedad intelectual y transferencia de tecnología. En la última fase está la divulgación de los procesos de CTei, los cuales se encuentran recopilados en la revista *Ship Science & Technology*, el Congreso Internacional de Diseño e Ingeniería Naval y el informe anual de actividades de ciencia, tecnología e innovación como insumos para la apropiación social del conocimiento y de los procesos de CTei (Villa et al., 2018).

Para llevar a cabo actividades de innovación en COTECMAR, la principal acción que hay que emprender es identificar las oportunidades presentes en el mercado, fortalecer los procesos de toma de decisiones en la institución por medio de la vigilancia y monitoreo del entorno, empleando el SIE, Sistema de Información Empresarial, el cual conforman tres etapas:

1. *Vigilancia tecnológica*: en esta etapa se vigilan los desarrollos tecnológicos que puedan ser oportunidades o amenazas para los procesos de la organización.
2. *Vigilancia competitiva o comercial*: esta etapa realiza monitoreo de las actividades clave de la competencia de la organización, tales como nuevas inversiones y adquisiciones, entre otras.
3. *Vigilancia del entorno*: esta última etapa se encarga de vigilar todos los aspectos diferentes a los mencionados, es decir, aspectos sociales, políticos, ambientales, regulatorios o normativos que puedan afectar la operación de la organización o que se puedan convertir en áreas de oportunidades.

Todas estas etapas que complementan el modelo de gestión de la innovación le permiten a COTECMAR estar alerta a los cambios del entorno, donde captura, analiza e interpreta todo tipo de información útil para la organización, difundiendo información con valor estratégico a la industria naval, fluvial y marítima (COTECMAR, s. f.).

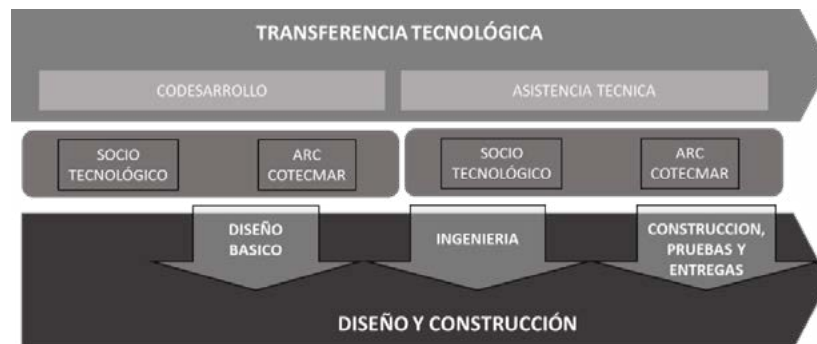
#### **4.4.5. Modelo de cooperación científica, tecnológica e industrial COTECMAR**

Del mismo modo, COTECMAR posee un modelo de gestión tecnológica que presenta la transferencia de tecnología como un marco de referencia para el desarrollo en conjunto y la asistencia técnica entre aliados tecnológicos estratégicos, teniendo a la Armada Nacional como principal socio. Adicional a esto, el presente modelo muestra unos elementos clave tales como diseño básico, ingeniería, construcción, pruebas y entregas. Bessant y Rush (1995) citado por Castilla y Quintero (2011) manifiestan que las organizaciones tienen formas particulares en relación con la absorción y asimilación tecnológica. Los autores proponen que las organizaciones debieran trabajar en:

- Desarrollar una estrategia tecnológica
- Explorar constantemente las opciones tecnológicas disponibles en el mercado
- Implementar análisis comparativos (*benchmarking*)
- Seleccionar la mejor opción con respecto a la tecnología
- Adquirir tecnología
- Implementar la tecnología
- Apropiar la tecnología en los procesos de la organización.

De esta forma, y de manera gradual, puede aumentar su participación en el mercado con la ayuda de las capacidades tecnológicas que ha adquirido. En la Figura 4.16. se puede observar el modelo de transferencia tecnológica de COTECMAR.

**Figura 4.16.** Modelo cooperación científica, tecnológica e industrial de COTECMAR



Fuente: tomado de actividades de Moreno, 2017.

El proceso de transferencia de tecnología relaciona dos perspectivas: la primera, la interna, que se orienta en la organización y sus procesos; y la segunda, la externa, se centra en la interacción con otras organizaciones que permita obtener alianzas estratégicas para las actividades de codesarrollo, permitiéndole desarrollar tecnología en conjunto o adoptar la ya existente. Los criterios para medir los efectos positivos que traen consigo los procesos de transferencia de tecnología son, como lo menciona Bozeman (2000), la mejora en los procesos internos de la organización, incremento de la cuota



del mercado, mejor desempeño económico en la región y capitalización del conocimiento científico y técnico.

El modelo de transferencia de COTECMAR se orienta, principalmente, a brindar conocimiento especializado en cada una de las áreas productivas. El personal adquiere conocimientos acerca de gestión, planificación, control y seguimiento de proyectos, lo que permite fortalecer los métodos de gestión de proyectos vigentes en la institución.

Los procesos de diseño de producto son actividades que impactan de manera positiva en la institución y que permiten aplicar los resultados de la transferencia que recibe para el diseño de los buques. Además, le permite adquirir progresivamente capacidad instalada para el diseño de futuros proyectos de diseño.

#### **4.4.6. Modelo de transferencia tecnológica de CODALTEC**

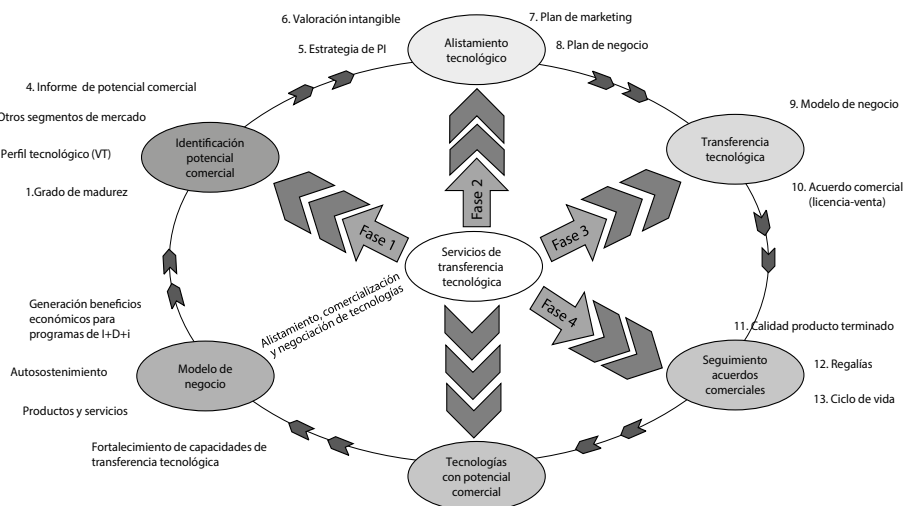
La Corporación de Alta Tecnología (CODALTEC) es una empresa que pertenece al grupo social empresarial de defensa (GSED), que tiene la responsabilidad de la disminución de la brecha tecnológica en la industria del Sector Defensa de Colombia, a través de la generación y apropiación del conocimiento por medio de la integración del sector productivo, la academia y el Estado colombiano (CODALTEC, 2016).

El modelo de transferencia de CODALTEC, representando en la Figura 4.17., lo componen cuatro etapas, que incluyen el acompañamiento durante todo el proceso de puesta en marcha de las tecnologías transferidas por medio de procesos de inteligencia y vigilancia tecnológica y empleando un modelo de protección de resultados de investigación. Otra etapa del proceso es la valoración de activos intangibles, el diseño de estrategias y el seguimiento de los compromisos contractuales que se adquieren a lo largo de la etapa de posnegociación. Todo ello con el propósito de generar innovaciones e incrementar la competitividad del Sector Defensa del país, por medio de la generación y transferencia de conocimiento. A continuación, se realiza una descripción de las etapas del modelo:

- *Identificación tecnológica:* en esta etapa se evalúa el nivel de madurez de la tecnología y se establece un inventario de innovaciones empleando estudios de vigilancia tecnológica y de mercado.
- *Alistamiento de tecnología:* se establecen mecanismos de protección de la tecnología; de igual manera, se llevan a cabo estudios de inteligencia competitiva que permiten orientar la comercialización.
- *Negociación de tecnología:* se establecen los parámetros de negociación y comercialización tecnológica para garantizar efectividad en el proceso de transferencia de conocimiento.
- *Acompañamiento posnegociación:* puesta en marcha y el seguimiento a los acuerdos que se establecen, el asesoramiento a los clientes en temas financieros, legales y comerciales para verificar que las obligaciones establecidas en el contrato se cumplan.

La verdadera importancia de este modelo de transferencia es la identificación de la tecnología que se va a comercializar, ya que evalúa su nivel de madurez y se establece un inventario de innovaciones, por medio de estudios de vigilancia tecnológica y de mercado. Para la etapa de comercialización, se establecen mecanismos de protección, valoración de intangibles y procesos de inteligencia competitiva que permiten encaminar a la comercialización con mejores resultados (CODALTEC, 2016).

Figura 4.17. Modelo de transferencia tecnológica de Codaltec



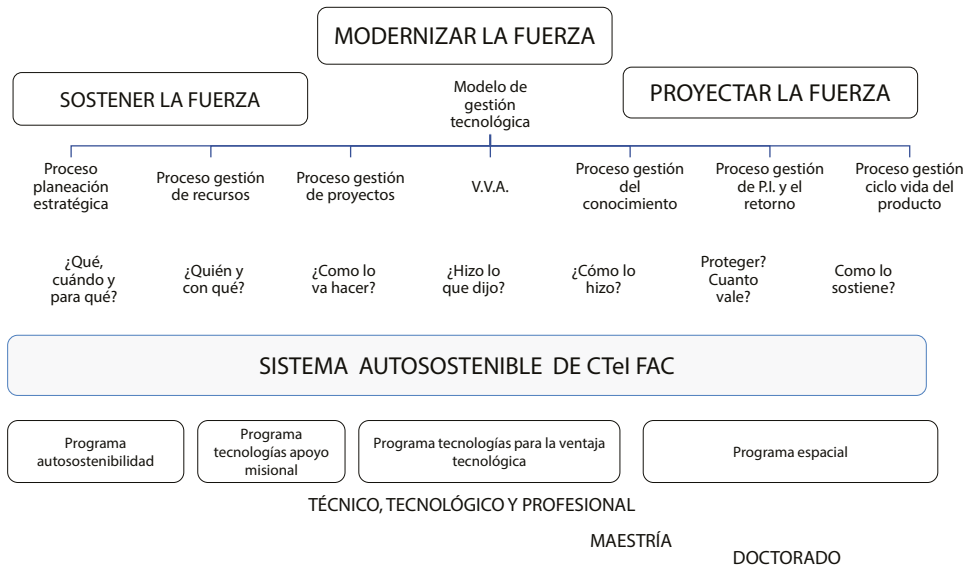
Fuente: tomado de Codaltec, 2016.

#### **4.4.7. Modelo de gestión tecnológica de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC)**

La Fuerza Aérea Colombiana (FAC) es la entidad militar colombiana encargada de mantener la seguridad y la soberanía del espacio aéreo del país. Esta institución ha desarrollado un modelo de gestión tecnológica que se sustenta, principalmente, en seis etapas o procesos: planeación estratégica, gestión de recursos, gestión de procesos, gestión de conocimiento, gestión de propiedad intelectual y de ciclo de vida del producto, los cuales se fundamentan según las funciones primarias y los programas del plan estratégico. Los esfuerzos en temas de I+D+i en la FAC se fundamentan en la plataforma estratégica CTei, lo cual apunta a las funciones primarias de la ciencia, la tecnología y la innovación en la institución, tales como el sostenimiento, la modernización y la proyección de la organización, relacionando las variables de planeación, dependencia, capacidades y entorno, que responden en un término de plazos, que para el sostenimiento de la institución es de corto plazo.

Este modelo de gestión (ver Figura 4.18.) da la posibilidad de crear espacios de articulación entre los actores internos de la FAC, los externos nacionales e internacionales, universidad, empresa y Estado, para generar trabajo conjunto y mancomunado para fortalecer cada entidad y disminuir sus debilidades. De igual manera, conseguir ventajas competitivas para cada uno de los sectores por medio de la generación de valor de las soluciones de I+D+i que se lleven a cabo, apoyando de esta manera el desarrollo de soluciones a las necesidades en temas de CTei de la FAC y sus aliados clave. Esto es importante para la construcción de un país con un tejido socioeconómico fortalecido, mediante la creación de *spin-off* y *start-up*, licenciamiento, entre otras actividades (Rodríguez-Pirateque, 2017).

Figura 4.18. Modelo de gestión tecnológica de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC)



Fuente: tomado de Rodríguez-Pirateque, 2017

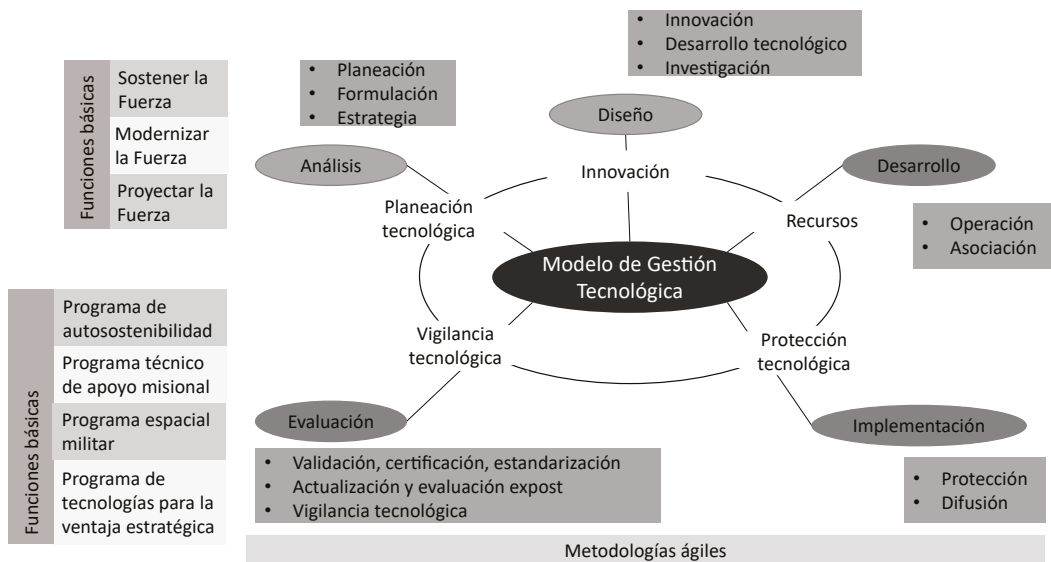
#### 4.4.8. Gestión tecnológica en proyectos de ingeniería de la Fuerza Aérea Colombiana

Este modelo de gestión tecnológica en proyectos, presentado en la Figura 4.19., se basa en cinco fases cíclicas, que se describen a continuación, según Rodríguez-Pirateque (2017):

1. *Fase de análisis:* esta fase la compone la estrategia, la planeación, la programación presupuestal y la formulación. En relación con la estrategia, hay una integración de la estrategia con la estructura organizacional. La planeación tecnológica hace referencia a los planes de mercado, manejo de información, gestión del talento humano, planes tecnológicos, disponibilidad de recursos. De lo anterior se define la viabilidad de las inversiones programadas.
2. *Fase de diseño:* esta fase la constituyen las actividades de I+D+i, se centra en la gestión de proyectos de ingeniería asociados a los procesos de ciclo de vida del producto, diseño de *hardware* y *software* para la optimización de los procesos y productos.

3. *Fase de desarrollo:* esta etapa se centra en las bases tecnológicas para el desarrollo y manufactura de los productos o servicios.
4. *Fase de implementación:* esta etapa, bajo la metodología del *Project Management Institute* (PMI), se realiza seguimiento a los proyectos ejecutados. Se analiza la vida útil del producto en la etapa de desarrollo y despliegue del producto, de igual manera se revisan los requerimientos exigidos por parte del mercado, se llevan a cabo las actividades de protección y difusión.
5. *Fase de evaluación:* en esta última fase se aplican mecanismos de verificación y seguimiento del producto, apoyada con actividades de vigilancia tecnológica, lo que permite llevar a cabo certificaciones y estandarización de procesos y producto, para cumplir con estándares y normas internacionales.

**Figura 4.19.** Gestión tecnológica en proyectos de ingeniería de la Fuerza Aérea Colombiana



Fuente: tomado de Rodríguez-Pirateque, 2017.

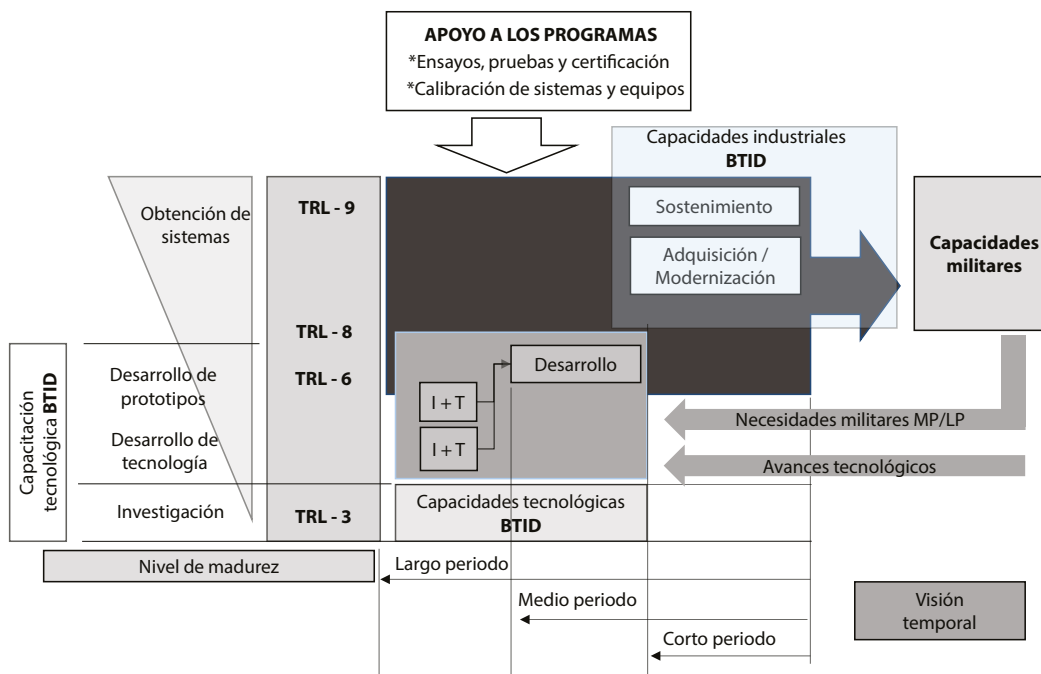
#### **4.4.9. Modelo de I + D en términos de madurez de la industria de defensa española**

En el contexto globalizado, el Gobierno español, a través del Ministerio de Defensa (Ministerio de Defensa España, 2015), destaca la importancia de la inversión en actividades de I+D+i para lograr avances importantes en capacidades militares que le permitan afrontar los cambios y retos del entorno y promover el crecimiento, competitividad y la internacionalización. Por lo anterior, se ha diseñado este modelo de gestión, el cual se basa en el nivel de madurez de la tecnología y su aplicación para lograr una funcionalidad específica. Los resultados de las actividades de investigación y tecnología (I+T) se deben llevar a cabo hacia un amplio horizonte de tiempo.

Para cuestiones de este modelo, que se presenta en la Figura 4.20., la innovación tecnológica se centra en las etapas científicas y tecnológicas de la organización, la cual comprende acciones financieras y comerciales que permiten llevar a cabo el desarrollo de productos con altos atributos. Sumando a estas etapas, está la aplicación de nuevo conocimiento. El aprovechamiento de las actividades de investigación y desarrollo de productos innovadores no solo se llevan a cabo para crear ideas, sino como actividades de soporte para resolver problemas que se puedan presentar en cualquiera fase.

Un elemento importante para tener en cuenta en el sector defensa es el desarrollo de conceptos (DC), que hace referencia a actividades que llevan a cabo el personal operativo y que le permiten desarrollar nuevas capacidades y adaptar su doctrina. El DC se apoya en la integración de nuevas tecnologías a las capacidades militares y a la gestión del conocimiento en la organización, identificando lecciones aprendidas, lo cual mejora los procesos operativos. Lo anterior permite el desarrollo de capacidades tecnológicas en el sector defensa, lo que facilita que las instituciones aborden nuevos proyectos con un componente de investigación e innovación más riguroso (Ministerio de Defensa España, 2015).

Figura 4.20. Modelo de I+D en términos de madurez de la industria de defensa española



Fuente: tomado del Ministerio de Defensa España, 2015.

#### 4.4.10. Modelo de innovación del Ministerio de Defensa del Reino Unido

La sociedad actual se identifica por depender, en gran medida, de los avances tecnológicos, independiente del área del conocimiento. La mayoría de las organizaciones poseen capacitaciones y actividades de I+D+i, lo cual ocurre de igual manera en el sector defensa, que requiere de la adaptación de dichas actividades para aumentar sus capacidades militares y hacer frente a los entornos en las que se llevan a cabo sus misiones. Por esto, países como el Reino Unido han avanzado en esta temática anunciando inversiones en I+D+i en la próxima década (Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2017). Por ello, para mejorar dichas capacidades el Ministerio de Defensa del Reino Unido ha propuesto el modelo de innovación presentado en la Figura 4.21., el cual lo conforman cuatro componentes: estímulos, recursos de entrada, recursos habilitadores, recursos integradores, que se detallan a continuación.

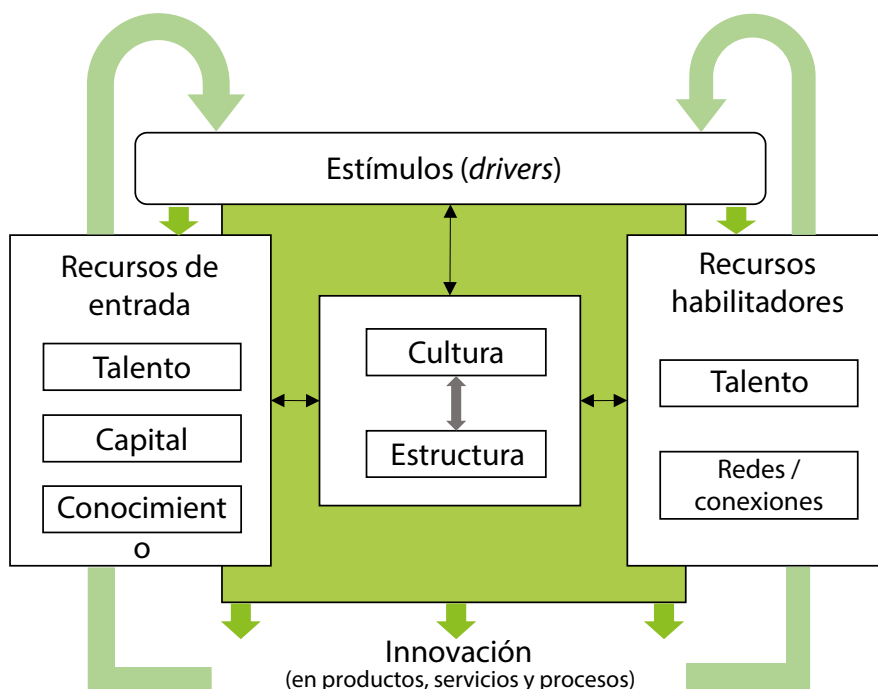
- *Estímulos*: los estímulos son formas de motivar el desarrollo de innovaciones, lo cual depende de los beneficios que se reciban de estas, para el caso del sector defensa, el principal estímulo es el mejoramiento de las capacidades militares.
- *Recursos de entrada*: estos recursos hacen referencia a los componentes que necesita la organización para innovar. Pueden ser tangibles o intangibles, tales como:
  - ▶ *Conocimiento*: consiste en aprovechar el conocimiento que se genera tanto dentro como fuera de la organización. Este conocimiento es necesario para la generación de ideas novedosas que den solución a una problemática de la institución o que mejoren las capacidades militares.
  - ▶ *Talento*: hace referencia al aprovechamiento del recurso humano de la organización, el cual es necesario capacitar para abordar y generar las innovaciones en la institución. De igual manera, se puede contratar personal con ciertas habilidades necesarias en la organización.
  - ▶ *Capital*: este último hace referencia a los recursos económicos necesarios para la financiación de las ideas, para su desarrollo y su posterior implementación.
- *Recursos habilitadores*: estos recursos representan las alianzas con actores estratégicos que permiten potenciar cualquiera de los recursos de entradas del modelo. De acuerdo con el modelo se destacan los siguientes recursos:
  - ▶ *Infraestructura*: este representa las instalaciones o espacios externos que se emplean para desarrollar innovaciones.
  - ▶ *Redes y conexiones*: son las colaboraciones entre actores para el intercambio de conocimientos y capacidades, que permitan el desarrollo de innovaciones.
- *Recursos integradores*: este tipo de recursos son importantes dentro del modelo, ya que condicionan los componentes anteriores, estímulos, recursos de entrada y habilitadores. De los cuales se tienen los siguientes:
  - ▶ *Cultura*: se asocia a la capacidad que tienen los miembros de la organización de adaptarse a los cambios que se generen al interior de



esta. Esta cultura organizacional debe ser abierta y participativa, la cual permite la toma de riesgos sin ninguna sanción, lo que genera aprendizajes en los procesos de la organización.

- *Estructura*: este recurso se asocia de manera permanente con la cultura de la organización, la cual incluye los procesos organizativos y de gestión, las políticas, entre otros aspectos (Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2017).

Figura 4.21. Modelo de innovación del Ministerio de Defensa del Reino Unido



Fuente: tomado del Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2017.

#### 4.4.11. Modelo de innovación militar de las fuerzas especiales de EE. UU. después del 11 de septiembre

La innovación militar es un fenómeno complejo, que es consecuencia de un proceso en el cual interactúan variables de distinta naturaleza. La organización militar requiere innovar para adelantarse y lograr una ventaja estratégica. Las variaciones producidas en el entorno estratégico obligan a realizar modificaciones internas en la esfera militar. Por ello, el estamento militar

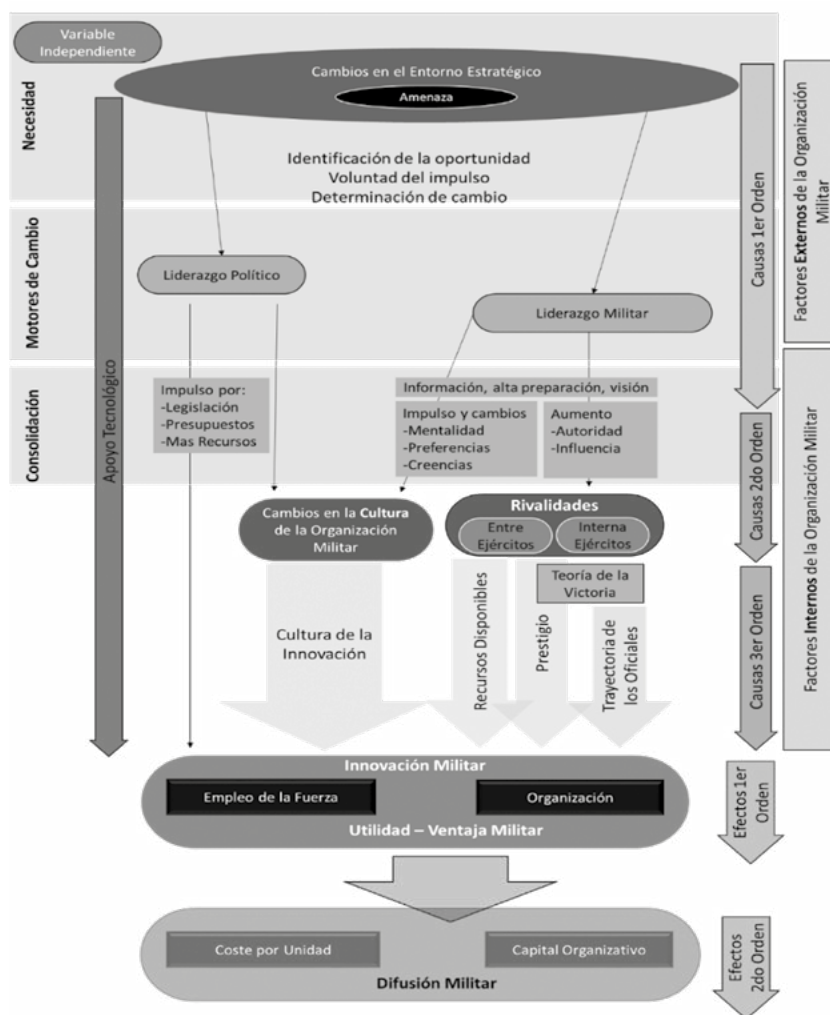
vence la resistencia al cambio, las trabas de las inercias de la tradición, y las fuertes dinámicas internas de jerarquía y disciplina.

Conseguir una ventaja es parte de la esencia del arte de la guerra militar en todos sus niveles: estratégico, operacional y táctico. El proceso innovador de las fuerzas de operaciones especiales de Estados Unidos se evidenció con la implementación de un modelo de pensamiento estratégico, como se desarrolló en Afganistán en 2001 y en Irak en 2003, en los que se integraron los esfuerzos de agencias, departamentos y fuerzas convencionales, una nueva forma de trabajar de manera sistemática (Rodríguez Roca, 2015). El siguiente modelo de gestión, Figura 4.22., presenta el entorno estratégico, la innovación y la difusión militares como los grandes marcos que guían la innovación, representado en tres fases: especulación, experimentación e implementación. A continuación, se describen dichas fases:

1. *Especulación*: en esta primera fase es importante tener presente la creatividad e imaginación de los colaboradores, ya que a través de esos procesos creativos se identifican las soluciones a los problemas operativos presentes en la institución. En ella se aprovecha al máximo los avances tecnológicos. Por lo tanto, en esta etapa se discuten y contrastan las ideas que se proponen.
2. *Experimentación*: en esta segunda etapa del modelo se busca prototipar las ideas seleccionadas y desarrolladas para disminuir costos en su implementación, ya que se valida la efectividad de las innovaciones por medio de herramientas como la simulación por computador o ejercicios reales. Si estos desarrollos están relacionados con acciones bélicas se realizan ejercicios de campo. Por lo anterior, en ocasiones es necesario la creación de unidades experimentales.
3. *Implementación*: esta última fase es la puesta en marcha de la innovación que se desarrolló en la institución. Para llevar a cabo este proceso es necesario implementar procesos de enseñanza por medio de manuales oficiales, adiestramiento en nuevos procesos o procedimientos, adquisición de equipos (en caso de ser necesario) o la creación de nuevas áreas dentro de la institución.

Los agentes encargados de generar cambios y nuevas innovaciones en el entorno militar son los impulsos políticos, la población civil y las necesidades que se perciben en las instituciones de la misma naturaleza, las necesidades de definir una estrategia de inteligencia y liderazgo interno (Rodríguez Roca, 2015).

Figura 4.22. Modelo de innovación militar de las fuerzas especiales de los EE. UU. después del 11 de septiembre



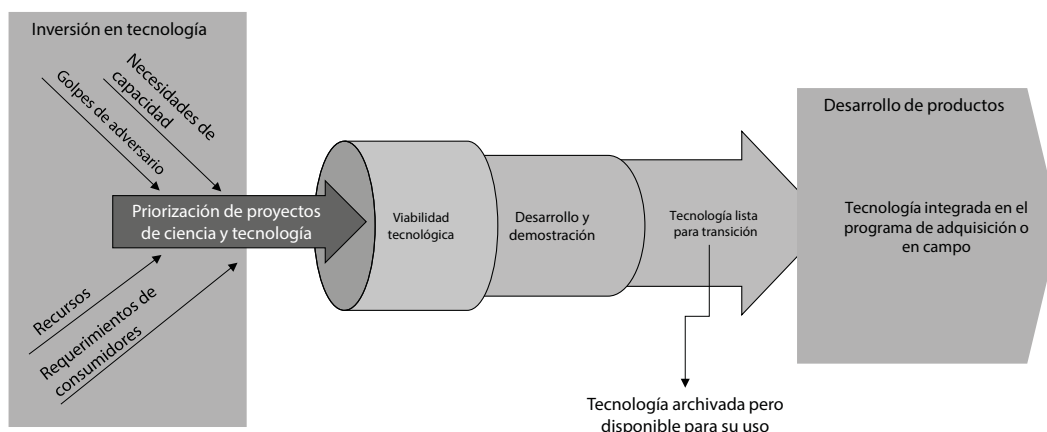
Fuente: Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2017; Rodríguez Roca, 2015.

#### **4.4.12. Proceso de gestión tecnológica del Departamento de Defensa de los EE. UU.**

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos basa su operación en tecnologías innovadoras para garantizar la superioridad tecnológica de los sistemas de defensa y para ello debe adoptar un enfoque doble, para organizar y ejecutar sus actividades de investigación y desarrollo de tecnología, agrupándolas en dos carteras: incrementales y disruptivas. El desarrollo incremental mejora las líneas de productos, mientras que el desarrollo disruptivo es para tecnologías innovadoras y potencialmente cambiantes del mercado. Al separar estas dos carteras, promueven las líneas de productos existentes en el corto plazo, mientras exploran oportunidades para seguir siendo competitivos a largo plazo y mitigar el riesgo financiero asociado con el desarrollo de tecnología disruptiva. Por otro lado, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos investigó que las tecnologías serán relevantes en el mercado al involucrar a una amplia parte de los clientes y serán aún más relevantes en la medida de la creación de prototipos antes de comprometerse con un mayor desarrollo e integración de productos (Government Accountability Office, 2017).

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, a través de la comunidad de ciencia y tecnología, busca garantizar el predominio militar del país. Para eso, por medio del conocimiento científico se busca mejorar las capacidades de guerra, identificar las necesidades de tecnología y producir tecnologías necesarias para los programas armamentistas. En la Figura 4.23. se observa el proceso empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para gestionar los procesos de tecnología, el cual tiene como entrada la inversión en tecnología. En este punto se priorizan los proyectos en materia de ciencia y tecnología, identificando las amenazas del entorno, los recursos necesarios para la implementación de los proyectos priorizados, entre otros aspectos que deben tener en cuenta. La segunda fase corresponde al desarrollo de la tecnología, por medio de la viabilidad de los proyectos ya priorizados. Con este modelo se pretende producir tecnologías radicales o incrementales (Government Accountability Office, 2017).

**Figura 4.23.** Proceso de gestión de la tecnología del Departamento de Defensa de los EE. UU.



Fuente: Government Accountability Office, 2017.

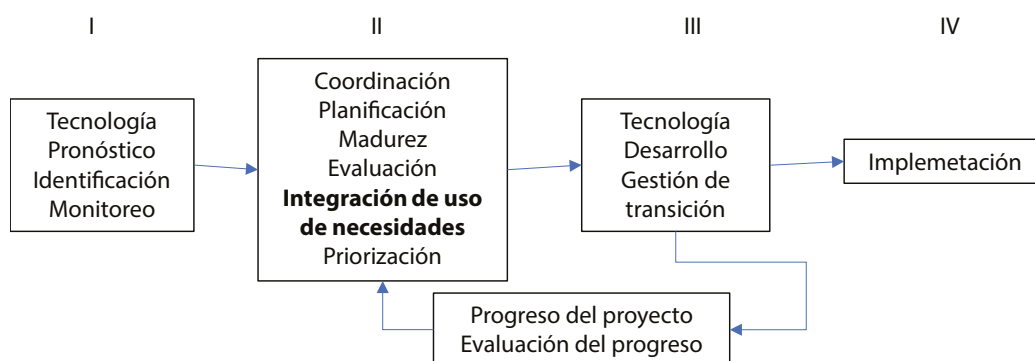
Las actividades de GTI identificadas en este proceso son: identificación de necesidades, gestión de cartera de proyectos tecnológicos, desarrollo de tecnología I+D, viabilidad de tecnología, utilización de tecnología, transferencia de tecnología, gestión de la propiedad intelectual. Las funciones de GTI utilizadas en este modelo son: identificación, selección, negociación, adquisición, explotación, transferencia, protección.

#### **4.4.13. Proceso de gestión de la tecnología en la Armada de los EE. UU.**

Las nuevas estrategias del Departamento de Defensa han llevado a un enfoque de “adquisición evolutiva” para el diseño y la construcción de buques de guerra de la Armada. Esta estrategia requiere que los buques tengan a futuro una flexibilidad inherente en la reconfiguración de la misión, sean capaces de acomodar nuevas tecnologías a lo largo de la vida del buque y sigan el ritmo de los ciclos de vida más cortos, asociados con un mayor uso de productos disponibles en el mercado. El desarrollo de esta estrategia involucra tres actividades principales integradas, i) programa de adquisición, ii) gestión de tecnología y iii) enfoque de sistemas modulares abiertos (Abbott et al., 2003).

- *Programa de adquisición*: la provisión de tecnología justo a tiempo se convierte en un cronograma de adquisiciones que proyecta actualizaciones a lo largo de la vida de la adquisición del sistema de armas como una manera de minimizar el riesgo de adopción prematura de tecnología.
- *Gestión de la Tecnología (GT)*: el propósito de los planes de GT es evaluar sistemáticamente, equilibrar y unir las tecnologías existentes y emergentes con los requisitos y capacidades actuales y proyectados para los futuros buques, con aplicabilidad a los buques en servicio activo. Permitirá visibilidad de las tecnologías de transformación actuales y emergentes en todas las áreas de la misión para influir en el diseño inicial y para acomodar las oportunidades futuras de inserción de tecnología. Las fases de este proceso se observan en la Figura 4.24.

Figura 4.24. Fases del proceso de gestión tecnológica de la Armada de los EE. UU.



Fuente: Abbott et al., 2003

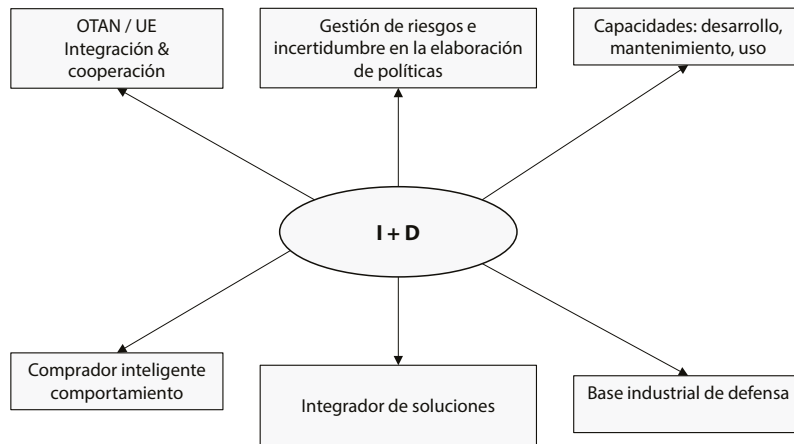
- *Enfoque de sistemas abiertos modulares*: es una estrategia comercial de ingeniería para desarrollar nuevos sistemas y modernizar los existentes. Este enfoque permite construir, actualizar y admitir sistemas de manera más rápida y económica, lo que se puede lograr mediante el uso de productos comerciales de múltiples fuentes y aprovechar la inversión del sector comercial en nuevas tecnologías y productos. El enfoque se centra en un diseño de sistema que es modular, tiene interfaces bien definidas, está diseñado para el cambio y, en la medida de lo posible, hace uso de estándares industriales comúnmente utilizados para interfaces clave.

#### **4.4.14. Modelo de investigación y desarrollo en defensa entre los aliados de la OTAN: Dinamarca, Noruega y Países Bajos**

La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) dispone de programas abiertos a la cooperación científica y tecnológica, como la Organización de Ciencia y Tecnología de la OTAN, (*NATO Science and Technology Organization, STO*). Esta dependencia promueve y lleva a cabo investigación científica cooperativa e intercambio de información técnica entre los 28 países miembros y los 38 países socios. En conjunto, la STO pone en juego a más de 3000 científicos e ingenieros de estos países, alrededor de tecnologías de defensa. La STO desarrolla y mantiene la estrategia tecnológica de la OTAN alrededor de algunas áreas prioritarias como son: tecnología aplicada de vehículos (AVT), factores humanos y medicina, sensores y tecnología electrónica (SET), modelado y simulación (NMS), (Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2017). Para desarrollar todos estos requiere de un músculo fuerte en investigación y desarrollo (I+D).

- La I+D ha sido un concepto categórico en países como Suecia, que busca tener un dominio estratégico que le permita consolidar su defensa nacional. Los suecos han identificado la necesidad de contar con programas de I+D para lograr sus propósitos de desarrollo tecnológico. Por otro lado, teniendo en cuenta la naturaleza de la OTAN, los miembros de esta organización no solo desarrollan programas de I+D de interés nacional, sino que generan conocimiento en beneficio de los aliados y la posibilidad de que este se pueda transferir. Por esto, la implementación de programas de I+D en asuntos militares por los miembros de la OTAN permite diseñar políticas que disminuyan el nivel de riesgo y mantener la seguridad nacional, posibilitando el desarrollo de capacidades para mantener efectivas las operaciones militares como se muestra en la Figura 4.25.

Figura 4.25. El rol de la I+D en seguridad y defensa



Fuente: Jermalavičius, 2009, p. 10.

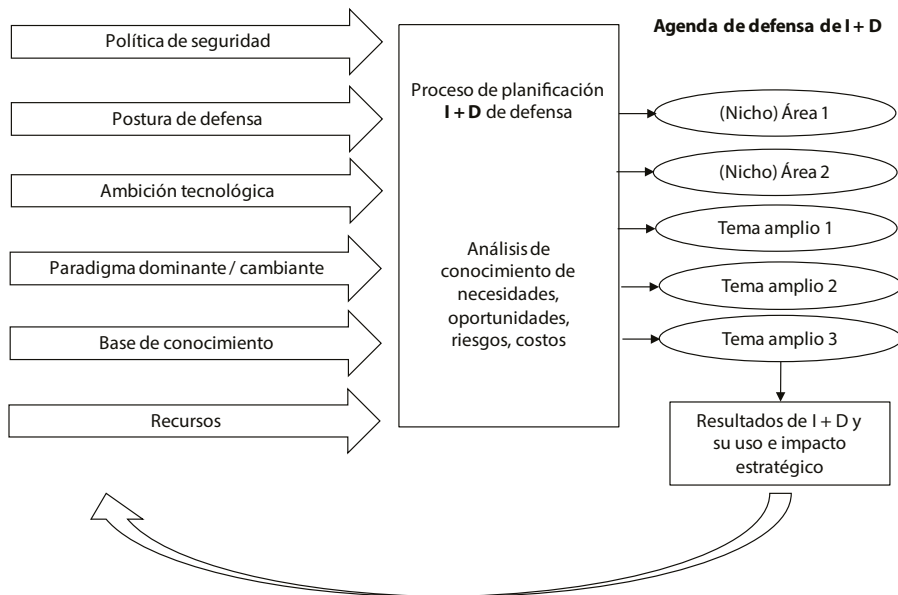
Los elementos de entrada del modelo son la política de seguridad, que depende del nivel de autonomía estratégica que desean tener los países, ya que algunas naciones son más dependientes de los desarrollos que realizan algunos miembros de la organización. Por tanto, la política de seguridad obedece a la establecida por cada país. El siguiente componente es la postura de defensa, la cual está relacionada con la política de seguridad, ya que la gestión de I+D será diferente si se buscan acciones en asuntos nacionales o en el apoyo de operaciones por fuera del territorio con aliados.

