



Diseño de un laboratorio de Innovación orientado a resolver problemáticas militares del Ejército Nacional

Trabajo de grado

Maestría en Administración (MBA)

Presentado por:

Andrés Duque Martínez
Carlos Barbosa Escobar
César Ochoa Quiñones

Bogotá, D.C., Colombia. 09 de diciembre de 2021



**Universidad del
Rosario**

Escuela de Administración

Graduate School of Business (Rosario GSB)

Maestría en Administración (MBA)

Diseño de un laboratorio de Innovación orientado a resolver problemáticas militares del Ejército
Nacional

Modalidad: Problemática empresarial.

Presentado por:

Andrés Duque Martínez
Carlos Barbosa Escobar
César Ochoa Quiñones

Bajo la dirección de:

José Ricardo Buitrago Lozano

Bogotá, D.C., Colombia. 09 de diciembre de 2021

Contenido

| | |
|---|------|
| Contenido | i |
| Agradecimientos (Opcional) | iv |
| Dedicatoria (Opcional) | v |
| Declaración de originalidad y autonomía..... | vi |
| Declaración de exoneración de responsabilidad..... | vii |
| Lista de gráficas..... | viii |
| Lista de tablas | ix |
| Abreviaturas | x |
| Resumen Ejecutivo..... | xii |
| Palabras clave | xiii |
| Abstract..... | 1 |
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Contexto nacional e internacional de la innovación. | 2 |
| 2.1. Contexto de los laboratorios de innovación en el mundo - América Latina. 2 | |
| 2.1.1. Inteligencia artificial. | 4 |
| 2.1.2. Drones. | 5 |
| 2.1.3. Integración hombre-máquina. | 5 |
| 2.1.4. Big Data. | 5 |
| 2.1.5. Ecosistemas de Innovación | 6 |
| 2.2. Laboratorios de Innovación en Ejércitos del mundo..... | 9 |
| 2.2.1. Estados Unidos..... | 10 |
| 2.2.2. Francia..... | 10 |
| 2.2.3. Singapur | 11 |
| 2.2.4. Brasil | 11 |
| 2.3. Entorno Nacional de CTeI..... | 12 |
| 2.3.1. Factores políticos | 12 |
| 2.3.2. Factores económicos | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.3.3. Factores legales | 21 |
| 3. Generalidades del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ejército Nacional de Colombia (SICTE)..... | 23 |
| 4. Descripción del problema | 31 |
| 4.1. Modernización del Ejército | 32 |
| 4.2. Presupuesto del Ejército destinado a CTel..... | 33 |
| 4.3. Esquema de resolución de problemas | 33 |
| 4.4. Desarrollo de los proyectos hasta prototipado | 34 |
| 4.5. Explotación comercial de patentes | 35 |
| 4.6. Tiempos de aprobación | 35 |
| 4.7. Investigación aplicada | 36 |
| 4.8. Decisiones a los problemas militares son reactivos | 37 |
| 4.9. Priorización de los problemas. | 38 |
| 4.10. Árbol de problemas | 41 |
| Nota: Construcción propia durante el planteamiento del problema y priorización. | 41 |
| 5. Propuesta de laboratorio de innovación en el Ejército nacional | 42 |
| 5.1. Plan de Solución..... | 43 |
| 5.1.1. Objetivo General | 44 |
| 5.1.2. Objetivos Específicos..... | 44 |
| 5.1.3. Proyección Estratégica | 44 |
| 5.1.4. Estructura Organizacional LAIMI | 48 |
| 5.2. Canvas LAIMI..... | 48 |
| 5.3. Operación del laboratorio..... | 49 |
| 5.4. Recursos necesarios para la activación del laboratorio de innovación. | 49 |
| 5.4.1. Capital Humano | 53 |
| 5.4.2. Recursos físicos..... | 56 |
| 5.5. Priorización de Proyectos..... | 59 |
| 5.5.1. Áreas priorizadas..... | 61 |

| | | |
|--------|---------------------------------|----|
| 5.6. | Operación del laboratorio..... | 63 |
| 5.7. | Proyección financiera..... | 63 |
| 5.7.1. | Etapa de Estructuración..... | 63 |
| 5.7.2. | Ruta Operativa de CTeI EJC..... | 64 |
| 5.7.3. | Etapa de activación | 66 |
| 5.7.4. | Sostenimiento..... | 67 |
| 5.7.5. | Proyección de impacto | 68 |
| 6. | Conclusiones..... | 69 |
| 7. | Referencias..... | 72 |

Agradecimientos

Gracias Señor porque habíamos depositado la realización de esta meta personal, vocacional y profesional y tuvimos de tu parte como respuesta, la iluminación y sabiduría para emprender y llegar a la materialización de este gran anhelo.

