



## GESTIÓN TECNOLÓGICA EN INSTITUCIONES DEL SECTOR DEFENSA COLOMBIANO FRENTE AL POSACUERDO DE PAZ

Technology Management in Institutions of the Colombian Defense Sector in the Face of the Post-Agreement of Peace

JULIÁN ALBERTO CENDALES SÁNCHEZ<sup>1</sup>, CLAUDIA NELCY JIMÉNEZ HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, ELIANA MARÍA VILLA ENCISO<sup>2</sup>,  
JONATHAN BERMÚDEZ HERNÁNDEZ<sup>2</sup>, OSCAR FERNANDO CASTELLANOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Colombia

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia

---

### KEY WORDS

*Technology Management  
Military Industry  
Innovation  
Peace Agreement  
Colombia*

---

### ABSTRACT

*The Defense Sector is a sector based on technology, to the extent that it requires processes of development, acquisition and use of technological assets to achieve the objectives of its mission, aimed at guaranteeing national sovereignty and citizen security. It is a strategic sector that, mainly in developing countries, depends to a large extent on technology transfer activities, and in which the concept of dual technology (referring to the possibility of implementing both military and civil applications) is key. This paper aims to analyze the management of technology and innovation in this sector. To this end, a study was initially made on the particularities of the Defense Sector in the international scope, with emphasis on the Colombian case.*

---

### PALABRAS CLAVE

*Gestión tecnológica  
Industria militar  
Innovación  
Acuerdo de paz  
Colombia*

---

### RESUMEN

*El Sector Defensa es un sector basado en tecnología, en la medida en que requiere de procesos de desarrollo, adquisición y aprovechamiento de activos tecnológicos para el logro de sus objetivos misionales, orientados a garantizar la soberanía nacional y la seguridad ciudadana. Se trata de un sector estratégico que, principalmente en países en desarrollo, depende en gran medida de actividades de transferencia tecnológica, y en el cual es clave el concepto de tecnología dual (referido a la posibilidad de implementarse tanto en aplicaciones militares como civiles). Esta ponencia tiene como objetivo analizar la Gestión de la tecnología y la innovación en este sector. Para ello, inicialmente se hizo un estudio sobre las particularidades del Sector Defensa en el ámbito internacional, con énfasis en el caso colombiano.*

---

## Particularidades del sector defensa

A continuación se presentan algunas de las especificidades que resaltan en el Sector Defensa inicialmente desde los países que lideran la Industria militar, posteriormente aquellos que tienen economías emergentes y finalmente el caso Colombiano. El Sector Defensa se ha consolidado en la estructura de todos los gobiernos indistintamente si se encuentran en conflicto armado (interno o internacional) o si por el contrario llevan varias décadas sin participar en alguno.

### Líderes de la industria militar

Después de la segunda guerra mundial el control y regulación en el desarrollo, almacenamiento, producción, transferencia y destrucción se hizo más estricto. No obstante, estudios realizados en torno al estado del arte de industrias militares revelan que tanto la modernización de las tecnologías existentes como el desarrollo de nuevas armas continúan, lo que plantea un desafío constante a los entes encargados de regular estas acciones (Rosert, Becker-Jakob, Franceschini, & Schaper, 2013).

Antes de la caída del muro de Berlín se percibía que si una tecnología tenía el atributo de ser dual (uso tanto civil como militar) era débil o perjudicial, principalmente porque se consideraba una fuente de vulnerabilidad. Después de 1989, esta idea se modificó radicalmente de modo que se consolidó como un atributo deseable y perseguido, debido a que soluciona problemas comunes entre ambos contextos (asociados con la mantención y sostenibilidad) y que a su vez promueve la competitividad de los países desarrolladores (Smit, 2014).

Los países que lideran la industria militar a nivel mundial tienen nuevos retos relacionados con la mutación de los grupos terroristas y las acciones que estos ejecutan. Desde los atentados del 11 de Septiembre en Estados Unidos, todas las capitales de las potencias económicas han sufrido ataques de este tipo. La tendencia es que las guerras no tengan larga duración, ni involucren desplazamientos masivos de tropas, lo que ha promovido la proliferación de conflictos catalogados como de bajo nivel (Sanjurjo, 2011). Los grupos terroristas han optado por ataques aislados, con el menor costo de ejecución y mayor impacto en la población civil. Kundnani (2004) indica que estos eventos mutaron el concepto de amenaza, que para el siglo XX se enmarcó en la guerra fría donde el poder bélico convencional o nuclear materializaba el miedo de dos potencias. Pero el impacto causado por los atentados del 9/11 develó una guerra asimétrica, donde el temor es causado por lo incierto, lo desconocido y lo inesperado (Rumsfeld, 2002).

Esto conllevó a que se iniciara un proceso de transformación militar, que incluyó la adaptación de

la estructura de las fuerzas, el rediseño de operaciones convencionales, de las capacidades requeridas y la formulación de proyectos de I+D+i (Colom, 2011). A partir del inicio de esta nueva etapa, Stokes y Faas (2006) introdujeron la importancia que tiene el papel del recurso humano al interior de las instituciones, indicando que la tecnología y el individuo deben desarrollar un ajuste permanente basado en el desempeño adaptativo que tiene cada persona desde sus capacidades y la ejecución propia de su rol.

Adicional a esto la inducción de innovaciones disruptivas relacionadas con las tecnologías de la información y los sistemas de gestión del combate, han generado nuevos desafíos para el sector defensa, los cuales han sido referenciados por diversos autores (Börjesson & Elmquist, 2008; Kim, Jang, Jun, & Park, 2015; Saltzman, 2013; Shahady, Thal, Das, Heminger, & Halverson, 2008; Solomon & Thal Jr., 2008). No obstante todos estos desafíos se concentran en la disminución de la vulnerabilidad y la obtención de la supremacía en áreas estratégicas o priorizadas.