Otro componente de entrada es la ambición tecnológica, la cual se centra en que si un país desea adquirir tecnología debe tener la capacidad de desarrollar programas de I+D que le permita estar a la delantera en asuntos de gestión de la ciencia y la tecnología. Estos países deben decidir en qué porcentaje de adoptadores de tecnología entran o si producen las innovaciones. Lo anterior dependerá de los recursos financieros que posean para adquirir o desarrollar tecnología. Por otro lado, las instituciones militares de los países miembros de la OTAN deben contar con capacidades que se conviertan en patrimonio nacional, tales como: fortalezas en investigación, experiencia comercial, etc., que orienten las políticas y prioridades en I+D.



El último componente propuesto por el modelo son los recursos, tanto financieros como humanos, los cuales restringen la gestión en I+D. En caso de no contar con estos recursos, se puede optar por generar alianzas entre países aliados para el desarrollo de proyectos en conjunto. Posterior al análisis de los componentes de entrada que proporcionan información de las necesidades de conocimiento, oportunidades y riesgo, luego se sigue con la planeación del proceso de I+D, aplicando dicho proceso para recibir retroalimentación y redefinir el modelo como se muestra en la Figura 4.26.

**Figura 4.26.** Modelo de integración de los factores que dan forma a las agendas de Investigación y desarrollo de defensa



Fuente: Jermalavičius, 2009.

## Referencias

- Abbott, J.; Devries, R.; Schoenster, W.; Vasilakos, J.; Firebaugh, M.S.; Malchiodi, A.; Plante, T.; Genalis, P.; Azani, C.H.; Goddard, C. (2003). The impact of evolutionary acquisition on naval ship design. Discussion. Authors' closure. *Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers*, n. 111, 259-286.
- Álvarez-Aros, E. L.; Bernal-Torres, C. A. (2017). Modelo de Innovación Abierta: énfasis en el potencial humano. *Información tecnológica*, v. 28, n. 1, 65-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007>
- Bozeman, B. (2000). Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory. *Research Policy*, 29, 627-655. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)
- Castellanos Domínguez, O. F. (2007). *Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://www.virtualpro.co/biblioteca/gestion-tecnologica-de-un-enfoque-tradicional-a-la-inteligencia>
- Castilla, I.; Quintero, J. (2011). Implementación de mecanismos de transferencia tecnológica como estrategia de consolidación de la industria astillera en Colombia. Caso de estudio: Proyecto OPV. *Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*. <http://congreso.pucp.edu.pe/altec2011/docs/Anales%202011.pdf>
- Cetindamar, D.; Phaal, R.; Probert, D. (2009). Understanding Technology Management as a Dynamic Capability: A Framework for Technology Management Activities. *Technovation*, v. 29, n. 4, 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.10.004>
- Cetindamar, D.; Phaal, R.; Probert, D. R. (2016). Technology Management as a Profession and the Challenges Ahead. *Journal of Engineering and Technology Management*, v. 41, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.05.001>
- Chesbrough, H. (2006). *Open Innovation and Open Business Models: A New Approach to Industrial Innovation*. Presentation to Joint OECD/Dutch Ministry of Economic Affairs. Conference on "Globalization and Open Innovation". <https://www.oecd.org/science/inno/37915612.pdf>
- Cilleruelo Carrasco, E.; Sánchez Fuentes, F.; Etxebarria Robledo, M. B. (2008). Compendio de definiciones del concepto "innovación" realizadas por autores relevantes: diseño híbrido actualizado del concepto. *Dirección y Organización*, n. 36, 61-68. <https://revistadyo.es/index.php/dyo/article/view/71/71>
- CODALTEC | Corporación de alta tecnología para la defensa. (2016). *Modelo Tránsito tecnológica CODALTEC*. Informe no publicado
- COLCIENCIAS. (2016). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Adoptada mediante Resolución No. 1473 de 2016. Documento 1602. <https://www.minciencias.gov.co/sites/default/files/politiciadeactores-snCTei.pdf>

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA]. (1995). *Manual para la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13310>
- COTECMAR. (s.f.). *Gestión de la Innovación*. <https://www.cotecmar.com/servicios/gestion-innovacion>
- Delhi Science Forum. 2019. *¿Impulso a un complejo militar-industrial en la India?* Internacional de Resistentes a La Guerra. <https://wri-irg.org/es/story/2009/impulso-un-complejo-militar-industrial-en-la-india>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2018). *Sector de Defensa Nacional*. [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/manual-estado/pdf/6\\_Sector\\_Defensa\\_Nacional.pdf](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/manual-estado/pdf/6_Sector_Defensa_Nacional.pdf)
- Dirección General de Armamento y Material. (2015). *Estrategia de tecnología e innovación para la defensa ETID, 2015*. <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detallepublicacion.aspx?publicacionID=205>
- Docherty, M. (2006). *Primer on "Open Innovation": Principles and Practice. The Next Big Thing in Innovation*. *PDMA Visions*, v. 30, n. 2, 13-17. [http://venture2.com/wp-content/uploads/2016/03/Primer\\_on\\_open\\_Innovation\\_Visions\\_April06.pdf](http://venture2.com/wp-content/uploads/2016/03/Primer_on_open_Innovation_Visions_April06.pdf)
- Fartash, K.; Svechnikova, N. V.; Nikolaeva, Y. V.; Davoudi, S. M. M.; Baklashova, T. A.; Beloborodova, A. V.; Grimalskaya, S. A. (2018). The Impact of Technology Acquisition & Exploitation on Organizational Innovation and Organizational Performance in Knowledge-Intensive Organizations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 14, n. 4, 1497-1507. <https://doi.org/10.29333/ejmste/84835>
- Fischer, M. M. (2000). *Innovation, Networks, and Knowledge Spillovers*. <https://doi.org/10.1007/3-540-35981-8>
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Pub.
- Gaynor, G. H. (1999). Gestión tecnológica: descripción, campo de acción e implicaciones. En G. H. Gaynor, *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*. Tomo 1, (pp. 3-29). McGraw-Hill.
- Gil Ruiz, A. M.; Zubillaga Zubimendi, F. J. (2006). Ciclos de vida de las tecnologías y la evolución de sistemas. La existencia de factores limitantes en la innovación. En *X Congreso de Ingeniería de Organización*. Valencia, España. [http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2006/docs/000024\\_final.pdf](http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2006/docs/000024_final.pdf)
- Government Accountability Office [GAO]. (2017). *Defense Science and Technology: Adopting Best Practices Can Improve Innovation Investments and Management*. <https://www.gao.gov/products/GAO-17-499>

- Gumus, B.; Demir, V.; Kaynak, U. (2009). Technology Management in Turkish Defense Industry. *En PICMET '09 - 2009 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology*, Portland, Oregon, pp. 2905-2912. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2009.5261782>
- Horwitch, M.; Stohr, E. A. (2012). Transforming Technology Management Education: Value Creation-Learning in the Early Twenty-First Century. *Journal of Engineering and Technology Management*, v. 29, n. 4, 489-507. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2012.07.003>
- Instituto Español de Estudios Estratégicos. (2017). CE 182: *La colaboración tecnológica entre la Universidad y las Fuerzas Armadas. Capítulo 3*. [http://www.ieee.es/publicaciones-new/cuadernos-de-estrategia/2016/Cuaderno\\_182.html](http://www.ieee.es/publicaciones-new/cuadernos-de-estrategia/2016/Cuaderno_182.html)
- Jermalavičius, T. (2009). *Defence Research & Development: Lessons from NATO Allies*. <https://icds.ee/en/defence-rd-lessons-from-nato-allies/>
- Jiménez Hernández, C. N.; Castellanos Domínguez, O. F. (2008). Retos de la gestión tecnológica para el siglo XXI. En O. F. Castellanos Domínguez, *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento*, (pp. 5-26). <https://core.ac.uk/download/pdf/11052387.pdf>
- Kalogeris, A. P.; Anagnostopoulos, C. (2012). Innovation Modelling: Understanding the Fundamentals of the Transformation of Research to Innovation. *IFAC Proceedings Volumes*, v. 45, n. 4, 182-187. <https://doi.org/10.3182/20120403-3-DE-3010.00053>
- Kearns, M. B.; Taylor, J. B.; Hull, C. E. (2005). The Six Facets Model: Technology Management in the Effective Implementation of Change. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 2, n. 1, 77-100. <https://doi.org/10.1142/S0219877005000381>
- Kim, W. (2015). The Current Transition in Management of Technology Education: The Case of Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 100, 5-20. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.018>
- Kline, S. J.; Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En R. Landau; N. Rosenberg (editors), *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*, (pp. 175-206). <https://doi.org/10.17226/612>
- Lau, A. K. W.; Lo, W. (2015). Regional Innovation System, Absorptive Capacity, and Innovation Performance: An Empirical Study. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 92, 99-114. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.005>
- Laursen, K.; Salter, A. (2006). Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance Among U.K. Manufacturing Firms. *Strategic Management Journal*, v. 27, n. 2, 131-150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Liao, A.; Hull, C. E.; Sriramachandramurthy, R. (2013). The Six Facets Model of Technology Management: A Study in the Digital Business Industry. *International Journal of Innovation and Technology Management*, v. 10, n. 4, 1-24. <https://doi.org/10.1142/S0219877013500193>

- Liao, S. H. (2005). Technology Management Methodologies and Applications: A Literature Review from 1995 to 2003. *Technovation*, v. 25, n. 4, 381-393. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2003.08.002>
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers. Chapter 4. <https://doi.org/10.1080/08109029308629360>
- Lundvall, B. (2016). Product Innovation and User-Producer Interaction. En B. Lundvall (autor), *The Learning Economy and the Economics of Hope* (pp. 19-60). Anthem Press.
- Mankins, J. C. (2009). Technology Readiness Assessments: A Retrospective. *Acta Astronautica*, v. 65, n. 9-10, 1216-1223. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058>
- Micaëlli, J.-P.; Forest, J.; Coatanéa, É.; Medyna, G. (2014). How to Improve Kline and Rosenberg's Chain-Linked Model of Innovation: Building Blocks and Diagram-Based Languages. *Journal of Innovation Economics*, v. 15, n. 3, 59-77. <https://doi.org/10.3917/jie.015.0059>
- Ministerio de Defensa España, D. (2015). *Estrategia de tecnología e innovación para la defensa ETID*, 165. <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/Lists/Publicaciones/Attachments/205/ETID%202015.pdf>
- Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario. (2010). *Diseño del Modelo de Gestión Tecnológica en el Sector Defensa. Informe parcial Fase I del proyecto sobre la Implantación del Sistema de Gestión Tecnológica*. Contrato Ministerio de Defensa-Universidad del Rosario. Informe no publicado.
- Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario. (2010). *Diseño del Modelo de Gestión Tecnológica en el Sector Defensa. Informe parcial Fase I del proyecto sobre la Implantación del Sistema de Gestión Tecnológica*. Contrato Ministerio de Defensa-Universidad del Rosario. Informe no publicado.
- Moreno, Enrique. 2017. Gestión del conocimiento en la industria naval: impacto en el desarrollo tecnológico y la cooperación regional. V Congreso Internacional de Diseño e Ingeniería Naval. *Colombiamar* <https://cidin.co/index.php/cidin/article/view/13>
- Nelson, R. R.; Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- OECD; European Commission; Eurostat. (2006). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, (3ª edición). Grupo Tragsa. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Olechowski, A.; Eppinger, S. D.; Joglekar, N. (2015). Technology Readiness Levels at 40: A Study of State-of-the-Art Use, Challenges, and Opportunities. En 2015 *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, Portland, Oregon, pp. 2084-2094. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273196>

- Ortiz Pabón, E.; Nagles García, N. (2013). *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. Universidad EAN.
- Ortiz-Cantú, S.; Pedroza-Zapata, Á. R. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología (GIInT)? *Journal of Technology Management Innovation*, v. 1, n. 2, 64-82. <http://hdl.handle.net/11117/2134>
- Pérez, C. (2001). *Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/34861>
- Phaal, Robert, Clare J. P. Farrukh, and David R. Probert. (2004). A Framework for Supporting the Management of Technological Knowledge. *International Journal of Technology Management* v. 27, n. 1, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1504/IJTM.2004.003878>
- Raghunandan, D.; Delhi Science Forum. (2019). ¿Impulso a un complejo militar-industrial en la India? <https://wri-irg.org/es/story/2009/impulso-un-complejo-militar-industrial-en-la-india>
- Rakas, M.; Hain, D. S. (2019). The state of innovation system research: What happens beneath the surface? *Research Policy*, v. 48, n. 9, 103787. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.04.011>
- Robledo Velázquez, J. (2013). *Introducción a la gestión de la tecnología y la Innovación*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. <https://minas.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/cuadernos/introduccion-a-la-gestion-de-la-tecnologia-y-la-innovacion>
- Rodríguez Roca, R. (2015). *Procesos de innovación militar en el empleo de la fuerza de operaciones especiales de Estados Unidos desde 2001 hasta 2015*. Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/46309>
- Rodríguez-Pirateque, G. W. (2017). *Diseño π. Gestión tecnológica para el diseño de proyectos de Ingeniería*. Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. <https://libros.publicacionesfac.com/index.php/libros/catalog/download/21/13/38-1?inline=1>
- Rothwell, R. (1992). Successful Industrial Innovation: Critical Factors for the 1990s. *R & D Management*, v. 22, n. 3, 221-240. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1992.tb00812.x>
- Salwan, P. (2005). Technology Transfer and Technology Management in Strategic Systems. *Defence Science Journal*, v. 55, n. 2, 141-148. <http://dx.doi.org/10.14429/dsj.55.1978>
- Sejanui, A.; Quintero, J.; Castilla, I.; Ortega, M. (2011). Implementación de mecanismos de transferencia tecnológica como estrategia de consolidación de la industria astillera en Colombia. Proyecto *Offshore Patrol Vessel OPV*. En Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica, XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. *Innovación para el crecimiento sostenible en el marco del Bicentenario*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

- Solleiro, J. L. (1988). La gestión y administración de la Tecnología. En *Cuadernos del Instituto de Investigaciones Jurídicas*. n. 9, 721-729. <http://ru.juridicas.unam.mx/xmlui/handle/123456789/10665>
- Sumanth, D.; Sumanth, J. (1999). El enfoque de Ciclo de la tecnología a la gestión tecnológica. En G. H. Gaynor, *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*, Tomo 1, (pp. 47-62). McGraw-Hill.
- Task Force on Management of Technology. (1987). *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. National Academy Press. <https://www.nap.edu/catalog/18890/management-of-technology-the-hidden-competitive-advantage>
- Villa Enciso, E. M.; Bermúdez, J.; Jimenez Navia, B. (2018). Caracterización de la gestión de la tecnología y la innovación en instituciones militares. En *XXIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*. Ciudad de México. [http://congreso.investiga.fca.unam.mx/en/congreso\\_xxiii.php](http://congreso.investiga.fca.unam.mx/en/congreso_xxiii.php)
- West, J.; Salter, A.; Vanhaverbeke, W.; Chesbrough, H. (2014). Open Innovation: The Next Decade. *Research Policy*, v. 43, n.5, 805-811. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>

# CAPÍTULO 5

## APROPIACIÓN PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN EN LAS INSTITUCIONES MILITARES<sup>1</sup>

---

Julián Alberto Cendales Sánchez

*Magister en Administración*

*Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

*jacendaless@unal.edu.co*

Claudia Nelcy Jiménez Hernández

*Doctora en Ingeniería-Industria y Organizaciones*

*Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

*cnjimenezh@unal.edu.co*

Óscar Fernando Castellanos Domínguez

*Doctor en Química*

*Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*

*ofcastellanosd@unal.edu.co*

- 
- 1 En 2016 se firmaron los Acuerdos de Paz entre el Gobierno del presidente Santos y las FARC, lo que generó una expectativa de cambio en la sociedad colombiana, incluyendo la necesidad de repotenciar los aspectos misionales de las instituciones del sector defensa. El Estado colombiano consideró pertinente aprovechar esta oportunidad para impulsar la innovación y el desarrollo, jalonados de manera transversal por factores como la tecnología. Con este fin, la convocatoria promovida por Colciencias (actual Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - Minciencias) en 2017 para ofrecer apoyo financiero a proyectos que desde la ciencia y la tecnología propusieran alternativas de desarrollo en un escenario de posacuerdo fue aprovechada por la Armada Nacional de Colombia, que junto con el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (ITM) y la Universidad Nacional de Colombia estructuraron este proyecto para la generación de una metodología de gestión tecnológica y de la innovación en la Armada Nacional.



*En los capítulos anteriores se ofrecieron marcos conceptuales en gestión de la tecnología y se contextualizó el rol de la tecnología en la FF.MM. en Colombia. Este capítulo muestra, inicialmente, los resultados de la caracterización de los procesos de gestión tecnológica y de innovación en varias entidades pertenecientes al Sector Defensa, y especialmente a la Armada Nacional. Este trabajo de campo es clave para entender la situación real que se encuentra en el contexto analizado. Posteriormente, y como aprendizaje de la fase inicial, con el propósito de lograr mayor identidad institucional con el papel de la tecnología en la organización, se propone una analogía con lo naval para el fortalecimiento de la apropiación de la tecnología y su gestión al interior de ARC. Finalmente, se generó un modelo conceptual sistémico para la interpretación estratégica de la gestión de la tecnología y de la innovación.*

## 5.1. Diagnóstico de la GTI en las Fuerzas Militares

Las Fuerzas Armadas buscan ser líderes en Latinoamérica en el sector defensa, apalancándose en la vasta experiencia obtenida de la guerra interna. Alcanzar este objetivo es posible si se cumplen a cabalidad los estándares internacionales (Banco Mundial, 2017; Collier & Hoeffler, 2004), para lo cual es fundamental fortalecer la gestión tecnológica y de la innovación, así como la apropiación de tecnología de punta producida nacionalmente y en países referentes mundiales. Este acápite muestra la caracterización de los procesos de gestión tecnológica y de la innovación en la Armada Nacional de Colombia (ARC), comparándola con dependencias de otras instituciones similares.

### 5.1.1. Metodología para la caracterización de GTI en la Armada Nacional y otras entidades de referencia

Para la caracterización y valoración de los procesos de gestión tecnológica y de la innovación en la ARC se plantearon tres etapas fundamentales. La primera fue una preparación preliminar al trabajo de campo, para definir las entidades por visitar, elaboración sustentada del instrumento de recopilación de información, su respectiva validación y simulación de aplicación, y finalmente la validación del instrumento. La segunda etapa consistió en la realización de las visitas de campo de las entidades participantes en el estudio, ubicadas en diferentes regiones del país. La tercera etapa tuvo como propósito el análisis y valoración de la información recopilada. Posteriormente, como se expondrá en el siguiente capítulo, se realizó la socialización de los resultados, la validación de la metodología propuesta para el fortalecimiento de la gestión tecnológica y de la innovación en la ARC, así como de los mecanismos de apropiación al interior de la fuerza.

En este orden de ideas, inicialmente se identificaron entidades tomadas como referencia para la realización de un análisis comparativo (*benchmarking*) que permitió entender los principales procesos involucrados en la gestión tecnológica y de la innovación, además de las percepciones de los diferentes grupos de interés, referentes a esta variable estratégica de la fuerza. A continuación, se menciona cada una de ellas, acotando que sus definiciones fueron en buena medida establecidas en el tercer capítulo de esta obra.

- *Dirección general de la ARC*: las primeras entidades que se visitaron fueron las ubicadas en la Dirección General, situada en el Ministerio de Defensa Nacional. En este espacio se reúnen las direcciones que dependen de las jefaturas de apoyo de la ARC, dentro de las cuales se seleccionaron las siguientes: Dirección de Tecnología (Ditec), Dirección de Ciencia y tecnología (DICYT), Dirección de Planeación Estratégica (DPLAE) y la Dirección de Telemática (DITEL). Esta última entidad depende directamente de la Jefatura de Operaciones Logísticas, encargada de gestionar los servicios de telemática de la Armada Nacional a través del acceso a los recursos informáticos y de comunicaciones para garantizar el comando y control operativo y administrativo de las unidades y dependencias de manera eficiente, segura e interoperable.
- *Grupo Empresarial del Sector Defensa (GSED)*: la ARC sostiene una relación directa con las organizaciones pertenecientes a este grupo, pero sin duda cotecmar es la que más cercanía tiene. No obstante, es indispensable para la ARC conocer los beneficios que aporta cada institución y de qué forma puede contribuir a la estrategia tanto de la ARC, como del Sector Defensa. Las instituciones seleccionadas fueron: la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (Ciac), la Corporación de Alta Tecnología (Codaltec), y la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (cotecmar).
- *Fuerza Naval del Pacífico*: esta fuerza naval tiene como responsabilidad realizar la interdicción de toda la droga que sale por el Pacífico colombiano. Las entidades seleccionadas para aplicar el instrumento de consulta fueron:
  - ▶ *Centro de Entrenamiento de la Flota (CEF)*: unidad operativa que depende directamente de la Jefatura de Operaciones Navales y a su vez del Comando de la Flota Naval. Su función principal es inspeccionar, evaluar y certificar los procedimientos operacionales y de emergencia de las unidades de superficie (navales-fluviales) y submarinas, que conforman la Flota Naval de la Armada Nacional, con el propósito de mantener un nivel de entrenamiento y alistamiento para el combate en el desarrollo de todo tipo de operaciones navales (Armada

Nacional de Colombia, 2014; CEF, 2017). (Jefatura de Operaciones Navales, s.f.).

- ▶ *Departamento de Armas y BN2 (Daret 2)*: unidad operativa que depende directamente de la Base Naval ARC Bahía Málaga. Su función principal es brindar soporte técnico a las unidades que requieran en el mantenimiento preventivo o correctivo de sus sistemas de armas, navegación, comunicaciones, armamento mayor, menor y de acompañamiento (DARET, 2017).
- ▶ *Estación de Guardacostas de Buenaventura*: unidad táctica que depende operativamente de la Fuerza Naval del Pacífico. Su función principal es la de brindar seguridad marítima mediante la represión del delito en el mar, la interdicción, el control de la preservación del medio ambiente marino y las operaciones de búsqueda y rescate.
- ▶ *Adicionalmente, en la zona pacífica, específicamente en la ciudad de Cali, se seleccionó a la Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez (Emavi)*: su función es formar integralmente al futuro oficial en el campo militar, profesional y aeronáutico para el desarrollo de operaciones militares aéreas. La Escuela Militar de Aviación se compromete con la Fuerza Pública y con la población civil, mediante el mejoramiento continuo de sus procesos y su sistema de gestión de calidad a entregar un oficial profesional graduado con altos estándares de educación superior, formado en principios y valores, con capacidad de liderazgo y compromiso (Emavi, 2017).
- **Fuerza Naval del Caribe**: la Base Naval Bolívar es la más grande de Colombia y concentra la mayor cantidad de desarrollos y recursos en tecnología. Las entidades que fueron seleccionadas son:
  - ▶ *Escuela Naval Almirante Padilla (Enap)*.
  - ▶ *Centro de Investigación Oceanográfico e Hidrográfico (Cioh)*.
  - ▶ *Departamento de Armas y Electrónica BN1. Investigación y desarrollo (Daret 1, Invedes)*: su función es el desarrollo de los sistemas automatizados de control de fuego para el uso en las diversas embarcaciones y plataformas de la Armada Nacional de Colombia. Apoya, promocio-

na e incentiva proyectos e iniciativas de investigación a nivel nacional (Enap, 2016).

- *Departamento de Buceo y Salvamento (Debusa)*: unidad táctica que depende directamente de la Base Naval ARC Bolívar, orienta sus esfuerzos a la realización de operaciones de mantenimiento, inspecciones de buceo, asistencia y salvamento, con el propósito de recuperar o evitar la pérdida de unidades a flote, aeronaves, materiales y tripulantes. Se encarga de formar, capacitar y entrenar al personal de oficiales y suboficiales de la Armada Nacional en las técnicas del buceo y salvamento, contribuye así al desarrollo del poderío marítimo y fluvial de la Nación (Departamento de Buceo y Salvamento (Debusa, 2017).

Para el proceso de diseño del instrumento de consulta se establecieron cinco variables de estudio. Las variables seleccionadas fueron: 1) Valor estratégico de la tecnología, 2) Capacidades y competencias, 3) Funciones de la gestión tecnológica, 4) Control y vigilancia, y 5) Posacuerdo. Las primeras variables se encuentran alineadas con lo descrito en el Plan estratégico Militar - (PEM 2030) (Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia, 2015). La última variable es transversal a las demás y enmarca la situación que afronta el sector defensa y el país desde el 2012, que desemboca con la firma de los acuerdos de paz en el año 2016, iniciando así la etapa que en su momento se denominó de posacuerdo. A continuación, se detallan las variables:

### 1. *Valor estratégico de la tecnología*

Desde los años 60 se ha hecho explícita la importancia que tiene la tecnología para las organizaciones. La Tabla 5.1. expone las cinco dimensiones propuestas para describir de qué forma contribuye la tecnología en el cumplimiento de los objetivos estratégicos, el desarrollo de ventajas estratégicas y en los procesos de toma de decisiones llevados a cabo por los altos mandos.

Tabla 5.1. Dimensiones del valor estratégico de la tecnología

Dimensión	Definición	Autor
Nivel de competencia	Elección que hace una unidad de negocio entre ser líder e introducir una nueva tecnología en el mercado o mantenerse como seguidor.	Malekzadeh et al., 1989
Gestión del portafolio de la tecnología	Conjunto de procesos y productos tecnológicos en los cuales se ha centrado la organización. Esta se combina con la valoración de la madurez de la tecnología.	Malekzadeh et al., 1989
Inversión en ciencia, tecnología e innovación	Recursos económicos que la empresa invierte en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico.	Malekzadeh et al., 1989
Planeación y previsión	<p>“La planeación de tecnología es en esencia un ejercicio reflexivo en donde se describe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La forma en que entendemos el entorno de negocio y de tecnologías.</li> <li>• Las áreas de oportunidad para desarrollar fortalezas a partir de capacidades tecnológicas.</li> <li>• La forma en que dichas fortalezas se transforman en ventajas competitivas.</li> <li>• Los recursos, el origen y su organización para lograr los objetivos tecnológicos en el corto y largo plazo”.</li> </ul>	Barjau, 2006, p. 6
Toma de decisiones	La toma de decisiones es “el proceso de definición de problemas, recopilación de datos, generación de alternativas y selección de un curso de acción” y se define como “el proceso para identificar y solucionar un curso de acción para resolver un problema específico”.	Hellriegel & Slocum, 2004, p. 267 y Stoner et al., 2003, p. 260, citados en Chacín 2010, p. 13.; Robins, 2004

Fuente: elaboración propia.

## 2. Capacidades y competencias

El proceso de gestión tecnológica y de la innovación se ve altamente influenciado por la intermediación del recurso humano. A finales de la década de 1990 y comienzos del siglo XXI se desarrollaron dos proyectos en torno a estos conceptos: DeSeCo (Definición y Selección de Competencias) y Tuning (Tuning Educational Structures in Europe [Afinar las estructuras educativas en Europa]). El primero, liderado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (ocde), planteó que las capacidades y las competencias involucraban la habilidad de enfrentar demandas complejas, por encima del conocimiento o la destreza. El proyecto Tuning relacionó el concepto de competencias con el conocimiento para saber cómo actuar. Las capacidades y competencias aparecen como una combinación de atributos que describen

el nivel de suficiencia con el que una persona es capaz de desempeñar una actividad. La Tabla 5.2. describe las dimensiones para caracterizar la variable de capacidades y competencias. Esta variable tiene una importancia particular especialmente en la Jefatura del Desarrollo Humano de la Armada Nacional.

**Tabla 5.2.** Dimensiones para la variable de capacidades y competencias

Dimensión	Definición	Autor
Operación de rutina	Se relaciona con el procesamiento de señales mediante un procedimiento para transformar información o materia primas.	Van Wyk, 1990
Réplica de producto proceso	Reproducción de tecnología en presencia de un referente físico o en su ausencia (información parcial verbal o escrita).	Ortiz Pabón y Nagles García, 2013
Capacidad de aprendizaje	<i>Knowwhy</i> o habilidades e información requeridos para lograr cambios tecnológicos, que permiten la generación de innovaciones.	Takahashi y Takahashi, 2005
Nuevos desarrollos	Creación parcial o incremental de un producto que no tiene disponibilidad en el mercado.	Schlie, 1999
Validación producto/ proceso	Proporcionar un valor esperado que capture los riesgos e incertidumbres inherentes al proceso de innovación tecnológica. Sin embargo, estimar el valor potencial de una innovación es un tema relevante que no ha sido abordado satisfactoriamente en la literatura académica.	Chanaron, 2013
Vinculación empresa/ Estado/ academia	Enlace entre la ciencia fundamental y los gestores de tecnología en el estado y la industria, donde se relacionan los desarrollos a largo plazo desarrollados por los científicos con las necesidades inmediatas de los gestores tecnológicos	Betz, 2011

Fuente: elaboración propia.

### 3. Función es de la gestión tecnológica y de la innovación

Esta variable describe algunas de las funciones de la gestión tecnológica e innovación, referenciadas de forma recurrente por los autores que son referentes en el área (Tabla 5.3.). El objetivo consiste en observar cuáles de estas funciones se realizan con rigor y aquellas que requieren de una formalización encaminada al fortalecimiento de los procesos.

**Tabla 5.3.** Dimensiones para la variable de funciones de la gestión tecnológica

Dimensión	Definición	Autor
Identificación	Proceso de recopilación de información acerca de una necesidad organizacional expresada o implícita que puede resolverse. Se manifiesta a través del deseo de mejorar el rendimiento actual o corregir una deficiencia.	Barbazette, 2005
Selección	Elección de una tecnología sobre las demás buscando incidir en las ventajas competitivas de la organización.	Sumanth y Sumanth, 1999
Negociación	Capacidad que tiene una organización para determinar la contribución de la tecnología a la estrategia de la organización y de llegar a acuerdos con clientes y proveedores.	Piedrahita, 2005
Adquisición	Proceso de transferencia de información por medio del cual se incorpora una nueva tecnología a un sistema individual, familiar, empresarial o estatal, y que representa una elección estratégica para competir en un mercado particular, encaminado a satisfacer ciertas necesidades.	Barbazette, 2005
Explotación	Perfeccionamiento, ampliación de competencias existentes y las tecnologías con retornos positivos, próximos y predecibles.	March, 1991
Transferencia	La adopción de resultados logrados por la investigación, útiles para modificar procesos, sean estos orientados a la prestación de servicios o la producción de bienes.	Ortiz Pabón y Nagles García, 2013
Protección	Conjunto de actividades desarrolladas al interior y exterior (privacidad y registro) cuyo objetivo es velar por los derechos de la propiedad intelectual e industrial de la organización, los cuales garantizan los beneficios originados de las innovaciones.	Ortiz Pabón y Nagles García, 2013

Fuente: elaboración propia.

#### 4. Control y vigilancia de proceso

A lo largo de las visitas a la dirección de Ciencia y Tecnología del cgfm, junto con la dirección de Ciencia y Tecnología de la fac y de los documentos revisados, se evidenció la importancia que tiene la evaluación y el monitoreo en las instituciones del sector defensa. La Tabla 5.4. muestra las dimensiones escogidas para caracterizar el proceso de control y estandarización, obedeciendo a los requerimientos de normalización, supervisión y aseguramiento de la calidad.



Tabla 5.4. Dimensiones para la variable de control y vigilancia de proceso

Dimensión	Definición	Autor
Estandarización	Actividad que establece las características o tributos que debe tener todo producto o proceso industrial. Busca definir procedimientos y parámetros para obtener soluciones prácticas en su aplicación.	Ortiz Pabón y Nagles García, 2013
Regulación y normatividad	Cumplimiento de estándares de calidad exigidos nacional e internacionalmente, con el objetivo de acceder a una certificación, tener la posibilidad de ser comercializados y adquirir el aval para el uso.	Díaz Vásquez, 2012
Mejoramiento continuo	La administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra, pero siempre se busca. Contribuye en mejorar debilidades y afianzar fortalezas.	Deming, 1989
Evaluación de producto	Intención de certificar la calidad de los atributos de un producto específico. Sus propósitos generales son mejorar las características del producto, compararse con su competencia o con otras alternativas, minimizar errores y reducir costos de producción.	Calderón, 2016; ISO 25000
Gestión de recursos	Disposición adecuada de los recursos cuando la organización lo requiere. Se incluyen financieros, intelectuales, productivos o de información.	Gaynor, 2014
Gestión de indicadores	Su objetivo es medir, seguir y analizar el desempeño o rendimiento de una organización. Determina si los procesos o actividades llevadas por la organización son los adecuados, conforme a sus objetivos.	Aba et al., 2016

Fuente: elaboración propia.

## 5. Posacuerdo

A partir de la firma de los Acuerdos de Paz en 2016 con la guerrilla más antigua del planeta, y que fue descrito en el capítulo 2 de este libro, se inició el proceso de posacuerdo, así llamado en ese momento por el Gobierno. Con base en los documentos referenciados en la Tabla 5.5. se definieron tres dimensiones para abordar este componente en los instrumentos de consulta.

**Tabla 5.5.** Dimensiones para la variable de posacuerdo

Dimensión	Definición	Autor
Reprofesionalización	Determina las nuevas capacidades y competencias requeridas para afrontar los nuevos retos. Adicional la formalización de la formación requerida y dirigida para garantizar procesos de construcción de tejido social o apoyo intelectual.	Jaramillo, 2015; Velásquez, 2015
Rehabilitación	Es orientado en un sentido mucho más amplio y aborda la reconstrucción de tejido social en los aspectos humanos, sociales, políticos e institucionales.	Rodríguez de la Rosa y Palacios, 2015
Reconstrucción	Restauración de aquellas poblaciones que a consecuencia de la guerra han quedado en ruinas, y de manera específica consiste en reintegrar a los afectados las condiciones en las cuales se encontraban antes de la guerra. Se circunscribe al aspecto de infraestructura física de la guerra, e implica levantar nuevamente las estructuras y arquitecturas devastadas por la confrontación.	Rodríguez de la Rosa y Palacios, 2015

Fuente: elaboración propia.

Con base en las variables y dimensiones desarrolladas específica y detalladamente en el trabajo de Cendales (2018), se diseñó un instrumento de consulta que constó de 53 preguntas cerradas y 5 preguntas abiertas. Cada dimensión se cruza con 3 o 4 preguntas de las realizadas en dicho instrumento, el cual fue validado por expertos de las tres entidades ejecutoras del presente estudio: ARC, ITM y UN. Después de la correspondiente realimentación, se procedió a realizar la simulación del instrumento, mediante su diligenciamiento por cada uno de los miembros del equipo de trabajo. Se acotó como tiempo adecuado para su aplicación entre 40 y 50 minutos, tiempo que el equipo de la ARC consideró prudente para realizar el trabajo de campo, debido a la disponibilidad real de los diferentes grupos de interés. El trabajo de campo contempló sesiones de discusión y retroalimentación, así como visitas guiadas a laboratorios y otros espacios involucrados con el desarrollo tecnológico.

### 5.1.2. Resultados y análisis de las visitas realizadas

La etapa de la realización de las visitas de campo se desarrolló durante el segundo semestre de 2018. La receptividad, en general, fue muy positiva por parte de los diferentes grupos de interés, tanto uniformados como civiles, en los diferentes niveles: estratégico, operativo y táctico. Se mostró gran proactividad en el empoderamiento de la tecnología como factor clave en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y misionales de las FF. MM. en Colombia. En la Tabla 5.6. se muestran algunas de las principales observaciones realizadas por las personas consultadas. Además de la interacción con los responsables de las unidades y entidades visitadas y del acceso a la información de soporte, en gran mayoría de casos se lograron diligenciar los instrumentos de consulta, lo cual permitió realizar la siguiente etapa del estudio, consistente como antes se mencionó, en la codificación y tratamiento de la información, así como el análisis de lo procesado. A continuación, se muestran los principales resultados obtenidos en el marco de la referenciación de procesos o análisis comparativo (*benchmarking*) y su respectivo análisis.

**Tabla 5.6.** Principales observaciones hechas durante la consulta a las entidades visitadas

Ciudad	Entidad / Unidad	Principales observaciones
Bogotá	Armada Nacional Direcciones ARC	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el plan de desarrollo 2030 de la Armada Nacional algunos objetivos estratégicos específicamente se refieren a la independencia tecnológica.</li> <li>Se menciona la importancia de incluir en el próximo Plan Estratégico Naval el tema de la gestión tecnológica como una línea de acción específica.</li> <li>Se debe establecer un indicador de impacto con el objetivo de dar seguimiento a la implementación del modelo en un futuro.</li> </ul>
	Grupo Social Empresarial del Sector Defensa (GSED) Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se resalta la importancia de la estandarización en los procesos de la Fuerza Aérea Colombiana.</li> <li>Se sugiere revisar el Formulario Único de Reporte de Avances de la Gestión (FURAG), que establece los lineamientos para el modelo de planeación y gestión.</li> <li>La CIAC solicita que se realimenten los resultados, porque prácticas como el FURAG no muestran objetivos y se perciben como un requisito que no genera valor agregado a la institución.</li> </ul>
Villavicencio	Grupo Social Empresarial del Sector Defensa (GSED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>El GSED se formaliza hacia 2008 y CODALTEC en 2012, a solicitud del Ministerio de Defensa, que pide productos terminados con resultados inmediatos. La estandarización de procesos ha sido desarrollada sobre la marcha.</li> <li>Los productos desarrollados son por demanda del sector a requerimiento específico por cada fuerza militar.</li> </ul>

## Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares

Ciudad	Entidad / Unidad	Principales observaciones
Villavicencio	Corporación de Alta Tecnología (CODALTEC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la actualidad, el proyecto más grande es la vertical de salud para la Dirección General de Sanidad Militar. No obstante, cuentan con desarrollos para la Policía Nacional (simulador de tiro), el Ejército Nacional (tanque 4x4 Markab) y Fuerza Aérea (Simaer y simart).</li> <li>Utilizan metodologías de gestión de proyectos basadas en PMI para controlar el proyecto de forma macro. Debido a que el desarrollo de software es el núcleo de la corporación han implementado otras metodologías como <i>Scrum</i> para definir tareas específicas y tener un control detallado.</li> </ul>
Buenaventura	Armada Nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se sugiere incluir a China y Nicaragua como referentes para la industria y el posconflicto, respectivamente.</li> <li>Se menciona la atomización del narcotráfico después de la firma de los acuerdos. Se han incrementado las operaciones contra este fenómeno criminal.</li> </ul>
	Estación de Guardacostas de Buenaventura	<ul style="list-style-type: none"> <li>El uso de los medios no resulta siempre apropiado, se depende de la capacidad de adaptación mediante la improvisación.</li> <li>Se evidencian casos cuya gestión del conocimiento es inadecuada.</li> </ul>
	Estación de Guardacostas de Buenaventura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se menciona que la Estación de Guardacostas es referente internacional en su <i>know-how</i> en la lucha contra el narcotráfico, lo que promueve que fuerzas navales de otros países proyecten sus entrenamientos en Colombia.</li> <li>No existe apropiación ni divulgación de productos desarrollados por la Armada Nacional (caso simulador de guardacostas).</li> <li>Se sugiere que este tipo de estudios deben fortalecer capacidades de negociación: insumos, garantías y mantenimientos.</li> </ul>
Bahía Málaga	Armada Nacional ARC "Juanchaco"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reitera el reto que la fuerza tiene referente a la rotación de personal vs. capacidades acumuladas. Es constante la rotación de personal en la ARC, sin embargo, existen nominalmente mecanismos para que operativamente no sea traumático.</li> </ul>
	Armada Nacional comandante Fuerza Naval del Pacífico contralmirante Luis Hernán Espejo Segura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se certifica el papel estratégico de la tecnología.</li> <li>Se resalta el papel de los <i>offset</i> de otros proyectos.</li> <li>Flexibilidad de capacidades y operaciones para atender varios delitos a la vez: minería ilegal, interdicción marítima, ejercer soberanía, búsqueda y rescate, contaminación, pesca ilegal, limitación de recursos,</li> <li>Aumento de la operación debido al compromiso del Gobierno de garantizar la soberanía en un área mayor (isla de Malpelo), disminuyendo recursos.</li> <li>Se requiere que las operaciones sean más eficientes y eficaces, destinado cada vez menos recursos en su ejecución.</li> <li>Énfasis en el trabajo conjunto, coordinado, combinado e interagencial.</li> <li>El posconflicto permite retomar funciones propias, más allá de lo punitivo.</li> <li>Consolidación y clasificación de investigaciones y desarrollos surgidos en el desarrollo de la guerra.</li> </ul>
	Armada Nacional Buque ARC "7 de agosto" Buque ARC "Bahía Málaga"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptación de la gestión tecnológica en todos los niveles</li> <li>Necesidad de homologar, adoptar y transferir tecnología de otros países.</li> <li>Atenea: plataforma interactiva para gestionar el conocimiento en la Armada Nacional. Divulgación y socialización de la información contenida en dicha base de datos.</li> </ul>

## Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares

Ciudad	Entidad / Unidad	Principales observaciones
Bahía Málaga	Armada Nacional Departamento de Armas y Electrónica (Daret) BN2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permitió obtener una visión del nivel táctico, sesgada por la rutina propia del trabajo que puede nublar la realidad en niveles de mando superiores (operacional y estratégico)</li> <li>Informan sobre bajos recursos para realizar trabajos. Tareas que no se asocian con la misión del área.</li> <li>Alto riesgo en deterioro de equipos: mantenimiento, reparación y diagnóstico especializado.</li> <li>Disminución de personal disponible para el departamento. Las competencias requeridas por el recurso humano no se tienen en cuenta al momento de rotación de personal.</li> </ul>
Cali	Fuerza Aérea Colombiana Escuela Militar de Aviación Marco Fidel Suárez (Emavi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se resalta la importancia de la comercialización en la gestión de Tecnología.</li> <li>La resolución 596 del 5 de septiembre del 2017 declara la especialidad en administración tecnológica para la Fuerza Aérea.</li> <li>Se menciona el modelo de gestión tecnológica en investigación desarrollado por la Fuerza Aérea Colombiana.</li> <li>Capacidad de sustituir tecnología, problemas principalmente con la certificación de productos a nivel nacional.</li> <li>Considera que la clave del negocio es el licenciamiento.</li> <li>Sectorizar los líderes de la industria.</li> <li>Aplicación de clústeres para desarrollo tecnológico e investigativo. Aprendizaje conjunto.</li> <li>Países como EE. UU. no comparten información, son muy cerrados en la parte de desarrollos tecnológicos.</li> <li>La industria China amenaza el mercado de la aviación comercial.</li> <li>Sugiere a Turquía como líder de la industria.</li> <li>Trabaja en el desarrollo de investigaciones al interior de Emavi utilizando cadetes para esos procesos, previamente se traían de otras universidades lo que generaba bajo sentido de pertenencia y que la información no llegará a la Fuerza Aérea ni perdurará en la Emavi.</li> </ul>
Cartagena	Armada Nacional Departamento de Armas y Electrónica (Daret)BN1 Armada Nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se muestran los desarrollos electrónicos aplicados en el incremento de capacidades de la fuerza, el aseguramiento de las operaciones y la protección de la vida de los miembros de la fuerza.</li> <li>Adquisición de información de la estructura de CYT al interior de la ARC.</li> <li>El costo de adquisición de los sistemas desarrollados por Daret es estimado en una relación de 3:1, respecto a lo que se consigue en el comercio. Adicionalmente, se ha conseguido independencia tecnológica.</li> <li>Se menciona que las iniciativas como el desarrollo del proyecto de Barracuda, dependen de las personas y la voluntad de los comandantes que tengan con los proyectos. Se sugiere que se realice bajo una metodología y procedimiento.</li> <li>Se apalancan fuertemente en la experiencia de COTECMAR. Se menciona que aún está pendiente el desarrollo de la gestión de propiedad intelectual con miras a la comercialización.</li> <li>La disminución de la brecha tecnológica genera fortalezas internas que se ven reflejadas en la disminución de la dependencia de proveedores.</li> <li>Se presenta una deficiencia en la protección de la propiedad intelectual, solo se protegen mediante acuerdos de confidencialidad.</li> <li>Sugiere analizar casos de trabajo con aliados (Chile): <i>Datalink</i>.</li> </ul>