Atesorada familia, madres, padres, hermanos, esposas e hijos y a los amigos más cercanos al corazón, gratitud infinita por darnos ese tiempo que les corresponde, la más valiosa convivencia de nuestras vidas, para invertir tantas horas para sacar adelante este propósito, como un pilar más que posibilite seguir tomados de las manos hacia el progreso y la prosperidad.

Gratitud eterna a la Universidad del Rosario-Escuela de Administración al recibarnos ser el Alma Mater que ha entregado invaluable conocimientos, transmitidos a través de un excelente cuerpo de docentes y en especial al señor asesor metodológico, José Ricardo Buitrago, quien ha orientado con generosidad de tiempo y entrega de saberes, la estructuración de este informe final de trabajo de grado en Maestría en Administración (MBA).

Mutuo agradecimiento entre compañeros de investigación, por el trabajo colaborativo, armonioso y dedicado que transformó este sueño en una realidad y dejó como experiencia significativa e inolvidable, poder entregar el producto de la apropiación de los contenidos teóricos de la maestría llevados a la práctica, como una solución a una problemática empresarial y/o institucional: Ejército Nacional de Colombia.

Dedicatoria

A Dios primero, quien deposita sus dones de sabiduría y entendimiento dándonos capacidad de producir e interpretar saberes.

A Colombia patria grande que entrega identidad y cobija bajo su cielo.

A nuestros padres y familia, por apoyar esta oportunidad en un paso más para entregarles el orgullo como generación, compensando grandes sacrificios, por darnos la vida y un ilimitado amor.

A los amigos que intervienen en las batallas y animan para salvarlas como cayado al que aferramos para no desistir de los sueños y esperanzas.

A los docentes, que nos han entregado guía, orientación y conocimiento.

Al glorioso Ejército Nacional de Colombia, cuna de Libertadores, que impulsa el compromiso de avanzar profesionalmente al lado del desempeño vocacional.

Universidad del Rosario-Escuela de Administración, alma mater que robustece el conocimiento para fundamentarnos académicamente y lograr una formación integral como personas y profesionales.

Declaración de originalidad y autonomía

Declaramos bajo la gravedad del juramento, que hemos escrito el presente Proyecto Aplicado Empresarial (PAE), en la propuesta de solución a una problemática en el campo de conocimientos del programa de Maestría por nuestra propia cuenta y que, por lo tanto, su contenido es original.

Declaramos que hemos indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este PAE no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.



Andrés Duque Martínez



Carlos Barbosa Escobar



César Augusto Ochoa Quiñones

Firmado en Bogotá, D.C. el 09 de diciembre de 2021

Declaración de exoneración de responsabilidad

Declaramos que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de sus autores. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.