Recientemente, Greenwood (2018) propuso que los principales roles de la tecnología dentro de la planificación y la estrategia militar son: la mejora en la capacidad y rentabilidad de la operación, alcanzar superioridad frente a adversarios, establecer roles simbólicos y la preservación de la estabilidad. Estos vectores trazan la dirección seguida en la actualidad por los países pertenecientes a la OTAN.

En los países que lideran la carrera armamentista se observa que existen programas estructurados para la I+D+i en el sector defensa, Aun cuando no se ven envueltos en conflictos, donde las áreas de investigación que priman son: armas nucleares, mejora sistemática de armas convencionales e industria aeroespacial (Smit, 2014). Complementariamente estos países enfocan sus esfuerzos en prevenir el uso inadecuado de armas químicas, biológicas, cibernéticas o de destrucción masiva a través de políticas internas y transnacionales que velan por la protección de la sociedad.

En la década pasada el Departamento de Defensa (DoD) de Estados Unidos publica 3 documentos con los que formaliza los esfuerzos a realizarse por las instituciones de este país, estos son: *Quadrenial Defense Review*, *National Defense Strategy* y *National Military Strategy*, que orientan la estrategia del sector en corto, mediano y largo plazo, respectivamente. A partir de los principios consignados en este documento, se diseña desde la dirección de Ciencia y Tecnología cinco acciones que encaminan el accionar de cada fuerza y agencia. La estrategia de ciencia y tecnología se despliega en cinco dependencias: la organización de defensa de misiles, la reducción de la amenaza en defensa, la agencia de proyectos de investigación avanzados en defensa, la implementación de proyectos conjuntos

y la oficina del subsecretario de defensa para sistemas y conceptos avanzados.

Las actividades asignadas en la estrategia se especifican inicialmente en el plan de ciencia y tecnología, el cual estableció 12 tecnologías claves de investigación que fueron desplegadas en 200 objetivos tecnológicos. Cada fuerza o agencia alinea su plan conforme a sus especificidades con las del sector defensa. Adicional a los planes desarrollados por cada dependencia, los proyectos conjuntos (que involucren más de una fuerza o agencia) son desarrollados en un plan aparte denominado *Joint Warfighting Science & Technology Plan*, donde se especifican los aportes de cada una de las dependencias participantes y se detallan los procesos de transformación requeridos en la ejecución de dichos planes. Finalmente el DoD estructura en el *Basic Research Plan* los programas desarrollados de forma conjunta con Universidades, principalmente en investigación de ciencias básicas.

Por su parte, el Ministerio de Defensa de Reino Unido emite tres documentos que orientan la labor a de las diferentes instituciones, estos son: *Defence planning assumptions*, *Defence Strategic Guidance* y *Future capability deployment*, donde se determina la visión a 5 y 15 años en los dos primeros documentos y en el tercero se asignan los responsables de su ejecución. Ante la imposibilidad de desarrollar todas las tecnologías, por inviabilidad económica, Reino Unido ha priorizado las tecnologías en las cuales es fabricante y desarrollado y aquellas en las que es consumidor. De este modo ha diseñado un programa llamado *Smart Acquisition* que consta de cinco segmentos que sirven de pilares para las entidades ligadas al sector: *acquisition management systems (directrices comunes y mejores prácticas de adquisición)*, *intranets (control de acceso)*, *Defence procurement agency (adquisición de sistemas según capacidades)*, *Defence logistic organization (apoyo logístico de sistemas en interacción con el usuario)*, *CADMID (evaluación de ciclo de vida tecnológico: concept of assessment, demonstration, manufacture in service and disposal)* y *DLOD (Defence lines of deployment)*.

Con el objetivo de afrontar los conflictos transnacionales y fortalecer los lazos entre países aliados los tratados de la OTAN y Unión Europea han creado organizaciones encargadas de articular los esfuerzos y las operaciones de los países pertenecientes. Por ejemplo la Agencia de Defensa Europea (EDA, por sus siglas en inglés) vincula representantes de la industria militar, recursos de las fuerzas armadas de los países y personal de los centros de investigación orientados a cumplir 12 objetos de común interés para la seguridad y defensa en estas regiones.

### ***Economías emergentes***

Para el caso de economías en vía de desarrollo la transferencia tecnológica se convierte en el principal instrumento para incrementar su capacidad operativa, debido a factores como el rezago tecnológico y la imposibilidad de invertir grandes cantidades de dinero en programas de investigación y desarrollo (Salwan, 2005).

Aquellos países que tienen un sector defensa incipiente o en crecimiento, se enfrentan a un proceso de transición en el que actividades como la protección de tecnologías, el análisis de tendencias o el análisis de ciclo de vida de producto no son de uso habitual. La actividad que sobresale en mayor medida es la transferencia tecnológica, llegando solo al 30% de uso en las empresas consultadas (Gumus, Demir, & Kaynak, 2009)

Por ejemplo en los países Latinoamericanos es común encontrar que la distribución del gasto militar es destinada en más del 60% para los costos laborales, mientras que las adquisiciones de bienes no ascienden del 5%. La distribución del gasto militar no solo evidencia la desproporción en la inversión, sino el rezago en avance tecnológico. Antes el bajo volumen de adquisiciones los bienes se deprecian, lo que genera una disminución en la capacidad operativa, lo que progresivamente deteriora la percepción de beneficio aportado por este sector. En contraste, los países industrializados ubican sus costos laborales por debajo del 40% y sus adquisiciones por encima del 15%. Esto facilita la creación de una industria fuerte en torno al sector defensa (Scheetz, 2011).