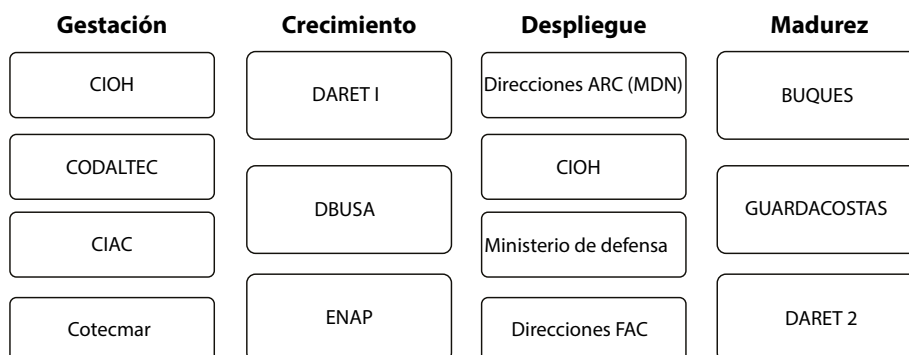
Ciudad	Entidad / Unidad	Principales observaciones
Cartagena	Escuela de Buceo y Salvamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tienen más de 25 años de experiencia. Al finalizar la década de los 80 y empezar la de los 90 tuvieron un pico al realizar alianzas con empresas como Ecopetrol (<i>offshore</i>, plataformas de petróleo en altamar).</li> <li>Su lema: "Tecnología en las Profundidades"</li> <li>La propia Armada Nacional desconoce en ocasiones su papel además del salvamento y formación de buzos.</li> <li>Vehículo de operación remoto (hasta 300 m de profundidad). Adquisición reciente, mediante <i>offset</i> se obtuvo capacitación en Inglaterra en la casa fabricante.</li> <li>Manejo de sonar para mapeo 3D.</li> <li>Líderes de buceo en río. Dificultad de visibilidad. Destacada y reconocido a nivel internacional. Adquisición de equipo especializado, formación particular.</li> <li>Equipos calibrados y certificados. Cámaras hiperbáricas con mezcla de gases exacta.</li> </ul>
	Armada Nacional Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informan que los trámites administrativos presentan una desventaja a la hora de comercializar las capacidades con otras empresas. Esto ha sido aprovechado por empresas privadas e incluso en ocasiones miembros retirados de la Armada han liderado el proceso de creación y consolidación de estas empresas.</li> <li>En la actualidad, están en un proceso de recuperación de capacidades, que se perdieron a mediados de los 90 con la jubilación de los líderes de la división.</li> <li>Todos los grupos se mantuvieron o subieron en la clasificación de Colciencias (actual Minciencias).</li> <li>Proyectos estratégicos: <i>Datalink</i>, comparte datos entre naves y plataformas de forma automática.</li> <li>Programa antártico: IV expedición.</li> <li>Dinamización de semilleros. Se establecen dos líneas: investigación aplicada y formación para la investigación</li> <li>Muestran los simuladores mediante los cuales se brinda entrenamiento a los cadetes, reduciendo el costo y el riesgo. Han desarrollado entornos exactos para simular escenarios y maniobras específicas.</li> </ul>
	Dirección General Marítima (Dimar) Centros de Investigaciones Oceanográficas e hidrográficas del Caribe (CIOH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta presencia de personal civil en esta entidad.</li> <li>Intercambio de información de contenido científico.</li> <li>Prevención de desastres. Interés nacional, vital para la prevención de tragedias y el llamado a la acción en caso de que alguna se presente.</li> <li>Cuentan con 2 Centros de Investigaciones Oceanográficas e hidrográficas del Caribe ubicado en Cartagena y el del Pacífico ubicado en Tumaco.</li> <li>Algunos civiles de Dimar hacen parte de la expedición a la Antártida por su conocimiento especializado.</li> </ul>

Ciudad	Entidad / Unidad	Principales observaciones
Cartagena	Grupo Social Empresarial del Sector Defensa (GSED) Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial. (COTECMAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constante comunicación con centros en Chile, Hawái y Greenwich. El referente regional es Chile, por tanto, se aprenden los habilitadores en el contacto con este país con el objetivo de disminuir la brecha.</li> <li>• Monitorización de sensores que transmiten propiedades marítimas relevantes. Boyas de supervisión y control.</li> <li>• Contribuyen en la dinamización de la industria astillera atendiendo problemas de la Armada Nacional y de la industria marítima a nivel comercial, lo cual promueve la economía.</li> <li>• Cuentan con la oficina de diseño naval más grande de América Latina. Compiten internacionalmente.</li> <li>• Conocimiento adquirido con base en <i>offsets</i>.</li> <li>• Actualmente ejecutan un proyecto conjunto con Perú y Brasil: "El patrullero Amazónico" del cual son los líderes por la experiencia adquirida. Es líder regional porque desarrolla productos que nadie más hace en la región.</li> </ul>
	Grupo Social Empresarial del Sector Defensa (GSED) Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial. (COTECMAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el acta Jones para evaluar la conveniencia en la protección del sector astillero.</li> <li>• En la visita en campo en la planta de Mamonal se observó la construcción de un buque BDA.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Debe mencionarse que, al concluir las visitas, se observó una gran heterogeneidad entre las actividades desarrolladas por cada una de las entidades, en función de su papel en el grado de desarrollo de la tecnología. Por lo anterior, para la presentación de los resultados se consideró oportuno categorizar las entidades consultadas por su aportación fundamental en el desarrollo de la tecnología. En la Figura 5.1., de izquierda a derecha, la segmentación propuesta se correlaciona en el mismo sentido con el TRL, *Technology Readiness Level*, [Grado de madurez de la tecnología]. Es oportuno mencionar que algunas entidades como COTECMAR hacen presencia en diferentes segmentos de esta categorización, pero se relacionó preferentemente con uno de ellos para obviar ambigüedades y por considerarse que tiene mayor relevancia justamente en el segmento señalado.

**Figura 5.1.** Segmentación de dependencias en torno al uso predominante de la tecnología



Fuente: elaboración propia.

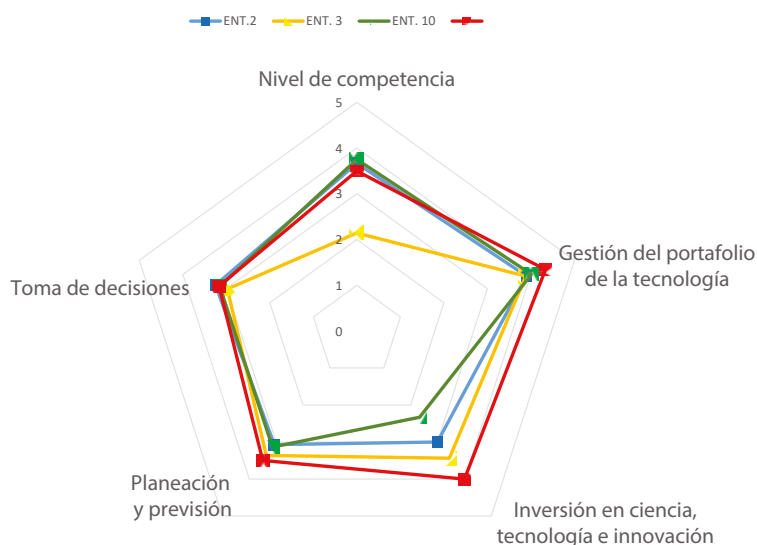
A continuación, se presentan los resultados del estudio desarrollado mediante el análisis comparativo (*benchmarking*) de las prácticas encontradas en cada entidad. En las representaciones gráficas de los radares, que resumen los resultados obtenidos, no se menciona ninguna entidad en particular, cumpliendo con los acuerdos de confidencialidad firmados con la Armada Nacional. Debe también señalarse que se han seleccionado los resultados más notorios y relevantes por segmento para la generación de los análisis respectivos. Todos los resultados obtenidos se encuentran en Cendales (2018).

### 1. Análisis del valor estratégico de la tecnología

Para la variable que describe el valor estratégico de la tecnología en las diferentes instituciones consultadas se destacan los radares en las fases de gestación y crecimiento. En la primera, se observa que sobre la dimensión de inversión en ciencia, tecnología e innovación existe una importante dispersión. Esto sugiere que las instituciones tienen posibilidad de aprendizaje transfiriendo las mejores prácticas para de esta forma permitir que aquellas que presentan una valoración baja en esta dimensión incrementen dicho valor. Frente al nivel de competencia, Figuras 5.2 y 5.3, se encontró que tres instituciones manifiestan un comportamiento sobresaliente, en posiciones retadoras con visión a mediano plazo de asumir liderazgo a nivel regional. No obstante, existe una institución que percibe un rezago frente al mercado internacional en su nicho particular.



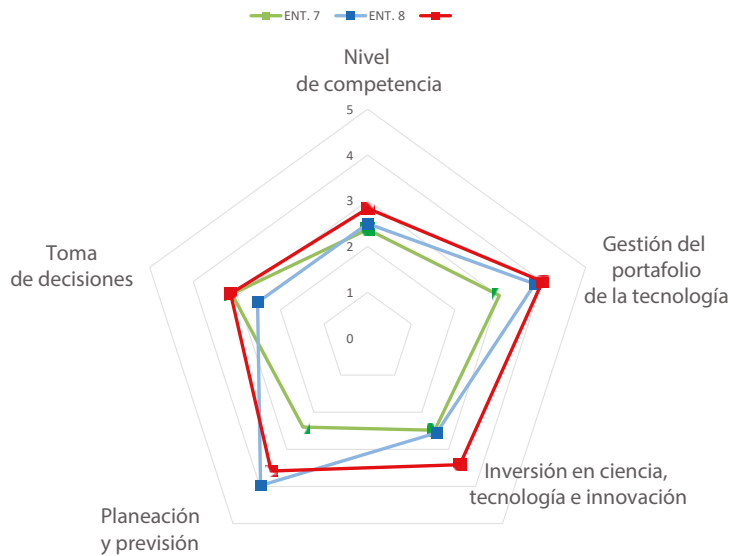
**Figura 5.2.** Dimensiones del valor estratégico de la tecnología para el segmento de gestación



Fuente: elaboración propia.

Para las organizaciones del segmento de crecimiento se observa que la percepción en el nivel de competencia es inferior, respecto al nivel de gestación, lo que sugiere que efectivamente estas instituciones adaptan tecnologías y sobre estas realizan innovaciones incrementales. Adicionalmente, la planeación y previsión en una entidad presenta una valoración muy baja respecto a los dos restantes. Sobre esta dependencia se sugiere fortalecer la formalización de procedimientos que se alinean con la Jefatura de Planeación, de forma que no se someta exclusivamente a la voluntad de los comandantes, aspecto que fue mencionado, *in situ*, como la causa de este comportamiento, sino a metas e indicadores en el corto, mediano y largo plazo. En el resto de las dimensiones se observa homogeneidad, sin embargo, los valores presentan menor calificación respecto al nivel de gestación.

**Figura 5.3.** Dimensiones del valor estratégico de la tecnología para el segmento de crecimiento



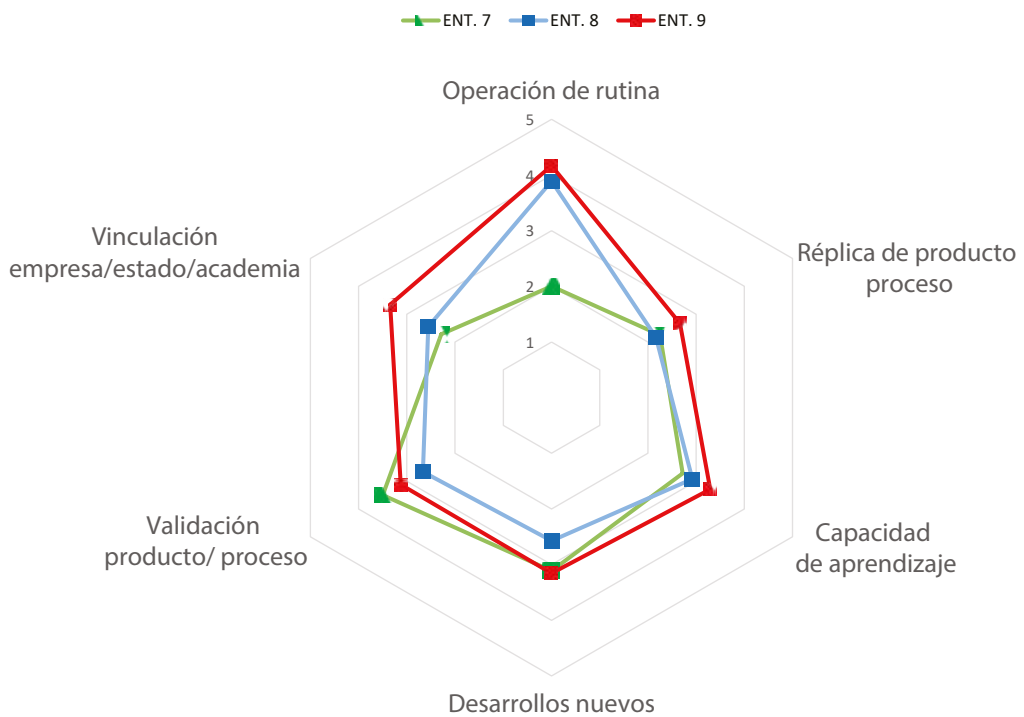
Fuente: elaboración propia.

## 2. Análisis de capacidades y competencias

- Para el radar de competencias y capacidades se han resaltado los valores obtenidos en la fase de crecimiento. Se observa que hay una dependencia que presenta una calificación muy baja en la operación de rutina. Si bien en esta fase se espera que día a día no se realicen los procesos de forma rutinaria, sí resulta conveniente evaluar los procedimientos ejecutados y formalizar aquellos que brinden identidad a esta dependencia. La dependencia n.º 8 refleja indicadores bajos en las demás dimensiones, lo que sugiere una oportunidad de aprendizaje y mejora. Los valores registrados en esta variable para la fase de crecimiento no muestran una dispersión muy elevada.
- Para las entidades del segmento de madurez, se observa que existe dispersión en la dimensión de vinculación empresa, Estado y academia (Figuras 5.4. y 5.5.), donde existen dos puntos de diferencia entre la de mejor puntaje y la de menor puntaje. Esto sugiere que hay dependencias que tienen adaptados convenios interinstitucionales fortalecidos con el pasar del tiempo, mientras que una en particular debe desarrollar y

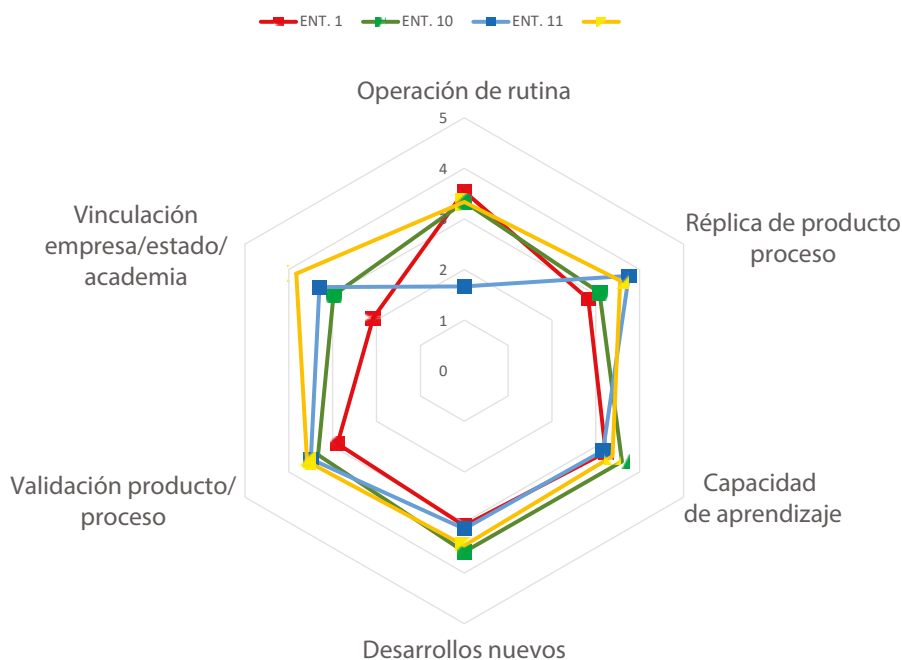
estructurar esos procedimientos para potenciar las capacidades al interior de la institución. La operación de rutina sobre la entidad 11 es un punto atípico que responde a las especificidades de esta dependencia, en la cual no existen procesos operacionales definidos bajo el esquema de las instituciones de pie de fuerza del Sector Defensa. La réplica de producto y proceso presenta una dispersión más baja, pero permite entrever habilitadores de aprendizaje interinstitucional. Las demás dimensiones presentan valoraciones de percepción homogéneas.

**Figura 5.4.** Dimensiones de capacidades y competencias para el segmento de crecimiento



Fuente: elaboración propia.

**Figura 5.5.** Dimensiones de capacidades y competencias para el segmento de madurez

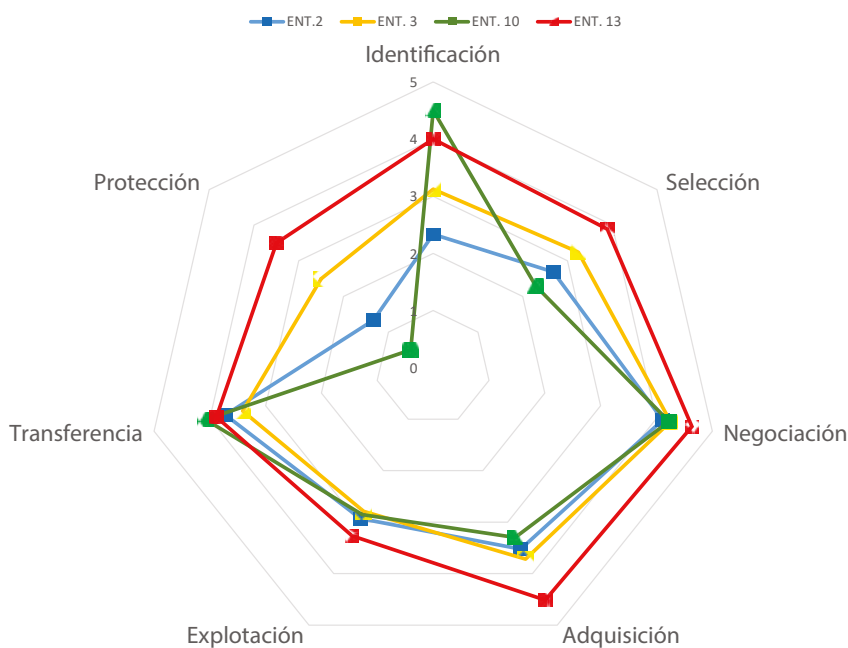


Fuente: elaboración propia.

### 3. Análisis de las funciones de la gestión tecnológica

- Para la variable de gestión tecnológica (Figuras 5.6. y 5.7.), se evidencia una dispersión notoria (casi 4 puntos) en la dimensión de protección. En la misma, hay entidades que no tienen política de protección intelectual. En este punto, es pertinente apoyarse en los niveles de dirección estratégica, desarrollar competencias en personal al interior de cada institución, intercambiar con otras instituciones del sector o realizar consultorías externas para robustecer esta función. Procesos de identificación y selección presentan dispersiones menos acentuadas que la observada en protección, pero reflejan que en la fase de gestación hay instituciones que tienen un mayor avance en sus unidades de gestión tecnológica. En el radar expuesto en la Figura 5.6. se observa que hay una institución referente en la ejecución de actividades por parte de la gestión tecnológica al interior de la Fuerza. Las capacidades acumuladas en esta entidad, producto de un aprendizaje continuo y la experiencia, son un insumo muy valioso para que las demás instituciones se apalanquen bajo sus especificidades y contexto.

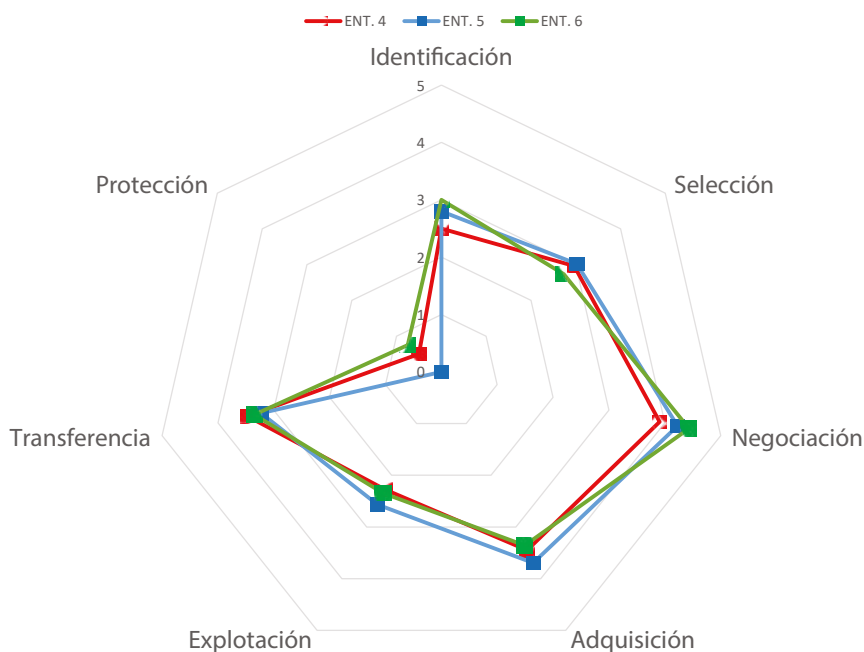
**Figura 5.6.** Dimensiones de funciones de la gestión tecnológica para el segmento de desarrollo



Fuente: elaboración propia.

En las entidades del segmento de madurez, se observa que los indicadores son significativamente inferiores a los mostrados en la fase de gestación. Sin embargo, la dispersión es mínima, lo cual sugiere que los usuarios finales de la tecnología tienen en su formación procesos similares, y la ejecución de sus actividades diarias se encuentra definida de forma similar en las dependencias operativas de la Fuerza. Es necesario que los gestores de la tecnología se involucren con la parte operativa y a su vez hagan parte activa de ella, para que no se perciba como un apéndice alejado de las funciones misionales de la organización, sino, por el contrario, participen activamente y de esta forma detecten y gestionen oportunidades para incrementar el desempeño en cada uno de los indicadores de la gestión tecnológica.

**Figura 5.7.** Dimensiones de funciones de la gestión tecnológica para el segmento de madurez

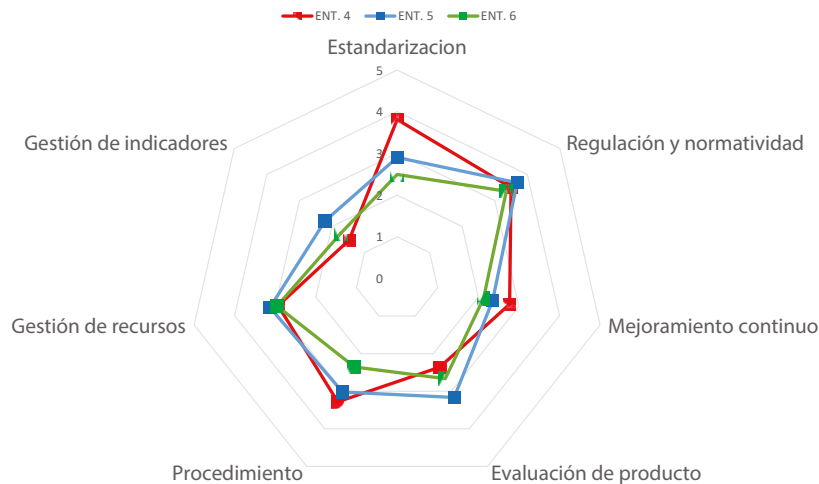


Fuente: elaboración propia.

#### 4. *Análisis de control y vigilancia de proceso*

Para la variable de control y vigilancia de proceso (Figura 5.8.), se escogieron los resultados obtenidos en las visitas realizadas a las entidades del segmento de madurez. En la primera, se observa una dispersión sobre todas las dimensiones siendo la entidad 13 líder, mientras que la 10 muestra los valores más bajos. La estandarización muestra la mayor dispersión, lo cual sugiere que existen instituciones con procedimientos más estructurados que otras. Asimismo, se observa que la heterogeneidad presente entre las actividades ejecutadas por las instituciones exige que unas instituciones tengan procedimientos más rígidos, que involucren más procedimientos de aseguramiento de la calidad y normalización bajo estándares nacionales e internacionales. Esto se refuerza con los resultados obtenidos sobre la dimensión de procedimiento. El resto de los radares tiene un comportamiento con menor dispersión.

**Figura 5.8.** Dimensiones de control y vigilancia para el segmento de madurez



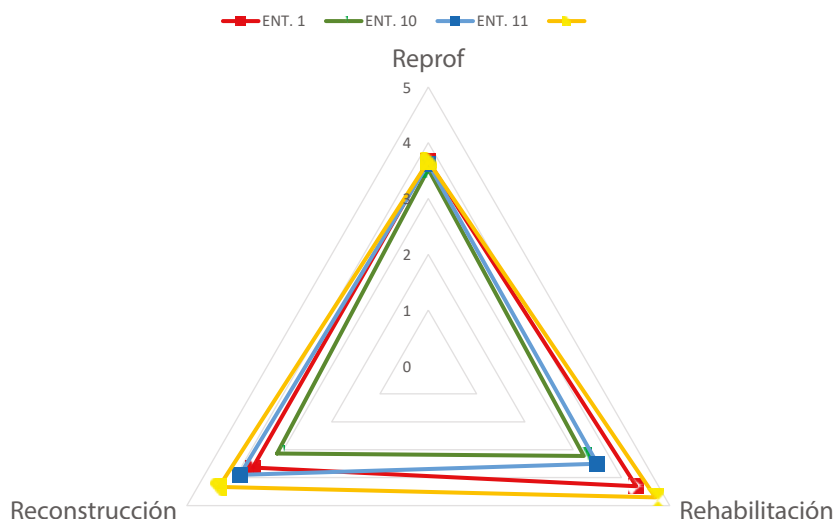
Fuente: elaboración propia.

- Los usuarios de tecnología pertenecientes al segmento de madurez no perciben que la gestión de indicadores se realice de forma efectiva. Los resultados para el procedimiento, la evaluación del producto y el mejoramiento continuo son los menores de todas las fases, lo cual refuerza que el control y vigilancia se realiza en mandos medios y superiores. La dispersión entre las dimensiones para esta fase es inferior a las otras fases.

##### 5. *Análisis de posacuerdo*

La variable que menos dispersión presenta es la de posacuerdo (Figuras 5.9. y 5.10.) A lo largo de las 4 fases, se encuentra que los valores obtenidos para las tres dimensiones son muy similares.

**Figura 5.9.** Dimensiones del posacuerdo para el segmento de despliegue

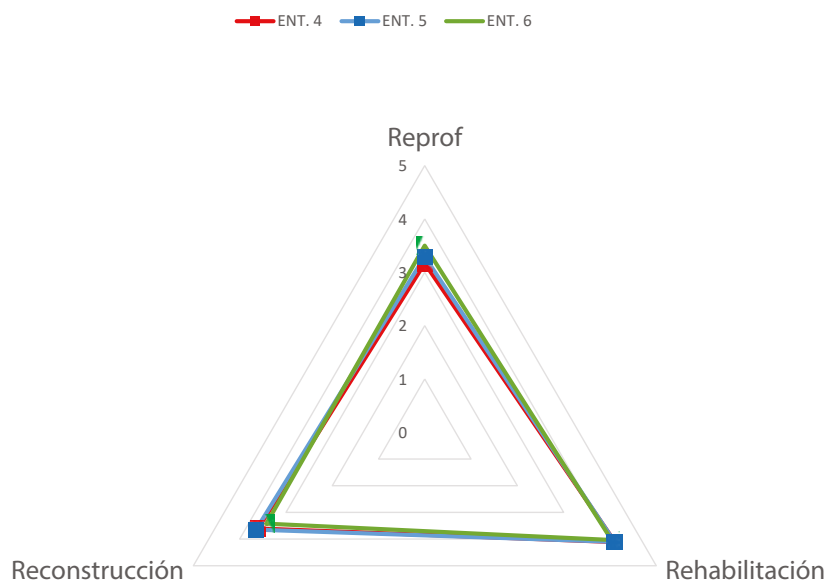


Fuente: elaboración propia.

Se han escogido para la presentación de estos resultados las entidades de los segmentos de despliegue y madurez, donde se obtuvieron valores entre 3 y 4 lo que sugiere que para las instituciones del Sector Defensa el posacuerdo no ha modificado de forma radical su actividad y si bien existen nuevos roles para apoyar especialmente los procesos de rehabilitación y reconstrucción, la reprofesionalización de la Fuerza ha tenido un comportamiento que se percibe como estático. Sobre los usuarios finales de la tecnología, se acentúa la homogeneidad para las tres dimensiones, los valores obtenidos insinúan que las fuerzas siguen desempeñando las mismas actividades y que la implementación de los acuerdos de paz se encuentran en su fase embrionaria, reconociendo que son procesos que requieren tiempos para madurar cambios.



**Figura 5.10.** Dimensiones del posacuerdo para el segmento de madurez



Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se observa que las Fuerzas Militares tienen nuevos desafíos derivados de los problemas que hereda el conflicto armado (por ejemplo, minería ilegal, narcotráfico, disidencias, crimen organizado transnacional).

Finalmente, como aporte del presente acápite, a partir de la metodología de análisis comparativo (*benchmarking*) implementada para la caracterización de las actividades y procesos de la gestión tecnológica y de la innovación en las entidades de las FF. MM., se evidenció que hay instituciones con unidades de gestión tecnológica fortalecidas, de las cuales la ARC puede tomar referencia y apropiación a través de transferencia tecnológica. También se observó que la relación con la industria, academia y centros de desarrollo tecnológico debe fortalecerse, debido a que existen áreas de conocimiento que no se manejan al interior de la Fuerza ni en la formación ni en el desempeño profesional. La caracterización de radares constató un incipiente desarrollo en propiedad intelectual al interior de la Fuerza el cual debe ser atendido para evitar la pérdida de derechos de explotación frente a empresas privadas.

## 5.2. Fortalecimiento institucional del rol de la gestión de tecnología e innovación en la Armada Nacional

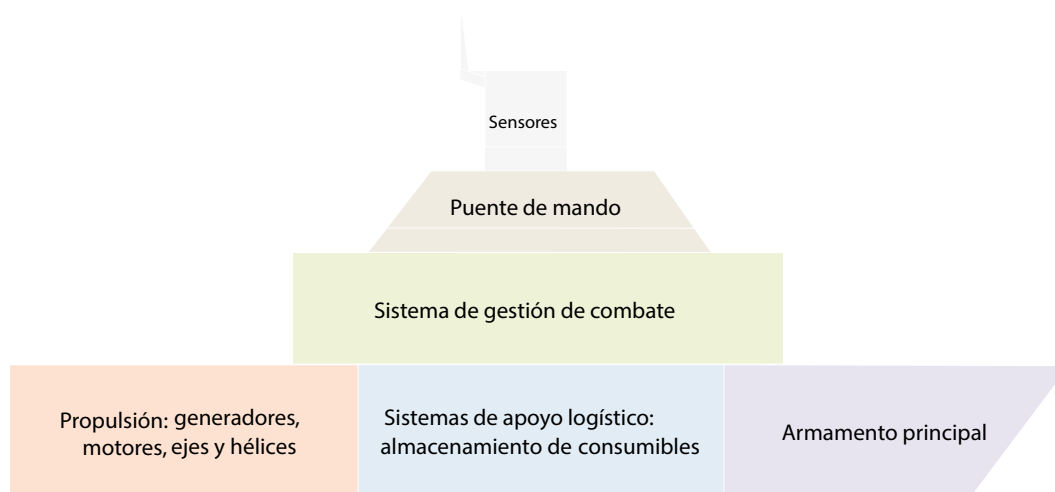
Este acápite tiene como propósito sustentar una propuesta para el fortalecimiento del rol de la gestión tecnológica y de la innovación al interior de la Armada Nacional. La propuesta integra la base conceptual y contextual presentada en anteriores capítulos, los esfuerzos realizados recientemente por el Ministerio de Defensa Nacional y modelos adaptados por otras instituciones semejantes a nivel institucional. La caracterización de la Armada Nacional, presentada en el acápite anterior, permitió evidenciar oportunidades de mejora y aprendizaje que tiene la institución. La propuesta de fortalecimiento recoge estos hallazgos e integra una dinámica de los diferentes actores y grupos de interés y resalta la asignación de responsabilidades dentro de la estructura de la Fuerza.

### 5.2.1. *Analogía estratégica para el fortalecimiento de la apropiación de la gestión tecnológica y de la innovación*

Para el fortalecimiento de la GTI, en el marco del presente estudio se decidió recurrir a alternativas creativas desde la gestión, particularmente la enmarcada bajo un símbolo que evoque la identidad con la misión de la ARC, por ello se ha sugerido uno de los símbolos más representativos de la doctrina, la *Offshore Vessel Patrol* (OPV) “7 de agosto”, construida en el año 2013. Este navío representa el presente y el futuro Armada Nacional, recogiendo los avances en construcción de buques realizados en los últimos años. Del mismo modo, reconoce la existencia del proyecto de Plataforma Estratégica de Superficie (PES), cuyo objetivo es lanzar su primer prototipo en 10 años. Esto sugiere que, al igual que los buques, el modelo tendrá que sufrir modificaciones respondiendo al ajuste temporal, al incremento de capacidades, a la realidad propia de la Fuerza y a su entorno.

Con el objetivo de representar esquemáticamente el fortalecimiento de la GTI, se han resaltado seis bloques funcionales dentro de la composición de un buque (Figura 5.11.).

Figura 5.11. Presentación conceptual de principales componentes de la OPV ARC “7 de agosto”



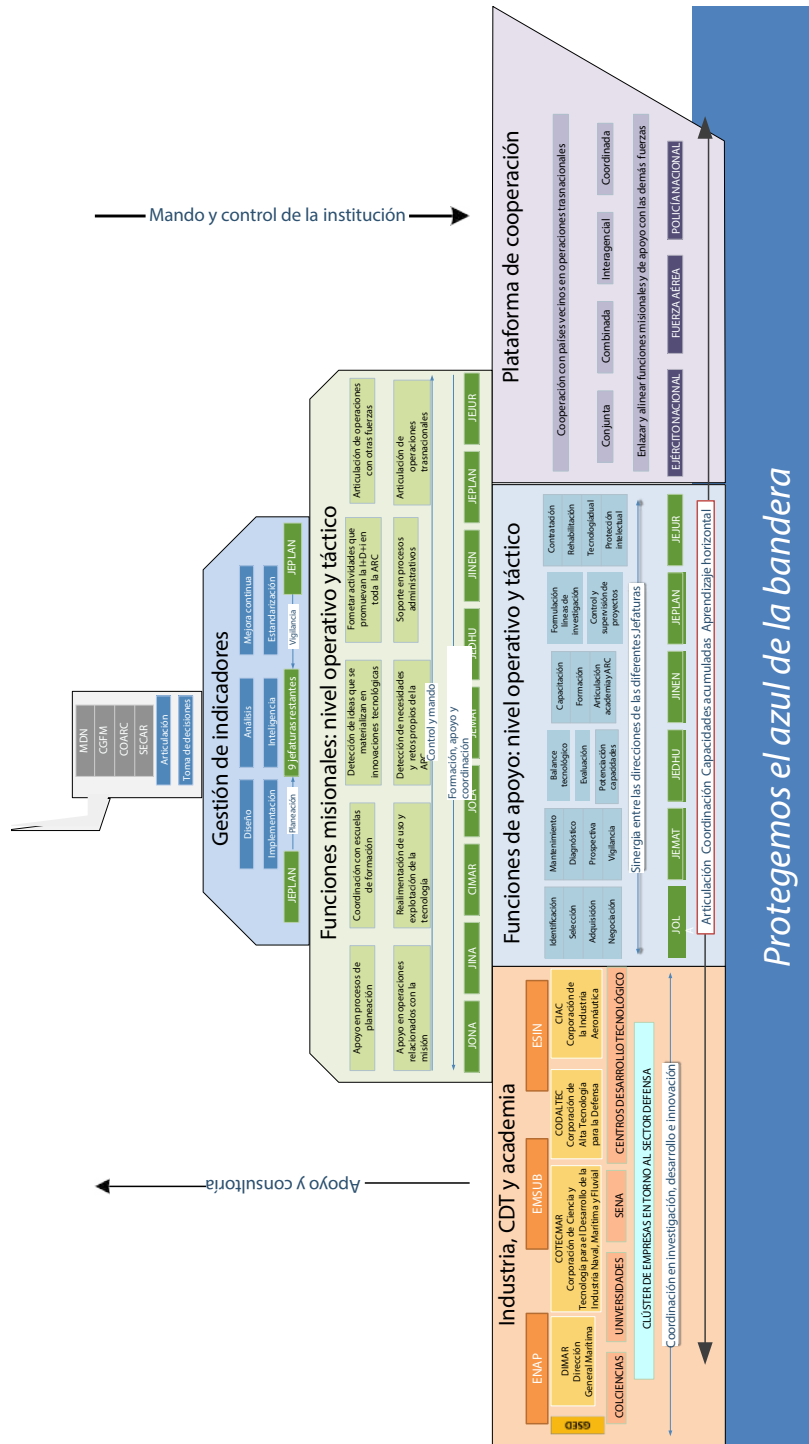
Fuente: elaboración propia.

- *Propulsión*: es el encargado de generar y transmitir la energía mecánica al resto del buque. Sin este bloque funcional, el sistema no se hunde, pero queda estancado.
- *Sistemas de apoyo logístico*: relacionados con todo el soporte que requiere mantener la flota. La disponibilidad de materiales navales y consumibles requeridos por la flota y los tripulantes a bordo.
- *Armamento principal*: en la proa de los buques se dispone de los cañones principales. Para la OPV “7 de agosto” este cañón es controlado mediante un sistema llamado “barracuda”, desarrollado por la dependencia Inve-des de la ARC en conjunto con COTECMAR.
- *Sistema de gestión del combate*: al interior del buque hay un cuarto especial donde se despliega la estrategia de disuasión o combate. Esto se liga a las operaciones de la fuerza.
- *El puente de mando* es el espacio donde se da dirección al buque. Allí se encuentran las cartas navales y se toman decisiones sobre el rumbo a seguir.
- Finalmente, se ubica el nivel de *sensórica*, cuya función es fijar los objetivos para vigilar, seguir o buscar.

### **5.2.2. Despliegue para la apropiación conceptual de la gestión tecnológica y de la innovación**

El esquema de bloques de la Figura 5.12. se retoma para el fortalecimiento de la GTI, mediante la analogía, desplegándose en la Figura 5.13., donde se representa el papel que juega cada una de las dependencias e instituciones que interactúan en torno a la ARC. En este caso, el fortalecimiento de la GTI retoma la base misional de la ARC de *proteger el azul de la bandera*, parte de la permanente necesidad de fortalecer la soberanía, conocimiento y capacidades científicas y tecnológicas, la lucha contra la atomización de grupos criminales y la protección ambiental. En el mismo sentido, se busca llegar, con el aporte de la tecnología y la innovación, a escenarios de fortalecimiento de la defensa y la seguridad, desarrollo y aplicación de la tecnología dual y de contribución a la construcción de la paz. La gestión tecnológica e innovación servirá como un proceso de apoyo (línea punteada) para la toma de decisiones estratégicas. No obstante, la cadena de mando y control involucrada en la GTI retoma inminentemente los fundamentos de doctrina militar. En las siguientes secciones, se describirán en detalle cada uno de los bloques involucrados en la apropiación de la GTI mediante la presente analogía.

Figura 5.12. Propuesta para el fortalecimiento institucional de la GTI en la ARC



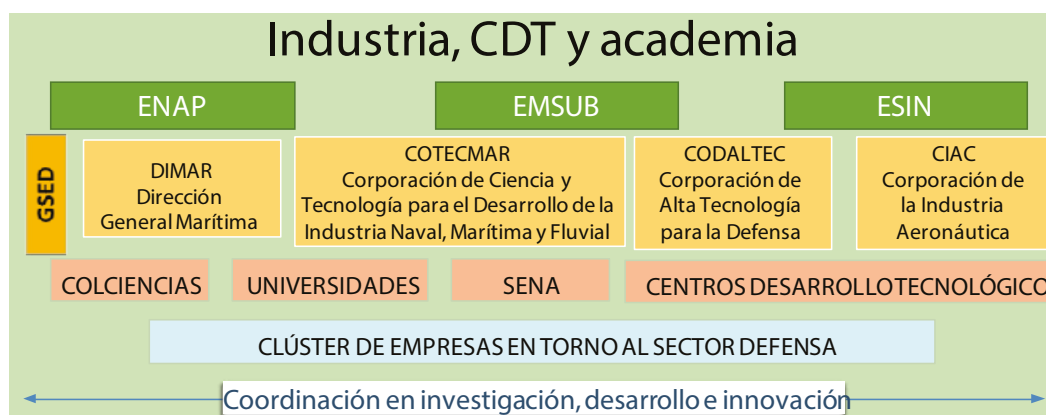
Fuente: elaboración propia.

### 1. *Bloque de propulsión*

Por analogía, para la apropiación de la GTI sería equivalente al papel de industria, centros de desarrollo tecnológico y academia. En la actualidad, es evidente la importancia que le otorgan los países líderes en defensa a la industria que los rodea y a la interacción con otras entidades de conocimiento. Las empresas suelen crecer de forma vertiginosa, conforme incrementan sus aportes al Sector Defensa, y tienden a ser muy formales en su relacionamiento. Por tal motivo, la cantidad de empresas que tienen contacto no son muchas y tienen relaciones con las instituciones del sector por largos períodos. En este sentido, en las empresas pertenecientes al Sector Defensa existe una alta especialización, por tanto, los jugadores de esta industria se conocen a la perfección y trabajan de forma colaborativa. Esto genera un efecto de mutuo empuje o propulsión. En Colombia, se detectan problemas para encontrar proveedores estables y es necesario promover la creación de un auténtico clúster que permita impulsar la industria militar, realizando investigaciones y ejecuciones con tecnología de punta que no se limiten a la reproducción o asimilación de otras tecnologías.