Andrés Duque Martínez



Carlos Barbosa Escobar



César Augusto Ochoa Quiñones

Firmado en Bogotá, D.C. el 09 de diciembre de 2021

Lista de gráficas

| | | |
|------------|--|----|
| Gráfica 1 | <i>Producto Interno Bruto – PIB, Tasa de Crecimiento Anual en Volumen</i> | 14 |
| Gráfica 2 | <i>Tasa Global de Participación, Ocupación y Desempleo</i> | 15 |
| Gráfica 3 | <i>Inversión en ACTI como Porcentaje del PIB, años 2010-2019</i> | 16 |
| Gráfica 4 | <i>Grupos de Investigación según Criterio de Actividad 2009-2018</i> | 17 |
| Gráfica 5 | <i>Doctores de Todas las Áreas Formados en el Mundo por País, Incluidos de Economías Emergentes de 1998 a 2014</i> | 18 |
| Gráfica 6 | <i>Patentes Presentadas ante la Oficina de la SIC, 2009 – 2018</i> | 19 |
| Gráfica 7 | <i>Organización del Ejército Nacional</i> | 26 |
| Gráfica 8 | <i>Estructura del COATE</i> | 30 |
| Gráfica 9 | <i>Árbol de Problemas</i> | 41 |
| Gráfica 10 | <i>Proyección Estratégica del Laboratorio de Innovación Militar (LAIMI)</i> | 47 |
| Gráfica 11 | <i>Estructura Organizativa LAIMI</i> | 48 |
| Gráfica 12 | <i>Estructura Organizativa DISTE</i> | 53 |
| Gráfica 13 | <i>Estructura Organizativa Laboratorio de Innovación</i> | 53 |
| Gráfica 14 | <i>Propuesta de Planta Física del Laboratorio</i> | 58 |
| Gráfica 15 | <i>Ruta Operativa</i> | 64 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Matriz Legal</i> | 21 |
| Tabla 2 <i>Priorización de Problemas</i> | 39 |
| Tabla 3 <i>CANVAS LAIMI</i> | 50 |
| Tabla 4 <i>Procedimiento del LAIMI</i> | 51 |
| Tabla 5 <i>Matriz de Funciones de los Cargos</i> | 54 |
| Tabla 6 <i>Matriz de Priorización de Proyectos a Desarrollar</i> | 60 |
| Tabla 7 <i>Proyección de Costos Activación Laboratorio de Innovación</i> | 67 |
| Tabla 8 <i>Presupuesto Anual para Sostenimiento</i> | 67 |
| Tabla 9 <i>Proyección de Beneficios por los Servicios del CTel EJC</i> | 68 |

Abreviaturas

| | |
|---|---|
| <p>actividades de ciencia y tecnología ACTIS 21</p> <p>Agencia Europea de Defensa EDA 9</p> <p>centrales administrativas y contables especializadas CENAC 35</p> <p>Centro de Desarrollo Tecnológico de la Brigada de Aviación 32 CDT BRIAV32 32</p> <p>Centros de desarrollo tecnológico CDT..... 31</p> <p>Centros de Desarrollo Tecnológico CDTs 28</p> <p>Ciencia, Tecnología e Innovación CteI..... 3, 8, 21, 22, 23, 24, 25, 49 CTi 20</p> <p>Comando de Apoyo Tecnológico COATE 24, 25, 28, 29, 31, 43, 45, 47, 48, 52, 53, 62</p> <p>Comando de transformación del Ejército del Futuro COFET 37</p> <p><i>Corporación de alta tecnología para la defensa</i> CODALTEC 31</p> <p><i>Corporación de ciencia y tecnología orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales</i> COTERMAR..... 31</p> <p>CTeI de Sector Defensa MDN-GSED 43</p> <p><i>Departamento Administrativo Nacional de Estadística</i> DANE 15</p> <p>Departamento de Educación CEDE 36</p> | <p>Dirección de Ciencia y Tecnología DITEC..... 24, 25, 36, 49</p> <p>Dirección de Ciencia y Tecnología del Ejército DITEC..... 24</p> <p>Dirección de Planeación de Ciencia y Tecnología DIPTE 25</p> <p>Dirección de Planes de Políticas en Ciencia y Tecnología DIPTE 36</p> <p>Dirección de Tecnología DITEC..... 24</p> <p>Fondos Estructurales y de Inversión Europeos ESIF 9</p> <p>Gestión Logística DIGEL..... 29, 49, 54</p> <p>Inteligencia Artificial IA 5</p> <p>Internet de las cosas IoT..... 20</p> <p>investigación tecnológica I+T..... 8</p> <p>Investigación, Desarrollo e Innovación I+D+i..... 3</p> <p>Laboratorio de aplicaciones del Ejército AAL 10</p> <p>Laboratorio de Ensayos Dinámicos y Análisis de Vibraciones Ledav..... 12</p> <p>Laboratorio de Innovación Militar LAIMI..... 43, 45, 46, 48</p> <p><i>Laboratorios Nacionales de la Organización de Ciencias de la Defensa</i> DSO..... 11</p> <p>Ministerio de Ciencias Minciencias 25</p> |
|---|---|