Wylie, Markowski y Hall (2006) mencionan cinco atributos que deberían incluir los sistemas de gestión de la tecnología e innovación del Sector Defensa de las economías emergentes: garantizar el acceso en niveles comerciales a los avances en I+D de talla internacional, el conocimiento tecnológico que permite la detección de oportunidades para I+D, el aprendizaje y apropiación tecnológica, un ambiente de confianza el cual facilita la ejecución de transacciones que incluyen control de acceso de información y protección de terceros, y el desarrollo de un modelo de negocio en torno a la identificación de riesgos y re-asignación de los mismos en la cadena de valor y las diferentes etapas del producto/proceso.

Raghavan (Raghavan, 2018) menciona que resulta neurálgico tener fuerzas interoperables. En su estudio en torno al Sector Defensa de India la desarticulación de la Armada, el Ejército y la Fuerza Aérea ha generado problemas de compatibilidad al no disponer de un desarrollo orgánico. Por tal motivo sugiere que en los procesos de modernización que iniciaron en 2016 se tome como pilar la capacidad de despliegue efectivo entre las fuerzas.

### Caso Colombiano

El Sector Defensa Colombiano posee una estructura de mando jerárquica, bajo las órdenes del presidente de la República quien asigna dentro de su gabinete al Ministro de Defensa. El Ministerio se encarga de dirigir y articular las instituciones de la fuerza pública la cual se compone de las fuerzas militares, la fuerza civil y las instituciones pertenecientes al Grupo Social y Empresarial del Sector Defensa (GSED). Las primeras están encabezadas por el Comando General de las Fuerzas Militares quienes articulan las tres instituciones: el Ejército Nacional, la Armada República de Colombia y la Fuerza Aérea Colombiana. La fuerza civil es representada por la Policía Nacional y el GSED se compone de 17 instituciones que apoyan las actividades del Sector Defensa desde diferentes frentes donde se destacan labores de tipo: industrial, comercial, servicios sociales, atención al retirado, apoyo a la seguridad y hotelería y turismo.

Tabla 1. Principios y áreas misionales del Sector Defensa Colombiano.

| Principios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Áreas misionales                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prepararnos para la guerra, porque estamos listos para la paz<br>No hay que temer a la estrategia del enemigo sino a nuestros propios errores<br>El presupuesto es hijo de la estrategia y no la estrategia hija del presupuesto<br>No hay en este ministerio persona o unidad que no tenga una misión conocida y medible.<br>El Ministro hace la política, la Fuerza Pública las operaciones<br>El Sector defensa trabaja para los jóvenes, para el futuro no para el pasado | Convivencia y seguridad ciudadana<br>Seguridad pública<br>Cooperación internacional<br>Defensa Nacional<br>Gestión del riesgo de desastres<br>Protección de los recursos naturales y el medio ambiente<br>Contribución al desarrollo de país<br>Gestión, apoyo y desarrollo proyectivo |

El Ministerio de Defensa definió seis principios que direccionan la doctrina de las instituciones bajo su cargo y que son encaminados en ocho áreas misionales que delimitan las labores a ejecutar (Ver Tabla 1).

En cuanto a su funcionamiento, el sector defensa se rige bajo leyes comunes a las entidades pertenecientes al sector público. No obstante, posee especificidades propias del cumplimiento de su misión y enmarcadas en su entorno. Algunas de estas especificidades han sido adaptadas en la Tabla 2 según la percepción de algunos autores.

Si bien Colombia ha realizado de forma tradicional programas de transferencia tecnológica a través de sus programas de offset, el prolongado conflicto y las condiciones geográficas permitieron a

las fuerzas militares generar y acumular capacidades en estrategia militar que son referentes a nivel internacional, siendo de interés para los países líderes de la industria.

Tabla 1. Causas y efectos al interior del Sector Defensa Colombiano

| No. | Causa                                                                                                           | Efecto                                                                                                                                      |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Cada fuerza tiene singularidades que configuran su propia especificidad                                         | El diseño de una metodología de gestión debe ser adaptado a cada fuerza. No es posible replicar un sistema idéntico sobre las instituciones |
| 2   | Insuficiencia de capacidades I+D+i para el desarrollo tecnológico                                               | Dependencia tecnológica de países líderes en fabricación de tecnología para el sector                                                       |
| 3   | Algunas actividades productivas han sido cedidas a una sola institución (fabricación de armas, explosivos)      | Monopolio económico en fabricación de armas y explosivos. Necesidad de fortalecer programas de calidad                                      |
| 4   | Volatilidad geo-política en conflictos internos y externos.                                                     | Incertidumbre, inestabilidad y posibles contingencias que afecta directamente la seguridad y defensa.                                       |
| 5   | El acceso a la información es restringido.                                                                      | La transferencia de conocimiento e información puede verse afectada.                                                                        |
| 6   | El personal se encuentra sometido a una constante rotación.                                                     | Puede inducir a la pérdida de capacidades y experiencia acumuladas                                                                          |
| 7   | Es una entidad que rinde cuentas ante las entidades de control                                                  | Se somete a leyes de control, contratación y auditoría.                                                                                     |
| 8   | El nivel de mando es piramidal. El criterio para ocupar cargos se relaciona con la antigüedad en la institución | Dificulta procesos de aprendizaje horizontal.                                                                                               |
| 9   | Muchos procesos de GT no se encuentran formalizados y están ligados a la voluntad del comandante de turno       | Ruptura en la generación y desarrollo de conocimiento incremental.                                                                          |
| 10  | Sector dependiente de la diplomacia y de las políticas del gobierno de turno                                    | Cambios en su estructura organizacional conforme a la voluntad del comandante en jefe.                                                      |