Las instituciones de educación superior del Sector Defensa cuentan con programas que forman en investigación aplicada (principalmente ingeniería y administración), pero carecen de programas de formación en ciencias básicas. Si bien existe la posibilidad de integrar profesionales que realizan su carrera en las jefaturas de apoyo, la infraestructura que demanda el I+D+i en este campo puede tornarse muy exigente. Conviene diseñar alianzas estratégicas con universidades o centros de desarrollo tecnológico, que cuenten con las instalaciones y la formación pertinentes, para buscar agilizar los procesos y dinamizar tanto la economía como la integración con el sector. De la misma forma se pueden establecer acuerdos de cooperación con el SENA para hacer uso de sus parques tecnológicos, intercambiar aprendizajes y fomentar la inclusión de los jóvenes formados en esa institución a la vida laboral. Los estudios de caso revisados anteriormente también muestran la necesidad que tienen las instituciones del Sector Defensa de realizar el empalme y supervisión sobre las empresas que formen este clúster (integración expresada en la Figura 5.13.).

Figura 5.13. Bloque de industria + CDT + academia



Fuente: elaboración propia.

Es indispensable vincular a las diferentes entidades de la ARC, tanto en el terreno profesional como en el de formación, con los proyectos de Colciencias (actual Minciencias) (Tabla 5.7.).

Tabla 5.7. Procesos del clúster de empresas privadas, CDT y academia

Aspecto	Descripción
Objetivo	Poner al servicio del desarrollo nacional, comercial, industrial y agrícola las capacidades del Sector Defensa.
Alcance	Aplica para los procesos de desarrollo, adaptación, apropiación, innovación y formación que vinculan a las instituciones del sector defensa y su entorno.
Principales procedimientos	<p>Potenciar las siguientes capacidades:</p> <p>Vigilancia: supervisión del entorno con el objetivo de conocer tendencias a nivel regional y global sobre un área de conocimiento en particular.</p> <p>Prospectiva: previsión de situaciones o escenarios con base en un estudio riguroso de causas ambientales, políticas, técnicas, sociales, legales, económicas, etc.</p> <p>Tecnología dual: desarrollo uso y divulgación de tecnología que pueda ser en el ámbito militar y el civil.</p> <p>Protección intelectual: proceso donde se distinguen aquellos atributos sobre los cuales se obtiene una ventaja particular que resulta atractiva para el mercado.</p> <p>Se deben articular las áreas técnicas con las legales, determinando qué es susceptible de ser protegido.</p>
Participantes	<p>ENAP, ENSUB</p> <p>Empresas del grupo GSED: COTECMAR, Dimar, Codaltec, CIAC., universidades y centros de educación</p> <p>Centros de desarrollo tecnológico</p> <p>Clúster de empresas sector privado</p>

Fuente: elaboración propia.

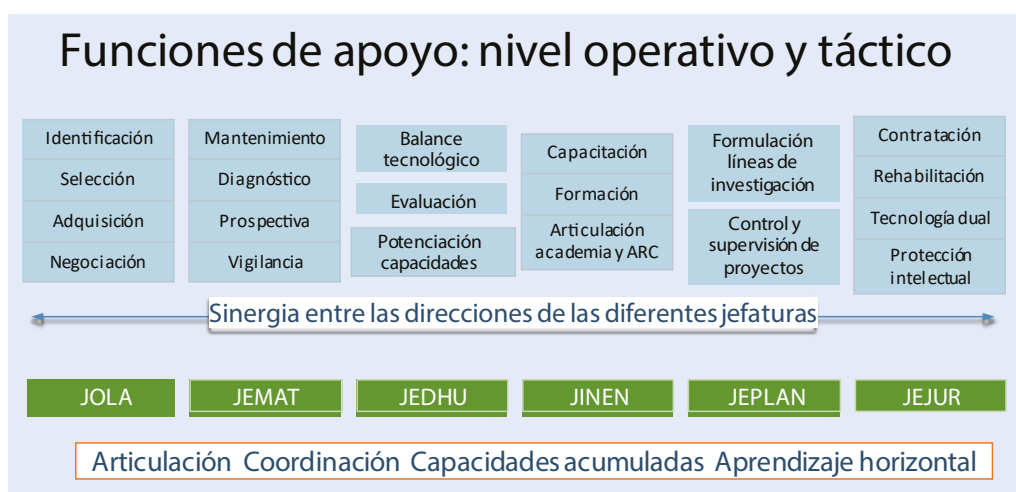
Sin duda, la formulación de estos proyectos puede impulsar la economía mediante la generación de tecnologías duales y, a su vez, pueden visibilizar problemas de la sociedad civil que pueden ser apoyados por las instituciones del sector. El modelo conceptual propuesto por el Ministerio de Defensa Nacional y la Universidad del Rosario (2010) sugiere que es necesario alinear el sistema de gestión de la ciencia, tecnología e innovación con el sistema nacional que coordina Colciencias (actual Minciencias).

Como componente adicional, se menciona el papel que tienen las empresas del GSED. Para la ARC, la alianza con COTECMAR ha sido vital desde su fundación, siendo esta corporación un referente de GTI para todo el sector. Es de vital importancia que los procesos con esta organización se fortalezcan y a su vez sirvan de ejemplo para las demás organizaciones que hacen parte de este grupo.

## 2. *Bloque de sistema de apoyo logístico*

Por analogía para la apropiación de la GTI sería equivalente a las funciones de apoyo. Existen 6 jefaturas al interior de la ARC, que tienen funciones de apoyo a la operación de la fuerza. Cada jefatura distribuye sus actividades y su mando en direcciones y oficinas (Figura 5.14. y Tabla 5.8.).

**Figura 5.14.** Bloque de funciones de apoyo



Fuente: elaboración propia.



**Tabla 5.8.** Procesos de las funciones de apoyo

Aspecto	Descripción
Objetivo	Fortalecer las capacidades de la Fuerza y mejorar la disponibilidad de material naval.
Alcance	Aplica para los procesos de modernización, gestión de proyectos y funciones de apoyo desplegadas por las jefaturas correspondientes.
	Identificación: caracterización y ubicación de un bien o servicio particular requerido por la institución. Selección: proceso fundamentado en el cual se escoge una opción sobre otras al valorar y ponderar de forma integral los beneficios de los que se dispondrán con su adquisición. Adquisición: compra, asimilación y apropiación de un bien o servicio en particular.
Principales procedimientos	Negociación: proceso en el cual se limitan y establecen los acuerdos entre un proveedor y la Fuerza. Contratación: proceso donde se formalizan los acuerdos establecidos entre dos partes y se alinean con los exigidos por la ley. Balance tecnológico: desarrollo de inventario de bienes de base tecnológica de los que dispone la institución. Evaluación: proceso en el que se pondera el comportamiento de una tecnología en particular frente a unos atributos y entornos específicos.
Participantes	DICOMEX, DIEF, DIANE, DITIC, DINA, DIMAT, DITEC, DICI, JUCLA, DIEDU, DIDOC, DICYT, DPROI, DIVIM, DDEHU, DIACO

\*Participante<sup>2</sup> - Fuente: elaboración propia.

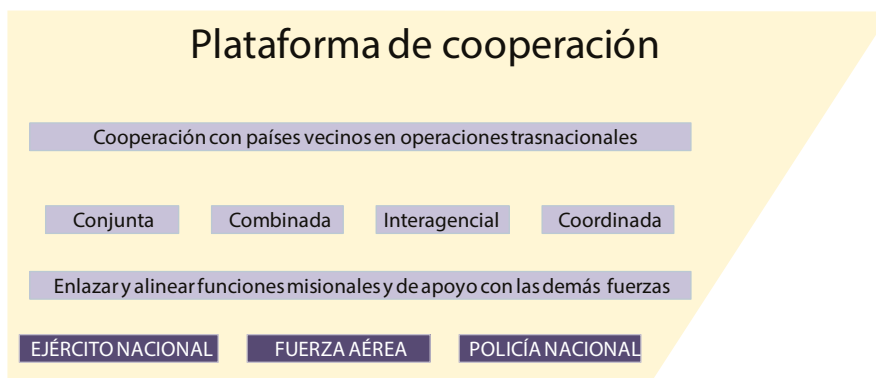
### 3. *Bloque de armamento principal*

Por analogía para la apropiación de la GTI sería equivalente a plataforma de cooperación. Dentro de los objetivos del plan estratégico militar, se plantea que las instituciones que están bajo el mando del CGFM tienen que adquirir la naturaleza conjunta, combinada, interagencial y coordinada. El “plan púrpura”, que inició a mediados de la década pasada, creó las fuerzas especiales que combinaban las mejores habilidades de cada institución. En los grupos focales de sensibilización, los comandantes de la Fuerza expresaron que esta unión llevó al Sector Defensa a dar los golpes más contundentes en lo corrido de este siglo, lo que permitió debilitar estratégicamente a los grupos al margen de la ley. Se ubica en la proa

2 DICOMEX: Dirección Comercio Exterior. DIEF: Dirección de Economía y Finanzas. DIANE: Dirección de Armas Navales y Electrónica. DITIC: Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones. DINA: Dirección de Ingeniería Naval. DIMAT: Dirección General de Material Naval. DITEC: Dirección de Tecnología. DICI: Dirección de Construcciones e Infraestructura. JUCLA: Junta Clasificadora de la Jefatura de Desarrollo Humano (JEDHU). DIEDU: Dirección de Educación. DIDOC: Dirección de Doctrina. DICYT: Dirección de Ciencia y Tecnología. DPROI: Dirección de Proyectos Institucionales. DIVIM: Dirección de Víctimas y Memoria Histórica. DDEHU: Dirección de Derechos Humanos y Derecho Internacional Humanitario. DIACO: Dirección de Asuntos Jurídicos Contractuales.

del buque (Figura 5.15.) donde se ubica el cañón principal, entendiendo que, para organizaciones criminales cada vez más complejas, se requiere que todas las instituciones se integren bajo la naturaleza descrita por el CGFM.

Figura 5.15. Bloque de plataforma de cooperación



Fuente: elaboración propia.

Los retos asociados con la interdicción, la disuasión de grupos criminales organizados, la prevención de atentados terroristas y la atención a calamidades producidas por emergencias ambientales relacionadas con la ayuda humanitaria requieren de la integración de las fuerzas. De forma similar a como se han ido integrando las diferentes fuerzas en torno a operaciones, es deseable fortalecer los espacios de formación desde las instituciones de educación superior y las empresas pertenecientes al GSED.

Finalmente, se menciona la importancia de trabajar de forma conjunta con otros Gobiernos, intercambiando conocimientos adquiridos por ambas partes y que fortalezcan e incrementen las capacidades de ambas fuerzas. Las organizaciones criminales han incrementado su campo de acción teniendo presencia transnacional. Las fronteras han sido un fortín de guerra para estos grupos criminales que se amparan en la soberanía del país vecino. Para contrarrestar esto, se hace indispensable que el sector defensa coopere con sus homólogos con el objetivo de desarticular estos grupos.

#### 4. Bloque de sistema de gestión del combate

Por analogía para la apropiación de la GTI sería equivalente funciones misionales. En este bloque se incluyen las demás direcciones y oficinas, relacionadas de forma directa con la misión de la fuerza. Las 3 jefaturas (Jona, Jina y Cimar) que no aparecen en el bloque de funciones de apoyo, están en este bloque (Figura 5.16.).

Figura 5.16. Bloque de funciones misionales



Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.9. Procesos de las funciones misionales

Aspecto	Descripción
Objetivo	Brindar herramientas que apoyen la ejecución de las operaciones propias de la ARC, fortaleciendo el poder marítimo y contribuyendo con el incremento de la presencia del Estado a lo largo del territorio nacional.
Alcance	Aplica para los procesos de articulación y toma de decisiones por parte de los departamentos de gestión tecnológica e innovación y la implementación y uso de tecnología en el despliegue de operaciones de la Fuerza.
Principales procedimientos	Planeación: apoyar los procesos de planeación implementados por las diferentes oficinas de ARC mediante el uso adecuado de la tecnología, visibilizando oportunidades y limitaciones en la ejecución. Ejecución de operaciones relacionadas con la misionalidad: brinda herramientas que permitan la identificación, desarrollo y/o explotación de herramientas tecnológicas que benefician la ejecución de actividades desarrolladas por las diferentes dependencias de la ARC e instituciones aliadas en el desempeño de su institucionalidad. Coordinación de escuelas de formación: trazar las líneas de investigación en las escuelas de formación, para que se articulen con las necesidades propias de la Fuerza y los recursos disponibles tanto en las escuelas de formación como en la ARC.

Aspecto	Descripción
Principales procedimientos	<p>Realimentación del uso y explotación de la tecnología: detección de posibilidades de mejora, deficiencias técnicas, fragilidad en la implementación y manejo de niveles de priorización y vulnerabilidad de la tecnología en los diferentes campos de acción de la ARC.</p> <p>Detección de ideas susceptibles a innovación: extracción de ideas producto del desarrollo de las operaciones propias de la Fuerza que pueden materializarse como innovaciones tecnológicas al interior de la ARC, en el grupo GSED o en la Industria Militar.</p> <p>Fomentar actividades que promuevan la I+D+i: promover la creación y consolidación de grupos de investigación avalados por Colciencias (actual Minciencias). Incrementar los proyectos de investigación y extensión desarrollados en la Fuerza.</p> <p>SopORTE en procesos administrativos: apoyo en procesos de suministro logístico para las fuerzas. Uso de herramientas tecnológicas que consoliden y formalicen los procesos desarrollados en cada base naval.</p>
Participantes	<p>Planeación: Oficina de Planeación - OPLAON, Oficina de Asuntos Internacionales - OFAIN, Oficina de Planeación de la Infantería de Marina - OPLAIM, Oficina de Planeación Logística - OPLAL, Oficina de Planeación de Material Naval - OPLAMA, Oficina de Planeación de Desarrollo Humano - OPLADHU, Oficina de Planeación de Educación Naval - OPLANED, Dirección de Planeación Estratégica - DPLAE, Oficina de Planeación Jurídica - OPLAJUR, Oficina de Planeación Inspección General - OPLAIG.</p> <p>Operaciones relacionadas con misionalidad: Dirección de Operaciones Navales - DIONA, Dirección de Acción Integral - DACIN, Dirección de Comunicaciones - DICOM, Comando Flota Naval - COFNA, Comando de Aviación Naval - CAVNA, Dirección de Inteligencia Naval - DINAV, Dirección de Contrainteligencia - DICOI, Dirección Administrativa de Inteligencia Naval - DADIN, Dirección de Cibernética Naval - DICIB.</p> <p>Coordinación escuelas de formación: Escuela de Inteligencia Naval - ESIN, Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - ENAP, Escuela Naval de Suboficiales ARC Barranquilla - ENSB, Escuela Formación De Infantería De Marina - EFIM.</p> <p>Realimentación del uso y explotación de la tecnología: Fuerza Naval del Caribe - FNC, Fuerza Naval del Pacífico - FNP, Fuerza Naval del Sur - FNS y Fuerza Naval del Oriente - FNO.</p> <p>Detección de ideas susceptibles a generar innovación: Escuela de Inteligencia Naval - ESIN, Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - ENAP, Fuerza Naval del Caribe - FNC, Fuerza Naval del Pacífico - FNP, Escuela Naval de Suboficiales ARC Barranquilla - ENSB, Escuela Formación De Infantería De Marina - EFIM, Fuerza Naval del Sur - FNS, Fuerza Naval del Oriente - FNO</p> <p>Fomentar actividades que promuevan la I+D+i en la ARC: Escuela de Inteligencia Naval - ESIN, Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - ENAP, Fuerza Naval del Caribe - FNC, Fuerza Naval del Pacífico - FNP, Escuela Naval de Suboficiales ARC Barranquilla - ENSB, Escuela Formación De Infantería De Marina - EFIM, Fuerza Naval del Sur - FNS, Fuerza Naval del Oriente - FNO</p> <p>SopORTE en procesos administrativos: Comando Logístico Naval - COLOGNA y Dirección de Inspecciones - DINSP</p>

Fuente: elaboración propia.

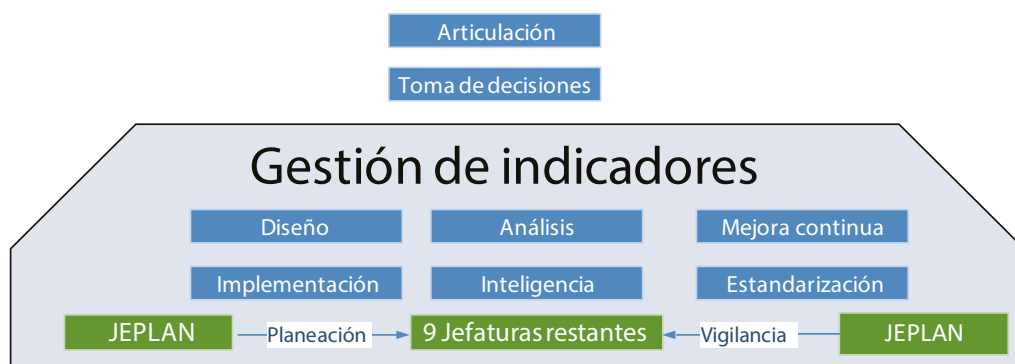
Se propone la creación de una especialidad en gestión tecnológica atendiendo el ejemplo dado por la Fuerza Aérea, de forma que se establezca un plan carrera en la ARC y se distribuyan a lo ancho de todo el personal capacitado de la Fuerza que contribuya con la adquisición de datos y el apoyo en la toma de decisiones en los tres niveles de mando.

### 5. Bloque de puente de mando

Por analogía para la apropiación de la GTI sería equivalente a gestión de indicadores. La gestión de indicadores involucrados con la GTI debe realizarse dentro de 3 niveles de mando, los indicadores deben ser el insumo del mando inmediatamente superior de quien lo recoge.

La matriz del plan de acción de la Armada Nacional (Comando Armada Nacional, 2016; ARC-JEPLAN, 2015) es un documento que se construye con el objetivo de coordinar las diferentes direcciones y oficinas de la ARC, y que detalla el nivel de mando que tiene el indicador y el tipo de indicador (efectividad, eficiencia o eficacia). A partir de la revisión de la modificación a modelos internacionales de gestión tecnológica, se plantea que estos indicadores sean revisados en el corto plazo, contrastando la meta con el valor medido. Adicionalmente, ingresar un estudio de vigilancia tecnológica que recoja un estudio de patentes y artículos publicados en torno a los temas pertinentes a la tecnología dura y a un ejercicio de análisis comparativo (benchmarking) con fuerzas homólogas. De este modo se modifica el modelo estático por uno dinámico donde se han incluido las tendencias del entorno (Figura 5.17. y Tabla 5.10.).

**Figura 5.17.** Bloque de gestión de indicadores



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se encuentra la Inspección General de la Armada (IGAR), la cual tiene como función el control y la inspección interna de las jefaturas. Por tal motivo, la IGAR estará supervisando de forma continua el comportamiento de las tropas y remitirá las anomalías a las dependencias

correspondientes. El puente de mando se relaciona con la gestión de Indicadores debido a que en un buque en esta zona se leen las cartas navales y se da dirección al buque. Se han detectado 6 procesos en los que la Armada puede aprovechar a profundidad la gestión de indicadores.

**Tabla 5.10.** Procesos de la gestión de indicadores

Aspecto	Descripción
Objetivo	Adquisición de información relevante que evidencie el comportamiento de la ARC para garantizar el cumplimiento de metas y objetivos delimitados en el Plan Estratégico Naval y su alineación con el Plan Estratégico Militar.
Alcance	Aplica para los procesos de inspección, medición, supervisión y monitorización al interior de la ARC. Desde los departamentos de gestión tecnológica y de la innovación se apoya la selección de tecnología con el objetivo de afectar favorablemente las mediciones a nivel operacional e incrementar la adquisición de dicha información.
Principales procedimientos	Diseño: fortalecer los procesos de diseño de buques en el plan de modernización de la flota que se desarrolla en coordinación con COTECMAR. Implementación: valorar el desempeño y conveniencia en el uso y explotación de nuevas tecnologías y el incremento en indicadores de eficiencia, eficacia o efectividad. Análisis: capacidad de escoger la información relevante de la incipiente y de percibir qué atributos generan valor agregado. Inteligencia: capacidad de tomar una pieza de información y asimilarla para beneficio bajo el contexto propio mejora continua. El uso de indicadores, sin duda, permite obtener trazabilidad de las decisiones tomadas y los resultados obtenidos. Con el propósito de tener continuidad en la mejora de procesos y productos de forma incremental. Estandarización: identificación de cuáles procesos y productos están sujetos a la formalización mediante un estándar.
Participantes	Inspección General Armada Nacional (IGAR) Jefatura de planeación (Jeplan). Jefaturas restantes, encargadas de ejecutar el proceso de medición de indicadores asignados por Jeplan en la matriz de plan de acción de la ARC.

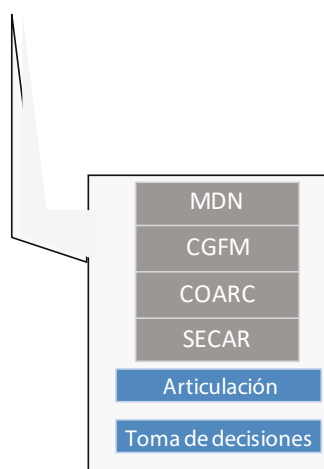
Fuente: elaboración propia.

## 6. Bloque de sensores

Por analogía para la apropiación de la GTI sería equivalente al nivel estratégico. Desde el 2015, cuando se emitió la guía de planeamiento estratégico del Ministerio de Defensa y el Plan Estratégico Militar 2030, se formalizó que las instituciones pertenecientes al Sector Defensa deben ajustar sus objetivos con el lineamiento de estos dos documentos. Cada institución debe emitir cada cuatrienio (cambio de Gobierno) el plan estratégico, con el cual se compromete a trazar los objetivos a cumplir a

mediano y corto plazo. Para este nivel, la analogía se ha asumido desde los radares del buque, debido a que ellos son los encargados de fijar y seguir el objetivo. El primer y segundo comandantes de la ARC son los encargados de dirigir a sus almirantes más inmediatos, quienes realimentan desde los indicadores de impacto y seguimiento la efectividad de la estrategia llevada a cabo (Figura 5.18. y Tabla 5.11.).

**Figura 5.18.** Bloque de nivel estratégico ARC



**Fuente:** elaboración propia.

Toda la metodología desplegada en las secciones anteriores busca apoyar el proceso de toma de decisiones estratégicas que fundamentadas en otras habilidades, como la intuición o la experiencia, eleven la eficiencia y la efectividad de las operaciones, disminuyendo el riesgo y los costos asociados a la ejecución de estas. Del mismo modo, busca brindar puentes de comunicación e información tanto al interior de la fuerza como a los mandos superiores (MDN y CGFM) que permitan articular con otras instituciones al interior del Sector Defensa.

**Tabla 5.11.** Procesos del nivel estratégico

Aspecto	Descripción
Objetivo	Otorgar información relevante y sintetizada a los niveles de mando y toma de decisiones.
Alcance	Aplica para los procesos de articulación y toma de decisiones por parte de los departamentos de gestión tecnológica y de la innovación y la implementación y uso de tecnología en el despliegue de operaciones de la Fuerza.
Principales procedimientos	Toma de decisiones: brindar herramientas que permitan evidenciar las ventajas o inconvenientes que surgen del uso particular de una herramienta tecnológica. Se constituye como una función de apoyo transversal a los procesos de la Fuerza, orientada a la consecución de ventajas estratégicas. Articulación: corresponde a la asignación de tareas específicas que permean los niveles de mando a través de la Fuerza, buscando potenciar las virtudes de cada Fuerza.
Participantes	Unidad de gestión de tecnología del Ministerio de Defensa Nacional. Dirección de ciencia y tecnología del Comando General de las Fuerzas Militares. Comando Armada Nacional. Segundo Comando Armada y Jefatura de Estado Mayor

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Modelo conceptual para la apropiación de GTI en la Armada Nacional

La gestión tecnológica y de la innovación es un elemento que forma parte de la gestión integral y sistémica en aquellas organizaciones que quieren tener una ventaja estratégica. En el caso de las instituciones militares es necesario comprender cuáles son los elementos estratégicos que las orientan y qué rol tiene la GTI en estas instituciones. En el caso de Colombia, la visión 2030 del Comando General de las Fuerzas Militares es un punto de partida que permite comprender cuál es la estrategia a largo plazo para las instituciones castrenses. En ella, se establece en relación con la GTI que las Fuerzas Militares pretenden ser modernas en equipos y tecnología, lo cual les ayudará a obtener una capacidad disuasiva interoperable y exitosa, que logrará contribuir a las capacidades de crecimiento de la nación y para ser referentes internacionales (Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia, 2015Rodríguez Barragán, 2016).

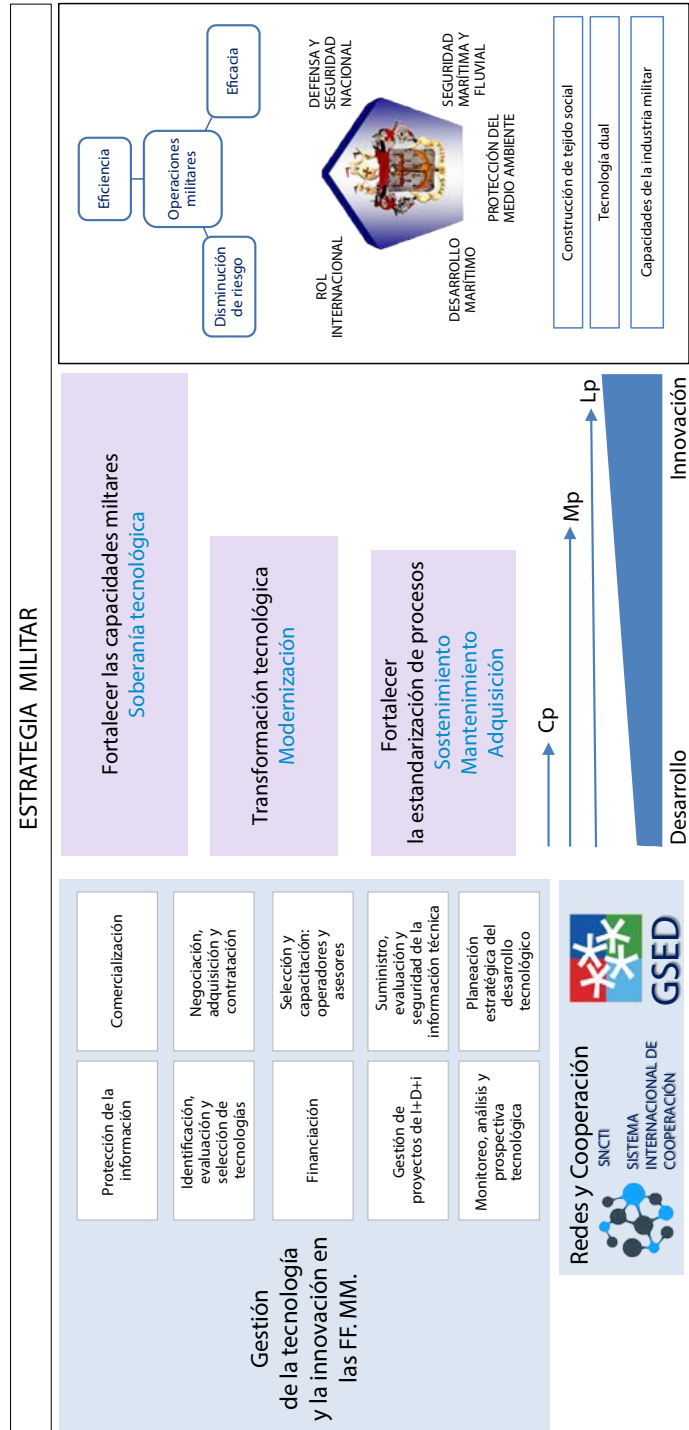


### **5.3.1. Marco referencial para la apropiación de la gestión tecnológica y de la innovación (GTI) en las FF. MM.**

La importancia de la GTI para lograr ventaja estratégica en las operaciones militares lleva a que sea necesario analizar las premisas y contextos de la GTI, así como los elementos involucrados y la interacción entre ellos. En la Figura 5.19. se integra la estrategia militar con los elementos de la GTI en las FF. MM., la cual, a su vez, involucra procesos como la protección de la información, identificación, evaluación y selección de tecnologías, la financiación, la gestión de proyectos I+D+i, el monitoreo, análisis y prospectiva tecnológica, la comercialización, la negociación, adquisición y contratación, la selección y capacitación de operadores y asesores, el suministro, evaluación y seguridad de información técnica y la planeación estratégica del desarrollo tecnológico.

La gestión de cada uno de los elementos que forman parte de la tecnología y la innovación permite fortalecer las capacidades militares con el propósito de lograr soberanía tecnológica en el largo plazo. Además, ayuda a lograr que en el mediano plazo se pueda modernizar la tecnología, lo cual ha sido definido como elemento clave en la visión 2030 de las FF. MM. También posibilita fortalecer la estandarización de procesos en el corto plazo. Toda esta gestión favorece a que se desarrollen operaciones militares más eficientes, eficaces y con disminución del riesgo. Lo anterior se sintoniza, a su vez, con la estrategia pentagonal establecida por la Armada Nacional.

Figura 5.19. Modelo de GTI para la ARC



Fuente: elaboración propia.

## Referencias

- Aba, E. K.; Badar, M. A.; Hayden, M. A. (2016). Impact of ISO 9001 certification on firms financial operating performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 33(1), 78-89. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2014-0021>
- Armada Nacional de Colombia (2014) Directiva Transitoria No 005 MD-CGFM-CAR-MA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-23-2. [https://marinanet.armada.mil.co/system/files/basicpagefiles/Directiva de Proyectos 005 Lineamientos Generales.pdf](https://marinanet.armada.mil.co/system/files/basicpagefiles/Directiva%20de%20Proyectos%20005%20Lineamientos%20Generales.pdf)
- Banco Mundial. (2017). *Gasto militar (% del PIB) – Colombia*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/MS.MIL.XPND.GD.ZS?locations=CO-XC>
- Barbazette, J. (2005). *Training Needs Assessment: Methods, Tools, and Techniques*. Pfeiffer.
- Barjau, E. (2006). Planeación de tecnología. *Cuadernos de gestión de tecnología*. [http://www.contactopyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP2005-1521/cuaderno\\_de\\_planeacion\\_de\\_tecnologia.pdf](http://www.contactopyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP2005-1521/cuaderno_de_planeacion_de_tecnologia.pdf)
- Betz, F. (2011). *Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change* (Third Edition). Jhon Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470927564>
- Calderón, F. R. (2016). *El estándar ISO y su aportación al proceso de calidad del desarrollo del software*. [Trabajo final]. Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Universidad Abierta de Cataluña. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/53422/8/fcalderonmTFC0616memoria.pdf>
- CEF (2017). *Centro de entrenamiento de la flota*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/7484>
- Cendales, J (2018). *Metodología de gestión tecnológica e innovación para las instituciones del sector defensa en un entorno de posacuerdo*. [Trabajo de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. No publicado.
- Chacín, L. (2010). Tecnología de la información como apoyo al proceso para la toma de decisiones gerenciales en organizaciones del sector eléctrico de Venezuela. *Revista Espacios*, v. 31, n. 2, 11-15. [www.revistaespacios.com/a10v31n02/10310231.html](http://www.revistaespacios.com/a10v31n02/10310231.html)
- Chanaron, J. J. (2013). Innovation Valuation: Guesswork or Formalized Framework? A Literature Review. En: K. B. Akhilesh (Ed.), *Emerging Dimensions of Technology Management* (pp. 17–33). Springer India. [http://dx.doi.org/10.1007/978-81-322-0792-4\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-81-322-0792-4_2)
- Collier, P.; Hoeffler, A. (2006). Military Expenditure in Post-Conflict Societies. *Economics of Governance*, v. 7, 89-107. <https://doi.org/10.1007/s10101-004-0091-9>
- Comando Armada Nacional (2016). *Plan de acción institucional 2016*. [https://www.armada.mil.co/sites/default/files/plan\\_de\\_accion\\_arc\\_2016.pdf](https://www.armada.mil.co/sites/default/files/plan_de_accion_arc_2016.pdf)

- Comando General de las Fuerzas Militares de Colombia. (2015). *Plan estratégico militar 2030. PEM 2030*. [https://www.fac.mil.co/sites/default/files/plan\\_estrategico\\_militar\\_2030.pdf](https://www.fac.mil.co/sites/default/files/plan_estrategico_militar_2030.pdf)
- DARET. (2017). *Departamento de Armas Navales y Electrónica*. <https://marinanet.armada.mil.co/node/3552>
- Debusa (2017). *El Departamento de Buceo y Salvamento de la Armada Nacional celebra su Aniversario*. [www.armada.mil.co/es/content/el-departamento-de-buceo-y-salvamento-de-la-armada-nacional-celebra-su-aniversario](http://www.armada.mil.co/es/content/el-departamento-de-buceo-y-salvamento-de-la-armada-nacional-celebra-su-aniversario)
- Deming, W. E. (1989). *Calidad Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos.
- Díaz Vásquez, J. C. (2012). Regulación y normatividad en Colombia para fomentar la competitividad en mercados internacionales. *Revista de Negocios Internacionales*, v. 5, n. 1, 145-146. <https://core.ac.uk/reader/290649908>
- Emavi (2017). *Quiénes somos*. <https://www.cgfm.mil.co/es/quienes-somos>
- Enap (2016). *Portafolio de Investigación, Desarrollo e Innovación*. Escuela Naval Almirante Padilla. [https://www.escuelanaval.edu.co/sites/default/files/portafolios/Portafolio\\_CICEN%202016.pdf](https://www.escuelanaval.edu.co/sites/default/files/portafolios/Portafolio_CICEN%202016.pdf)
- Gaynor, G. (2014). Execution: Improving On-Time Performance. *IEEE Engineering Management Review*, v. 42, n. 4, 2. <https://doi.org/10.1109/EMR.2014.2364651>
- Jaramillo Marín, J. (2015). Perspectivas comparadas de la presencia de la policía durante el conflicto y posconflicto: Los casos de Guatemala, El Salvador, Irlanda del Norte, Afganistán y República del Sur de Sudan. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia Y Seguridad*, v. 10, n. 1, 181-202. <https://doi.org/10.18359/ries.368>
- Malekzadeh, A. R., Bickford, D., & Spital, F. (1989). Integrating Environment, Competitive Strategy, and Structure with Technology Strategy: The Strategic Configurations. *Academy of Management Proceedings*, v. 1989, n. 1, 27-31. <https://doi.org/10.5465/AMB-PP.1989.4977875>
- March, J. G. (1991). *Exploration and Exploitation in Organizational Learning*. *Organization Science*, v. 2, n. 1, 71-87. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>
- Ministerio de Defensa Nacional y Universidad del Rosario. (2010). *Diseño del Modelo de Gestión Tecnológica en el Sector Defensa. Informe parcial Fase I del proyecto sobre la Implantación del Sistema de Gestión Tecnológica*. Contrato Ministerio de Defensa-Universidad del Rosario. Informe no publicado.
- Ortiz Pabón, E.; Nagles García, N. (2013). *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. Universidad EAN.

- Piedrahita, E. (2005). La evaluación de tecnología, un proceso estratégico y estocástico. *Revista EIA*, v. 2, n. 3, 69-81. <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/140>
- Rodríguez de la Rosa, L. G. & Palacios, S. N. (2015). Paz, posconflicto y sus elementos característicos. Un acercamiento conceptual. *Revista Ciencias humanas*, v. 12, n. 1, 81-93. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/CienciasHumanas/article/view/2080/1815>
- Schlie, Theodore (1999). La Contribución de la Tecnología a la Ventaja Competitiva. En: G. H. Gaynor (editor), *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*. Tomo I. Editorial McGraw-Hill.
- Sumanth, D.; Sumanth, J. (1999). El enfoque de ciclo de la tecnología a la gestión tecnológica. En G. H. Gaynor (editor), *Manual de gestión en tecnología: Una estrategia para la competitividad de la empresa*, Tomo I, (pp. 47-62). McGraw-Hill.
- Takahashi, V.P. & Takahashi, S. (2005). Um Modelo de Transferência de Conhecimento Tecnológico: Aplicação na Indústria Farmacêutica. *XI Seminario Latino-iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC*. Octubre, Salvador de Bahía, Brasil. <https://repositorio.usp.br/item/002186238>
- Van Wyk, Rias J. (1990). *Technology analysis and R&D management*. *R&D Management*, 20(3), 257-261. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1990.tb00715.x>

# CAPÍTULO 6

## CASO DE ESTUDIO: GESTIÓN TECNOLÓGICA Y DE LA INNOVACIÓN EN LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA (ARC)<sup>1</sup>

Breyner Jiménez Navia  
*Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional Armada Nacional de Colombia*  
[breyner.jimenez@armada.mil.co](mailto:breyner.jimenez@armada.mil.co)

Juan Felipe Herrera Vargas  
*Magíster en Gestión Tecnológica Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
[juanherrera@itm.edu.co](mailto:juanherrera@itm.edu.co)

Juan Fernando Pérez Pérez  
*Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional.*  
*Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
[juanfdomurillo@gmail.com](mailto:juanfdomurillo@gmail.com)

Laura Marcela Gaviria Yepes  
*Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional.*  
*Instituto Tecnológico Metropolitano ITM*  
[llauragaviria133989@correo.itm.edu.co](mailto:llauragaviria133989@correo.itm.edu.co)

Karen Cristina Hormecheas Tapia  
*Ingeniera Industrial*  
*Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín*  
[kchormecheat@unal.edu.co](mailto:kchormecheat@unal.edu.co)

Óscar Fernando Castellanos Domínguez  
*Doctor en Química*  
*Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*  
[ofcastellanosd@unal.edu.co](mailto:ofcastellanosd@unal.edu.co)

<sup>1</sup> En el capítulo 5, a partir de la propuesta para el fortalecimiento institucional de la GTI y su analogía con los buques de la ARC, finalmente se llegó al modelo de GTI para la Armada Nacional. A partir de estos resultados, en este capítulo se presenta y describe la metodología propuesta para las Fuerzas Militares de Colombia y, como caso de estudio, la ARC.

En primer lugar, se hace referencia al alcance conceptual de una metodología, sus componentes y características. En esa sección, se incluyen los elementos organizacionales de la ARC y la propuesta de apropiación de la GTI en las FF. MM., a partir de su estrategia organizacional. Posteriormente, se definen la dinamización de las funciones de la GTI en el marco del mapa de procesos de la ARC como propuesta metodológica para la gestión tecnológica y de la innovación. En ese sentido, se hace una caracterización para cada uno de los subprocesos propuestos y su relación con los procesos de la Armada Nacional de Colombia. Finalmente, se incluye la propuesta de formación del personal de la Armada Nacional de Colombia para el adecuado desarrollo de los elementos asociados a la gestión tecnológica y de la Innovación. Esta propuesta se enmarca en 4 fases que permitirán el desarrollo de capacidades de GTI en la ARC, tales como: sensibilización, diagnóstico, desarrollo y evaluación.

## **6.1. Metodología de GTI en instituciones militares: caso ARC**

Una metodología es el conjunto de técnicas, procesos y procedimientos, coherentes y ordenados para alcanzar los objetivos institucionales de manera eficaz y eficiente. La definición se concertó en varios espacios de cocreación realizados en el marco del presente proyecto de investigación, donde participaron investigadores de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) y algunos miembros de la Armada Nacional (ARC), quienes proponen una metodología para gestionar la tecnología y la Innovación en la ARC, alineada al Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) de la misma entidad.

Implementar este tipo de sistemas aumenta las capacidades de gestión de las organizaciones y favorece el desarrollo de innovaciones en los procesos organizacionales (Ratnasingam et al., 2013; Llach et al., 2011). Aunque algunos autores estudian la gestión de la calidad y la gestión la tecnología y la innovación de manera independiente, e incluso proponen que las organizaciones deben escoger una de las dos, lo cierto es que se ha demostrado que los sistemas de gestión de la calidad (SGC) favorecen las innovaciones incrementales y las radicales a largo plazo (El Manzani et al., 2019), pero es necesario articular la gestión tecnológica y de la innovación (GTI) con los sistemas integrados de la organización, por medio del establecimiento de una serie de procesos, que en su conjunto, influyan en el incremento del desempeño de la institución (Maier et al., 2017).

Las instituciones del Sector Defensa no son ajenas al SGC y los beneficios que este les puede traer. Por ejemplo, Thomas (2006) resalta que el SGC ha ayudado a la industria aeronáutica de defensa india a ser más competitiva porque les ha permitido desarrollar productos de calidad, apuntando siempre a certificaciones aeronáuticas de partes, procesos y sistemas. Por su parte, Wilson et al., (2018), evidencian que la forma como funcionan las instituciones militares facilita la puesta en marcha del SGC, dado que se articula con la política, doctrina y conceptos. En la parte de política, se establecen los principios de calidad y lo que se quiere lograr. Con la doctrina, se elaboran



estándares que, al implementarse, van a permitir alcanzar los objetivos. Los conceptos se relacionan con el constante proceso de probar ideas que, de resultar favorable, pasan a la doctrina.

En el caso específico de la Armada Nacional, desde el año 2006 inició el proceso de implementación del sistema de gestión de la calidad, pero solo hasta el año 2008 logró la certificación por parte del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), lo cual le ha permitido articular el sistema con otros instrumentos estatales como el MECI<sup>2</sup>, el SISTEDA<sup>3</sup>, y el MIPG<sup>4</sup>, además han realizado las actualizaciones pertinentes de la Norma NTC-ISO 9001 (Armada Nacional de Colombia, 2017).

Respecto a los procesos de GTI, se hace evidente que es importante para la institución como un objetivo en el mapa estratégico naval, como se observa en la Figura 6.1., dentro de la perspectiva potencial, que se define como el soporte para las operaciones que permiten el cumplimiento de la estrategia, se reconoce la necesidad de Incrementar la investigación, desarrollo e innovación del poder naval para realizar operaciones eficientes que contribuyan a alcanzar aspectos de independencia tecnológica; estos elementos no aparecen de forma explícita dentro de los procesos de la institución, lo cual no permitirá que exista apropiación adecuada de la GTI.