| | | |
|---|--------------------|---|
| Ministerio de Defensa Nacional | | |
| MDN | 23, 28, 35, 39, 40 | |
| Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología | | |
| OCyT..... | 16 | |
| Organización de Ciencia y Tecnología de la OTAN | | |
| STO..... | 9 | |
| Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos | | |
| OCDE..... | 16 | |
| Philosophical Doctor | | |
| PhD | 18 | |
| Producto Interno Bruto | | |
| PIB | 14, 15 | |
| resultados de I+D+i | | |
| DIARI | 29, 54 | |
| Sistema de Ciencia y Tecnología | | |
| | | DISTE 8, 12, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 38, 42, 44, 47, 53 |
| | | Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional |
| | | SICTE |
| | | 12, 30, 42 |
| | | sistema de ciencia, tecnología e innovación del ejército nacional de Colombia |
| | | SICTE |
| | | 23 |
| | | <i>sistemas y materiales de uso militar</i> |
| | | SMEM..... |
| | | 12 |
| | | Superintendencia de Industria y Comercio |
| | | SIC |
| | | 19 |
| | | Tratado de Cooperación en Materia de Patentes |
| | | PTC |
| | | 19 |
| | | United Nations Children's Fund |
| | | UNICEF |
| | | 9 |

Resumen Ejecutivo

| | |
|--|---|
| Nombre del PAE | Diseño de un Laboratorio de Innovación orientado a resolver problemáticas militares del Ejército Nacional |
| Información básica del proyecto | <p>El Proyecto Aplicado Empresarial identifica los factores relevantes del Sistema de Ciencia y Tecnología actual del Ejército Nacional de Colombia y establece una alternativa estratégica con una ruta de acciones al interior de la estructura organizacional y rediseñando procesos para que la institución genere valor en cada resultado de proyectos resolviendo problemas militares. La Fuerza en la actualidad cuenta con una estructura sólida conformada por diferentes unidades y grupos de investigación; sin embargo, se evidencia que no está cumpliendo con los resultados esperados. Razón por la cual durante el desarrollo del Proyecto se establecen metodologías y herramientas administrativas para mejorar la estructura organizacional que le permita hacer una gestión eficiente y estratégica del proceso de I+D.</p> <p>Por lo anterior, con este proyecto se busca que el Ejército Nacional implemente un laboratorio de innovación Militar vinculado al Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército y se generen soluciones rápidas para cerrar brechas de necesidades relevantes del Soldado y problemas que pueda tener o generarse para la institución susceptibles de ser solucionados mediante proyectos de Ciencia y Tecnología.</p> |
| Aportes al caso de estudio o la solución de la problemática empresarial | <p>EL Proyecto (PAE) aporta soluciones a la problemática que tiene actualmente el Sistema de Ciencia y tecnología del Ejército Nacional de Colombia.</p> <p>Apoyará al Ejército Nacional a ser más competitivo y eficiente en todo el proceso asociado con Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) posibilitando de esta manera la optimización de recursos y generación de proyectos con alto potencial innovador de manera que impacten positivamente los resultados en el corto, media y largo plazo.</p> |

Palabras clave

Innovación e Invención, Procesos e Incentivos, Gestión de la Innovación Tecnológica y la I + D + i, opciones y consecuencias, Procesos de difusión, Propiedad y capital intelectuales, Cambio tecnológico, innovación abierta.

Abstract

| | |
|---|--|
| Name of PAE | Design of a Laboratory of Innovation, aimed at solving military problems for the National Army. |
| General information of PAE | <p>The Applied Business Project identifies the relevant factors of the current Science and Technology System of the Colombian National Army. and establishes a strategic alternative with a route of actions within the organizational structure. and redesigning processes so that the institution generates value in every project solving military problems. The Force currently has a solid structure made up of different units and research groups; however, it is evident that it is not achieving the expected results. Reasons why are: during the development of the Project methodologies and administrative tools are established to improve the organizational structure that allows an efficient and strategic management of the R&D process.</p> <p>Therefore, with this project it is intended that the National Army implement a Military innovation laboratory linked to the Army Technological Support Command and generate quick solutions to close gaps of relevant needs of the military and problems that may have, or be generated, for the institution likely to be solved through Science and Technology projects.</p> |
| Contribution for case study or solution at the problem | <p>The Project (PAE) provides solutions to the problem currently faced by the Science and Technology System of the Colombian National Army.</p> <p>It will support the National Army to be more competitive and efficient in the entire process associated with Research, Development and Innovation (R + D + i), thus enabling the optimization of resources and the generation of projects with high innovative potential in a way that positively impacts the results in the short, medium and long term.</p> |

1. Introducción

En la actualidad es necesario que las organizaciones tengan la capacidad de incrementar la efectividad de sus procesos y responder a los problemas que se les presenten de una forma más ágil. Por este motivo, la gestión, los procesos, herramientas y métodos relacionados con innovación son indispensables para las organizaciones, de manera que puedan adaptarse rápidamente a los cambios que se generen en el ambiente social, económico, empresarial y cultural.