### Análisis cuantitativo

El objetivo de esta fase es identificar las instituciones del sector defensa líderes a nivel mundial y analizar los procesos de GT que sirvan como referente para las instituciones Colombianas. Por medio de un análisis cuantitativo basado en

el procedimiento empleado por Ruthes y Da Silva (2015) se definen tres categorías de estudio: la gestión tecnológica, las fuerzas militares y el posconflicto. Para definir la ecuación de búsqueda son seleccionadas unas palabras claves producto de la inmersión sobre bases estructuradas y no estructuradas. Se han trabajado cinco bases de datos

estructuradas (Scopus, Web Of Science, Science Direct, Scielo y Redalyc) y el repositorio institucional de la Universidad Nacional. Las tres primeras bases dan un contexto global, las dos últimas nos otorgan uno regional y el repositorio muestra la producción de textos a nivel local.

Tabla 3. Prueba de adherencia para palabras claves de gestión tecnológica

| Palabra                   | Redalyc     | SINAB      | Scielo      | Scopus       | WOS          | Science direct | Total PC      | % PC        |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
| Gestión tecnológica       | 1655        | 6          | 70          | 28           | 1            | 32             | 1792          | 1%          |
|                           | 92%         | 0%         | 4%          | 2%           | 0%           | 2%             |               |             |
|                           | 20%         | 1%         | 4%          | 0%           | 0%           | 0%             |               |             |
| Technology management     | 2791        | 192        | 1017        | 4485         | 792          | 11442          | 20719         | 16%         |
|                           | 13%         | 1%         | 5%          | 22%          | 4%           | 55%            |               |             |
|                           | 35%         | 42%        | 55%         | 9%           | 7%           | 20%            |               |             |
| Management of technology  | 561         | 37         | 25          | 853          | 188          | 8622           | 10286         | 8%          |
|                           | 5%          | 0%         | 0%          | 8%           | 2%           | 84%            |               |             |
|                           | 7%          | 8%         | 1%          | 2%           | 2%           | 15%            |               |             |
| Technological management  | 127         | 23         | 46          | 184          | 41           | 296            | 717           | 1%          |
|                           | 18%         | 3%         | 6%          | 26%          | 6%           | 41%            |               |             |
|                           | 2%          | 5%         | 2%          | 0%           | 0%           | 1%             |               |             |
| Technology innovation     | 620         | 33         | 102         | 4737         | 892          | 12767          | 19151         | 14%         |
|                           | 3%          | 0%         | 1%          | 25%          | 5%           | 67%            |               |             |
|                           | 8%          | 7%         | 6%          | 9%           | 8%           | 22%            |               |             |
| Technological innovation  | 2119        | 137        | 532         | 15647        | 3675         | 23549          | 45659         | 35%         |
|                           | 5%          | 0%         | 1%          | 34%          | 8%           | 52%            |               |             |
|                           | 26%         | 30%        | 29%         | 30%          | 33%          | 41%            |               |             |
| Technolog* management     | 0           | 0          | 0           | 4652         | 867          | 0              | 5519          | 4%          |
|                           | 0%          | 0%         | 0%          | 84%          | 16%          | 0%             |               |             |
|                           | 0%          | 0%         | 0%          | 9%           | 8%           | 0%             |               |             |
| Technolog* innovation     | 0           | 0          | 0           | 20098        | 4526         | 0              | 24624         | 19%         |
|                           | 0%          | 0%         | 0%          | 82%          | 18%          | 0%             |               |             |
|                           | 0%          | 0%         | 0%          | 38%          | 40%          | 0%             |               |             |
| Capacidades de innovacion | 5           | 1          | 27          | 5            | 0            | 26             | 64            | 0%          |
|                           | 8%          | 2%         | 42%         | 8%           | 0%           | 41%            |               |             |
|                           | 0%          | 0%         | 1%          | 0%           | 0%           | 0%             |               |             |
| Innovation capabilities   | 201         | 30         | 32          | 1898         | 320          | 1308           | 3789          | 3%          |
|                           | 5%          | 1%         | 1%          | 50%          | 8%           | 35%            |               |             |
|                           | 2%          | 7%         | 2%          | 4%           | 3%           | 2%             |               |             |
| <b>Total</b>              | <b>8079</b> | <b>459</b> | <b>1851</b> | <b>52587</b> | <b>11302</b> | <b>58042</b>   | <b>132320</b> | <b>100%</b> |

Cada uno de los términos seleccionados es buscado de forma individual en cada base de datos. Cada palabra clave cuenta con 3 filas: la primera corresponde el número de resultados arrojados por la base, la segunda el peso relativo que tiene esa expresión en relación con las demás buscadas en la misma base y la tercera fila muestra el peso relativo de esa palabra al ser comparada con las demás bases. La columna %PC muestra el peso relativo de la palabra clave al superponer los resultados de las 6 bases.

La Tabla 3 muestra los resultados para los términos vinculados con la gestión tecnológica, observando que los términos en inglés tienen un

mayor peso relativo que los términos en español. No obstante en Redalyc el término de gestión tecnológica presenta un comportamiento atípico respecto a las demás bases.