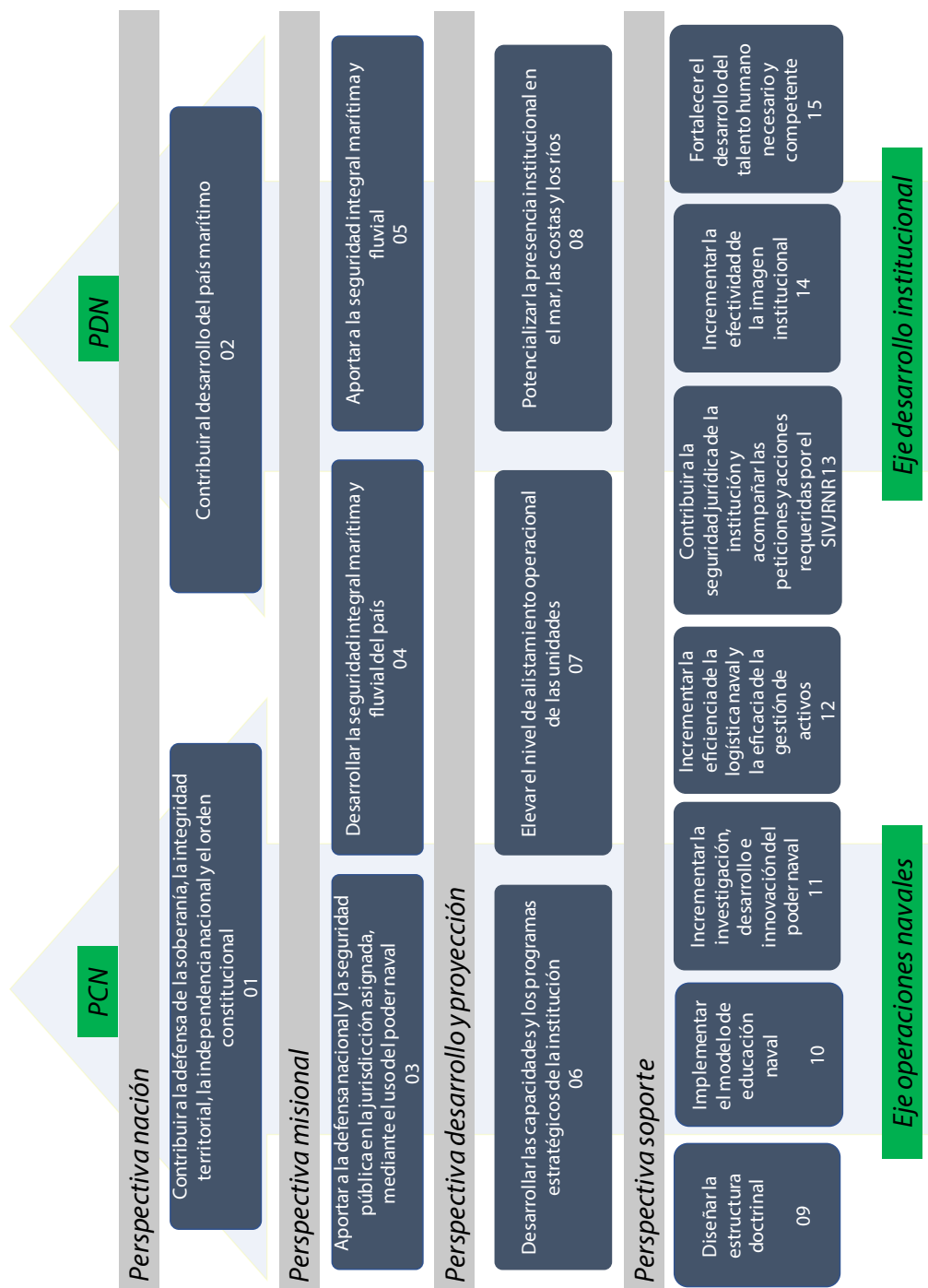
---

2 MECI: Modelo Estándar de Control Interno.

3 SISTEDA: Sistema de Desarrollo Administrativo.

4 MIPG: Modelo Integrado de Planeación y Gestión.

Figura 6.1. Mapa estratégico naval ARC



Fuente: Armada Nacional de Colombia, 2017.

Por lo anterior, se propone una metodología para la gestión de la tecnología y la innovación que consta de cuatro componentes. El primero, hace referencia a la apropiación conceptual de GTI en las FF. MM., el segundo se relaciona con la creación de un proceso de GTI en el mapa de procesos de la ARC, el tercero se denomina “dinamización de las funciones de la GTI en la ARC” y, finalmente, el cuarto elemento se refiere a la instrumentalización de la metodología mediante la caracterización de los subprocesos propuestos.

## **6.2. Apropiación conceptual de GTI en las FF. MM.**

En el caso particular de la Armada Nacional, en el Plan Estratégico Naval 2015-2018 se destaca que se tienen como objetivos estratégicos la modernización del Sector Defensa, contar con autonomía estratégica y capacidad disuasiva, potenciar la capacidad tecnológica y de I+D+i Naval, alcanzar y mantener superioridad en todas las operaciones (Santamaría, 2015).

A continuación, se describe la evolución en la construcción del modelo de apropiación de la gti en las FF. MM.. Inicialmente, los ejecutores del proyecto, ITM, Jemat de ARC y UN, elaboraron de manera conjunta una primera aproximación al modelo que retomaba la gestión estratégica de las Fuerzas Militares (Figura 6.2.). Como primera medida, se presentó el contexto global y nacional como un elemento que condiciona la estrategia militar, puesto que, dependiendo de la lectura del entorno, es posible definir el planteamiento y direccionamiento que guía el actuar de las instituciones militares. A su vez, la estrategia militar es el referente bajo el cual funcionan los pilares de la institución, como son la inteligencia militar, las capacidades y la competencia de la doctrina, los cuales posibilitan realizar operaciones militares que ayudan a cumplir la misión y objetivos estratégicos de estas instituciones.

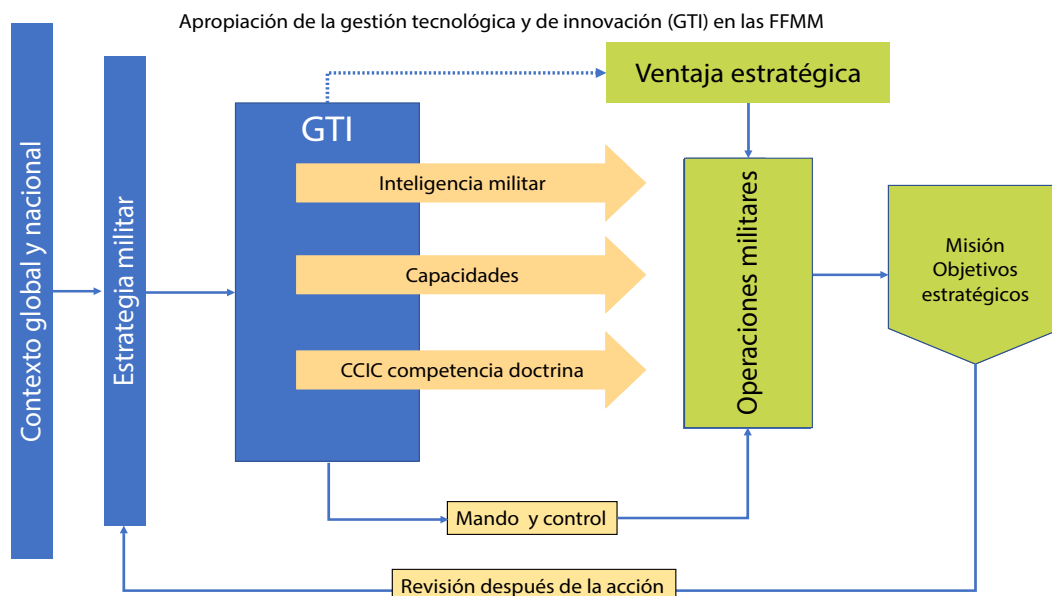
La inteligencia militar se entiende como el sistema que integra las capacidades de inteligencia, contrainteligencia (abierta y encubierta), ciberseguridad, ciberdefensa y guerra electrónica (GE), en los niveles estratégico, operacional y táctico. Esto contempla el incremento del pie de fuerza, la creación de nuevas unidades y su infraestructura, la actualización y generación de doctrina, el desarrollo de inteligencia estratégica y de I+D+i, además de la

incorporación de nuevos medios técnicos y tecnológicos para anticipar, prevenir, contrarrestar, neutralizar y persuadir potenciales amenazas internas y externas (Mejía Ferrero, 2015). Por su parte, las capacidades son las habilidades para desarrollar una tarea bajo ciertos estándares (tiempo, ambiente y nivel de alistamiento específicos). Para Mejía Ferrero (2016) las capacidades son “el conjunto de factores [...] [o componentes] asentados sobre la base de unos principios y procedimientos doctrinales que pretenden conseguir un determinado efecto a nivel estratégico, operacional o táctico para cumplir las misiones asignadas”.

En cuanto a la doctrina, es “el conjunto de principios por medio de los cuales las Fuerzas Militares guían sus acciones en apoyo de los objetivos nacionales, y se establece como el medio para estandarizar principios, tácticas, técnicas, procedimientos, términos y símbolos”. Es el componente constitutivo de las capacidades militares que da directrices sobre el diseño, preparación y ejecución de operaciones. Existe entonces una correlación entre la doctrina y el desarrollo de las operaciones militares que permiten enfrentar las amenazas que atentan contra la Nación (Mejía Ferrero, 2016).

Con la gestión de los pilares mencionados anteriormente, las instituciones militares cumplen con su objetivo de realizar operaciones militares que les ayuden a cumplir la misión. Sin embargo, si se incluye la gestión tecnológica y de la innovación como soporte a los pilares de inteligencia militar, capacidades y doctrina, es posible lograr que se genere una ventaja estratégica en las operaciones militares, lo cual posibilita que sean eficaces, eficientes y que exista una disminución del riesgo. Aparecen entonces otros elementos como el mando y control que se realiza a la GTI, de acuerdo con los resultados de las operaciones militares. También está la revisión después de la acción, que se hace a la estrategia militar según los resultados que se obtengan en la consecución de los objetivos estratégicos. Esto es lo que se ha denominado apropiación de la GTI en las FF. MM. (Figura 6.2.).

Figura 6.2. Apropiación conceptual de la GTI en las FF. MM.

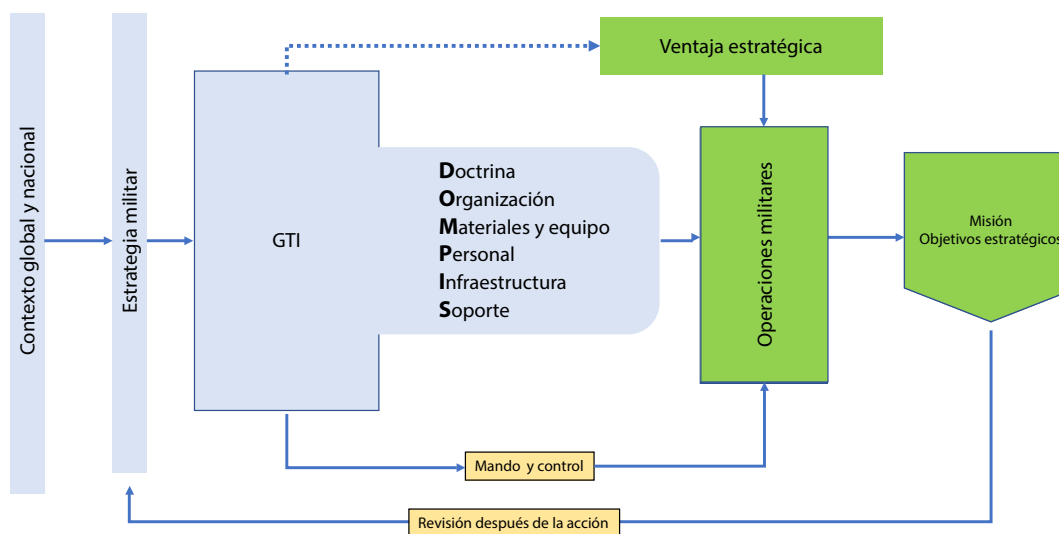


Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, al momento de socializar y validar este modelo con varios oficiales de otras jefaturas de ARC, se sugirió involucrar los elementos identificados por el Ejército Nacional de Colombia entre las que se destacan las capacidades como “el conjunto de factores o componentes asentados sobre la base de principios y procedimientos doctrinales que pretenden conseguir un determinado efecto a nivel estratégico, operacional y táctico para cumplir la misión asignada para las Fuerzas Militares” (Gil, Francisco, comunicación personal, 08 de junio de 2018, Director de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional). En este contexto, las capacidades a las que se le quiere dar fuerza se encuentran asociadas al concepto de “Dompilem” que quiere decir Doctrina, Organización, Material-Equipo, Personal, Infraestructura, Liderazgo y Educación, Entrenamiento y Mantenimiento, (Mejía, 2015).

El concepto de Dompilem agrupa el conjunto de pilares en los cuales el Ejército Nacional quiere soportar sus capacidades. Es conveniente indagar cómo la Armada Nacional entiende los pilares de la institución, de tal forma que se pueda encontrar puntos en común respecto a todas las Fuerzas Militares. Para este fin, se recurrió al Plan 2030 de la Armada Nacional, en el cual se establece que se busca aumentar y mejorar sus capacidades, teniendo en cuenta los componentes del Dompis (Doctrina-Documentos, Organización, Material y Equipo, Personal, Infraestructura y Soporte). Por lo anterior, el modelo finalmente evolucionó de la Figura 6.2. a la Figura 6.3., la cual, de manera explícita, involucra el Dompis, en la cual la GTI es transversal y permite que se mejoren las capacidades en cada uno de los componentes de este, de tal forma que se logra un delta de ventaja estratégica en las operaciones militares que llevan a cabo las Fuerzas Militares. Es pertinente aclarar que se emplea Dompis por ser el concepto general que aplica el Ministerio de Defensa Nacional (Ministerio de Defensa Nacional, 2016) para las tres Fuerzas Militares: Ejército, Armada y Fuerza Aérea.

**Figura 6.3.** Modelo definitivo para la apropiación de la GTI en las FF. MM.

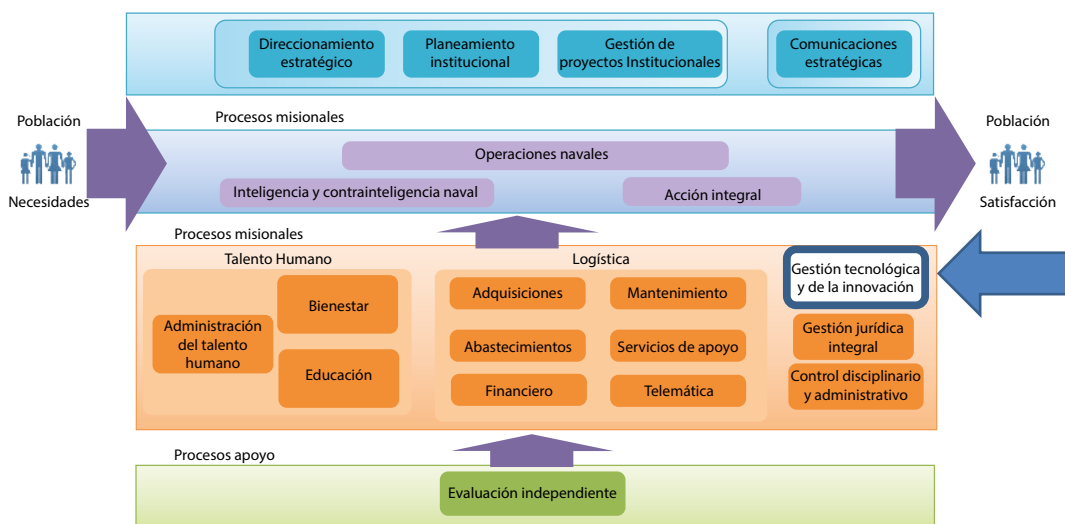


Fuente: elaboración propia.

Como segundo elemento, se propone crear el proceso de GTI e incluirlo dentro del mapa de procesos de la ARC (Figura 6.4.), esto permitirá, de manera más ágil, volver operativa la gestión. En el mapa de procesos institucional se distinguen procesos de varios tipos: estratégicos, misionales, de apoyo y de evaluación. El nuevo proceso de GTI que se propone, se ubicará específicamente como un proceso de apoyo, teniendo en cuenta que desde el nivel estratégico se define como un soporte que es transversal a toda la institución y que va a influir directamente en el alcance del SGC, que a la letra dice:

Garantizar la realización de operaciones de combate, control y vigilancia bajo la responsabilidad de la Armada de la República de Colombia, para la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial y el orden constitucional, en los procesos correspondientes a los escenarios: marítimo, fluvial y terrestre (Armada Nacional de Colombia, 2017, p. 19).

Figura 6.4. Mapa de procesos de la ARC con el proceso de la GTI



Fuente: elaboración propia.

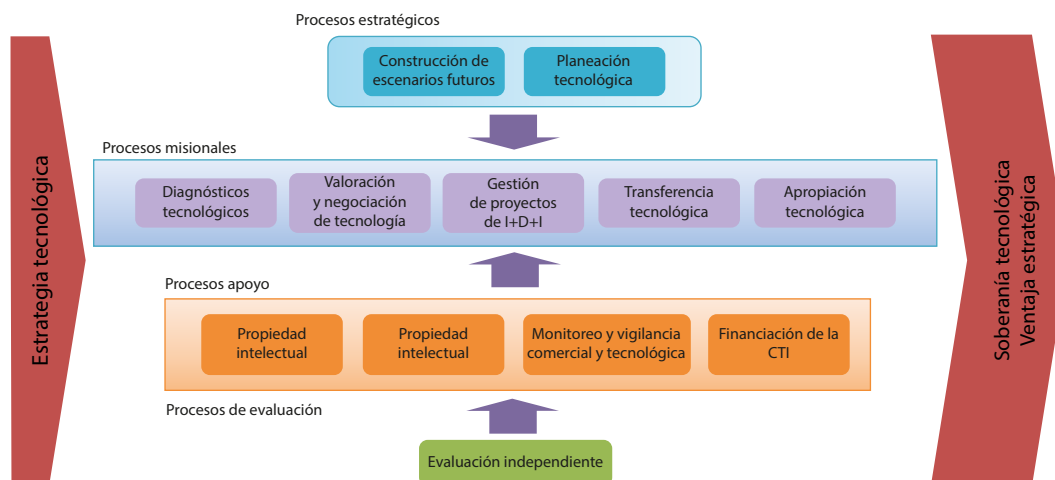
Después de evidenciar el proceso de GTI en los procesos internos de la ARC, se procede a poner en marcha la GTI; para esto también se elabora un mapa de procesos (Figura 6.5.), que tiene como fin que la Armada Nacional obtenga soberanía tecnológica y ventaja estratégica para desempeñar

de mejor manera las actividades misionales (operaciones navales, operaciones de inteligencia y contrainteligencia naval y operaciones de acción integral). En el mapa, también se distinguen procesos estratégicos, misionales, de apoyo y evaluación que, a partir de Zaratiegui (1999), se definen para el proceso de GTI así:

- *Estratégicos*: procesos orientados a establecer las metas, políticas y estrategias que quiere lograr la Armada Nacional en relación con la gestión tecnológica y de la innovación. Estos procesos deben tener en cuenta la brecha tecnológica de la institución y cómo conectarla con las capacidades requeridas para realizar operaciones eficaces y eficientes. Los resultados que se esperan de estos procesos son planes, programas y proyectos que definan la ruta a seguir en aspectos tecnológicos.
- *Misionales*: son los procesos claves para ejecutar los planes, programas y proyectos que se han establecido en los procesos estratégicos, por tal razón, implican contar con capacidades para gestionar los activos tecnológicos de la institución. En estos procesos se llevan a cabo las actividades de adquisición, desarrollo o codesarrollo de tecnología, por lo cual implican una articulación permanente con el Centro de Desarrollo Tecnológico Naval de COTECMAR, con los centros de investigación de la Dirección General Marítima, con otros centros de investigación, con la academia y con la industria.
- *De apoyo*: procesos transversales y relacionados con todas las actividades de los procesos estratégicos, misionales y de evaluación de la Armada Nacional, necesarios para llevar a cabo los demás procesos. Estos entregan insumos a los procesos claves de la institución.
- *Evaluación*: el despliegue de los procesos misionales y de apoyo requiere una constante evaluación para determinar que se están cumpliendo los objetivos trazados en la parte estratégica, por esto se deben establecer índices y la forma que permitan medir, controlar y mejorar la gestión.



Figura 6.5. Mapa de procesos del proceso de la GTI



Fuente: elaboración propia.

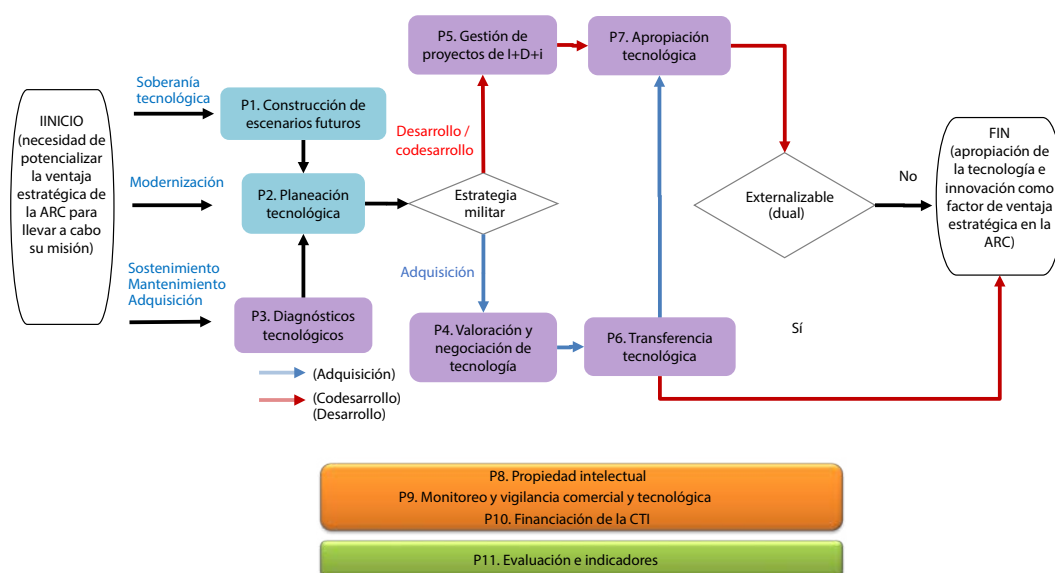
### 6.3. Dinamización de las funciones de la GTI

La propuesta de dinamización de las funciones de la GTI se presenta en la Figura 6.6., que integra tres elementos fundamentales: la GTI, la perspectiva de la Armada Nacional (Plan 2030) y el escenario de posacuerdo. Esta gestión es transversal a toda la organización, por lo tanto, no solo le corresponde al nivel superior, sino que también debe tener una mirada de abajo hacia arriba, que se ve reflejado en que para iniciar la GTI se debe tener en cuenta la perspectiva de la ARC en el corto, mediano y largo plazos.

En el corto plazo está relacionada con el fortalecimiento de la estandarización de procesos (sostenimiento, mantenimiento y adquisición), para lo cual es necesario iniciar por el proceso de diagnóstico tecnológico, que entrega un informe de las capacidades tecnológicas de la ARC, de tal forma que se evidencie la brecha tecnológica. En el mediano plazo, la ARC quiere lograr la transformación tecnológica (modernización), que implica comenzar la GTI por el proceso de planeación tecnológica, donde se priorizan los planes, programas y proyectos, como por ejemplo, el proyecto PES, Plataforma Estratégica de Superficie, o el desarrollo de un sistema de enlace de datos tácticos LINKO, el desarrollo de un sistema de gestión de combate Arpón Barracuda y la actualización permanente del plan de cartografía náutica nacional, entre

otros (Armada Nacional de Colombia, 2017). A largo plazo, la ARC busca el desarrollo de capacidades militares (soberanía tecnológica), por esto se parte del proceso estratégico de *construcción de escenarios futuros*, el cual tiene como insumo la política nacional, sectorial e internacional para lograr anticipar desarrollos tecnológicos que sean relevantes de tal forma que se logre el delta de ventaja estratégica en las operaciones misionales de la ARC.

Figura 6.6. Dinamización de las funciones de la GTI



Fuente: elaboración propia.

Tanto el proceso de diagnóstico tecnológico como el de construcción de escenarios futuros genera insumos para la planeación tecnológica y, a partir de los planes, programas y proyectos priorizados en este proceso, se debe decidir, teniendo en cuenta la estrategia tecnológica militar, si se va a adquirir, desarrollar o codesarrollar la tecnología. Si la decisión es adquirir la tecnología, se pasa al proceso de valoración y negociación tecnológica, para seleccionar cuál es el proveedor más acertado y acordar las condiciones para el derecho de uso o de dominio de la tecnología.

Sí se logra el acuerdo comercial se pasa al proceso de transferencia tecnológica, donde se gestiona la entrega o intercambio de cualquier forma de cono-

cimiento (paquete tecnológico, equipos, prestación de servicios o de investigación). Luego, se realiza la apropiación de la tecnología en la institución, que a largo plazo va a permitir generar capacidades tecnológicas; en caso de que no exista acuerdo comercial, se regresa al proceso de valoración y negociación tecnológica para revisar de nuevo los proveedores identificados. Si la decisión es desarrollar o codesarrollar, se transfiere al proceso de gestión de proyectos de I+D+i donde se planea, coordina y realiza seguimiento técnico y presupuestal de los proyectos.

Luego de la ejecución de proyectos de I+D+i, ya sea por codesarrollo o desarrollo, se hace apropiación tecnológica dentro de la organización y se debe evaluar si los resultados que se obtuvieron tienen potencial para ser una tecnología dual o de uso externo en el Sector Defensa, es decir, preguntarse si es externalizable. En caso afirmativo, se realiza transferencia tecnológica a un tercero, de lo contrario los resultados serán de uso exclusivo de la ARC.

En cuanto a los procesos de apoyo, son transversales y no son directamente vinculantes con las operaciones misionales de la ARC, pero entregan insumos importantes para los demás procesos. Por lo general, están centralizados para poder soportar a toda la institución. Son ellos la propiedad intelectual, monitoreo y vigilancia tecnológica, y la financiación de la CTei. Por último, se encuentran el proceso de evaluación e indicadores, que también es transversal a todos los procesos y va a permitir medir cómo se están desarrollando las actividades para controlar y mejorar la gestión de manera continua.

Por otra parte, el contexto en el que se encuentra inmerso el proyecto es el escenario de posacuerdo. Este se verá reflejado en que el accionar de la Armada Nacional, representado en la estrategia militar, retornará a lo básico, es decir, a sus principios, orientado en el desarrollo integral de los cinco vértices de la estrategia pentagonal (rol internacional, defensa y seguridad nacional, seguridad marítima y fluvial, protección del medio ambiente y desarrollo marítimo). Aunque aún persisten grupos al margen de la ley, la ARC, con el acuerdo de la finalización del conflicto con las FARC, puede retornar a los otros vértices y no solo centrarse en la defensa y seguridad nacional.

## 6.4. Caracterización de los subprocesos

A continuación, se presenta la caracterización de cada uno de los subprocesos que se definieron en el mapa de proceso de la GTI (Figura 6.3.), con sus respectivos objetivos, entradas, salidas, herramientas e indicadores y la interacción entre estos.

### 6.4.1. Procesos estratégicos

Los procesos estratégicos están orientados a que la ARC pueda establecer las metas que se quiere trazar en materia de GTI y están dirigidos a esas áreas de la institución que participan en la planeación estratégica puesto que debe haber una articulación entre la planes, programas y proyectos generales y los que surjan del proceso de GTI.

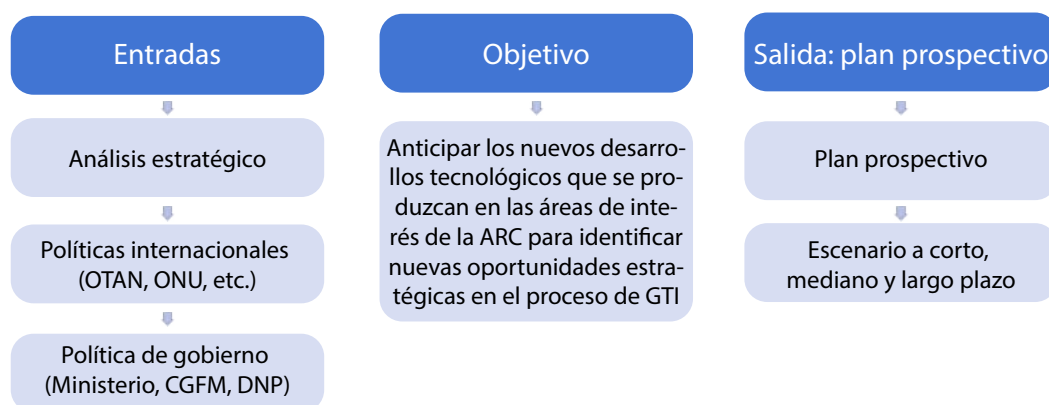
#### 1. Construcción de escenarios futuros

El proceso de creación de escenarios se aplica comúnmente en los procesos de previsión, diseño de política y planificación, y en aspectos empresariales y estatales. Este consiste en describir un futuro plausible, incluyendo de forma detallada los pasos para llegar a él, explorando, asimismo, los efectos que éstos puedan tener en la organización (Vergara Schmalbach et al., 2010).

Esta metodología de planeación tiene presente la incertidumbre que se genera a lo largo del tiempo de las decisiones que toman las organizaciones, tanto en el ámbito interno como externo. Por eso, es importante mencionar que esta herramienta de planeación aplica para tomar decisiones a largo plazo. Esta emplea diversas visiones estructuradas del futuro que le permita a los tomadores de decisiones considerar diferentes situaciones a los cuales se pueden ver enfrentados (Mejía Argueta et al., 2016).

En la Figura 6.7. se observan las entradas y salidas de este proceso estratégico, así como su objetivo.

Figura 6.7. Proceso de construcción de escenarios futuros



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* para llevar a cabo la construcción de escenarios futuros en la ARC es necesario contar con entradas tales como análisis estratégicos de la ARC, con las políticas internacionales, como las de OTAN y ONU, y políticas del Gobierno nacional, como las generadas por los diferentes ministerios, con especial atención a las del Ministerio de Defensa Nacional y al Comando General de las Fuerzas Militares (CGFM) (Plan 2030), cuyos planes de desarrollo permiten identificar problemas, necesidades y tendencias importantes a tener en cuenta para la ARC.
- *Salida:* este proceso tiene como salidas los planes prospectivos, que contienen objetivos y metas a largo plazo, estos planes incluyen varios escenarios con alguna probabilidad de ocurrencia.
- *Actividades:* para llevar a cabo este proceso estratégico dentro de la ARC es necesario identificar factores de cambio y tendencias clave para la institución, seleccionando variables estratégicas que serán necesarias para la validación con actores clave, expertos en las temáticas que se quieran abordar en los escenarios de futuro. Estos expertos son consultados con el propósito de validar la información necesaria para construir los escenarios, aplicando matrices de impactos cruzados, método Delphi, entre otras herramientas empleadas en la construcción de escenarios. Como resultado de ello, se obtienen varios escenarios posibles, los cuales se analizan para evaluar la probabilidad de ocurrencia y las posibles conse-

cuencias en la institución, lo que permite la construcción de estrategias, la distribución de recursos y el desarrollo de líneas de actuación dentro de la institución.

- Herramientas: Godet (2000) propone una serie de métodos que él llama “caja de herramientas de la prospectiva estratégica”, la cual promueve la imaginación, estructura la reflexión y posturas colectivas, permitiendo la apropiación y que puedan ser empleadas en los procesos de construcción de escenarios de la ARC.

A continuación, se describen cada uno de estos métodos.

- ▶ *Mactor*: (también llamado método de juegos de actores) tiene como objetivo valorar las relaciones de fuerzas entre diversos actores y analizar la convergencia y divergencia entre las opiniones de los actores. Con ello, se busca mejorar los procesos de toma de decisiones. El método lo componen las siguientes etapas: (1) construir el cuadro de estrategia de los actores, (2) Identificar los retos estratégicos, (3) posicionar a cada actor en relación con los objetivos estratégicos, (4) jerarquizar para cada actor sus prioridades de objetivos, (5) evaluar las relaciones de fuerza de actores, (6) integrar las relaciones de fuerza en el análisis de convergencias y de divergencia entre actores, y (7) generar recomendaciones estratégicas y las preguntas clave de futuro.
- ▶ *Análisis morfológico*: el fin de este método es mostrar los comportamientos de los nuevos productos en relación con la previsión tecnológica y también permite la construcción de escenarios. Este método lo componen las siguientes fases: (1) la construcción del espacio morfológico, descomposición del sistema en componentes y (2) reducción del espacio morfológico, por medio de criterios de exclusión.
- ▶ *Método Delphi*: el principal objetivo de este método es otorgar opiniones de expertos relacionado con el tema a analizar. El procedimiento más común para llevar a cabo este método es el siguiente: (1) formulación del problema, (2) elección de expertos, y (3) desarrollo de un cuestionario y análisis de resultados, en esta etapa se debe disminuir el nivel de divergencia de los autores.

- ▶ *Ábaco de Regnier*: su objetivo principal es reducir el nivel de incertidumbre, enfrentar los puntos de vista de un grupo con otro. El proceso que se emplea principalmente en este método es el de los tres colores del semáforo, utilizando adicionalmente el verde claro y el rojo claro, lo cual permite suavizar las opiniones. En resumidas cuentas, se trata de una escala de decisión de colores. El procedimiento es el siguiente: (1) tomar las opiniones de los expertos (definir la problemática), (2) tratamiento de datos (análisis de los datos en una matriz), y (3) discusión de los resultados.
- ▶ *Impactos cruzados SMIC-PROB-EXPERT*: (también llamado método de impactos cruzados) determina la probabilidad de hipótesis o eventos y la probabilidad de ocurrencia de la combinación de estos, con el objetivo de mostrar escenarios probables. Lo componen las siguientes etapas: (1) formulación de hipótesis y elección de expertos (se seleccionan cinco o seis hipótesis) y (2) probabilización de escenarios.
- ▶ *Matriz DOFA*: esta herramienta, que es común su aplicación en las organizaciones, identifica las fortalezas y debilidades en aspectos tecnológicos de la institución, permitiendo así la creación de estrategias tecnológicas para el direccionamiento de estos recursos dentro de la ARC.
- ▶ *Análisis estructural*: es una herramienta de análisis estructural de un sistema y bajo construcción colectiva. Da la opción de describir un sistema por medio de una matriz que relaciona todos los elementos. De este análisis resultan variables dependientes e influyentes. Este método se lleva a cabo por un grupo de expertos con experiencia en la temática para analizar. Se debe establecer un listado de variables (se deben calificar en una escala definida), se deben establecer las relaciones entre variables y con ello se identifican variables clave (herramienta MICMAC).
- ▶ *Árbol de pertinencia*: el fin principal es identificar proyectos u alternativas estratégicas coherentes con la organización y los escenarios posibles. Se aplica principalmente en la investigación tecnológica y militar, con el objetivo de seleccionar acciones u operaciones. Se es-

tablecen niveles jerárquicos de una problemática, lo comprenden dos fases: (1) construcción del árbol de pertinencia, donde se construyen y se agrupan los diversos niveles superiores e inferiores, los niveles representan los objetivos, normalmente, de cinco a siete niveles y (2) evaluación de acciones, el objetivo de esta etapa es mediar el aporte de cada acción de acuerdo con los objetivos del programa.

- *Indicadores:* como todos los procesos, tanto misionales y de apoyo, este proceso estratégico debe ser controlando para verificar la efectividad de las decisiones que se tomen, empleando indicadores de seguimiento como el porcentaje de cumplimiento de los escenarios propuestos, el número de estrategias diseñadas o el número de escenarios propuestos.

## 2. *Planeación tecnológica*

Para lograr ventajas competitivas mediante la tecnología, es necesario que las instituciones lleven a cabo la innovación a través de productos, procesos y servicios de una forma planeada. Para lograr esa innovación, se requiere que las instituciones desarrollen estrategias que les permitan adaptarse permanente al entorno y promover una política específica de innovación que establezca la forma de adquirir y desarrollar las tecnologías. De esta manera, surge la necesidad de establecer un vínculo estratégico entre las tecnologías que utiliza la institución, los objetivos que persigue y su política de innovación (Salazar & Valderrama, 2013).

La planificación tecnológica es la contribución y los beneficios de la tecnología para alcanzar los objetivos de las instituciones que requieren un liderazgo efectivo en un enfoque innovador (Gülbahar, 2007). De acuerdo con Sánchez Preciado y Álvarez (2005), la planeación tecnológica es el proceso donde se analizan los componentes tecnológicos de una institución y se determinan los lineamientos con los cuales se diseñarán los perfiles de los proyectos de I+D+i. El fin de realizar planeación tecnológica es condensar en proyectos concretos los lineamientos propuestos en la planeación estratégica. La planeación tecnológica realiza un análisis exhaustivo de la tecnología dentro y fuera de la institución y evalúa la pertinencia de orientar la estrategia en la adquisición, mejoramiento o desarrollo de las tecnologías.



La planeación tecnológica es el punto medio entre la planeación estratégica y la adquisición de tecnología. Sánchez Preciado y (2005) establecen que:

(...) que quienes tienen competencia para la selección de tecnología en la institución podrían no tener la información suficiente sobre las políticas institucionales o quizás no contar con el tiempo para realizar procesos de análisis interno y externo por situaciones coyunturales en donde hay que elegir tecnología en forma rápida para dar solución a problemas puntuales generalmente asociados con la productividad en los procesos productivos (...) (p. 40).

La planeación de tecnología incluye el análisis de los objetivos tecnológicos y los recursos necesarios para lograr dichos objetivos. Estos objetivos tecnológicos son la base fundamental para que la institución utilice la tecnología como factor estratégico para lograr las metas y así sumar al cumplimiento de los planes de desarrollo del gobierno y las políticas esenciales del Estado.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 6.8. se muestra de manera general el esquema del proceso de planeación tecnológica.

**Figura 6.8.** Proceso de planeación tecnológica



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* El proceso de planeación tecnológica tiene como entradas planes prospectivos, entre estos el Plan 2030 CGFM, (Comando General Fuerzas Militares de Colombia, 2016), el Plan 2030 ARC (Ministerio de Defensa Nacional, 2016). (Durán, 2017), generados por el proceso de construcción de escenarios futuros que permite observar los escenarios a largo, mediano y corto plazo de la institución. De igual manera, al proceso ingresa un informe de capacidades tecnológicas, generado también por el proceso de diagnóstico tecnológico y, por último, ingresa el presupuesto que llega por medio de la asignación de los recursos de funcionamiento o inversión del Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Defensa Nacional.
- *Salidas:* el proceso estratégico de planeación tecnológica genera varios productos posteriores a un análisis y procesamiento de los informes prospectivos, esto se traduce en definición de (1) factores, (2) planes, programas (Colciencias, 2010b), (3) proyectos (cartera de proyectos). A continuación, se da una breve explicación:
  - ▶ *Factores internos-externos:* el objetivo es apalancar la competitividad con respecto al desarrollo tecnológico; las fuentes de información se trasladan a los resultados del proceso de monitoreo y vigilancia, y la información se analiza en dos contextos (externo o interno). En los factores externos se establecen variables como requerimientos de la sociedad, políticas de Estado, tendencias del mercado, características del Sector Defensa, relevancia de otros sectores del país, y cómo los factores internos podrían ser: características de la prestación de los servicios de seguridad y defensa nacional, estructura organizacional, entre otros. Este producto se puede relacionar con el proceso de apoyo de monitoreo y vigilancia tecnológica.
  - ▶ *Plan tecnológico:* con base en el análisis de los factores internos y externos, explicando las ventajas competitivas con base en capacidades tecnológicas, identificada la cartera tecnológica, se identifican escenarios de desarrollo tecnológico para mantener las ventajas competitivas. Aquí se define, entonces, la estrategia tecnológica y de innovación que sostiene la ventaja competitiva institucional. Esta ventaja siempre debe estar a la vanguardia de las tecnologías existentes, para obtener

siempre los mejores beneficios. La principal función de esta actividad es definir escenarios tecnológicos y cómo lograrlos. La estrategia de desarrollo de capacidades tecnológicas lleva a obtener una cartera de tecnologías que sustenten ventajas competitivas, instrumentando las estrategias por desarrollo interno de las tecnologías (I+D+i), el desarrollo conjunto con terceros compartiendo experiencias (codesarrollo), y la adquisición de desarrollos tecnológicos de terceros (compra) (Escorsa Castells & Valls Pasola, 2010). Este producto se puede relacionar con otros procesos, tales como valoración y negociación tecnológica, gestión de proyectos I+D+i, apropiación de tecnología y propiedad intelectual.

- *Cartera de proyectos y organización de recursos:* aquí se organizan los recursos y se concretan las estrategias a través de la cartera de proyectos tecnológicos. Esta cartera contiene diferentes formas, tales como adquisición de tecnología, desarrollo de tecnología, protección de tecnologías, desarrollo de infraestructura para el desarrollo de tecnologías, búsqueda de recursos financieros, formación de capacidades en personal asociado al desarrollo de tecnologías, y ajuste de los procesos dentro de la organización, sin dejar de lado la priorización de los recursos, ya que se sabe que estos son limitados para obtener resultados (Barjau, 2006). Al igual que los objetivos tecnológicos, la cartera de proyectos y organización de recursos, se puede relacionar con otros procesos tales como valoración y negociación tecnológica, gestión de proyectos I+D+i, apropiación de tecnología y financiación de la tecnología.

Estos productos o salidas son entregados para los demás procesos misionales de apoyo y de evaluación. En los procesos misionales llegan al proceso de gestión de valoración y negociación tecnológica, gestión de proyectos I+D+i, y apropiación de tecnología, que es donde se capta, procesa y se analiza la información para acordar las condiciones y valores de la tecnología, ya sea para el derecho de uso o de dominio; también para planear, coordinar y realizar seguimiento técnico y presupuestal de los proyectos de I+D+i y hacer uso adecuado de las activos tecnológicos, los recursos y las capacidades ad-

quiridos para generar innovación. En los procesos de apoyo llegan al proceso de propiedad intelectual y financiación de la tecnología para establecer los lineamientos para la protección jurídica y estratégica de los activos tecnológicos de la ARC y establecer estrategias para obtener y gestionar recursos financieros que permitan dar cumplimiento al proceso de gestión tecnológica y de la innovación en la ARC.

- *Actividades:* la planeación tecnológica elabora los lineamientos, los planes, programas, cartera de proyectos, objetivos tecnológicos de la institución, así como la asignación de recursos necesarios que permitan poner en marcha la estrategia tecnológica e innovación, articulándola con la planeación de la estrategia global de la institución.
- *Herramientas:* estos son algunos de los instrumentos que facilitan el funcionamiento del proceso de planeación tecnológica de la Armada Nacional:
  - ▶ *Roadmapping tecnológico:* es también llamado el mapa de ruta que una institución debe seguir para la sección de tecnología que va a ser empleada en sus procesos a futuro. Autores como Daim y Oliver (2008) lo describen como una metodología de planeación estratégica de largo plazo que asiste en la toma de decisiones relacionadas con las actividades de I+D+i. El *roadmapping* es una metodología para gestión tecnológica, que permite sugerir estrategias encaminadas a mejorar los procesos en una institución y mejorar su posición competitiva. Este método se presenta como un grupo de opciones que posibilita el desarrollo de tecnología necesaria para satisfacer las necesidades del mercado (Castellanos Domínguez et al., 2008).
  - ▶ *Análisis de factores internos y externos:* para el proceso de implementación de estrategias en una institución es necesario analizar cómo los factores externos pueden afectar la misión de la compañía. Por medio de este análisis se pueden identificar oportunidades del entorno, tales como factores económicos, globales, entre otros. Así mismo, se analizan los factores internos por medio de los cuales se identifican recursos, capacidades y competencias de la organización (Hill et al., 2014).

- ▶ *Balanced Scorecard (BSC)*: modelo de gestión que traduce las estrategias de la organización en objetivos relacionados, que puedan ser medidos a través de indicadores ligados a planes de acción que permiten alinear el comportamiento de los miembros de la organización, (Sánchez, 2010).
- ▶ *Análisis comparativo (benchmarking)*: herramienta que dinamiza el análisis de resultados y que involucra el mejoramiento continuo como aspecto relevante, potencia la generación de mejoras recomendadas a las intuiciones referentes, integrándolas al entorno en el que se desenvuelven. Facilita la selección de mejoras sustanciales, gracias a la comparación con instituciones consideradas líderes para aprender de estas y generar cambios positivos (Castellanos et al., 2006; Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2016).
- ▶ *Reuniones de análisis estratégico (RAE)*: evento facilitador, aplicado al proceso de toma de decisiones de cara al logro de la estrategia, en estricta observancia del sistema de gestión de la calidad y cultura de mejoramiento continuo, (Santamaría, 2015).
- ▶ *Doctrina de planeación estratégica naval*: base fundamental sobre la cual la ARC desarrolla la visión institucional. Este proceso institucional se constituye en la guía orientadora que los planificadores deben seguir para cumplir con la estrategia naval en los diferentes niveles de la planeación, y deben estar encaminados al cumplimiento de los objetivos estratégicos que permitan contar con los medios adecuados, en el momento oportuno, para el desarrollo y cumplimiento de la misión constitucional (Armada Nacional de Colombia, 2014).
- ▶ *Metodología de planeación por capacidades*: herramienta que permite a las diferentes fuerzas militares realizar una planeación a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta sus capacidades actuales en procura de alinear esas capacidades con la asignación de recursos en proyectos de inversión que logren cerrar las brechas de capacidad, para tener una fuerzas militares más eficientes y efectivas en el futuro cambiante, y que cumplan con los retos y amenazas que se presenten

en el mundo (Pineda Fandiño, 2017; Ministerio de Defensa Nacional, 2016).