La innovación permite a las organizaciones prosperar y adaptarse rápidamente al cambio constante con relación a su objeto y al entorno en que están inmersas; para apoyar esta finalidad surgen los laboratorios de innovación buscando potenciar los procesos, responder a los problemas con decisiones asertivas dentro de las instituciones y sus diversas áreas; así como crear espacios de reflexión y trabajo en equipo especialmente para las empresas que generan conocimiento de manera colaborativa, también facilitando los cambios internos de la organización, por medio de prácticas de cooperación, participación, y desarrollo de inteligencia colectiva, proporcionando generación de valor tanto en sus objetivos como en sus medios. Por ende, los laboratorios suministran soluciones originales y eficaces a diversos retos que surgen de la operación cotidiana de una organización.

La creación de laboratorios de innovación en el Ejército Nacional de Colombia, permitirían una alta generación de valor y puesta en acción de proyectos colectivos, por el contexto histórico vigente. En dicho sentido, el talento humano de la Institución aportaría un

trabajo consciente y reflexivo, contribuyendo en la construcción de soluciones a problemáticas o retos que surgen habitualmente.

Consecuentemente, los siguientes son los objetivos para desarrollar en el presente trabajo de investigación.

- Establecer un marco teórico asociado con Innovación, Gestión de Innovación y Laboratorios de Innovación, que permita proponer un diseño de un Laboratorio de Innovación para el Ejército Nacional de Colombia.
- Realizar un diagnóstico del Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional de Colombia con relación a los requerimientos propios de un Laboratorio de Innovación.
- Identificar las características principales de un Laboratorio de Innovación y las metodologías y herramientas necesarias para su implementación dentro de la organización de estudio.
- Diseñar un Laboratorio de Innovación que permita dar soluciones rápidas y oportunas a los problemas y/o retos que, como institución, tiene el Ejército Nacional Colombia.

2. Contexto nacional e internacional de la innovación.

2.1. Contexto de los laboratorios de innovación en el mundo - América Latina.

En la historia de la humanidad han existido innovaciones que han permitido grandes revoluciones en el arte de hacer la guerra, por ejemplo, la creación de armas en nuevos metales que ofrecían mayor durabilidad y resistencia, la invención de la pólvora y con esto

las armas de fuego, por ejemplo, la invención de la aviación militar que permitía agregar una nueva dimensión en el campo de batalla o el uso de la energía nuclear con fines bélicos. Los grandes imperios basaron la mayor parte de su poder militar en el dominio de la innovación militar, permitiéndoles tener una ventaja competitiva sobre sus enemigos y prevaleciendo en sus conquistas.

En la actualidad los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) y las inversiones en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) no son ajenos a las instituciones armadas. La milicia busca nuevas maneras de hacer la guerra, tener organizaciones más eficientes, encontrar soluciones a los problemas militares y adelantarse a las tendencias tecnológicas. Además, es importante agregar que la innovación tiene un impacto positivo en aspectos fundamentales tales como el entrenamiento, la doctrina, el equipamiento, la organización y nuevos modos de hacer la guerra.

“Una innovación militar es el resultado de un proceso de cambio integral, que afecta de manera significativa a la doctrina, el adiestramiento y a menudo, a la orgánica y/o materiales en una o varias ramas de un ejército y que supone una mejora sustancial de su efectividad en el cumplimiento de alguna o varias misiones asignadas”. (Jordán, 2014).

La innovación militar debe responder a las tendencias que se presentan frente a los nuevos desafíos del mundo. Se puede enumerar:

2.1.1. Inteligencia artificial.

Es uno de los desarrollos tecnológicos más importantes en la actualidad y la milicia no ha sido ajena a esta. Es definida como “combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano”. (IBERDROLA, 2021)

La inteligencia artificial tiene aplicaciones profundas en todas las funciones conductoras de la guerra. Puede permitir a comandantes –particularmente en comando y control— entre otros: tener herramientas más adecuadas y mayor cantidad de información para apoyar en el proceso de toma de decisiones; procesar gran cantidad de datos que apoyen el desarrollo de operaciones militares y neutralización de amenazas, reduciendo la incertidumbre de combate de los comandantes; reconocer los objetivos con mayor velocidad, para obtener mejor precisión y apoyo de fuegos y táctica de artillería; apoyar, en aviación, a los pilotos en la fijación de blancos múltiples tomando decisiones con mayor rapidez, primordiales en las misiones de combate.