La Tabla 4 contiene los resultados para la prueba de adherencia de los términos seleccionados para relacionar las instituciones pertenecientes al sector defensa. De forma similar a la categoría anterior, los términos en inglés muestran pesos relativos significativamente mayores a los obtenidos en español, exceptuando la búsqueda sobre Redalyc quien muestra dos términos en español con peso relativo significativo.



Tabla 4. Prueba de adherencia para palabras claves de Sector Defensa

| Palabra clave    | Redalyc | SINAB | Scielo | Scopus | WOS  | Science Direct | Total PC | % PC |
|------------------|---------|-------|--------|--------|------|----------------|----------|------|
| Fuerzas armadas  | 7672    | 1156  | 214    | 110    | 29   | 907            | 10088    | 13%  |
|                  | 76%     | 11%   | 2%     | 1%     | 0%   | 9%             |          |      |
|                  | 79%     | 89%   | 41%    | 1%     | 1%   | 2%             |          |      |
| Military force   | 411     | 17    | 43     | 2721   | 513  | 1939           | 5644     | 7%   |
|                  | 7%      | 0%    | 1%     | 48%    | 9%   | 34%            |          |      |
|                  | 4%      | 1%    | 8%     | 13%    | 12%  | 4%             |          |      |
| Sector defensa   | 100     | 42    | 2      | 0      | 0    | 1              | 145      | 0%   |
|                  | 69%     | 29%   | 1%     | 0%     | 0%   | 1%             |          |      |
|                  | 1%      | 3%    | 0%     | 0%     | 0%   | 0%             |          |      |
| Defence Sector   | 13      | 0     | 0      | 673    | 84   | 383            | 1153     | 1%   |
|                  | 1%      | 0%    | 0%     | 58%    | 7%   | 33%            |          |      |
|                  | 0%      | 0%    | 0%     | 3%     | 2%   | 1%             |          |      |
| Defence industry | 27      | 1     | 2      | 2701   | 8    | 1066           | 3805     | 5%   |
|                  | 1%      | 0%    | 0%     | 71%    | 0%   | 28%            |          |      |
|                  | 0%      | 0%    | 0%     | 13%    | 0%   | 2%             |          |      |
| Armed forces     | 1432    | 87    | 265    | 14583  | 3495 | 39941          | 59803    | 74%  |
|                  | 2%      | 0%    | 0%     | 24%    | 6%   | 67%            |          |      |
|                  | 15%     | 7%    | 50%    | 70%    | 85%  | 90%            |          |      |
| Total            | 9655    | 1303  | 526    | 20788  | 4129 | 44237          | 80638    |      |

La Tabla 5 muestra la prueba de adherencia para las palabras seleccionadas en la categoría de posacuerdo. Si bien las palabras en inglés siguen aportando en mayor proporción que las de español,

de las tres categorías es la que encuentra menos disparidad. Redalyc, SCielo y SINAB presentan pesos relativos favorables en los términos buscados en español.

Tabla 5. Prueba de adherencia para palabras claves de posacuerdo

| Palabras             | Redalyc | SINAB | Scielo | Scopus | WOS  | Science direct | Total PC | % PC |
|----------------------|---------|-------|--------|--------|------|----------------|----------|------|
| Posconflicto         | 457     | 152   | 47     | 8      | 3    | 13             | 680      | 2%   |
|                      | 67%     | 22%   | 7%     | 1%     | 0%   | 2%             |          |      |
|                      | 10%     | 17%   | 11%    | 0%     | 0%   | 0%             |          |      |
| Post- conflict       | 536     | 48    | 96     | 3836   | 2257 | 1688           | 8461     | 29%  |
|                      | 6%      | 1%    | 1%     | 45%    | 27%  | 20%            |          |      |
|                      | 12%     | 5%    | 23%    | 32%    | 40%  | 28%            |          |      |
| Construccion de paz  | 421     | 2     | 38     | 8      | 0    | 3              | 472      | 2%   |
|                      | 89%     | 0%    | 8%     | 2%     | 0%   | 1%             |          |      |
|                      | 9%      | 0%    | 9%     | 0%     | 0%   | 0%             |          |      |
| Peacebuilding        | 241     | 1     | 59     | 0      | 883  | 216            | 1400     | 5%   |
|                      | 17%     | 0%    | 4%     | 0%     | 63%  | 15%            |          |      |
|                      | 5%      | 0%    | 14%    | 0%     | 16%  | 4%             |          |      |
| Gasto militar        | 513     | 125   | 13     | 7      | 0    | 23             | 681      | 2%   |
|                      | 75%     | 18%   | 2%     | 1%     | 0%   | 3%             |          |      |
|                      | 11%     | 14%   | 3%     | 0%     | 0%   | 0%             |          |      |
| Military expenditure | 83      | 4     | 6      | 785    | 219  | 830            | 1927     | 7%   |
|                      | 4%      | 0%    | 0%     | 41%    | 11%  | 43%            |          |      |
|                      | 2%      | 0%    | 1%     | 7%     | 4%   | 14%            |          |      |
| Proceso de paz       | 1397    | 483   | 48     | 4      | 2    | 24             | 1958     | 7%   |
|                      | 71%     | 25%   | 2%     | 0%     | 0%   | 1%             |          |      |
|                      | 31%     | 55%   | 12%    | 0%     | 0%   | 0%             |          |      |
| Peace process        | 333     | 37    | 57     | 2971   | 730  | 895            | 5023     | 17%  |
|                      | 7%      | 1%    | 1%     | 59%    | 15%  | 18%            |          |      |
|                      | 7%      | 4%    | 14%    | 25%    | 13%  | 15%            |          |      |
| Peacekeeping         | 350     | 21    | 39     | 3410   | 1114 | 1685           | 6619     | 23%  |
|                      | 5%      | 0%    | 1%     | 52%    | 17%  | 25%            |          |      |
|                      | 8%      | 2%    | 10%    | 29%    | 20%  | 28%            |          |      |
| Peacemaking          | 159     | 9     | 7      | 792    | 398  | 588            | 1953     | 7%   |
|                      | 8%      | 0%    | 0%     | 41%    | 20%  | 30%            |          |      |
|                      | 4%      | 1%    | 2%     | 7%     | 7%   | 10%            |          |      |
| Total                | 4490    | 882   | 410    | 11821  | 5606 | 5965           | 29174    | 100% |

## Resultados

Producto de la depuración realizada se consolidó un corpus de información de bases estructuradas el cual servirá de referencia para realizar el análisis.