- ▶ *Modelo integrado de planeación y gestión (MIPG)*: herramienta que articula los sistemas de gestión de la calidad (SGC), de desarrollo administrativo y el modelo estándar de control interno (Meci). Este modelo consolida todos los elementos que se requieren para que una institución pública funcione de manera eficiente y transparente (Departamento Administrativo de la Función Pública DAFP, 2019; Armada Nacional de Colombia, 2018; Icontec, 2015).
- *Indicadores*: Se pueden encontrar las métricas o indicadores para medir la gestión del proceso de planeación tecnológica: análisis de factores (número de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas internos/externas en la institución ), número de estrategias a implementar o implementadas; objetivos tecnológicos (número de objetivos tecnológicos institucionales), número de objetivos tecnológicos por área; cartera de proyectos (número de proyectos), cumplimiento en la ejecución de los proyectos; organización y ejecución de recursos (financieros, humanos y técnicos), seguimiento del plan de tecnología (cumplimientos a los objetivos propuestos).

#### **6.4.2. Procesos misionales**

Los procesos misionales son clave en la consecución de los planes, programas y proyectos establecidos en los procesos estratégicos. Por lo anterior, en estos procesos recae la responsabilidad de la ejecución y tienen una gran interacción con los demás procesos, en mayor medida con los procesos de apoyo. Lo que se busca es que los procesos misionales administren la tecnología para que las operaciones de la ARC cuenten con ventaja estratégica.

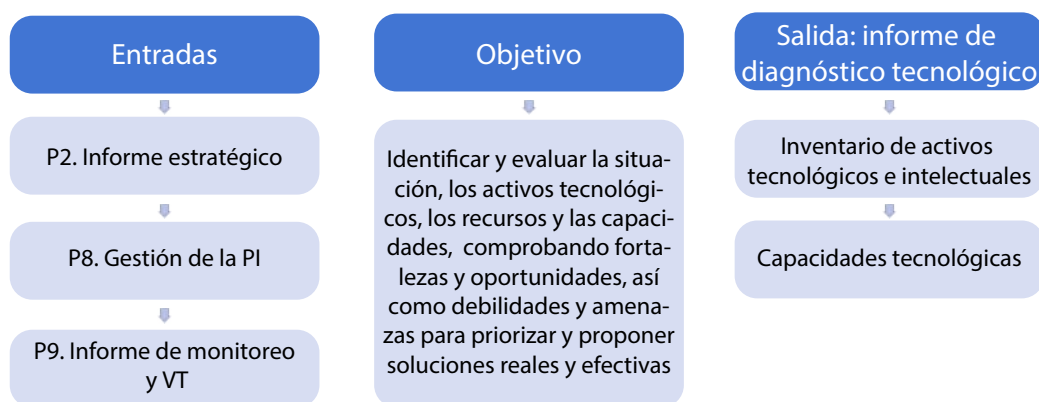
##### **1. Diagnóstico tecnológico**

Este proceso busca conocer el estado actual de la tecnología y los activos intelectuales con los que actualmente cuentan las instituciones, identificando así las fortalezas o debilidades competitivas en asuntos tecnológicos. De esta manera, se puede establecer el grado de conocimiento sobre las tecnologías que emplea y sus capacidades tecnológicas.

Esta es una actividad que las instituciones deben establecer periódicamente para planear estrategias en asuntos científico-tecnológicos. Las instituciones, en especial las del sector defensa, están obligadas a realizar diagnósticos tecnológicos, que son procesos de análisis que buscan identificar las fortalezas y debilidades de las instituciones en aspectos tecnológicos, para comprender la condición actual y las expectativas hacia futuro. Con los resultados del diagnóstico tecnológico se busca percibir las necesidades del Sector Defensa desde el punto de vista tecnológico.

En la Figura 6.9. se observan las entradas y salidas de este proceso misional, así como el objetivo de dicho proceso.

Figura 6.9. Proceso de diagnóstico tecnológico



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* para llevar a cabo el proceso de diagnóstico de los activos tecnológicos es necesario contar con insumos, tales como los planes prospectivos de los procesos estratégicos. En estos planes se plasman las necesidades tecnológicas para los escenarios futuros, lo que se contrasta con el inventario tecnológico actual de la ARC. De la misma forma, se requieren reportes generados desde la gestión de la PI, donde se identifican proveedores tecnológicos, países líderes en el desarrollo de tecnología, empresas e inventores de tecnología, centros de investigación, entre otros factores o agentes de interés en el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación. Por otra parte, el informe generado por el proceso de apo-

yo de monitoreo y VT, el cual muestra el estado del arte de los avances tecnológicos, identificando la localización de la tecnología que requiere la organización (monitoreo de proveedores).

- *Salidas:* del proceso de diagnóstico tecnológico se obtiene un inventario de activos tecnológicos e intelectuales, ello representa las tecnologías con las que cuenta la organización y las que podría obtener mediante el desarrollo, codesarrollo o por medio de la adopción tecnológica. Este inventario representa las capacidades tecnológicas de cada institución.
- *Actividades:* para realizar el diagnóstico tecnológico es necesario definir unos objetivos de diagnóstico, delegando un personal responsable de realizar esta actividad. El proceso se debe apoyar en los informes de monitoreo y VT para generar un inventario de las tecnologías actuales, clasificándolas por proceso dentro de la organización, produciéndose así reportes o informes al área encargada de la recepción de la información, lo cual es un insumo para tomar decisiones como desarrollo o inversión en nuevas tecnologías, explotar comercialmente la existente, o cualquiera que sea la necesidad.
- *Herramientas:* para llevar a cabo el proceso de diagnóstico tecnológico dentro de la ARC será necesario el uso de las herramientas que se describen a continuación:
  - ▶ *Análisis comparativo (benchmarking):* mencionado en el proceso de planeación tecnológica.
  - ▶ *Matriz dofa:* esta herramienta, que es común su aplicación en las organizaciones, identifica las fortalezas y debilidades de aspectos tecnológicos de la institución, permitiendo así la creación de estrategias tecnológicas para el direccionamiento de estos recursos dentro de la ARC.
  - ▶ *Matriz de capacidades tecnológicas:* esta herramienta posibilita visualizar la distinción entre capacidades tecnológicas de producción básicas (capacidades de producción) y las capacidades tecnológicas productos de la innovación de la organización. Esta establece el análisis de las funciones técnicas, tales como de producción, de inversión y de soporte.



- ▶ *Mapas tecnológicos*: esta herramienta es un recurso dinámico que permite representar de manera gráfica las tecnologías importantes para la organización, detectar tecnologías emergentes y registrar la localización geográfica de los desarrollos tecnológicos. Algunas bases de datos especializadas y de patentes presentan estas opciones de visualización.
- *Indicadores*: las métricas o indicadores tienen un gran abanico de posibilidades, entre las que estarán grandes categorías como formación del talento humano, inversión en CTei, infraestructura, entre otros. Los que se proponen para medir la efectividad de este proceso misional son el número de activos tecnológicos clave de la institución, número de tecnologías adquiridas, número de tecnologías desarrolladas, número de tecnologías vendidas, inversión en I+D+i también la producción científica y técnica como resultado de las actividades de CTei.
- Con los resultados del diagnóstico de los activos tecnológicos de las instituciones se pueden obtener recomendaciones para la adquisición, reposición, repotenciación y venta de la tecnología existente, lo que permite formular e implementar proyectos de I+D que ayuden a mejorar las capacidades militares de las instituciones, tales como inversión en capacitación de personal o modernización de los sistemas de armamentos y equipos, mejorando así las capacidades propias del Sector Defensa relacionadas con actividades de ciencia y tecnología, empleando la cooperación interinstitucional para el codesarrollo tecnológico, asegurando la apropiación de la tecnología y de los conocimientos en la implementación de los proyectos.

## 2. Valoración y negociación comercial y tecnológica

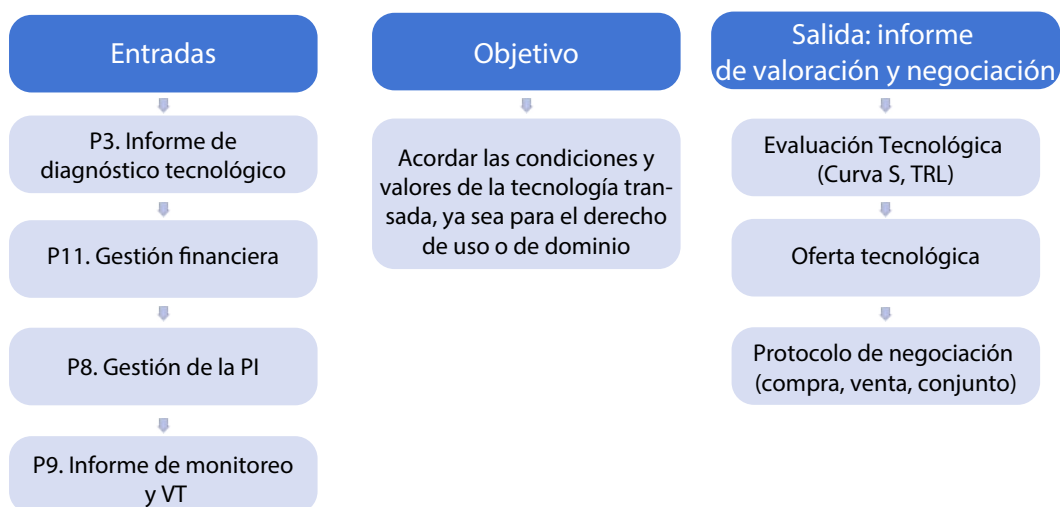
Las organizaciones se soportan en fuentes tecnológicas tanto internas como externas para la generación de innovaciones que les permitan tener una posición competitiva, esto lleva a transacciones y a acuerdos tecnológicos, lo cual es necesario para estimar su valor. Por ello, el proceso de valorar de manera adecuada la tecnología es una actividad clave dentro las organizaciones de este siglo, ya que ello se ha convertido en un determinante de la compe-

tividad e importante en la planeación estratégica (Jiménez & Castellanos, 2013).

Las organizaciones pueden tomar la decisión de adoptar tecnología externa o explotar comercialmente la que posee actualmente (Robledo Velásquez, 2013), para lo cual es necesario conocer su valor económico, lo que se conoce como valoración tecnológica. Esto significa evaluar una tecnología (manifestación física del conocimiento) como un activo intelectual (Cavallaro et al., 2014).

En la Figura 6.10. se observan las entradas y salidas de este proceso misional, así como el objetivo de dicho proceso.

**Figura 6.10.** Proceso de valoración y negociación tecnológica



Fuente: elaboración propia.

- Entradas: este proceso misional de la ARC cuenta con una serie de entradas importantes para que la valoración y la negociación tecnológica se lleven a cabo. Una de las entradas es el informe estratégico de la ARC, el cual genera la estrategia de adquisición tecnológica. Del mismo modo, los informes diagnósticos de los activos tecnológicos e intelectuales con los que cuenta actualmente la institución. Del mismo modo, los informes de monitoreo y VT, como procesos de apoyo, permiten determinar

de manera objetiva, con base en el estado del arte de la tecnología y los reportes económicos del mercado, el valor de los activos tecnológicos de la organización que se desea explotar comercialmente (desde el interior) o adquirir (desde el exterior). La gestión de la propiedad intelectual y todos sus componentes se convierten en la tercera entrada a este proceso misional, otorgándole los insumos jurídicos necesarios en cuanto a la explotación económica de los activos desarrollados por la institución. Por último, la gestión financiera es una de las entradas a este proceso, pues permite realizar la viabilidad financiera de los proyectos que tienen como propósito la negociación y posterior transferencia a otras instituciones.

- *Salidas:* del proceso de valoración y negociación tecnológica se genera la evaluación de la tecnología de la institución. De allí, se conoce la oferta tecnológica que se puede comercializar desde dentro de la organización y los protocolos de negociación (tanto de adquisición o venta de tecnología).
- *Actividades:* para llevar a cabo este proceso se debe contar entonces con el diagnóstico tecnológico y de activos intelectuales con los que cuenta la ARC y, a su vez, los que requiere para cumplir los objetivos estratégicos, con el propósito de iniciar labores de valoración y posible negociación con proveedores o clientes, según sea el caso. Si el objetivo es explotar comercialmente la tecnología que posee la institución, se deberá verificar su valor (precio) real en el mercado, consultando información técnica, con el fin de compararla. De igual manera, se deberá calcular el beneficio económico que se obtendrá como resultado del proceso de negociación (compra o venta de tecnología), aplicando métodos económicos como VPN o TIR.

Con apoyo de las actividades realizadas por el proceso de PI, se verificarán los tipos de transacciones que se pueden llevar a cabo en el proceso de negociación, tales como licenciamiento, cesión de derechos de explotación comercial, entre otros, con el propósito de verificar la oferta que tendrá la ARC hacia el mercado. Se deberá definir el tipo de negociación a emplear, es decir, la forma en la que se va a negociar (lenguaje de negociación), estableciendo las definiciones mínimas de concesión (vendedor), el límite máximo de oferta (comprador); intercambio de

información entre el vendedor y el comprador, con propósito de conocer las intenciones de compra o de venta de las partes. Así mismo, se deberá delegar un equipo negociador, que tendrá el poder de persuadir al cliente o proveedor (según sea el caso), que igualmente tenga poder de decisión dentro de la organización, quienes cerrarán la negociación que más le convenga a la ARC. Este equipo negociador tendrá acceso a información clave del proveedor o cliente, de la tecnología que desea negociar y de los precios del mercado, dicha información la proporcionará el informe de monitoreo y VT. Se deberá entonces, definir acuerdos preliminares que serán evaluados de manera independiente por las áreas financieras y jurídicas de las partes para cerrar de manera efectiva y equitativa la negociación.

- Herramientas: de acuerdo con Correa García et al., (2011), quienes han recopilado información sobre el proceso de valoración tecnológica, mencionan que existen una serie de métodos que permiten realizar procesos de valoración de capital intelectual (tecnologías) empleados internacionalmente, los cuales se describen a continuación:
  - ▶ *Método de comparación ValuGrid*: este método se sustenta en la valoración de activos intangibles relacionándolo con activos basados en tecnologías de activos presentes en la misma industria.
  - ▶ Valor de mercado y cotización de patentes: este método realiza una aproximación de las patentes de la institución al capital.
  - ▶ Costos de los recursos humanos: por medio de este método es “posible visibilizar el valor del capital intelectual como resultado de las actividades y los beneficioso pérdidas contables operacionales, obtenidas por el personal de la empresa” (p. 95).
  - ▶ Valor económico agregado -*Economic Value Added* (EVA): “permite identificar el capital intelectual de la organización a través de la generación de valor que se produce cuando los activos generan un rendimiento superior al costo de capital de la empresa” (p. 97).
  - ▶ Método del enfoque de costos: este método valora la tecnología teniendo en cuenta el costo empleado para desarrollarla.

- ▶ Método del enfoque de mercado: contempla las transacciones de tecnologías similares recientes que se han llevado a cabo en el mercado, para ello es necesario contar con informes de VT. De igual manera se debe verificar el valor real de la tecnología en el mercado.
  - ▶ Método desde el enfoque de ingresos: calcula el beneficio futuro que genera la aplicación o explotación de la tecnología, para ello se aplica el VPN y TIR.
  - ▶ Normas internacionales de valoración: se pueden considerar las normas internacionales emitidas por el *International Valuation Standards Council*, la cual es una entidad que ha emitido normas y aplicaciones específicas para la valoración de activos intangibles.
- Indicadores: se plantean unos indicadores de gestión con el propósito de medir la efectividad de este proceso misional. Los indicadores son vida útil promedio de una tecnología, número de concesiones cedidas, número de patentes de la organización, número de desarrollos tecnológicos llevados a cabo por la organización.

La manera de establecer el valor de una tecnología suele ser subjetivo, varía de acuerdo con el punto de vista del desarrollador y del cliente. La valoración permite realizar inversiones en tecnología, planificación de proyectos de I+D, transferencia tecnológica, licenciamientos o mercadeo, empleando los resultados de dicho proceso de valoración (Dbouk et al., 2014; Huang et al., 2014). Cabe mencionar que una tecnología no solo debe valorarse desde el punto de vista económico, ya que esta posee características intangibles, lo cual no permite predecir con exactitud el valor económico de una tecnología en el futuro (Kaya & Yazgan, 2014).

### 3. *Gestión de proyectos de I+D+i*

Los proyectos de I+D+i se constituyen como parte de las opciones estratégicas que posee una institución, estos a su vez, son herramientas para crear innovación. Surgen de la necesidad de una institución o la toma de conciencia para la resolución de un problema específico (Robledo, 2007).

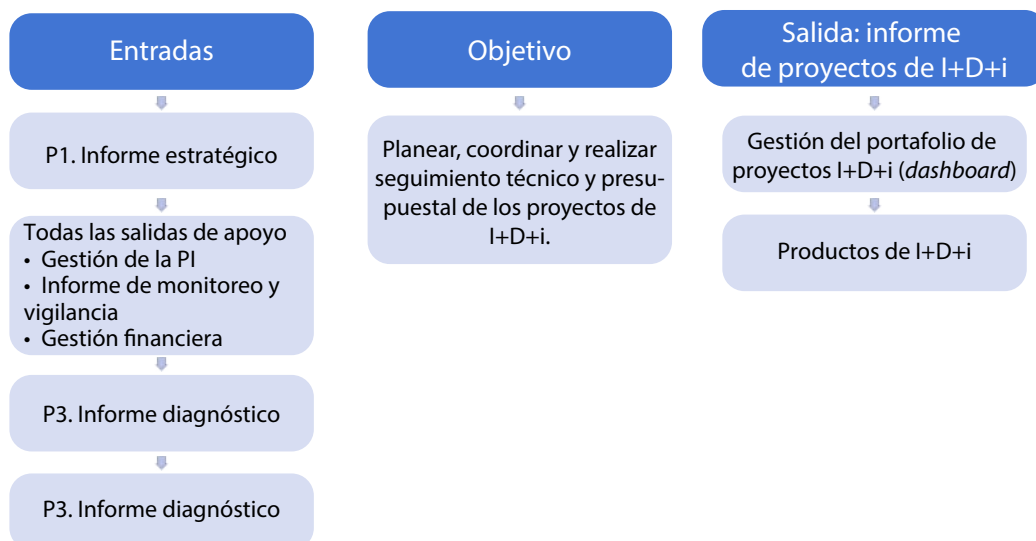
En las organizaciones, la innovación se considera parte de un proceso, cuya unidad de flujo es la definida como los proyectos de I+D+i, ya que en estos es en donde se gestan las ideas que posteriormente se convertirán en productos y servicios, incluso maneras de gestionar mejor las organizaciones (Vicente Oliva et al., 2015).

En organizaciones militares, la gestión de proyectos de I+D+i se enfocan hacia la generación de tecnologías propias de la industria militar, y muchas de ellas no se encuentran enfocadas hacia la comercialización a terceros. A continuación, se presentan algunas de las directivas que regulan las actividades relacionadas con la gestión de proyectos en la ARC.

- *Directiva Permanente* n.º 20170042640001733 MDN-CGFM-CARMA-SECAR-JINEN-DICYT-23-1. Documento oficial emitido por la Dirección de Ciencia y Tecnología a través de la Jefatura de Formación Instrucción y Educación Naval, que trata del Sistema de Ciencia y Tecnología en Armada Nacional (Calle, 2017).
- *Directiva Transitoria* n.º 005 MD-CGFM-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-23-2 Documento oficial emitido por la Dirección de Proyectos Institucionales a través de la Jefatura de Planeación Naval, que trata lineamientos generales para el cumplimiento de la metodología de gestión de proyectos en Armada Nacional Wills Velez (2014a).
- *Directiva Permanente* n.º 20150041560440791 MD-CGFM-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-23-1 Documento oficial emitido por la Dirección de Proyectos Institucionales a través de la Jefatura de Planeación Naval, que trata de la metodología para gerencia de proyectos en la Armada Nacional (Pachon, 2015).

En la Figura 6.11. se observan las entradas y salidas de este proceso misional, así como el objetivo de dicho proceso.

Figura 6.11. Proceso de gestión de proyectos de I+D+i



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura 6.12., los componentes de entradas y salidas se direccionan con el objetivo para componer todo el proceder de la gestión de I+D+i, a su vez, estas se desglosan en otras actividades que permiten lograr una mayor cobertura en todo el proceso y garantizar la conexión con los demás procesos que componen el sistema de ciencia, tecnología e innovación.

- *Entradas:* se describen a continuación como el siguiente conjunto de actividades:
  - ▶ *Informe estratégico:* corresponde con los lineamientos para la puesta en marcha del proyecto en sí. Este, además, contiene el informe de las necesidades actuales y futuras en materia tecnológica, también la asignación presupuestal. Lo anterior, como direccionamiento de la generación de innovación.
  - ▶ *Salidas de apoyo:* estas son las generadas por el proceso de propiedad intelectual. A su vez, se componen de otras actividades en caminadas a la gestión de PI, monitoreo y vigilancia y gestión financiera. En esta gran actividad, propende a la generación de proyectos técnicamente viables, novedosos y que en el presente y futuro no infrinjan la pro-

propiedad intelectual de terceros, esto tiene que ver con la adquisición de licencias para la investigación (en caso de necesitarse). Se busca que el conjunto de estas actividades garantice la continuidad con otros procesos (por ejemplo, apropiación tecnológica) y apegarse a la normatividad presente en propiedad intelectual, tanto a nivel nacional como internacional; la gestión financiera, en donde se generan informes del costo/beneficio del proyecto, gastos asociados de personal y otros recursos físicos y técnicos.

- ▶ *Informe de diagnóstico:* este se compone de los estudios previos realizados, la selección de proyectos de investigación presentados en una primera etapa, la viabilidad y pertinencia de estos para la organización y la justificación de la realización del proyecto; así mismo, los nombres de los responsables encargados y la vigilancia tecnológica y competitiva junto con los requerimientos en materia de tecnologías que llevaron a determinar la pertinencia de este proyecto dentro de la institución; posterior a esto, también se reciben tareas del proceso de propiedad intelectual en donde también se generan diagnósticos para determinar si se requiere, por ejemplo, de licencias externas en investigación, y cuál es la normatividad vigente.
- ▶ *Informe de valoración y negociación:* el cual tiene que ver con una estimación de precios y posibles negociaciones que tengan que ver con tecnologías que puedan y necesitan ser utilizadas para el proyecto en cuestión, este va muy de la mano con el proceso de monitoreo y de adquisición de licencias para la investigación ya que permite la formalización del proceso de negociación con terceros.
- ▶ *Informe de transferencia:* permite generar pronósticos acerca de la gestión de tecnologías, para esta parte específica del proyecto, incluye la tecnología extranjera necesaria para generar un proyecto propio de I+D+i.
- *Salidas:* generadas para este proceso consisten en los siguientes aspectos:
  - ▶ *Gestión del portafolio de proyectos de I+D+i:* en este se consignan los resultados de los proyectos de investigación generados en un periodo



de tiempo en específico, se describe la ficha técnica y toda la información correspondiente de cada proceso de desarrollo.

- ▶ *Productos de I+D+i*: finalmente, en el marco del fin del proceso, se presentan los productos generados de estos, se debe tener en cuenta que, en un ciclo de proceso, pueden generarse varios productos de investigación, desarrollo e innovación, los cuales pueden presentar características diferentes entre sí e incluso generar diferentes tipos de propiedad intelectual (entiéndase patentes, diseño industrial, derechos de autor, etc.).
- *Actividades*: pueden considerarse como transversales, son las que se refieren a la gestión, documentación e investigación y prototipado, empleando herramientas de gestión como lo son las propuestas por el *Project Management Institute (PMI)* y el *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)* los cuales son herramientas que actualmente utiliza la ARC para estos fines.
- *Herramientas*: para la gestión de proyectos de I+D+i se pueden utilizar las siguientes:
  - ▶ Guía para la presentación, ejecución y seguimiento de proyectos de inversión: instrumento para presentar e inscribir proyectos de inversión viables, que cumplan con los requisitos legales y normativos exigidos, para obtener financiamiento del presupuesto general de la nación, y poder desarrollarlos a través de una herramienta informática en la que se registra en un orden lógico la información para la formulación y evaluación de un proyecto de inversión. Consta de 4 módulos: identificación del problema o necesidad, preparación de la alternativa de solución, evaluación de la alternativa, toma de decisión y programación del proyecto (DAFP, 2016).
  - ▶ Gestión de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación: metodología utilizada y recomendada por la Universidad del Rosario donde explica los procedimientos para gerenciar proyectos I+D+i (Ministerio de Defensa y Universidad del Rosario 2011).
  - ▶ Manual de procedimientos del banco de programas y proyectos de inversión nacional (BPIN): este manual describe los procedimientos

que deben seguir aquellas entidades que desean formular proyectos del nivel nacional o regional susceptibles de ser financiados o cofinanciados con recursos del presupuesto general de la nación (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

- ▶ *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK): estándar internacional para la gestión de proyectos que aplica la Armada Nacional para administrar los todos sus proyectos (Vicente et al., 2015).
- ▶ Metodología de evaluación *ex-ante* de proyectos de investigación: metodología para mejorar la asignación de recursos de inversión del Plan de Desarrollo Tecnológico e Innovación PDTI de COTECMAR para optimizar la toma de decisiones de inversión en actividades de ciencia tecnología e innovación (ACTI) (Mojica Valero et al., 2010).
- Indicadores: también son parte importante al momento de medir y controlar el proceso, para el caso específico de este, muchos de ellos van encaminados a la gestión, la que se puede medir en días, actividades y plazos. Las estadísticas de la tasa de proyectos rechazados, los viables, no viables y la tasa de éxito permiten obtener indicadores que midan la gestión realizada durante este proceso, entre algunos indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad. Algunos otros indicadores propuestos por Restrepo Ortiz et al., (2016) para la gestión de proyectos de I+D+i son:
  - ▶ Docentes o profesionales en investigación, horas de investigación, inversión en investigación, número de proyectos, valor de los proyectos, duración de los proyectos, financiación (pública, privada), talento humano en I+D, movilidad de los investigadores, entidades vinculadas a proyectos (universidad, empresa), número de instalaciones, equipos y laboratorios para la investigación, artículos en revistas (personal interno y externo), artículos en congresos, participación en eventos académicos (congresos, seminarios), libros publicados, visibilidad basada en citas, colaboración científica, participación en redes temáticas (académicas y no académicas), asesorías (académicas y no académicas), patentes (solicitadas, concedidas), licencias en cesión, consultorías (académicas y no académicas), charlas y foros (académicos

y no académicos), participación en medios masivos de comunicación (prensa, radio, televisión, internet).

#### **4. *Transferencia tecnológica***

La transferencia tecnológica se concibe como el movimiento de tecnología o conocimiento, lo cual es un importante activo desde el punto de vista socioeconómico, que incluye desde medios técnicos hasta conocimiento, que se da por medio del saber hacer y la experiencia. Este movimiento se da desde un proveedor que puede ser una universidad, centro de investigación, centro tecnológico o institución hacia un receptor quien adquiere la tecnología, normalmente el receptor es una empresa, aunque también puede darse que sea otro de los entes mencionados anteriormente (universidad, centro de investigación, centro tecnológico) y a cambio de una contraprestación que normalmente es económica (Cesaroni y Piccaluga, 2016).

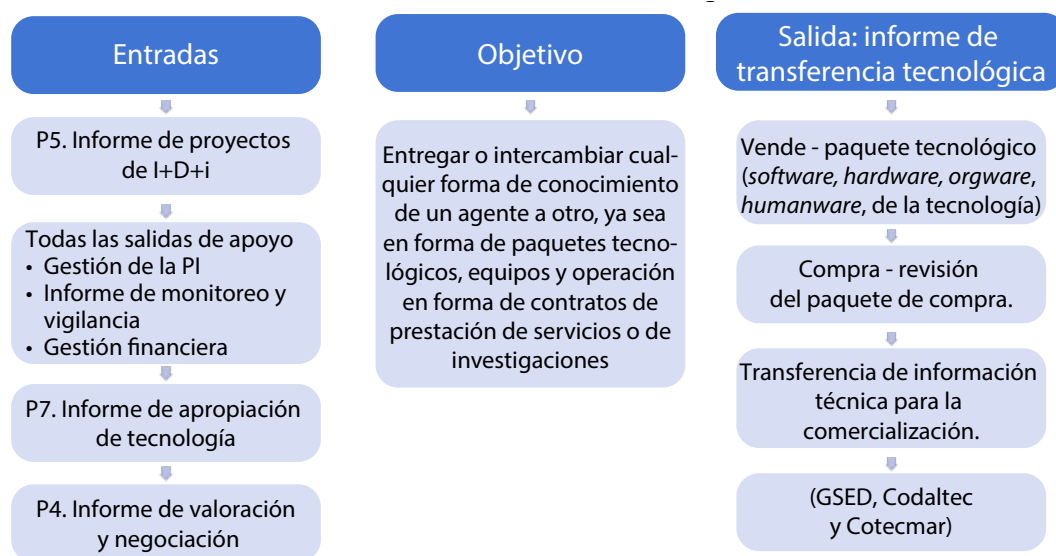
El proceso de transferencia tecnológica se rige bajo la norma UNE 166008:2012 que permite realizar de forma estructurada la transferencia de tecnología en cualquier organización y tiene por objeto establecer requisitos para la realización de la transferencia de tecnología proveniente de actividades de I+D+i (Aenor, 2012).

Para el caso específico de las Fuerzas Militares, existen ordenes establecidas por el Ministerio de Defensa Nacional, el comando general de las Fuerzas Militares y la misma Armada Nacional, así: la política de propiedad intelectual y transferencias tecnológicas del Ministerio de Defensa Nacional de Colombia, Directiva n. ° 19 del 30 de septiembre de 2008 (Ministerio de Defensa Nacional de Colombia, 2008a), las directivas permanentes de fomento desarrollo e integración del cooperación industrial y social-offset (Ministerio de Defensa Nacional, 2007; Ministerio de Defensa Nacional, 2009) que tratan de los lineamientos generales que deben seguir las Fuerzas Militares, la Policía Nacional, las demás unidades ejecutoras y las entidades adscritas o vinculadas al Ministerio de Defensa Nacional en el desarrollo, gestión, protección, utilización y comercialización de los activos intangibles.

Finalmente, la institución se orienta con la guía de propiedad intelectual para las Fuerzas Militares-J6 CGFM que trata, de igual manera, del procedimiento a seguir en la propiedad intelectual (Mejía Ferrero, (2018)). Por último, los lineamientos establecidos por la ARC a través de Directiva Permanente n.º 007 MD-CG-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-43-2, que trata lineamientos generales para el cumplimiento de la política de cooperación industrial y social-offset en Armada Nacional (Will Vélez, 2014b). Ambos instrumentos permiten orientar acciones de transferencia de tecnología hacia el interior como para el exterior de la institución.

A continuación, en la Figura 6.12., se aprecia el proceso de transferencia tecnológica en las FF. MM. y la representación de las salidas y entradas que lo componen.

Figura 6.12. Proceso de transferencia tecnológica



Fuente: elaboración propia.

- Entradas: a continuación, se describen las que componen este proceso:
  - ▶ *Informe de proyectos de I+D+i*: en este informe, tal cual se documentó en el proceso pasado, se representan todas las actividades realizadas y se provee de un banco de proyecto terminados con un portafolio

específico para su comercialización y/o transferencia a otros procesos y áreas de la organización.

- ▶ *Salidas de apoyo*: corresponde a las generadas durante el proceso de propiedad intelectual, para este caso los informes cambian, ya que estas se generan como insumo para transferencia tecnológica, por lo tanto, los productos cambian, la propiedad intelectual ya se enfoca en las estrategias de protección de la PI generada durante el proyecto. Se monitorea el ambiente para efectos prácticos de la protección y también se generan nuevos informes financieros con el fin de estimar costos y tiempos dedicados al proceso de protección.
- ▶ *Informe de apropiación tecnológica*: desde el área de apropiación, se generan informes que permitan diagnosticar el estado de cada área con respecto a la tecnología y su capacidad de adopción.
- ▶ *Informe de valoración y negociación*: la valoración tecnológica va un poco más allá de la estimación de los costos para la protección de la PI, ya que esta involucra aspectos como los beneficios, el costo y el mercado de la tecnología, independientemente si esta se genera para la misma institución, acá se analizan si los esfuerzos de I+D+i fueron suficientes y si existen beneficios adicionales.
- *Salidas*: previstas para este proceso, son las siguientes:
  - ▶ *Paquete tecnológico*: se refiere a la compilación de productos generados durante la investigación y que sean susceptibles de transferir, se debe tener en cuenta que, en este paquete, no solo se utilizan tecnologías duras sino también las incorporadas en el conocimiento de las personas que han trabajado en procesos de I+D+i.
  - ▶ *Paquete de compra*: es la complementación del paquete tecnológico e incluye los componentes de este con el fin de transferir a otras áreas.

- ▶ *Transferencia de información*: técnica para la comercialización, la información generada y el nuevo conocimiento se puede generar en forma de documentos científicos y de divulgación social.
- ▶ *Offset*: se refiere a las actividades de adquisición de material de defensa, estas se pueden dar desde el interior de la organización y también desde partes externas.
- *Actividades*: para el proceso de transferencia tecnológica se requiere articular las partes involucradas tanto en investigación como en la negociación y apropiación, esto con el fin de lograr mayor cohesión y reducir sesgos.
- *Herramientas*: los instrumentos necesarios para que el proceso de transferencia tecnológica pueda desarrollarse de manera adecuada, son los siguientes:
  - ▶ *Spinoff*: este tipo de empresas son consideradas una herramienta para la transferencia tecnológica, en donde la transferencia de los resultados de investigación cobra un papel importante, para el caso específico de ARC, pueden tenerse empresas específicas cuyos clientes sean los del sector militar.
  - ▶ *Tutoriales*: la transferencia tecnológica también involucra la transferencia de conocimientos, por esto, los tutoriales, ya sean en video, escritos y demás, pueden constituirse como una fuente para que los conocimientos perduren y no se pierdan en las organizaciones.
  - ▶ *Capacitación*: más que dejar un conocimiento escrito o grabado, la capacitación genera conocimientos de persona a persona con la opción de la discusión y la retroalimentación.
  - ▶ Entre otros se pueden encontrar también: pruebas de campo, OJT, ON JOB *training*, licenciamientos.
- *Indicadores*: según las actividades y herramientas planteadas para este proceso, parte de los indicadores pueden estar enfocados hacia el número de personas capacitadas e impactadas sobre alguna tecnología o proceso específico, también incluye el número de tecnologías o conocimiento ge-

nerados y susceptibles de transferencia y tasa de tecnologías transferidas desde el nivel interno y externo.

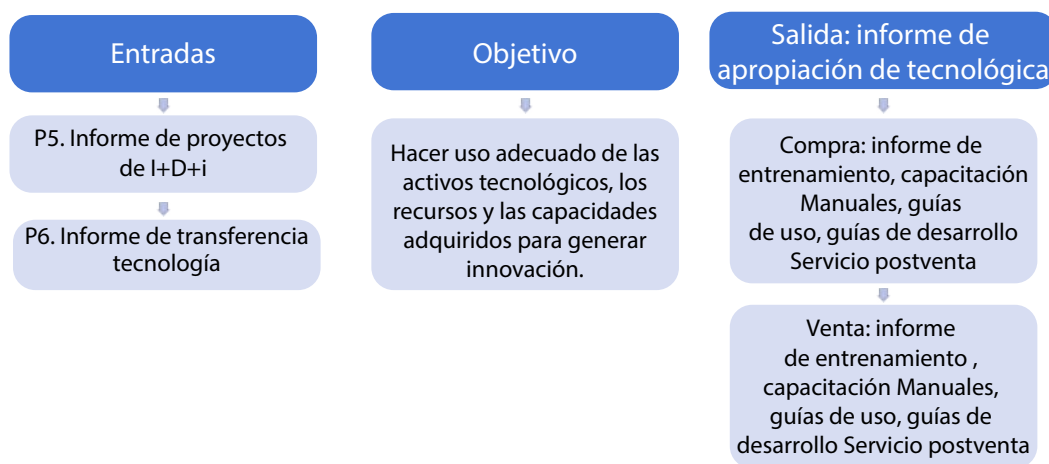
### **5. *Apropiación tecnológica***

El término apropiación podría definirse como tomar algo que pertenece a otros y hacerlo propio, lo cual implica generar nuevas responsabilidades al momento de transferir los conocimientos en un grupo de individuos (Colás y Jiménez, 2008). En términos de tecnologías, la apropiación implica una transformación no solo del usuario, sino de la tecnología misma para así generar adaptación según las necesidades y lineamientos de cada organización.

El éxito de la gestión tecnológica y de la innovación en la Armada Nacional depende de la respectiva apropiación que exista del tema en toda la organización, dado que la GTI está presente de manera transversal en todos los procesos. Para entender cómo la GTI permea la ARC, se realizó una analogía con un buque, en la cual se asocia para cada parte con la respectiva influencia que tiene este tema. Por ejemplo, en la propulsión o empuje de la GTI dentro de la organización estarían la academia, industria e instituciones como CO-TECMAR, Codaltec, Enap, Ensub, Efim.

En la Figura 6.13. se observan las entradas y salidas de este proceso misional, así como el objetivo de dicho proceso.

Figura 6.13. Proceso de apropiación tecnológica



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* a continuación, se describen las que componen este proceso:
  - ▶ *Informe de proyectos* de I+D+i: este incluye todo el paso a paso del proyecto, en este se definen los recursos humanos, en especie y en infraestructura utilizados en el proyecto. También las tecnologías implicadas en esta. En este informe se desglosan todas las actividades realizadas con el fin de tener claridad sobre el proceso y cómo, posteriormente, esa tecnología que ha sido desglosada podría ser apropiada dentro de la organización.
  - ▶ *Informe de transferencia tecnológica:* este es el generado una vez se termina el proceso de transferencia tecnológica y es un informe más estructurado que el de la entrada anterior, este implica la descripción de los resultados de investigación, en donde la tecnología desarrollada es el principal insumo para comenzar con el proceso de apropiación.
- *Salidas:* previstas para este proceso, son las siguientes:
  - ▶ *Compra:* este tipo de salida se genera cuando la tecnología llega de fuentes de terceros, se debe tener en cuenta que el proceso de apropiación de tecnologías puede darse en dos etapas: al final de un proceso de I+D+i y de transferencia tecnológica y precisamente al inicio, esto se da porque podría darse el caso de adquirir tecnologías con el fin de



generar investigación a partir de estas. Es importante definir en qué etapa es necesaria la compra de la tecnología, ya que el proceso de apropiación puede darse diferente, ejemplo, es más complejo adaptar tecnologías para investigar, que adaptar una tecnología que se ha generado dentro de la organización bajo algunos lineamientos y teniendo en cuenta las características propias de esta.

- ▶ *Informe de entrenamiento, capacitación, manuales, guías de uso, guías de desarrollo, servicio postventa:* estos aplican cuando la tecnología es adquirida es importante- Además, la adquisición del conocimiento incorporado en las tecnologías que garanticen una buena apropiación.
- ▶ *Venta:* tiene que ver con las tecnologías generadas dentro de la organización y la forma en la que se transfiere hacia otras organizaciones o industrias.
- ▶ *Informe de entrenamiento, capacitación, manuales, guías de uso, guías de desarrollo, servicio postventa:* si se van a transferir tecnologías, también se debe garantizar que, desde la parte adquiriente, se pueda generar una adecuada adopción, para esto se deben generar manuales de uso, capacitación por parte de personal experto y asesoría temporal o permanente.
- *Actividades:* las actividades implicadas para este proceso radican en el aprendizaje y la gestión documental y la gestión del conocimiento que se dan en la institución desde adentro y hacia afuera, dependiendo del origen y el destino de la tecnología.
- *Herramientas:* para llevar a cabo este proceso, son importantes las siguientes herramientas:
  - ▶ *Manual de uso:* dentro del cual se encuentran consignadas las características y usos de la tecnología objeto de la apropiación.
  - ▶ *Capacitación:* esta puede darse de manera personal o virtual, constante o limitadamente, según los requerimientos de la organización en la cual la tecnología se encuentra dentro del flujo de entrada o salida.

- ▶ *Manual de procedimientos*: manual permanente y de uso continuo en el que quedan consignados conocimientos para el uso de la tecnología y procesos.
- ▶ *Portal de conocimiento Atenea*: es el escenario virtual que la ARC ha desarrollado como punto de encuentro de la comunidad académico-científica de la institución, permitiendo así al personal interactuar en las áreas de conocimiento que se han identificado. En un concepto amplio, es una plataforma tecnológica que agrupa la comunidad científica para fortalecer la gestión del capital intelectual mediante la cultura del conocimiento, haciéndolo explícito, tomando como herramienta los criterios de cada participante y los repositorios documentales. Todo esto con una auditoría de conocimiento ejercida por la misma comunidad científica (Armada Nacional, 2017a).
- *Indicadores*: en materia de medición, para este proceso específico, el conteo sobre tecnologías adquiridas y vendidas puede ser un buen indicador, también el involucrar a las personas directamente vinculadas a la tecnología en términos de capacitación y el conteo de los profesionales con el conocimiento especializado, también son indicadores que aplican para este proceso. De otro lado, puede ser el grado en que la tecnología contribuye a satisfacer la necesidad identificada, nivel de impacto de la aplicación de la tecnología en la ejecución de la tarea específica, grado de aporte a la consecución de la ventaja estratégica que hace la tecnología, frecuencia de uso de la tecnología, Intensidad o tiempo de uso de la tecnología, tiempo invertido por usuarios para lograr el nivel de experto en el uso de la tecnología, grado de motivación para proseguir en el uso de la tecnología entre otros.

### **6.4.3 Procesos apoyo**

Los procesos de apoyo son aquellos que van a soportar los demás procesos y se deben establecer de forma centralizada dado que tienen que enviar insumos a lo largo de toda la organización.

## 1. *Propiedad intelectual*

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (s.f.) define la propiedad intelectual (PI) como una forma legal de proteger las invenciones creadas por la mente humana, esta se divide principalmente en propiedad industrial, la cual se concentra en proteger patentes, diseños industriales, marcas de fábrica, marcas de servicio, esquema de circuitos integrados, entre otros relacionados a la industria y al comercio. Por otra parte, está el derecho de autor que se encarga de reconocer los méritos patrimoniales, morales, conexos y derivados para las obras literarias, artísticas o científicas.