Las áreas de aplicación de la Inteligencia Artificial son muy extensas y por eso en los ecosistemas de innovación de los Ejércitos tiene áreas específicas en el desarrollo de proyectos de I+D+i para explotar estas capacidades. Es el caso del Centro C5ISR (Control, Communications, Computer, Cyber, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) perteneciente al Centro de Desarrollo de Capacidades de Combate del Ejército de los Estados Unidos y la Dirección de Investigación y Desarrollo de Defensa del Ejército de Israel.

2.1.2. Drones.

El uso extensivo de drones en operaciones de combate, en un futuro próximo, será mucho más común que en la actualidad. Aunque hoy en día los ejércitos los usan en misiones de reconocimiento, vigilancia y combate –gracias a su bajo costo y al desarrollo de Inteligencia Artificial (IA)—, enjambres de estos dispositivos podrán atacar y/o defender los campos de combate. Desde una perspectiva táctica, es difícil defenderse de una masiva cantidad de enemigos automatizados con las medidas defensivas actuales.

2.1.3. Integración hombre-máquina.

La integración de hombre y maquina será más extensiva en los campos de batalla del futuro, gracias al desarrollo de la robótica. Permitirá, a las unidades de combate, contar con el apoyo de robots en misiones de reconocimiento, carga de suministros, protección de las tropas y apoyo de fuego. También, la creación de exoesqueletos potenciará las habilidades de combate de los soldados permitiendo que los ejércitos operen de maneras más seguras y eficientes.

2.1.4. Big Data.

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2021) el 90% de los datos existentes en el mundo fueron creados en los últimos dos años. Dado el volumen tan alto de datos existente, su procesamiento es una necesidad actual. Esta área de trabajo permitirá mejorar la toma de decisiones de los comandantes, la inteligencia podrá reconocer nuevas amenazas y disuadirlas, anticipar ataques y automatizar tareas peligrosas.

2.1.5. Ecosistemas de Innovación

Los ecosistemas de innovación permiten un trabajo conjunto en CTeI entre las fuerzas militares, la industria privada y las universidades, los cuales se han conformado para que el ejército se mantenga adelante en los desafíos y amenazas que se le presentan y, además, logre mantenerse a la vanguardia de las tendencias tecnológicas.

Un ecosistema de innovación se define como:

“Entorno que se construye en un territorio para promover el desarrollo económico, haciendo más eficiente el desarrollo de proyectos de innovación entre empresas, universidades, emprendedores, inversionistas, gobierno y demás interesados” (Ruta Medellín, centro de Innovación y Negocios, 2021).

De acuerdo con el anterior texto, un ecosistema de innovación está conformado por varios actores, los cuales ponen al servicio de los demás sus capacidades, logrando complementarse así en el desarrollo de proyectos que generen impacto. Por esta razón, la milicia debe fortalecer su saber con otras instituciones y empresas para desarrollar proyectos de CTeI. Entre los ecosistemas de innovación militar más importantes en la actualidad encontramos los siguientes:

2.1.5.1. Ecosistema de Innovación DoD.

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, coordina diferentes actores – entre los que se incluyen empresas y universidades— al interior del sector defensa, con el objetivo de tener soluciones innovadoras para resolver los problemas más difíciles de las

Fuerzas Armadas. De la misma manera, el Departamento de Defensa busca encontrar y explorar los últimos avances en tecnologías de uso dual que se necesitan para la fuerza de combate futura, tales como inteligencia artificial, robótica, impresión 3-D, realidad aumentada, autonomía, computación cuántica, redes resilientes, enjambres, sistemas humanos, espacio y ciberseguridad (AiDA, 2021)

Este ecosistema de innovación está compuesto por instituciones muy destacadas en I+D+i, como lo son la US Army, Air Force, Armada, empresas privadas de EEUU y el mundo (v.gr. Google, Amazon o Lockheed Martin) y universidades líderes de Estados Unidos.

2.1.5.2.Ecosistema de Innovación de Defensa Israelí.