Se observan elementos de gestión tecnológica relacionadas con el ciclo de vida tecnológica para la industria naval (Abbott, Fellow, Devries, Ships, & Vasilakos, 2003) comparables con estudios abordados desde el sector industrial por diversos autores (Applin, 2015; Durand-Carrier & Loureiro, 2011; Shenkar, 1992; Sumanth & Sumanth, 1999) de donde se pueden recoger elementos que faciliten el proceso de adopción de los cambios de tecnología y de asimilación a lo largo del tiempo conforme al tipo de tecnología usada.

Briones (2009) muestra esquemas mediante los cuales se articulan las actividades ejecutadas en torno a la Industria de Defensa, buscando hacer frente a los retos de modernización y reprofesionalización del Sector Defensa Español. Dentro de la propuesta presentada por Briones se destaca el papel que juegan las empresas aliadas al sector defensa, debido a que según este autor son las que en mayor medida aportan innovaciones que generan diferenciación en los procesos y productos usados por las diferentes fuerzas. Briones resalta también el trabajo realizado de forma conjunta por las diferentes organizaciones vinculadas al sector y la articulación que desde el sector defensa se realiza.

Kim *et al.* (2015) proponen la modificación de la metodología usada por el sistema de defensa coreano para evaluar el avance sobre su sistema de armas, que tradicionalmente se realizaba mediante encuestas a expertos tipo Delphi, siendo reiterativas en el tiempo lo cual no ofrece una adaptación dinámica con el entorno. Por tal motivo, estos autores incluyen el estudio de patentes a nivel local y global, buscando tener una referencia en el tiempo con el objetivo de establecer una curva de crecimiento que permita regresiones y ajustes dinámicos, que visibilicen cambios ejercidos por el Sector Defensa y su entorno. Esta metodología privilegia de forma explícita la interoperabilidad entre las instituciones pertenecientes a este Sector.

Gumus, Demir y Kaynak (2009) modificaron la propuesta realizada por Phaal y Probert (2004) donde se traza una hoja de ruta para ejecutar lo que denominan la transición entre la evolución y la revolución por medio de la gestión tecnológica. El sector de defensa turco recibió de parte del equipo de Gumus *et al.* una modificación en las funciones de gestión tecnológica donde la protección adquiere un rol protagónico y transversal sobre las demás funciones (identificar, seleccionar, adquirir y explotación) argumentando que el control de acceso y el manejo de la información resulta neurálgico para este sector. Esta revisión deja adicionalmente

dos aportes que vale la pena resaltar: (1) El 90% de las compañías pertenecientes o que mantienen alguna relación con el sector defensa ejecutan formalmente procesos de investigación y desarrollo, frente al 43% en la industria manufacturera. (2) Solo el 36% de las compañías de industria hacen uso pronóstico y planeación tecnológica, frente al 80 % de las compañías pertenecientes o afiliadas al Sector Defensa.

Kerr, Phaal y Probert (2014) estructuraron una hoja de ruta para la modernización de la Armada Australiana. En la capa superior muestra el contexto futuro y el ambiente operacional mediante un diagrama de flujo, limitando el por qué es necesario ejecutar esta hoja de ruta. En la capa media exhibe la transición de la flota por medio de un pictograma iniciando con la descripción de los tipos de buques en la actualidad y su proyección progresiva hasta el 2030. Al mismo nivel se muestran las capacidades a ser adquiridas para este año por los miembros de la Armada. Por último en la capa inferior describe como ejecutar los planes de arriba mediante diagramas de Gantt e indicadores de desempeño tabulados, los cuales facilitan la supervisión y control de los proyectos ejecutados.

Para el contexto Colombiano son abordados dos aportes: El primero es el desarrollado por COTECMAR (Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la industria Naval, Marítima y Fluvial) que es un reconocido astillero perteneciente al GSED y que es referente en la gestión tecnológica de las instituciones del sector defensa Colombiano. COTECMAR en su mapa de procesos para la gestión de la I+D+i 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 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 (Tascón Muñoz *et al.*, 2011). El segundo estudio que detallaremos es la propuesta realizada por el Ministerio de Defensa Colombiano en conjunto con la Universidad del Rosario en el cual despliegan una metodología de gestión de la tecnología e innovación para a través de un esquema de 7 capas (decisiones estratégicas, círculo virtuoso ECI, gestión del conocimiento, programas estratégicos y proyectos, gestión de recursos financieros y el portal de conocimiento). Alrededor de estas capas convergen la gestión de capacidades, la gestión organizacional, la gestión funcional (optimización) y la gestión de redes y clústeres.

Figura 1. Mapa de co-ocurrencia de gestión de tecnología e innovación en instituciones militares.