De acuerdo con Luna López (2004) una correcta política de propiedad intelectual debe procurar la exteriorización de los conocimientos, creaciones y conocimiento de las universidades y centros de investigación con el fin de generar un beneficio público. Además de esto, también se debe hacer un proceso de transferencia tecnológica para que el conocimiento sea utilizado por la sociedad, así como también la normatividad que cobijará los derechos y obligaciones de la universidad o centro de I+D y las partes involucradas en todo el proceso en relación a invenciones, descubrimientos y nuevos trabajos, otro aspecto importante es el establecimiento de incentivos y compensaciones por los resultados de las creaciones que sean susceptibles de explotación comercial.

La propiedad intelectual en la Armada de Colombia se encuentra regida por la siguiente normatividad:

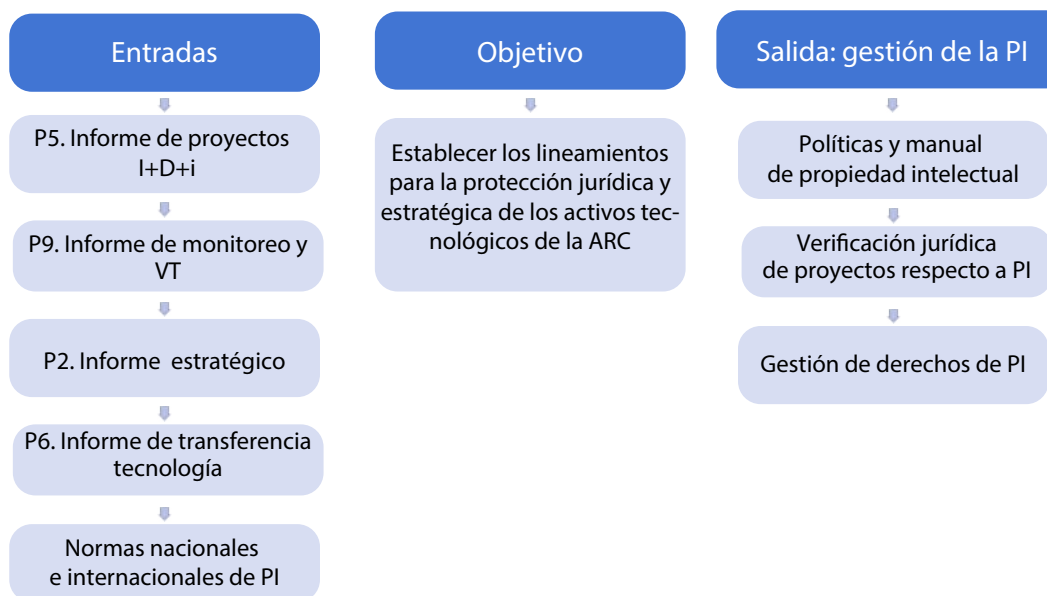
- *Directiva Transitoria* n.º 002 MD-CGFM-CARMA-SECAR-JINEN-DI-CYT-23-2: documento oficial emitido por la dirección de ciencia y tecnología a través de la jefatura de Formación Instrucción y Educación Naval, trata de la instrucciones y directrices y procedimientos para el manejo de la propiedad intelectual en Armada Nacional (Armada Nacional, 2015b; Armada Nacional, 2017).
- *Política de propiedad intelectual y transferencias tecnológicas del Ministerio de Defensa Nacional de Colombia*: documento oficial emitido por el Ministerio de Defensa Nacional a través de la Dirección de Ciencia y Tecnología, y trata de la política de propiedad intelectual y transferencia

de tecnología en las instituciones del Ministerio de Defensa Nacional de Colombia (2008).

- *Guía de propiedad intelectual para las Fuerzas Militares-J6* CGFM: documento oficial emitido por la Dirección de Ciencia y Tecnología a través de la Jefatura de Instrucción y Entrenamiento Comando General de las Fuerzas Militares (2014), que trata de las directrices y procedimientos para el manejo de la propiedad intelectual en las Fuerzas Militares de Colombia.
- *Leyes nacionales de propiedad intelectual*: en Colombia, los entes que regulan la PI se encuentran divididos según la categoría. Para los derechos de autor, se encuentra la Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA), la propiedad industrial se encuentra regulada por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) y para las variedades vegetales se encuentra el Instituto Colombiano Agropecuario. Por lo tanto, cada entidad crea y divulga sus propias leyes. En la DNDA, una de las principales leyes es la 1915 de 2018. La SIC, por su parte, se rige por la Decisión 486 de 2000 y Ley 603 de 2000 y para variedades vegetales, la principal ley es la 1032 de 2006.
- *Leyes internacionales de propiedad intelectual*: en el mundo, el ente encargado de realizar las regulaciones es la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

En la Figura 6.14. se observan las entradas y salidas de este proceso de apoyo, así como el objetivo de dicho proceso.

Figura 6.14. Proceso de propiedad intelectual



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* a continuación, se describen las que componen este proceso:
  - ▶ *Informe de proyectos de I+D+i:* en este informe se tiene en cuenta la propiedad intelectual requerida e involucrada en el proyecto. Es importante generar un informe tipo auditoría que muestre el estado de las tecnologías usadas, nuevas, propias y de terceros.
  - ▶ *Informe de monitoreo y VT:* este constituye una parte importante en el aspecto legal, ya que este informe se puede tomar bajo dos frentes: el primero permite identificar tecnologías y PI que pueda servir para investigación, en esta se analiza si estas tienen un poseedor o se encuentran en dominio público, lo anterior con el fin de no generar infracciones y evitar pleitos legales y jurídicos. Lo segundo permite que, una vez se generen los resultados de los proyectos, se estudie la viabilidad y tramitología necesarios para la gestión de derechos de PI, lo cual incluye en primera medida, la protección.
  - ▶ *Informe estratégico:* en este se consignan las tecnologías que, en procesos pasados, se calificaron con gran potencial y que son técnicamente viables y susceptibles de transferir y apropiar.

- ▶ *Informe de transferencia tecnológica*: los resultados de investigación que se generan en esta etapa permiten tener un panorama real de la propiedad intelectual creada, esto permite agilizar el proceso de protección y explotación.
- ▶ *Normas nacionales e internacionales de PI*: es fundamental estar al tanto de la normatividad presente en la organización, nacional e internacionalmente, por lo tanto, el monitoreo constante permite la actualización para así tomar decisiones y no comprometer los activos de PI de la organización. Con estos insumos se generan las políticas, lineamientos y demás documentos.
- *Salidas*: previstas para este proceso, son las siguientes:
  - ▶ *Políticas y manual de PI*: estas se constituyen como la base para todos los procedimientos y procesos que involucren a la propiedad intelectual. Sin estos no habría verificación ni proceder en caso de que se cometan infracciones a la propiedad intelectual. Luna López (2004) propone que una política de PI debe contener las siguientes tareas: protección de propiedad intelectual, posesión de propiedad intelectual, divulgación de invenciones que puedan convertirse en propiedad intelectual, mercadeo, comercialización y licencia de patentes, distribución de los ingresos obtenidos.
  - ▶ *Verificación jurídica de proyectos estratégicos respecto a PI*: se refiere al monitoreo que se realiza en la etapa de adquisición y venta de tecnologías que involucra a la PI propia y de terceros. Por otra parte, también tiene que ver con la auditoría de PI y la vigilancia del patrimonio tecnológico en donde los dueños o poseedores de la PI se encargan de vigilar que terceros no cometan infracciones con esta y en caso de darse presentar ante las autoridades competentes, ya sea nacional o internacional, el respectivo recurso legal y jurídico.
  - ▶ *Gestión de derechos de PI*: esta salida comprende todas las anteriores salidas como un proceso global en donde se generan todo tipo de acciones encaminadas a la protección, explotación, negociación, transferencia, inventario, auditoría y vigilancia de la PI.

- *Actividades:* al ser un proceso de apoyo y que contiene la parte más importante, se presentan una serie de actividades que involucran la búsqueda, recopilación, análisis, vigilancia, monitoreo, negociación, explotación, protección, transferencia, apropiación, inventariado y auditoría siempre en relación con la propiedad intelectual y que retroalimenta constantemente a todos los procesos aquí consignados.
- *Herramientas: se destacan las siguientes:*
  - ▶ *Sistema de Información Logística del Sector Defensa (SILOG):* plataforma SAP utilizada por las instituciones que pertenecen al Ministerio de Defensa Nacional. Consiste en un sistema informático integrado y modular que registra en tiempo real todas las operaciones de la entidad. Así mismo, proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de aplicativos que se han desarrollado y que cumplen funciones específicas, como también permite la interoperabilidad de estos aplicativos como la integración con el sistema de información financiera (SIF) del Ministerio de Hacienda y crédito Público, proyecto que inició su ejecución en el 2008 (Ministerio de Defensa Nacional, 2008).
- *Indicadores:* el sistema de indicadores o métricas puede darse mediante el conteo de la propiedad intelectual legalmente viable, la tasa de patentes rechazadas y aceptadas, las infracciones a la PI por propios y terceros, los pleitos ganados o perdidos, registro de marca, registro de derechos de autor, registros de patentes y diseño industrial a nivel nacional y por PCT, PI vencida o del dominio público, también incluye la capacitación a personal en PI, contando el rango dentro de la organización.

## **2. Monitoreo y vigilancia tecnológica**

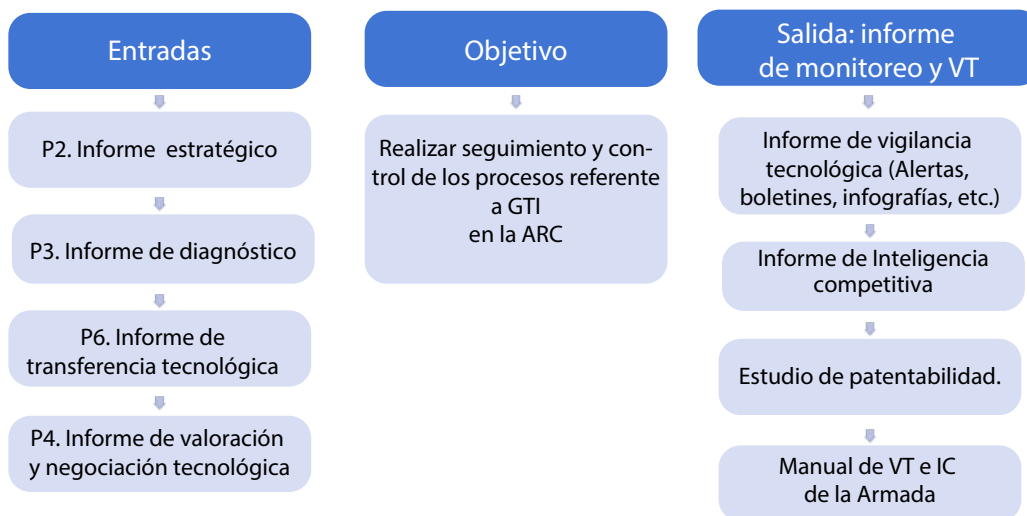
Es sabido que el entorno organizacional actual es dinámico y complejo, por lo cual las empresas se ven obligadas a aprovechar información clara, precisa y oportuna del medio, con el objetivo de tomar decisiones de manera estratégica y generar una ventaja competitiva (Shujahat et al., 2017). Este proceso les permite a las organizaciones estar atentas a los cambios del entorno, captando y analizando información y, posteriormente, transformarla

en conocimiento útil, con el fin de estar alertas ante amenazas y aprovechando oportunidades que se presentan en el día a día (Escorsa Castellás & Maspons Bosch, 2002).

El proceso de monitoreo y VT en el Sector Defensa se orienta a realizar de forma sistemática la captación, análisis, difusión y la explotación de la información que le es útil para fortalecer la infraestructura tecnológica de las instituciones del Sector Defensa. Este proceso genera alertas sobre el desarrollo científico y tecnológico sensible de generar oportunidades o amenazas en las instituciones. De igual manera, con este proceso se pretende identificar las capacidades tecnológicas con las que cuenta el Sector Defensa, priorizar las necesidades de innovación y generar planes tecnológicos.

En la Figura 6.15. se observan las entradas y salidas de este proceso de apoyo, así como el objetivo de dicho proceso.

**Figura 6.15.** Proceso de monitoreo y vigilancia tecnológica



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas:* este proceso de apoyo tiene como entradas el informe generado por el diagnóstico tecnológico que permite verificar los activos tecnológicos e intelectuales de la organización. De igual manera, las necesidades identificadas en el plan prospectivo (escenarios a corto, mediano



y largo plazo). Así mismo, tiene como insumo el informe originado por el proceso de transferencia tecnológica, lo cual permite identificar los oferentes de tecnologías, así como los posibles clientes de las tecnologías desarrolladas y codesarrolladas al interior de la ARC. Por último, del informe de valoración y negociación tecnológica, especialmente el análisis de la oferta tecnológica.

- *Salidas:* de las anteriores entradas al proceso de apoyo en la GTI de la ARC, el monitoreo genera informes de VT, donde se capta, procesa y analiza información de interés de las áreas apoyadas, reproduciendo alertas, boletines de información (estilo suscripciones), infografías y demás estrategias de divulgación de información de interés. De la misma forma, el proceso tiene como salida informes de inteligencia competitiva (IC), los cuales se caracterizan por monitorear la posición competitiva de una organización, determinada por el conocimiento del entorno, analizando variables económicas, ambientales, legales, financieras, sociales (Aguirre, 2015), la cual otorga insumos para el diseño de estrategias organizacionales para poder competir y satisfacer necesidades a los clientes, apoyando al proceso misional de transferencia tecnológica. Este brinda soporte a otro proceso de apoyo, el de PI, generando análisis de patentes, necesario para la protección de invenciones. Y, finalmente, todos estos procesos deben ser registrados y gestionados por medio de manuales de VT e IC propios de la ARC.
- *Actividades:* el encargado del monitoreo y VT debe identificar y precisar los focos estratégicos a vigilar, debe localizar la información y capturarla de manera organizada (buscarla en bases de datos especializadas, metabuscadores, bases de datos de patentes), empleando herramientas informáticas especializadas, de ser necesario, para filtrar y analizar la información y generar así los informes y reportes, los cuales son los productos de este proceso de apoyo.
- *Herramientas:* dentro de las herramientas que posibilitan el correcto funcionamiento del proceso de monitoreo y VT se pueden tener en cuenta las siguientes:

- ▶ Bases de datos especializadas: son los buscadores que almacenan información estructurada en cuanto a producción científica en áreas específicas, la cual es validada y filtrada, tales como bases de datos de patentes, de revistas y artículos científicos, de tesis y memorias de investigación.
- ▶ Plataformas para el procesamiento de información: son herramientas informáticas especializadas que permiten rastreo, captura y tratamiento de la información generando informes de vigilancia tecnológica.
- ▶ Alertas y boletines: son servicios personalizados de información sobre tendencias en temas específicos y estratégicos para la organización, tales como normatividad, eventos, ferias, congresos, patentes, ofertas tecnológicas, noticias, publicaciones destacadas, convocatorias.
- Indicadores: por medio del diseño de indicadores de gestión como el número de informes de vigilancia generados, número de patentes identificadas, qué áreas son las que solicitan informes de VT, número de competidores identificados, número de desarrollos tecnológicos identificados, se puede hacer seguimiento a la efectividad de los productos entregados por este proceso de apoyo.

Finalmente, este proceso permitirá entonces en las instituciones la identificación de nuevos sistemas de armamento, de control y de comando que permita apoyar las operaciones militares, de logística y de seguridad de territorio nacional. De esta manera, se destaca la importancia de los procesos de estar alertas al entorno dinámico, ya que ello potencia las capacidades militares de las instituciones del Sector Defensa del País.

### **3. Financiación de la CTei**

La CTei ha contribuido significativamente al crecimiento económico de los países, especialmente por la gran inversión en el sistema de CTei, es decir, inversión en proyectos I+D+i y personal de I+D+i. Los países desarrollados se han empeñado en motivar la capacidad de innovación y su contribución al desarrollo económico transformado los sistemas nacionales de CTei, mediante la vinculación de sector científico con el sector empresarial, incenti-

vando lazos de cooperación entre estos, y equilibrando la importación de tecnología con el esfuerzo interno de I+D+i. (Fan, 2011).

Internacionalmente, para medir el esfuerzo de un país en ciencia y tecnología, la inversión o gasto en I+D algunos países, particularmente países en desarrollo, utilizan el concepto de inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (Acti), que es la agrupación de la inversión en: I+D, formación avanzada, servicios científicos y tecnológicos, e innovación, actividades que contribuyen al desarrollo científico y tecnológico.

En Colombia, la ciencia, la tecnología y la innovación (CTei) son reconocidas también por la sociedad en como una fuente de desarrollo y crecimiento económico. (Departamento Nacional de Planeación, 2009).

En el Estado colombiano se establece que, para incrementar la capacidad de la ciencia, la tecnología y la innovación el financiamiento o la ejecución de estas actividades, se debe realizar por parte de los agentes que componen el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTei) (Colciencias, 2016a). Este sistema permite la interacción entre empresas (privadas y públicas), universidades y agencias gubernamentales, con el objetivo de producir ciencia y tecnología. La interacción entre estas unidades es técnica, comercial, legal, social y financiera. El objetivo de la interacción es el desarrollo, protección, financiamiento o regulación de CTei (Wonglimpiyarat, 2011).

La inversión pública en ciencia, la tecnología y la innovación, se realiza particularmente a través de las asignaciones de recursos a Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias). A este esfuerzo, se debe mencionar los recursos adicionales que se obtienen vía convenios con entidades públicas, tales como el Sena, las Fuerzas Militares, los ministerios de Comunicaciones, Transporte, Minas y Energía, de la Protección Social y Educación (Colciencias, 2016b).

Para el caso particular del sector defensa y seguridad, específicamente para las Fuerzas Militares, las inversiones (Acti) están orientadas a mejorar y fortalecer la capacidad de operación para que estas instituciones de seguridad

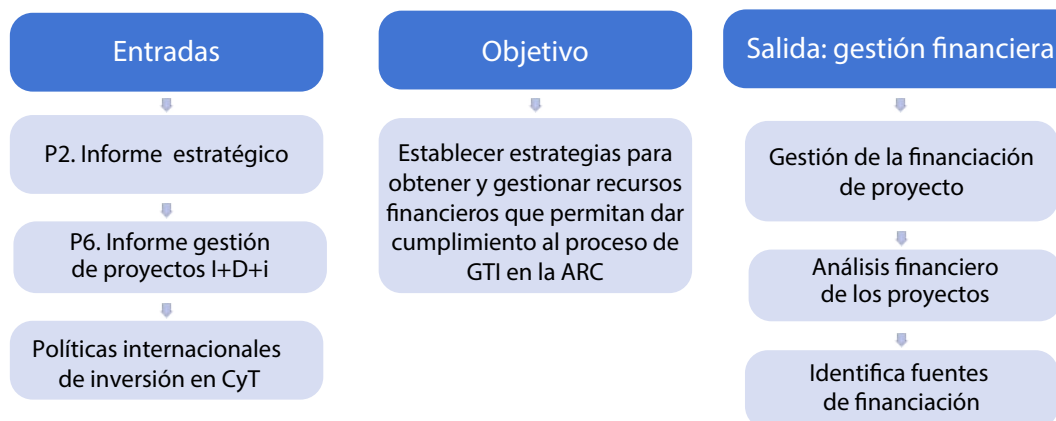
puedan desempeñar las funciones de la defensa de la soberanía, la independencia y la integridad del territorio nacional y del orden constitucional, y mantener las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2003).

La financiación de varios proyectos en las Fuerzas Militares se realiza con recursos provenientes de los excedentes financieros de las empresas del GSED, particularmente de la Industria Militar (Indumil), Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial (CO-TECMAR), con una figura que permite el desarrollo de las investigaciones al interior de estas compañías (Ariza, 2008).

En la Armada Nacional se encuentra establecida una política de “gestión de recursos financieros y/o técnicos” para que organismos estatales y privados apoyen la investigación, el desarrollo tecnológico e innovación, con el propósito de adelantar proyectos que contribuyan al desarrollo institucional y del sector defensa. El objetivo de esta política es el aumento de la inversión en proyectos de I+D+i cuyos objetivos y entregables contribuyan al logro de la misión institucional (Barrera, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 6.16. se muestra de manera general el esquema del proceso de financiación ciencia, tecnología e innovación para la Armada Nacional.

Figura 6.16. Proceso de financiación ciencia, tecnología e innovación



Fuente: elaboración propia.

- *Entradas*: este proceso de apoyo, que es transversal, posee entradas o *inputs* de varios procesos como se relacionan a continuación: recibe el informe estratégico del proceso de planeación tecnológica, que contiene los factores internos-externos de la institución, los planes, programas y proyectos relacionados con ciencia y tecnología (cartera de proyectos) y la planeación de la organización de recursos (humanos, financieros y técnicos). Recibe el informe de gestión de proyectos I+D+i, que incluye el portafolio de proyectos I+D+i (*dashboard*) y los productos de I+D+i. Por otra parte, se reciben las políticas nacionales de inversión en CYT.
- *Salidas*: posterior a un análisis y procesamiento del informe estratégico, el informe de gestión de proyectos I+D+i y las políticas nacionales de inversión en cyt.; esto se convierte en salidas u *outputs* del proceso como gestión de la financiación de proyecto I+D+i, análisis financiero de los proyectos I+D+i, y la identificación de fuentes de financiación para los proyectos.
- *Actividades*: la financiación de la ciencia, tecnología e innovación establece de forma concreta las estrategias y formas para obtener y gestionar recursos financieros que permitan dar cumplimiento al proceso de GTI en la ARC. Entre las estrategias existentes está la financiación de la I+D+i con recursos propios de la ARC, recursos de la nación destinados en ciencia y tecnología, mediante la cooperación internacional o median-

te la cooperación entre los actores del sistema de CyT. Cada fuente de financiación requiere de una forma diferente para obtener los recursos y según la naturaleza del proyecto o la financiación, una forma muy particular de gestionarla.

- *Herramientas*: dentro de los instrumentos encontrados para facilitar el funcionamiento del proceso de financiación ciencia, tecnología e innovación para la Armada Nacional se encuentran fuentes de financiación interna y externa, dentro de estas se pueden nombrar las siguientes:
  - ▶ *Fuentes internas*: procedentes del presupuesto general de la Nación, asignados a la Armada Nacional para el cumplimiento de su misión constitucional.
  - ▶ *Presupuesto de inversión y los recursos del presupuesto de funcionamiento de la Armada Nacional*: para apropiarse de estos recursos se requiere que los proyectos del portafolio de I+D+I y del portafolio de educación naval, se realicen bajo la metodología PMI en la ARC y al ser matriculados en el Banco de Proyectos Nacional (BPIN) del Departamento de Planeación Nacional (DNP) se realice bajo la metodología general ajustada (MGA) (Armada Nacional, 2014b; Departamento Nacional de Planeación, 2008).
  - ▶ *Naturales de convenios de cooperación industrial y social*: usualmente conocidos como *offset*, figura ampliamente utilizada en el mundo en cuanto a las transacciones comerciales de bienes, sistemas de defensa y servicios afines. Cuando los proyectos son de transferencia de conocimiento o de transferencia tecnológica, conforme a las condiciones y procedimientos, la formulación y desarrollo de proyectos a través de Offset (Wills Velez, 2014b; DAFPT, 2016) el objetivo del *offset* es que la institución adquiera beneficios industriales y nuevas capacidades tecnológicas en los componentes de la ARC, como compensación por la adquisición de equipos y sistemas de defensa.
  - ▶ *Fuentes externas*: provenientes de otras entidades públicas o privadas, donaciones (motivadas por beneficios tributarios), convenios, convocatorias.

- ▶ *Fondo Francisco José de Caldas*: mediante la celebración de convenios para la realización de proyectos de I+D+i que permitirán fortalecer el portafolio de I+D+i de la Armada Nacional al llevar a cabo con éxito nuevos proyectos de CTei para consolidar capacidades científicas y tecnológicas del país en las temáticas marítimas, fluviales y navales, alineadas con el Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Seguridad y Defensa (Colciencias, 2010a).
- ▶ *Relación universidad-Armada Nacional*: mantener estrecha relación con las instituciones universitarias nacional e internacionalmente, a través de convenios de colaboración y alianzas estratégicas gestionados a través de la Jefatura de Formación, Instrucción y Educación Naval (JINEN), que permitan estimular el intercambio de conocimiento y la inversión en las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación naval (Cubides et al., 2017).
- ▶ *Convenios con Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED)*: mecanismos para la asignación de recursos financieros para la investigación y desarrollo tecnológico por parte de las empresas del GSED. La financiación de varios proyectos en cada línea, se conciben con recursos provenientes de los excedentes financieros de las empresas del GSED, particularmente de la industria militar (Indumil) y la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial (COTECMAR) (Ariza, 2008).
- ▶ *Convenios de cooperación internacional*: procesos liderados por la Jefatura de Formación, Instrucción y Educación Naval (JINEN), con el objetivo de establecer convenios con organizaciones internacionales estatales y/o privadas que incentivan la investigación y desarrollo, a través de ayudas representadas en recursos físicos y capacitación para la realización de proyectos de investigación (Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, 2016).
- **Indicadores**: las métricas o indicadores para medir la gestión del proceso de la financiación de la ciencia, tecnología e innovación se pueden encontrar el número de proyectos financiados con recursos internos de inversión, número de proyectos financiados con recursos internos de

funcionamiento; número de proyectos financiados a través de convenios de cooperación industrial y social con países de Europa, Asia, América, Oceanía, África; número de proyectos financiados con convenios con las empresas del Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED); número de proyectos financiados en convenios con universidades nacionales e internacionales; número de proyectos financiados con el Fondo Francisco José de Caldas; número de proyectos financiados con recursos del Ministerio de Defensa y seguimiento y ejecuciones de proyectos financiados por las diferentes fuentes.

#### **6.4.4. Proceso de evaluación**

El proceso de evaluación tiene un papel clave puesto que va a permitir que se realice seguimiento a cada uno de los procesos y poder medir, controlar y mejorar la gestión en toda la organización.

##### **1. Evaluación e indicadores**

Según la Unicef (2007), la evaluación se define como el “esfuerzo sistemático de medir el impacto de un programa o su efectividad. La evaluación también analiza otros criterios definidos (y acordados) tales como la pertinencia, eficiencia y sostenibilidad de las actividades a la luz de los objetivos específicos” (p. 31). No obstante, la determinación de la eficacia y la eficiencia de un plan, programa o proyecto implica el seguimiento en su ejecución. Y es aquí cuando aparece en escena el monitoreo.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (1997)

El monitoreo es el procedimiento mediante el cual verificamos la eficiencia y eficacia de la ejecución de un proyecto mediante la identificación de sus logros y debilidades y en consecuencia, recomendamos medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto (p. 27).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que el monitoreo permite describir y calificar el cumplimiento del plan de trabajo que contiene las actividades operativas, entendiendo como tales a aquellas que el equipo gestor



del plan, programa o proyecto debe llevar a cabo para asegurar el logro de cada resultado o producto.

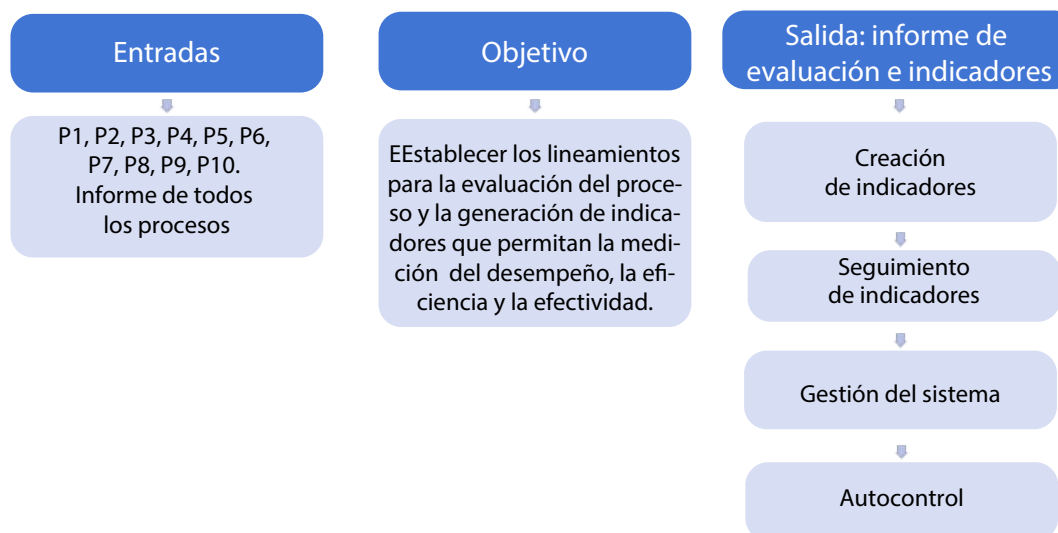
El monitoreo responde entonces a la evaluación del proceso. Analizando el propósito y el alcance del monitoreo y la evaluación, se observa que cada uno tiene su momento y su relevancia, que son complementarios e indispensables el uno para el otro y que, como tal, conforman un solo proceso, denominado evaluación, el cual se inicia desde el comienzo de la formulación del plan, programa o proyecto, y finaliza cuando ha concluido la ejecución de este.

Con este enfoque, el proceso de evaluación se perfila para verificar el cumplimiento de objetivos frente a los estándares esperados, explorar y analizar los impactos y efectos positivos y negativos. También describir o explicar el proceso o gestión del plan, programa o proyecto (Marín, 2006).

El propósito de la evaluación, como ya se mencionó, es monitorear y evaluar con base en indicadores un proceso y del logro de sus resultados. Bajo esta premisa, la evaluación, tiene dos propósitos fundamentales: (1) realizar el seguimiento de los procesos en términos del logro de sus objetivos: monitorear, y (2) medir el cumplimiento de los objetivos y las metas alcanzadas por el proceso, examinando la eficiencia y determinando los impactos sobre las condiciones iniciales: evaluar.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Figura 6.17. se muestra de manera general el esquema del proceso de evaluación e indicadores. |

Figura 6.17. Proceso de evaluación e indicadores



Fuente: elaboración propia.

- Entradas: este proceso de evaluación e indicadores asume como entradas todos los informes generados por los procesos estratégicos, misionales, y de apoyo.
- Salidas: de las anteriores entradas, al proceso de evaluación e indicadores, se generan varios productos posteriores a un análisis y procesamiento de los informes de todos los procesos; esto se traduce en: (1) creación de indicadores, (2) seguimiento de indicadores, y (3) evaluación del sistema.
  - ▶ Creación de indicadores: es la creación de una variable o factor cuantitativo/cualitativo que proporciona un medio sencillo y fiable para medir logros, reflejar los cambios vinculados con la gestión o evaluación de resultados (OECD, 2010).
  - ▶ Seguimiento de indicadores: verificación continua en el tiempo de información que permitan conocer el progreso de un objetivo específico, sin que conlleve al análisis de causalidad, situación que sí se contempla en la evaluación (DNP, 2016).
  - ▶ Evaluación: proceso mediante el cual una organización, en forma sistemática y disciplinada, monitorea y evalúa, con base en indicadores, el desempeño de procesos y del logro de sus resultados.

Estas salidas mencionadas son entregadas de nuevo a todos los demás procesos estratégicos, misionales y de apoyo, para establecer las acciones de mejora pertinentes para que encaucen la gestión del proceso.

- **Actividades:** elaborar e implementar acciones, métodos, mecanismos de prevención, verificación y evaluación para todos los procesos que permitan la medición del desempeño y la gestión de los procesos GTI de la Armada Nacional.
- **Herramientas:** dentro de los instrumentos encontrados para facilitar el funcionamiento del proceso de evaluación para la Armada Nacional se pueden nombrar los siguientes:
  - ▶ Cuadro de mando integral o Balanced Scorecard (BSC): herramienta conformada por un conjunto de indicadores que proporcionan a los tomadores de decisiones un panorama completo del estado de los procesos. Dichos indicadores están ligados a los procesos, pues estos están alineados con la estrategia de la institución (Sánchez, 2010).
  - ▶ Modelo integrado de planeación y gestión (MIPG): herramienta que articula los sistemas de gestión de calidad, de desarrollo administrativo y el sistema de control interno. Este último establece todos los elementos necesarios para que los procesos se autorregulen y autogestionen de manera eficiente. (Departamento Administrativo de la Función Pública DAFP, 2019).
- **Indicadores:** dentro de las métricas o indicadores para medir la gestión del proceso de evaluación se pueden encontrar los siguientes: número de indicadores por procesos GTI; número de indicadores de eficacia; número de indicadores de eficiencia; número de indicadores de efectividad; número de seguimientos a los procesos GTI; número de acciones de mejora por proceso, entre otros.

## **6.5. Formación de capacidades para el desarrollo de la tecnología y la innovación en la Armada Nacional de Colombia**

Para el Ministerio de Defensa Nacional no es ajeno el concepto de capacidades, en el 2018 publicó el libro *Guía metodológica de planeamiento por capacidades*, donde tomaron en consideración las mejores prácticas de instituciones de defensa como la OTAN y países que son referentes internacionales, entre estos: Australia, Canadá, España, Estados Unidos, Reino Unido, quienes la consideran como una metodología de planeación de largo plazo para el diseño y construcción de la estructura de fuerza necesaria en el país y que permite maximizar el uso eficiente de los recursos, por lo tanto esta sección pretende definir la manera de introducir la metodología de gestión tecnológica y de la innovación en las FF. MM., específicamente en la Armada Nacional como caso de estudio.

Según la teoría evolutiva de la innovación, existe una estrecha relación entre las rutinas, los recursos y las capacidades, con el objetivo de sortear problemas, permitiendo al sistema encontrar soluciones novedosas a las dificultades (Nelson & Winter, 1982; Teece et al., 1997). Los recursos por sí solos no generan ventajas competitivas ni son productivos, requieren de las rutinas o procesos que hacen que las instituciones produzcan, en este caso adoptar mejores prácticas para alcanzar la soberanía tecnológica anhelada.

El manual de Oslo (OECD/Eurostat, 2018) indica que las capacidades de innovación incluyen “los conocimientos, las competencias y los recursos que una empresa acumula a lo largo del tiempo y utiliza para alcanzar sus objetivos” (p.103). Entre las diferentes capacidades que presenta están los recursos generales de la empresa, las capacidades de gestión, la capacidad de gestión de las habilidades y el recurso humano, y la capacidad tecnológica.

Esta sección pretende presentar la metodología para la implementación del proceso de gestión tecnológica e innovación para la Armada Nacional. Esta metodología es el resultado de un proceso de análisis, conciliación y adapta-

ción de diversas propuestas tienen como objetivo la gestión de tecnología y la innovación.

Inicialmente, se presenta un diagrama de flujo con la metodología de implementación del sistema, presentando las fases que lo componen, algunas actividades, los resultados esperados y las relaciones entre estas. Luego se describen los objetivos de cada fase, y las tareas para cumplirlos. Finalmente, es importante mencionar que no es una camisa de fuerza implementar esta metodología, por lo que puede ser adecuado a las particularidades del momento de ejecución.

### **6.5.1. Metodología para formación de capacidades para el desarrollo de la tecnología y la innovación en la ARC**

La metodología para la formación de capacidades se divide en las etapas de demostración y aplicación (Palop Marro et al., 2012). Esta estructura se alinea con los procesos de aprendizaje sugeridos por Kolb (2015), quien define que para asegurar el aprendizaje se deben sentir, observar, reflexionar y ejecutar acciones sobre los diferentes momentos de la asimilación de conceptos. Igualmente, esta metodología para la formación de capacidades se articula con los modelos aprendizaje basado en proyectos (Chen & Yang, 2019; Ciro Aristizábal, 2012) y también mediante la identificación de buenas prácticas de gestión de la innovación identificadas en la literatura (Benassi et al., 2016; Cooper et al., 2001; Eveleens, 2010; Tidd & Bessant, 2013).

La etapa demostrativa se ejecutará mediante las fases de sensibilización respecto a la introducción del nuevo proceso, así como el diagnóstico en las diferentes unidades de la ARC a las que se les transferirán las buenas prácticas en gestión de la innovación tecnológica. Se realizará un primer desarrollo que permita la evaluación y la validación de la metodología. Finalmente, esta etapa definirá el plan de acción a desarrollar para la implementación y sostenimiento del proceso en la ARC, las fases de la etapa demostrativa se pueden evidenciar en la Figura 6.18.

Figura 6.18. Etapa demostrativa



Fuente: Palop et al., 2012.

- **Objetivo de la fase 1 (sensibilización):** generar un ambiente propicio para la implementación del proceso de gestión de la innovación en las ARC. Es indispensable contar con, por lo menos, las siguientes actividades para realizar una adecuada sensibilización:
  - ▶ **Selección y formación de responsables:** la ARC debe seleccionar entre sus integrantes un equipo responsable que reciba la primera transferencia de conocimiento respecto a los temas de gestión tecnológica y de la innovación, con el fin de reconocer los objetivos de los procesos y el impacto que estas buenas prácticas pueden generar en la estrategia militar.
  - ▶ **Preparación y presentación del plan de capacitación:** con los equipos seleccionados se planteará un plan de capacitación en cada uno de los componentes del proceso para transferir capacidades de conocimientos en los diferentes integrantes de la estrategia de innovación y tecnología de la ARC.
  - ▶ **Divulgación de conceptos a la dirección:** se implementará un plan de capacitación a la alta dirección de la ARC para reconocer la importancia del proceso de gestión de la innovación tecnológica y el impacto en la soberanía tecnológica.
  - ▶ **Divulgación de conceptos a interesados:** se formará en conceptos y herramientas a diferentes grupos operativos respecto al proceso de gestión

de la innovación. Este grupo podrá transferir y liderar procesos ante los demás integrantes de la ARC.

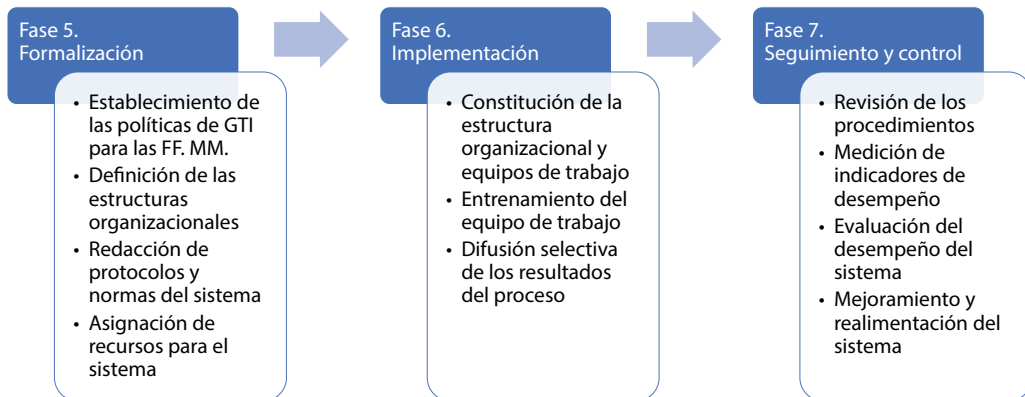
- *Objetivo de la fase 2 (diagnóstico):* definir el estado actual del proceso de gestión de la tecnología y la innovación en áreas de la ARC y determinar las responsabilidades de cada una de ellas respecto al proceso. Es indispensable contar, por lo menos, con las siguientes actividades para realizar un adecuado diagnóstico:
  - ▶ *Determinar el estado actual de la organización:* para realizar un adecuado diagnóstico se han identificado cada uno de los procesos de gestión tecnológica y de la innovación que compondrá el sistema de innovación de la ARC, para ello se pueden realizar análisis de madurez o diagnósticos del proceso para comprender su medición actual en cada una de las fuerzas navales.
  - ▶ *Identificar las necesidades de conocimiento respecto al proceso:* luego de realizar el diagnóstico, es necesario identificar las áreas de la ARC que tendrán la responsabilidad de implementar el proceso propuesto y definir la brecha de conocimiento que cada una tiene.
  - ▶ *Planeación de casos de aplicación en cada proceso:* para cada responsable de la ARC se realizará la planeación de los procesos de gestión de la innovación y la tecnología, con miras a definir un primer ejercicio para cada uno de los procesos propuestos, teniendo como resultado la planeación de ejercicios concretos de cada uno de los procesos de innovación.
- *Objetivo de la fase 3 (desarrollo):* realizar un primer ejercicio en cada una de las etapas del proceso propuestas en las ARC.
  - ▶ *Realización de ejercicios puntuales en cada proceso:* para las áreas responsables de los procesos se les orientará con expertos la realización de ejercicios casuísticos que permitan la asimilación de las herramientas que pueden utilizar en cada una de las fases de la gestión de la innovación y la tecnología.

- ▶ *Aplicar la metodología propuesta para cada uno de los procesos:* planear la aplicación de casos puntuales haciendo uso de la casuística y aplicándola a las particularidades de la ARC como ejercicio piloto.
- ▶ *Presentar resultados y documentación de la aplicación de la metodología:* Presentar los resultados de la aplicación de la metodología y realizar una documentación respecto a los resultados y los aprendizajes, para ajustar las conclusiones con acciones de mejora para la implementación definitiva del proceso.
- *Objetivo fase 4 (evaluación):* evaluar con la dirección de la ARC los resultados del proyecto piloto en comparación con las prácticas actuales y como aporte al proceso de toma de decisiones en la ARC.
  - ▶ *Comparación de los resultados respecto a buenas prácticas por fuera de la ARC:* se deben evaluar los resultados obtenidos con el proyecto piloto y compararlo con otras buenas prácticas de la institución u organizaciones similares, con el fin de adoptar mejoras continuas al modelo propuesto.
  - ▶ *Revisión de los procesos y elaboración de propuestas de mejoramiento:* luego de la aplicación de ejercicios piloto se desarrollarán mejoras a la metodología que permitirán la creación de sistemas estandarizados en la gestión tecnológica y de la tecnología.
  - ▶ *Desarrollar el plan de acción para la implementación del sistema de GTI en la ARC:* luego de identificar las mejoras, se desarrollará un plan de acción para implementarlas en el sistema de gestión tecnológica y de la innovación en la ARC.

La etapa de aplicación consiste en iniciar un proceso independiente y sistematizado para el proceso de gestión de la tecnología y la innovación en la ARC, por tanto, se requiere de la formalización del proceso, la implementación en las unidades correspondientes en la ARC y, finalmente, se realizará la sistematización para hacer seguimiento de este, con el fin de comprender sus dinámicas, aciertos y aspectos por mejorar. Las fases de la etapa de aplicación se pueden observar en la Figura 6.19.



Figura 6.19. Etapa de aplicación



Fuente: Palop et al., 2012.

- *Objetivo de la fase 5 (formalización):* introducir al mapa de procesos de la ARC el sistema de gestión tecnológica de la innovación. Es indispensable definir la política, la estructura organizativa, la redacción de un manual y la asignación de recursos para el proceso.
  - ▶ *Establecimiento de las políticas de gti para la ARC:* las políticas constituirán la guía y las orientaciones para la gestión tecnológica y de la innovación en la ARC, se describirán las normas de aplicación del proceso a implementar.
  - ▶ *Definición de la estructura organizacional:* luego de estandarizados los procesos se debe definir una unidad de gestión de la innovación y la tecnología que dinamice, gestione y controle el sistema.
  - ▶ *Redacción de protocolos y normas del sistema:* se deben definir los protocolos, herramientas y normas del sistema con el fin de orientar una cultura sobre la gestión de la innovación y la tecnología en la ARC.
  - ▶ *Asignación de recursos para el sistema:* la unidad tendrá que asignar recursos para la implementación del área de gestión de la innovación y la tecnología, así como asegurar su funcionamiento y financiación, sea con recursos propios o en la modalidad de centro de desarrollo tecnológico que brinde funciones intermediarias y ostente alguna autonomía en la toma de decisiones.