En la sección anterior se describió la metodología implementada para realizar el análisis cuantitativo. Por medio de VosViewer se realiza un mapa de co-ocurrencias cuya finalidad es visualizar relaciones entre los tópicos de investigación desarrollados en los artículos del corpus consolidado. La Figura 1 discrimina mediante colores 4 clúster: defensa seguridad y guerra (área roja), innovación (verde), transferencia de tecnología (amarilla) y tecnología dual (azul). Esto refuerza lo descrito con anterioridad mostrando que las investigaciones publicadas en este sector están orientadas los campos descritos previamente.

## Retos identificados

A continuación se enuncian de los retos identificados para el sector defensa en el entorno de posacuerdo.

La generación y difusión tecnología dual puede contribuir de forma significativa tanto como la sostenibilidad de las fuerzas, como con el ejercicio de presencia estatal en zonas recónditas. La implementación de estas tecnologías contribuye de forma significativa en la calidad de vida de los habitantes de las zonas de difícil acceso y proporcionan alternativas de supervivencia que brindan ventajas estratégicas en la ejecución de operaciones militares. Así mismo el Sector Defensa debe propender a la optimización y mejora continua de sus operaciones lo que se materializará en el futuro en una reducción de insumos (logísticos y financieros) con el incremento de la eficiencia y efectividad de las mismas.

Con el fin del conflicto armado se espera que una fracción de los actores armados tradicionales transmute en organizaciones delictivas con alcance transnacional. Esto suscribe retos que conducen a que es necesaria la cooperación ente países para desarticular estas organizaciones delictivas. Con el objetivo de facilitar estas acciones el Sector Defensa debe asignar responsables que limiten y direcciones cada una de las fuerzas en torno al cumplimiento del control y normatividad de armamento, de forma

que se encuentren alineadas con las políticas regionales y faciliten la integración y transferencia mediante la implementación de rutinas, procesos y tácticas normalizadas.

Frente a la sociedad civil el Sector Defensa debe ser prenda de garantía para que los procesos de reconstrucción tanto de la infraestructura afectada por el conflicto como la construida en este nuevo escenario de posacuerdo no vayan a ser violentada. De forma paralela el Sector Defensa debe acompañar y permear los procesos de rehabilitación, buscando la reconstrucción de tejido social en la población que ha sido vulnerable al conflicto para evitar una recaída en el mismo.

Colombia es un país que por tradición ha sido consumidor de tecnología. En su posición de seguidor ha podido seleccionar y hacer uso de diversas tecnologías suministradas por los líderes industriales y forjar alianzas diplomáticas con estas naciones. El contexto de guerra que se ha vivido a lo largo del último medio siglo, permitió probar en terreno la pertinencia y conveniencia de diversas innovaciones tecnológicas. Sin embargo, con los sistemas de gestión de combate y la megatendencia a la digitalización, se abren nuevos retos relacionados con la integridad de los productos, relacionados con la pertenencia, el licenciamiento y el control remoto. El Sector Defensa Colombiano se enfrenta entonces primero al reto de priorizar cuales son las tecnologías que generan mayor beneficio y a continuación buscar en el mediano plazo la independencia tecnológica de sus proveedores, es decir la capacidad de producir de forma autónoma las tecnologías que han sido priorizadas. En una visión de largo plazo se espera que este concepto de independencia evolucione en uno de soberanía, sobre el cual se incorpora la superioridad en la tecnología propia sobre lo ofertado por la industria militar.

Un reto adicional se observa en la consolidación de una industria militar. Como enuncia Roca-González *et al.* (2012) la economía de Seguridad y Defensa es generadora de conocimiento con aplicaciones a nivel industrial, lo cual contribuye con la mejora en el posicionamiento del tejido empresarial, generando crecimiento económico y científico. En Colombia el GSED apoya muchas de las operaciones ejecutadas por el Sector Defensa, sin embargo se observa una debilidad en la vinculación del mismo con empresas del sector privado. Los líderes de la industria militar han logrado consolidar un clúster de empresas de carácter privado, que tienen un crecimiento acelerado y una durabilidad envidiable a lo largo del tiempo; como resultado de estas alianzas se ha combinado la agilidad y flexibilidad en los procesos llevados al interior de una empresa privada con la fortaleza en infraestructura y doctrina propia de los entes estatales, facilitando procesos de



comercialización, protección, investigación y desarrollo.

Los países líderes en la industria militar han resaltado desde principios de siglo que la modularidad e interoperabilidad entre las fuerzas de un mismo país o región, han permitido potenciar las fortalezas en conjunto del sector defensa y mitigar las carencias del mismo. Por tal motivo programas como el CJTF (*Combined Joint Task Force*) son desarrollados y ejecutados de forma independiente. En Colombia el principio CCIC (combinado, conjunto, interagencial y coordinado) ha sido efectuado a través de la creación de fuerzas conjuntas o especiales, mediante el plan púrpura. La continuación y consolidación de esta estrategia, junto con su divulgación con las instituciones pertenecientes al resto del sector compactará el

Sector, blindándolo de atomizaciones en su interior que producirían retrabajos.

En las fuerzas militares Colombianas se adelantan procesos de actualización tecnológica. Por ejemplo en la Armada Nacional se cursa el PES (Plataforma estratégica Superficie), quienes en compañía de COTECMAR han diseñado un plan a 2030 para producir la OPV (*offshore patrol vessel*) de segunda generación. De forma similar la FF.AA. y el Ejército Nacional adelantan sus proyectos de actualización de infraestructura. Por tal motivo, otro reto adicional es la incorporación de técnicas y metodologías de gestión tecnológica que permitan llevar procesos más eficientes y eficaces tanto para el control y supervisión como para la toma de decisiones.

## Referencias

- Abbott, J., Fellow, L., Devries, R., Ships, N. P. E. O., & Vasilakos, J. (2003). The Impact of Evolutionary Acquisition On Naval Ship Design, 259–285.
- Applin, S. (2015). Technology and Change. *IEEE Technology and Society Magazine*, 34(4). <https://doi.org/10.1109/MTS.2015.2499343>
- Börjesson, S., & Elmquist, M. (2008). Aiming at innovation in the Swedish defence industry - the Difficulties of Responding To Disruptive Market Change in a Technology Driven Context. *Knowledge Creation Diffusion Utilization*, 1(14), 1–14.
- Briones, A. J. (2009). Strategic determiners and factors of business management related to the defence industry. *Tourism and Management Studies*, 5, 165–179.
- Colom, G. (2011). El proceso de transformación militar en España (2004-2010). *UNISCI Discussion Papers*, 117–131. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-2.11>
- Durand-Carrier, F. & Loureiro, G. (2011). Standardization of the Technical Readiness Levels (TRL). In *62nd International Astronautical Congress 2011, IAC 2011* (Vol. 9, pp. 7082–7085). Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864113279&partnerID=40&md5=9941d0d808fd6e5b611c2fe2635be07e>
- Greenwood, T. (2018). Why Military Technology Is Difficult to Restrain, 15(4), 412–429.
- Gumus, B., Demir, V., & Kaynak, U. (2009). Technology management in turkish defense industry. In *PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings* (pp. 2905–2912). <https://doi.org/10.1109/PICMET.2009.5261782>
- Kerr, C. I. V, Phaal, R., & Probert, D. R. (2014). Depicting the future strategic plans of the Royal Australian Navy using a roadmapping framework as a visual composite canvas. *Technology Analysis and Strategic Management*, 26(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/09537325.2013.843663>
- Kim, S., Jang, D., Jun, S., & Park, S. (2015). A novel forecasting methodology for sustainable management of defense technology. *Sustainability (Switzerland)*, 7(12), 16720–16736. <https://doi.org/10.3390/su71215844>
- Kundnani, A. (2004). Wired for war: Military technology and the politics of fear. *Race and Class*, 46(1), 116–125. <https://doi.org/10.1177/0306396804045518>
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1–2), 5–26. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Raghavan, S. (2018). Military technological innovation in India: A tale of three projects. *India Review*. <https://doi.org/10.1080/14736489.2018.1415286>
- Roca-González, J. L., García-Laencina, P., Briones, A. J., Rodríguez, G., & Nieves Nieto, C. (2012). Estrategias de Transferencia de Conocimiento en la Economía de la Seguridad y la Defensa ., 1246–1253.
- Rosert, E., Becker-Jakob, U., Franceschini, G., & Schaper, A. (2013). Arms Control Norms and Technology. *Norm Dynamics in Multilateral Arms Control: Interests, Conflicts, and Justice*, 109–141.
- Rumsfeld, D. (2002). Transforming the military. *Foreign Affairs*, 48(3).
- Ruthes, S., & Da Silva, C. L. (2015). O uso de estudio prospectivo na análise de políticas publicas.
- Saltzman, I. (2013). Cyber posturing and the offense-defense balance. *Contemporary Security Policy*, 34(1), 40–63. <https://doi.org/10.1080/13523260.2013.771031>
- Salwan, P. (2005). Technology Transfer and Technology Management in Strategic Systems, 55(2), 141–148.
- Sanjurjo, J. M. (2011). La innovación y la tecnología como factor estratégico diferenciador en el siglo XXI. In M. Á. Ballesteros (Ed.), *La defensa del futuro: innovación, tecnología e industria*. Madrid: Instituto Español de estudios estratégicos.
- Shahady, D. E., Thal, A. E., Das, A., Heminger, A. R., & Halverson, K. C. (2008). Understanding the emergence of disruptive innovation in air force science and technology organizations. *PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings*, (c), 506–518. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2008.4599660>
- Shenkar, O. (1992). Macro variables and technological change: The diffusion of industrial robots in Japan and the United States. *The Journal of High Technology Management Research*, 3(2), 189–211. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/1047-8310\(92\)90011-P](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/1047-8310(92)90011-P)
- Smit, W. A. (2014). Military technologies and politics. <https://doi.org/10.13140/2.1.1421.0243>
- Solomon, C. D., & Thal Jr., A. E. (2008). Enhancing military rapid product delivery capabilities (pp. 2508–2520). <https://doi.org/10.1109/PICMET.2008.4599878>
- Stokes, C. K., & Faas, P. D. (2006). Adaptive performance: Implications for military logistics (Vol. 2006, pp. 248–255). <https://doi.org/10.1109/CTS.2006.11>

- Sumanth, D. J., & Sumanth, J. (1999). El enfoque de “ciclo de la tecnología” a la gestión tecnológica. In *Manual de gestión en Tecnología* (pp. 47–63). McGraw Hill.
- Tascón Muñoz, O. D., Fonseca Rodríguez, S. L., Quintero Maldonado, Jose D., Contreras Pedraza, C. A., Saravia Arenas, J., Fúquene Montañez, A. M., ... Mendoza Rodríguez, L. L. (2011). *Actualización del diagnóstico tecnológico de COTECMAR como herramienta de soporte a los procesos de planificación de ciencia, tecnología e innovación*.
- Wylie, R., Markowski, S., & Hall, P. (2006). Big science, small country and the challenges of defence system development: An Australian case study. *Defence and Peace Economics*, 17(3), 257–272. <https://doi.org/10.1080/10242690600645233>