- *Objetivo de la fase 6 (implementación):* formalizar la estructura, el proceso y los responsables de la gestión de la innovación en la ARC, así como la implementación de una cultura respecto al tema.
  - ▶ *Constitución de la estructura organizacional y equipos de trabajo:* se debe realizar la definición de una estructura organizacional responsable de la implementación del sistema, así como su liderazgo y seguimiento.
  - ▶ *Entrenamiento del equipo de trabajo:* se debe entrenar a los diferentes equipos en las herramientas avanzadas de gestión para que la gestión de la innovación se convierta en una doctrina adicional en la ARC.
  - ▶ *Difusión selectiva de los resultados del proceso:* se realizarán protocolos a la medida para la comunicación de los resultados estratégicos que surgen del proceso de gestión de la innovación y la tecnología, resultados que deben estar en protocolos especiales de aseguramiento de la confidencialidad que corresponda.
  
- *Objetivo de la fase 7 (seguimiento y control):* medir los indicadores de desempeño del sistema de gestión de la innovación y la tecnología de la ARC, que permitan al sistema evolucionar e ir adaptando mejoras para el proceso.
  - ▶ *Revisión de los procedimientos:* realizar revisión continua de los protocolos, procesos, herramientas, metodologías sugeridas para mejorar el proceso de gestión tecnológica y de la innovación en las ARC.
  - ▶ *Medición de indicadores de desempeño:* mantener un seguimiento continuo de la medición de los indicadores de los procesos propuestos para ARC.
  - ▶ *Evaluación del desempeño del sistema:* evaluar el desempeño del sistema de manera continua y comunicar los resultados a los líderes del proceso, así como al director de este.
  - ▶ *Mejoramiento y realimentación del sistema:* se mantendrá un cuadro de indicadores para implementar mejoras y mantener el sistema en control permanente.

### **6.5.2. Habilidades del personal encargado del proceso de GTI en la ARC**

Las habilidades del personal encargado del proceso de gestión tecnológica y de la innovación en la ARC (Figura 6.20.) deben ser integrales y abarcar elementos técnicos, administrativos y humanos, que le permitan intervenir el proceso y tomar decisiones, por ello, esta persona debe tener los conocimientos y las habilidades suficientes para lograr una gestión eficaz, con enfoque interdisciplinario y alineado a un contexto institucional, regional, nacional e internacional.

Las personas encargadas del proceso deberán tener habilidades administrativas y de gestión, también comprender el proceso de desarrollo tecnológico, apropiación y comercialización de la I+D+i en la ARC, además deben contar con habilidades personales y, sobre todo, tener conocimientos sobre el sector defensa en el que se está interviniendo.

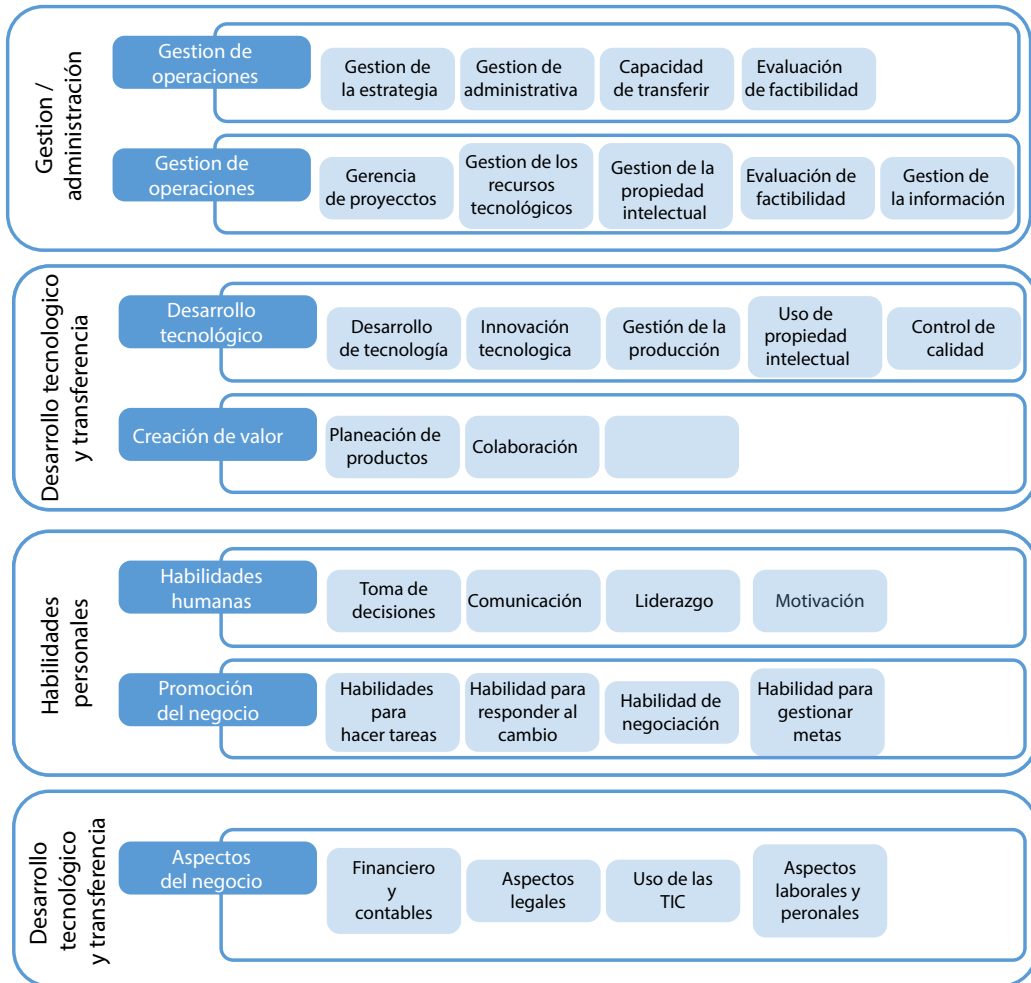
- *Administración y gestión:* existen dos competencias fundamentales para el administrador, la primera está orientada a la gestión de operaciones y la segunda, enfocada en la administración tecnológica. Entre las habilidades en gestión de operaciones que debe tener el encargado de la gestión tecnológica y de la innovación de la ARC es estar capacitado en la gerencia estratégica que le permita alinear los objetivos organizacionales con la estrategia de innovación y la estrategia tecnológica. También debe tener capacidad de transferir la tecnología y la innovación, y la capacidad de realizar evaluaciones de factibilidad de cada uno de los proyectos de innovación y tecnología. Una de las habilidades que debe tener para la administración tecnológica es la gerencia de proyectos que le permita planear, ejecutar y cerrar proyectos adecuadamente. Además, debe comprender las particularidades de la ARC que le permita hacer una buena gestión de los recursos tecnológicos, así como comprender claramente las políticas de propiedad intelectual y, sobre todo, debe ser proactivo respecto a los procesos de gestión de la información.

- *Desarrollo tecnológico y transferencia:* la capacidad del gerente de GTI de la ARC no solo abarca elementos estratégicos, sino también técnicos respecto a los proyectos tecnológicos, por ello es indispensable que posea habilidades y conocimientos respecto al desarrollo tecnológico y la capacidad de crear valor. Para el desarrollo tecnológico es indispensable que este colaborador tenga habilidades técnicas y conozca el proceso de desarrollo de producto, desde la idea, hasta la validación y puesta en marcha del producto o servicio. Además, debe comprender elementos de la innovación tecnológica y los riesgos asociados, debe poseer elementos de la gestión de la producción, ya que no solo es importante la capacidad inventiva, sino también la productiva. También es importante que tenga habilidades de utilizar la propiedad intelectual y realizar procesos de calidad y control de las soluciones implementadas. A esto se le suma que el funcionario sea un líder íntegro respecto a los procesos de creación de valor, ya que debe realizar procesos de planeación de producto, identificando elementos que le permitan tomar decisiones respecto a los desarrollos internos, las adquisiciones y/o las alianzas, también debe comprender las estrategias de mercadeo para los procesos de despliegue de la tecnología y, finalmente, implementar la tecnología en el área de la institución que se necesite.
- *Habilidades personales:* además de las capacidades técnicas y administrativas, es indispensable que el líder de GTI de la ARC tenga habilidades humanas y capacidad de promoción de los desarrollos. Respecto a las habilidades humanas, es natural que esta persona tenga habilidades y conocimiento sobre el liderazgo, elemento natural de los militares de las FF. MM., también es importante que fortalezca la motivación de los investigadores, científicos e ingenieros involucrados en los procesos de creación. Adicionalmente, debe tener una alta capacidad de comunicación para integrar y resolver conflictos, así como poseer la habilidad de tomar decisiones soportado en lo técnico más que en lo etéreo o en la intuición. Respecto a las habilidades de promoción de la tecnología, es indispensable que esta persona tenga la capacidad de realizar tareas, ya que no

solo debe ser gestor, sino también comprender elementos técnicos de las tecnologías para realizar acciones sobre las mismas. Este funcionario líder también debe poseer la capacidad de responder ante el cambio, ya que es propio de la innovación romper paradigmas, rutinas y procesos. Otro aspecto importante es que posea habilidades y conocimientos para negociar con otros y resolver conflictos, así como ser capaz de gestionar las metas, en concordancia a los planes, programas y proyectos de la institución.

- *Habilidades para el sector:* finalmente, este líder debe poseer un conocimiento amplio y detallado de las particularidades del sector, puesto que debe conocer sobre los aspectos marítimos y fluviales, comprender las estructuras administrativas financieras, así como los componentes específicos de ley, además debe poseer habilidades en el uso de los sistemas de información, para la sistematización y comunicación del conocimiento y tener conocimiento de los aspectos laborales y de personal del país.

Figura 6.20. Habilidades para funcionarios encargados del proceso de la GTI en la ARC



Fuente: adaptado de Okutsu et al., 2004.

## Referencias

- Aenor. (2012). *Certificación de transferencia de tecnología*. <https://www.aenor.com/certificacion/idi/transferencia-tecnologica>
- Aguirre, J. (2015). Inteligencia estratégica: un sistema para gestionar la innovación. *Estudios Gerenciales*, v. 31, n. 134, 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.07.001>
- Ariza Urango, R. (2008). Ciencia, tecnología e innovación, factor estratégico en las Fuerzas Armadas del futuro. *Estudios en Seguridad y Defensa*, v. 3, n. 6, 8-13. <https://doi.org/10.25062/1900-8325.122>
- Armada Nacional de Colombia. (2014). *Doctrina de Planeación Estratégica Naval*. Documento no publicado.
- Armada Nacional de Colombia. (2015). *Plan Estratégico Naval 2015-2018*. [https://www.epicos.com/sites/default/files/naval\\_forces\\_strategic\\_plan\\_2015-2018.pdf](https://www.epicos.com/sites/default/files/naval_forces_strategic_plan_2015-2018.pdf)
- Armada Nacional de Colombia. (2017). *Manual de Calidad Armada Nacional*. Bogotá. Documento no publicado.
- Armada Nacional de Colombia. (2018). *Sistema de Gestión de Calidad*. <https://www.armada.mil.co/es/content/sistema-de-gestion-de-calidad-1>
- Armada Nacional. Circular n. ° 20170042610003233 (2017a). Plataforma de gestión del conocimiento de la Armada Nacional “ATENEA”. 8 de mayo de 2017.
- Armada Nacional. Directiva Permanente n. ° 20150041560440791 (2015a). Metodología para gerencia de proyectos en la Armada Nacional. 7 de diciembre de 2015.
- Armada Nacional. Directiva Permanente No 20170042640001733 (2017b). Sistema de Ciencia y Tecnología de la Armada Nacional. 9 de octubre de 2017.
- Armada Nacional. Directiva Transitoria n. ° 002 (2015b). Directrices y procedimiento para el manejo de la propiedad intelectual en la Armada Nacional. 24 de julio de 2015.
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (1997). *Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos*. [https://ciberinnova.edu.co:10004/archivos/plantilla-ovas1-slide/documents-UCN-Canvas/Formulacion%20y%20evaluacion%20de%20proyectos%20ambientales/Lecturas/Recursos%20de%20profundizacion%20tema%202\\_unidad%203/BID.%201997.%20Evaluacion%20de%20proyectos.pdf](https://ciberinnova.edu.co:10004/archivos/plantilla-ovas1-slide/documents-UCN-Canvas/Formulacion%20y%20evaluacion%20de%20proyectos%20ambientales/Lecturas/Recursos%20de%20profundizacion%20tema%202_unidad%203/BID.%201997.%20Evaluacion%20de%20proyectos.pdf)
- Barjau, E. (2006). Planeación de tecnología. [http://www.contactopyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP2005-1521/cuaderno\\_de\\_planeacion\\_de\\_tecnologia.pdf](http://www.contactopyme.gob.mx/Cpyme/archivos/metodologias/FP2005-1521/cuaderno_de_planeacion_de_tecnologia.pdf)
- Barrera, G. (2009). *Plan Estratégico de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Naval 2009-2019*. Bogotá, Colombia. Documento no publicado.

- Benassi, J. L. G., Amaral, D. C., & Ferreira, L. D. (2016). Towards a Conceptual Framework for Product Vision. *International Journal of Operations and Production Management*, v. 36, n. 2, 200-219. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-11-2013-0511>
- Calle, B. Directiva Permanente No 20170042640001733 Sistema de Ciencia y Tecnología ARC (2017). Colombia. Documento no publicado.
- Castellanos Domínguez, O. F.; Domínguez Martínez, K. P.; Sánchez Vargas, A. del P. (2008). Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del *roadmapping*. *Revista Ingeniería e Investigación*, v. 28, n. 3, 150-158. URL
- Castellanos, O.; Gálvez, B.; Montoya, A.; Lagos, Y.; Montoya, I. (2006). Medición del potencial de investigación y desarrollo de las pymes a partir de su capacidad de gestión organizacional. *Revista EAN*, n. 57, 159-171. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092008000300022&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092008000300022&script=sci_abstract&tlng=es)
- Cavallaro, E.; Esposito, P.; Matano, A.; Mulino, M. (2014). Technological Catching Up, Quality of Exports, and Competitiveness: A Sectoral Perspective. *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 49, n. 6, 4-21. <https://doi.org/10.2753/ree1540-496x490601>
- Cesaroni, F.; Piccaluga, A. (2016). The Activities of University Knowledge Transfer Offices: Towards the Third Mission in Italy. *The Journal of Technology Transfer*, v. 41, n. 4, 753-777. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9401-3>
- Chen, C. H.; Yang, Y. C. (2019). Revisiting the Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement: A Meta-Analysis Investigating Moderators. *Educational Research Review*, v. 26, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Ciro Aristizábal, C. (2012). Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr) *Como estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Básica y Media*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11717>
- Colás, M.; Jiménez, C. (2008). Evaluación del impacto de la formación (online) en TIC en el profesorado. Una perspectiva sociocultural. *Revista de Educación*, n. 346, 187-215. <http://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2008/re346/re346-07.html>
- Colciencias. (2010a). *Seguridad y Defensa*. [http://legadoweb.colciencias.gov.co/programa\\_estrategia/seguridad-y-defensa](http://legadoweb.colciencias.gov.co/programa_estrategia/seguridad-y-defensa)
- Colciencias. (2010b). *Programa Nacional en Seguridad y Defensa*. <https://www.colciencias.gov.co/node/1130>
- Colciencias. (2016a). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Adoptada mediante Resolución No. 1473 de 2016. Documento 1602*. <https://www.minciencias.gov.co/sites/default/files/politiciadeactores-snCTei.pdf>



- Colciencias. (2016b). *Política nacional para mejorar el impacto de las publicaciones científicas nacionales*. [https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/consulta-la-politica-para-mejorar-el-impacto-las-publicaciones-cientificas-nacionales](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/consulta-la-politica-para-mejorar-el-impacto-las-publicaciones-cientificas-nacionales)
- Comando General Fuerzas Militares de Colombia [CGFM]. (2017). *Plan Estratégico Militar PEM 2030. Planeación estratégica y transformación*. [https://issuu.com/fuerzasmilitaresdecolombia/docs/plan\\_estrategico\\_militar\\_2030\\_esp](https://issuu.com/fuerzasmilitaresdecolombia/docs/plan_estrategico_militar_2030_esp)
- Cooper, R.; Edgett, S.; Kleinschmidt, E. (2001). Portfolio Management for New Product Development: Results of an Industry Practices Study. *R & D Management*, v. 13, n. 4, 1-39. <https://doi.org/10.1111/1467-9310.00225>
- Correa García, J. A.; Arango Serna, M. D.; Castaño Ríos, C. E. (2011). Metodologías de valoración de activos tecnológicos. Una revisión. *Pensamiento & gestión*, n. 31, 83-108. <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/3658/4991>
- Cubides, F., Mejia, M. V., & Rodriguez, J. (2017). *Convenio de cooperación ARC-ITM-UNAL Colombia*. Documento no publicado.
- DAFP. (2016). *Guía para la presentación, ejecución y seguimiento de proyectos de inversión*. [https://www.funcionpublica.gov.co/documents/34645357/34703219/Guia\\_proyectos\\_inversion\\_seguimiento\\_y\\_evaluacion\\_a\\_la\\_gestion.docx.doc/a05c8c13-7f5d-4861-baf2-401155a7bd3e?version=1.0&t=1505840709823](https://www.funcionpublica.gov.co/documents/34645357/34703219/Guia_proyectos_inversion_seguimiento_y_evaluacion_a_la_gestion.docx.doc/a05c8c13-7f5d-4861-baf2-401155a7bd3e?version=1.0&t=1505840709823)
- Daim, T.; Oliver, T. (2008). Implementing Technology Roadmap Process in the Energy Services Sector: A Case Study of a Government Agency. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 75, n. 5, 687-720. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.006>
- Dbouk, W. ; Jamali, I. ; Soufani, K. (2014). The Effectiveness of Technical Trading for Arab Stocks. *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 50, n. 4, 5-25. <https://doi.org/10.2753/ree1540-496x500401>
- Departamento Administrativo de la Pública DAFP. (2019). *Manual Operativo Modelo Integrado de Planeación y Gestión MIPG*. <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/28587410/34112007/Manual+Operativo+MIPG.pdf/ce5461b4-97b7-be3b-b243-781bbd1575f3>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2011). *Manual de Procedimientos del Banco Nacional de Programas y Proyectos*, BPIN. URL
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2003). *Manual de Fuentes de Financiación para Proyectos de Inversión*. URL
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (9 de junio de 2008). *Lineamientos generales para la implementación de acuerdos de cooperación industrial y social –OFFSETS– relacionados con adquisiciones en materia de defensa en Colombia* (Documento CONPES 3522). Bogotá, Colombia: DNP.

- Departamento Nacional de Planeación, (27 de abril de 2009). *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. (Documento CONPES 3582). Bogotá, Colombia: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Guía Metodológica para el Seguimiento a la Gestión del Departamento Nacional de Planeación*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/DNP/RD-G01%20Guia%20metodologica%20para%20el%20seguimiento%20a%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20DNP.Pu.pdf>
- El Manzani, Y.; Sidmou, M. L.; Cegarra, J. (2019). Does ISO 9001 Quality Management System Support Product Innovation? An Analysis from the Sociotechnical Systems Theory. *International Journal of Quality & Reliability Management*. v. 36, n. 6, 951-982. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2017-0174>
- Escorsa Castellás, P.; Maspons Bosch, R. (2002). *La vigilancia tecnológica, un requisito indispensable para la innovación*. [www.iale.es](http://www.iale.es)
- Escorsa Castellás, P.; Valls Pasola, J. (2010). *Tecnología e innovación en la empresa*. [http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/materiales/economia\\_competencia\\_ii/innovacion/tecnologia\\_e\\_innovacion\\_en\\_la\\_empresa\\_pere\\_escorsa.pdf](http://www.gcd.udc.es/subido/catedra/materiales/economia_competencia_ii/innovacion/tecnologia_e_innovacion_en_la_empresa_pere_escorsa.pdf)
- Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”. (2016). *Plan Estratégico de la Educación Naval 2012-2030*. [https://www.escuelanaval.edu.co/es/plan\\_estrategico](https://www.escuelanaval.edu.co/es/plan_estrategico)
- Eveleens, C. (2010). *Innovation Management: A Literature Review of Innovation Process Models and Their Implications*. [https://www.researchgate.net/publication/265422944\\_Innovation\\_management\\_a\\_literature\\_review\\_of\\_innovation\\_process\\_models\\_and\\_their\\_implications](https://www.researchgate.net/publication/265422944_Innovation_management_a_literature_review_of_innovation_process_models_and_their_implications)
- Fan, P. (2011). Innovation capacity and economic development: China and India. *Economic Change and Restructuring*, v. 44, , 49—73. <https://doi.org/10.1007/s10644-010-9088-2>
- Fuerzas Militares de Colombia. Comando General. (2014). *Guía de propiedad intelectual para las Fuerzas Militares*. <https://escuelanaval.edu.co/es/file-download/download-public/515>
- Función Pública DAFP. (2019). *Manual Operativo del Modelo Integrado de Planeación y Gestión. Consejo para la Gestión y Desempeño Institucional. Versión 3*. <https://www.funcionpublica.gov.co/documents/28587410/34112007/Manual+Operativo+MIPG.pdf/ce5461b4-97b7-be3b-b243-781bbd1575f3>
- Función Pública. (2016). *Guía para la presentación, ejecución y seguimiento de proyectos de inversión. Bogotá D.C., Colombia*. [https://www.funcionpublica.gov.co/documents/34645357/34703219/Guia\\_proyectos\\_inversion\\_seguimiento\\_y\\_evaluacion\\_a\\_la\\_gestion.docx.doc/a05c8c13-7f5d-4861-baf2-401155a7bd3e?version=1.0&t=1505822709823](https://www.funcionpublica.gov.co/documents/34645357/34703219/Guia_proyectos_inversion_seguimiento_y_evaluacion_a_la_gestion.docx.doc/a05c8c13-7f5d-4861-baf2-401155a7bd3e?version=1.0&t=1505822709823)
- Función Pública. (2017). *Modelo Integrado de Planeación y Gestión*. <http://www.funcionpublica.gov.co/eva/mipg/herramientas-furag.html>

- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. <http://es.lapropective.fr/dyn/espagnol/bo-lips-esp.pdf>
- Gülbahar, Y. (2007). Technology planning: A roadmap to successful technology integration in schools. *Computers and Education*, v. 49, n. 4, 943-956. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.002>
- Hill, C. W. L.; Jones, G.; Schilling, M. A. (2014). *Strategic Management: Theory: An Integrated Approach*. Cengage Learning.
- Huang, T.; Hu, Y.; Wang, Y.; Zhang, W. (2014). Portfolio Distortions Among Institutional Investors. Evidence from China. *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 50, n. 3, 196-220. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2041017>
- Icontec. (2015) *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001*. <http://intranet.umng.edu.co/wp-content/uploads/2018/05/NTC-ISO-9001-2015.pdf>
- Jiménez, C. N.; Castellanos, O. F. (2013). El valor de la tecnología: enfoques novedosos para su determinación. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 8., 92-103. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300008>
- Kaya, H.; Yazgan, M. E. (2014). Probability Forecasts of Macro Aggregates in Turkish Economy. *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 50, n. 2, 214-229. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2162187>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning. Experience as the source of learning and development* (second edition). Pearson FT Press.
- Llach, J.; Casadesus, M.; Marimon, F. (2011). Relationship between Quality-Management Systems and Organizational Innovations. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, v. 21, n. 1, 52-66. <https://doi.org/10.1002/hfm.20213>
- Luna López, K. A. (2004). *La gestión de la propiedad intelectual en el Instituto Mexicano del Petróleo: propuesta para el área de catalizadores* (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14485>
- Maier, D.; Fortmüller, A.; Sven-Joachim, I.; Maier, A. (2017). Development and Operationalization of a Model of Innovation Management System as Part of an Integrated Quality-Environment-Safety System. *Amfiteatru Economic*, v. 19, n. 44, 302-314. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=521995>
- Marín, R. (2006). *Monitoreo y Evaluación para el Desarrollo de Indicadores*. Universidad ICESI.
- Matías Pereda, J. (2007). *Gestión de la Innovación y la Tecnología*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2270.4886>

- Mejía Argueta, C., Agudelo, I., & Soto Cardona, O. C. (2016). Planeación por escenarios: un caso de estudio en una empresa de consultoría logística en Colombia. *Estudios Gerenciales*, v. 32, n. 138, 96-107. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.12.004>
- Mejía F, A. J. (2015). *Guía Metodológica CRE-i para la Organización Militar*. Ejército Nacional de Colombia. Informe no publicado.
- Mejía Ferrero, A. J. (2016). *Guía básica sobre transformación Ejército Nacional*. Bogotá, Colombia. Documento no publicado.
- Mejía Ferrero, A. J. (2018). Directiva Permanente No 0118000011905 /MDN-COG-FM-JEMCO-SEMPE-CGDJ7-DICIT-23.1 “Ciencia, Tecnología y Protección a la Propiedad Intelectual de las Fuerzas Militares” (p. 29). Informe no publicado.
- Ministerio de Defensa Nacional [MinDefensa]. (2016). *Visión de futuro de las fuerzas armadas*. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia\\_planeacion/proyeccion/documentos/vision\\_futuro\\_FA.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/estrategia_planeacion/proyeccion/documentos/vision_futuro_FA.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional de Colombia (2008a). Directiva Permanente n. ° 19 *Política de propiedad intelectual y transferencia de tecnología del Ministerio*. 30 de septiembre de 2008. [https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/ciencia\\_y\\_tech/I%2BD%2Bi/DIRECTIVA%20019%2030%20SEP%202008%20Politica%20de%20Propiedad%20Intelectual.pdf](https://www.mindefensa.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/ciencia_y_tech/I%2BD%2Bi/DIRECTIVA%20019%2030%20SEP%202008%20Politica%20de%20Propiedad%20Intelectual.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional MDN. (2008). *SILOG - “Sistema de Información Logística del Sector Defensa”*. <https://www.armada.mil.co/es/content/silog-%E2%80%9Csistema-de-informaci%C3%B3n-log%C3%ADstica-del-sector-defensa%E2%80%9D>
- Ministerio de Defensa Nacional. (2007). *Directiva Permanente No. 14 /MDNVGIOAP-019 “Lineamientos generales para la implementación de acuerdos de Cooperación Industrial y Social”*. [https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/normatividad/EstrategiaPlaneacion/CienciaYTecnologia/CooperacionIndustrialYSocial/6119\\_Directiva\\_Permanente\\_No\\_14.pdf](https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/normatividad/EstrategiaPlaneacion/CienciaYTecnologia/CooperacionIndustrialYSocial/6119_Directiva_Permanente_No_14.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional. (2009). Directiva Permanente No 06 /MDNVGIOAP-019 “Lineamientos Ministeriales para el cumplimiento de la política de cooperación industrial y social-offsets- Relacionada con adquisiciones de material de defensa en Colombia”. [https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/normatividad/EstrategiaPlaneacion/CienciaYTecnologia/CooperacionIndustrialYSocial/8689\\_Directiva\\_6\\_de\\_2009.pdf](https://www.justiciamilitar.gov.co/irj/go/km/docs/Mindefensa/Documentos/descargas/normatividad/EstrategiaPlaneacion/CienciaYTecnologia/CooperacionIndustrialYSocial/8689_Directiva_6_de_2009.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional. (2018). *Guía Metodológica de Planeamiento por Capacidades*. Documento no publicado.
- Ministerio de Defensa; Universidad del Rosario. (2011). *Caja de herramientas: gestión de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación – Anexo 5*. Informe no publicado.

- Mojica Valero, C. A.; Quintero Maldonado, J. D.; Ortiz Ospino, L. E. (2010). *Diseño e implementación de una metodología de evaluación ex-ante de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en la Empresa colombiana*. Análisis de caso: Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial, cotecmar. [https://www.researchgate.net/publication/320188648\\_DISENO\\_E\\_IMPLEMENTACION\\_DE\\_UNA\\_METODOLOGIA\\_DE\\_EVALUACION\\_EX\\_-\\_ANTE\\_DE\\_PROYECTOS\\_DE\\_IDI\\_EN\\_LA\\_EMPRESA\\_COLOMBIANA](https://www.researchgate.net/publication/320188648_DISENO_E_IMPLEMENTACION_DE_UNA_METODOLOGIA_DE_EVALUACION_EX_-_ANTE_DE_PROYECTOS_DE_IDI_EN_LA_EMPRESA_COLOMBIANA)
- Nelson, R. R.; Winter, S. G. (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change. *The Economic Journal*, v. 93, n. 371, 652-654. <https://doi.org/10.2307/2232409>
- OECD. (2010). *Glosario de los principales términos sobre evaluación y gestión basada en resultados*. <https://www.oecd.org/dac/evaluation/2754804.pdf>
- OECD/Eurostat (2018). The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Oslo Manual 2018: *Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- Okutsu, S., Ikawa, Y., & Kameoka, A. (2004). Analysis of Japanese MOT Education Requirements by a Needs-Seeds Matrix. *En IEEE International Engineering Management Conference*, (pp. 248-252). Singapore. <https://doi.org/10.1109/IEMC.2004.1407114>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (s.f.). *¿Qué es la propiedad intelectual?* <https://www.wipo.int/about-ip/es/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2002). *Glosario de los principales términos sobre evaluación y gestión basada en resultados*. <https://www.oecd.org/dac/evaluation/evaluationandaideffectivenessseries.htm>
- Pachon, H. J. (2015). Directiva Permanente No 20150041560440791 MD-CGFM-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-23-1 (p. 11). *Metodología para Gerencia de proyectos en la Armada Nacional*. Informe no publicado.
- Palop Marro, F.; Martínez Cadavid, J. F.; Bedoya, A. (2012). *Guía metodológica de practica de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. <https://www.aecid.org.co/index.php?idcategoria=3048>
- Pineda Fandiño, M. H. (2017). *Planeación basada en capacidades, herramienta de gestión para la transformación y futuro de la fuerza pública en Colombia*. <http://hdl.handle.net/10654/16829>
- Ratnasingam, J.; Yoon, C. Y.; Ioraş, F. (2013). The Effects of ISO 9001 Quality Management System on Innovation and Management Capacities in the Malaysian Furniture Sector. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, v. 6, n. 1, 63-70. [http://rs.unitbv.ro/BU2012/Series%20II/2013/BULETIN%20II%20PDF/09\\_RATNASIGAM.pdf](http://rs.unitbv.ro/BU2012/Series%20II/2013/BULETIN%20II%20PDF/09_RATNASIGAM.pdf)

- Restrepo Ortiz, G. E.; Zabala Mendoza, D. E. (2016). Indicadores de gestión para proyectos de investigación y extensión en instituciones de educación superior. *Revista Ciencias Estratégicas*, v. 24, n. 36, 451-461. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151352656013>
- Robledo Velásquez, J. (2013). *Introducción a la gestión de la tecnología y la Innovación*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. <https://minas.medellin.unal.edu.co/centro-editorial/cuadernos/introduccion-a-la-gestion-de-la-tecnologia-y-la-innovacion>
- Salazar, M. del P. R., & Valderrama, M. G. (2013). *La Alianza Universidad-Empresa-Estado: una estrategia para promover innovación*. *Revista EAN*, 68, 112. <https://doi.org/10.21158/01208160.n68.2010.500>
- Sánchez Preciado, D. J.; Álvarez, R. (2005). De la planeación estratégica a la planeación tecnológica. *El Hombre y La Máquina*, n. 24, 34-45. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/251/1/T0003088.pdf>
- Sánchez, F. (2010). *El Balanced Scorecard* como herramienta de gestión en las organizaciones del siglo XXI. *Gestión & Desarrollo*, v. 7, n. 2, 123-132. [https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/6\\_balancedscorecard.pdf](https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/6_balancedscorecard.pdf)
- Santamaria, L. (2015). *Plan Estratégico Naval 2015-2018*. [https://www.armada.mil.co/sites/default/files/plan\\_estrategico\\_naval\\_2015-2018.pdf](https://www.armada.mil.co/sites/default/files/plan_estrategico_naval_2015-2018.pdf)
- Shujahat, M.; Hussain, S.; Javed, S.; Malik, M. I.; Thursamy, R.; Ali, J. (2017). Strategic Management Model with Lens of Knowledge Management and Competitive Intelligence: A Review Approach. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, v. 47, n. 1, 55-93. <https://doi.org/10.1108/VJIKMS-06-2016-0035>
- Teece, D. J.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Thomas, K. T. (2006). Quality Management System for Defence Aeronautical Industry. *Defence Science Journal*, v. 56, n. 1, 21-30. <https://doi.org/10.14429/dsj.56.1864>
- Tidd, J.; Bessant, J. (2013). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change* (5th edition). John Wiley & Sons Inc.
- Unicef. (2007). IMAS de Educación en el Riesgo de las Minas en el Riesgo de las Minas. Guía de Mejores Prácticas 8. Evaluación. *En Introducción a la educación en el riesgo de las minas* (pp. 392-451). <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/Publicaciones/2007/5520.pdf>
- Vergara Schmalbach, J. C.; Fontalvo Herrera, T. J.; Maza Ávila, F. (2010). *La planeación por escenarios: revisión de conceptos y propuestas metodológicas*. *Prospect*, v. 8, n. 2, 21-29. <http://hdl.handle.net/11619/1325>

- Vicente Oliva, S.; Martínez Sánchez, A.; Berges Muro, L. (2015). *R&D Best Practices, Absorptive Capacity, and Project Success*. *DYNA*, v. 82, n. 191, 109-117. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n191.42558>
- Wills Velez, H. (2014a). Directiva Transitoria n.º 005 MD-CGFM-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-23-2 (p. 36). *Lineamientos generales para el cumplimiento de la metodología en el proceso de gestión de proyectos en la Armada Nacional*. Informe no publicado.
- Wills Velez, H. (2014b). *Directiva Permanente n.º 007 MD-CG-CARMA-SECAR-JEPLAN-DIPROI-43.2 “Lineamientos generales para el cumplimiento de la política de cooperación industrial y social — offset- en la Armada Nacional”* (p. 32). Informe no publicado.
- Wilson, L. E.; Gahan, M. E.; Robertson, J.; Lennard, C. (2018). Fit for Purpose Quality Management System for Military Forensic Exploitation. *Forensic Science International*, v. 284, 136-140. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.01.004>
- Wonglimpiyarat, J. (2011). The Dynamics of Financial Innovation System. *The Journal of High Technology Management Research*, v. 22, n. 1, 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2011.03.003>
- Zaratiegui, J. R. (1999). *La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa*. *Economía Industrial*, n. 330, 81-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=140164>
- Zaratiegui, J. R. (1999). *La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa*. *Economía Industrial*, n. 330, 81-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=140164>

# AUTORES

## 1. Jonathan Bermúdez Hernández

jonathanbermudez@itm.edu.co

Ingeniero administrador y magíster en Administración de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM, de Medellín. Ha sido líder del Grupo de Investigación en Ciencias Administrativas (categoría A1 en MinCiencias). Sus áreas de trabajo son adopción de tecnología, *e-learning*, *management* y gestión de la tecnología y la innovación. Ha sido líder y coejecutor de diferentes proyectos de investigación financiados por instituciones universitarias y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como autor y coautor de varias publicaciones indexadas en bases de datos científicas internacionales.

## 2. Óscar Fernando Castellanos Domínguez

ofcastellanosd@unal.edu.co

Ingeniero químico, M. Sc. en Ciencias Técnicas, magíster en Administración, Ph. D. en Química y con estudios posdoctorales en Biotecnología. Ha sido investigador científico BioChemMack (Federación Rusa) - BioRad, investigador invitado en la Universidad de Leipzig - Alemania, autor de más de 250 artículos y ponencias nacionales e internacionales y de 25 libros, y presidente de ALTEC. Actualmente es profesor titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, codirector del Grupo de Investigación en Gestión, Productividad y Competitividad - BioGestión, miembro del Comité Editorial de la Revista Colombiana de Bio-



tecnología, gerente del convenio SENA-UNAL para operación del Fondo Emprender 2020-2025.

**3. Breyner Jiménez Navia**

breyner.jimenez@armada.mil.co

Oficial naval de la Armada de Colombia, magíster en Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, especialista en Estadística Aplicada y Desarrollo Organizacional, ingeniero industrial con énfasis en productividad y competitividad. Tiene experiencia en el sector de defensa en actividades de gestión tecnológica, planeación, control, gerencia de proyectos y estadística. Actualmente se desempeña como jefe de la División de Gestión y Vigilancia Tecnológica a bordo de la Jefatura de Material Naval en la Armada Nacional de Colombia. Está comprometido con el desarrollo nacional hacia la construcción de un país marítimo.

**4. Claudia Nelcy Jiménez Hernández**

cnjimenezh@unal.edu.co

Ingeniera química, magíster en Administración, doctora en Ingeniería - Industria y Organizaciones. Profesora asociada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Con amplia trayectoria docente e investigativa en gestión de tecnología e innovación en diversos ámbitos, y autora de más de 80 publicaciones en estos temas. Miembro de la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica, ALTEC. Fundadora de la Feria de Agroemprendimiento y del Área de Agroemprendimiento e Innovación de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNAL. Líder del Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad - Biogestión.

**5. Eliana María Villa Enciso**

elianavilla@itm.edu.co

Ingeniera, con maestría en Ingeniería Administrativa y candidata doctoral en Ingeniería - Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM, en Medellín, Colombia. Su ámbito de investigación tiene que ver con la gestión de la tecnología, la innovación y el conocimiento. Su tesis doctoral se enmarca en el campo de la modelación para el aporte a la toma de decisiones en política pública de ciencia, tecnología e innovación.

**6. Fabián Humberto Gómez Nivia**

fhgomezn@unal.edu.co

Economista de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia profesional en formulación, coordinación y ejecución de proyectos de investigación y extensión universitaria desde el grupo de investigación en Gestión, Productividad y Competitividad-Bio-gestión. Ha sido consultor independiente en temas de emprendimiento, políticas públicas y evaluación de impacto. Actualmente se desempeña como profesional en el equipo de la gerencia del convenio SENA-Universidad Nacional de Colombia en la operación del Fondo Emprender 2020-2025.

**7. Juan Felipe Herrera Vargas**

juanherrera@itm.edu.co

Ingeniero informático, magíster en Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana, asesor y consultor en gestión de la innovación, gestión de la tecnología y prospectiva estratégica. Participó en el programa de Formación de Alto Nivel en Gestión Estratégica de la Innovación, Fangei; hizo parte del programa Pioneros de la Gestión Tecnológica en Antioquia; fue consultor del programa Gestores de Innovación Empresarial de Ruta N y, además, de Tecnova para la adopción de procesos de gestión de innovación tecnológica para la competitividad en empresas.

**8. Juan Fernando Pérez Pérez**

juanfdomurillo@gmail.com

Doctorando en Ingeniería en el área de inteligencia artificial y riesgos climáticos de transición de la Universidad EIA, magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional e ingeniero electromecánico del Instituto Tecnológico Metropolitano. Profesor universitario y miembro de los grupos de investigación Qualipro en el área de calidad y productividad (Institución Universitaria Pascual Bravo) y GIICA en la línea de inteligencia computacional (Universidad EIA).

**9. Julián Alberto Cendales Sánchez**

jacendaless@unal.edu.co

Ingeniero mecatrónico, ingeniero mecánico y magíster en Administración. Ha sido ingeniero de proyectos de automatización, director de tecnología y gerente general de empresas de seguridad electrónica. Actualmente es gerente comercial de Equitrónica, empresa integradora del sector eléctrico.

**10. Karen Cristina Hormecheas Tapia**

kchormecheat@unal.edu.co

Ingeniera industrial y magíster en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Desde 2017 se dedica a la investigación en temas relacionados con gestión de la tecnología y la innovación, política pública, sistemas de innovación y transiciones de sostenibilidad, en los que ha participado mediante proyectos de investigación, artículos y congresos nacionales e internacionales. Sus recientes investigaciones se orientan a la política de innovación transformativa para lograr la transición a la sostenibilidad, participando en la construcción del Libro Verde 2030 y en diversos proyectos en el sector agropecuario.

### **11. Laura Marcela Gaviria Yepes**

lauragaviria133989@correo.itm.edu.co

Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional y Administradora tecnológica. Actualmente es editora técnica de Revista CEA, docente universitaria e investigadora en temas referentes a Gestión de la Propiedad Intelectual, Transferencia Tecnológica, Metodologías en GTI, Adopción Tecnológica, Vigilancia Tecnológica y Prospectiva. Su formación ha estado enfocada en gestión editorial, propiedad intelectual, escritura científica y vigilancia tecnológica. Ha asistido como conferencista y ponente a encuentros y congresos internacionales. Ha laborado como consultora en innovación y estrategia empresarial y como apoyo de investigación en instituciones de educación superior. Cuenta con publicaciones en revistas indexadas.

### **12. Víctor Hugo Jiménez González**

victorhugo.jimenez@gmail.com

Oficial en uso de buen retiro de la Armada Nacional de Colombia, ingeniero electricista de la Universidad Autónoma de Occidente, magíster en Ingeniería de la Universidad del Valle y especialista en Automatización de la Universidad del Cauca. Es ingeniero de profesión e investigador por vocación. Está comprometido con el aporte a la patria hacia un país más equitativo.

# GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

## **Grupo de Investigación en Ciencias Administrativas del ITM**

Mediante el desarrollo y la aplicación de metodologías, el Grupo de Investigación evalúa, asesora y desarrolla soluciones, mejoras y alternativas que permitan una adecuada gestión tecnológica, organizacional y financiera con instrumentos organizacionales, estándares propios de vigilancia tecnológica, prospectiva, y análisis de costos, riesgos y portafolios, que se fundamentan en una relación de reciprocidad entre la academia y el entorno, nutriendo los procesos científicos e impactando positivamente la productividad y la competitividad en la región y el país.

## **Grupo de Investigación Biogestión de la UNAL**

El Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad-Biogestión de la Universidad Nacional de Colombia busca ofrecer soluciones que aporten valor agregado al sector productivo (público y privado), sirviendo como soporte académico en la ejecución de proyectos de desarrollo en gestión gerencial y tecnológica, tendientes a fortalecer la interacción entre la universidad, la industria y el Estado a partir de su trabajo interdisciplinario, tomando elementos de diferentes facultades y áreas del conocimiento, articulados por proyectos relacionados que buscan continuidad y coherencia. Ha contribuido a cambios significativos en los procesos de dirección estratégica en sectores productivos con distintos niveles de complejidad, desde microempresas de sectores basados en conocimiento hasta instituciones gubernamentales.



Gestión tecnológica y de la innovación para el cambio en instituciones militares  
Fuentes tipográficas: Cooper Lt Bt para texto corrido y para títulos en Zurich Cn Bt.



La gestión de la tecnología y de la innovación es una herramienta fundamental para contribuir con los objetivos estratégicos de cualquier organización. Los autores de este libro se esforzaron de manera especial por desarrollar una metodología para que las instituciones militares, y específicamente la Armada Nacional de Colombia, incorporen estas herramientas para incrementar su ventaja competitiva en las operaciones militares que enfrentan en tiempos de cambio.

*Technology and innovation management is a key tool to achieve any organization's strategic goals. Designed especially for the Armada Nacional de Colombia (Colombian Navy), contributors to this book endeavored to develop a methodology for military institutions to adopt these tools in order to strengthen their competitive advantage in the military operations they face in changing times.*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE BOGOTÁ



ARMADA  
DE COLOMBIA



Alcaldía de Medellín