Israel, desde su creación como estado, ha tenido una serie de amenazas muy fuertes, las cuales han puesto en peligro su propia existencia como nación. Por lo mismo, han hecho inversiones muy altas en el sector defensa y es una de las industrias militares más importantes del mundo, destacándose por la innovación de sus sistemas de armas. Esto ha sido posible gracias al ecosistema de innovación que, desde el mismo gobierno, se ha conformado, uniendo esfuerzos de las fuerzas militares, la empresa privada, las universidades y la sociedad. Este ecosistema se caracteriza por:

- Programas gubernamentales de apoyo a la innovación militar
- Actividades constantes del sector público y privado para apoyar la innovación
- Cooperación entre el sector público y privado en el apoyo a la innovación tecnológica
- Inversiones gubernamentales para la creación de capital humano.

2.1.5.3.Ecosistema de Innovación de Defensa de China.

Hasta el año 2010 este sistema de innovación se caracterizó por un fuerte control estatista por parte del partido Comunista Chino, en donde sus programas de CTeI solo contaban con financiación del gobierno central y su planificación en programas solo lo autorizaba Pekín. Después del año 2012 se incluyeron una serie de reformas para dinamizar el proceso de I+D+i, entre los que se encuentran: primero, un mayor papel de las fuerzas del mercado –aunque el estado todavía tiene el control de la política de CTeI—; segundo, mayor atención a la innovación original, sin dejar de promover la absorción de tecnologías extranjeras; y, por último, un impulso para integración entre la población civil y dominios de defensa.

De esta manera, las Fuerzas Militares de China tienen equipos de última tecnología, equiparable con equipo militar occidental. Aunque todavía es importante la absorción de tecnología occidental, el Sistema de Ciencia y Tecnología de China está trabajando para crear proyectos de I+D+i originales mediante su gestión y la preparación del talento humano (Cheung, 2018).

2.1.5.4.Ecosistema de Innovación de Defensa de España.

El ecosistema de innovación de Defensa de España se enmarca en la Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa, la cual es emitida por el ministerio de Defensa Español. Este ecosistema está compuesto por el Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación, la empresa privada, las universidades y también organizaciones internacionales, de las cuales España hace parte. Existe un acceso a recursos para investigación tecnológica (I + T) que tiene carácter dual con interés para la defensa. Particularmente, tienen acceso a

Fondos Estructurales y de Inversión Europeos (ESIF) y, en el campo de la cooperación multinacional en investigación y tecnología específicas de defensa, la Agencia Europea de Defensa (EDA) y la Organización de Ciencia y Tecnología de la OTAN (STO) (Ministerio de Defensa, 2020)

Los ecosistemas de innovación de defensa de los países, aunque tienen unas características distintivas, también tienen características comunes. Se busca integrar las capacidades de la empresa privada junto con los sistemas de ciencia y tecnología del sector defensa. De esta manera, se consiguen los recursos que se requieren para los proyectos de CTel. Igualmente, la empresa privada aporta capacidades y metodologías innovadoras con las cuales se puede enriquecer el proceso de CTel gubernamental. Otra característica común es la configuración de los diferentes actores que componen los ecosistemas de innovación. Esta integración resulta fundamental para dar una solución ágil y eficiente a problemas militares. En tal sentido, cuentan con Laboratorios de Innovación, unidades que trabajan problemas que no son de gran complejidad, con un gasto mínimo de recursos y optimizando las capacidades de la organización.

2.2. Laboratorios de Innovación en Ejércitos del mundo

Los laboratorios de innovación han ido tomando su lugar en los Ejércitos del mundo porque permiten ser instalados sin necesidad de la inversión de grandes recursos financieros y humanos. También permiten experimentar con nuevas ideas que pueden desarrollar cambios y generar valor, impactando de una manera positiva en la institución. Según la United Nations Children's Fund (UNICEF) (2012) un laboratorio de innovación tiene valor porque:

1. Representa un nuevo método para crear soluciones.
2. Una mayor diversidad de habilidades significa mayores posibilidades.
3. Estimula un ambiente físico de colaboración.
4. Fortalece progresivamente el desarrollo local.

A continuación, se presentarán los laboratorios de innovación en los laboratorios más exitosos en cuanto a ejércitos se refiere:

2.2.1. Estados Unidos

El Ejército de los Estados Unidos cuenta con el Laboratorio de aplicaciones del Ejército (AAL por sus siglas en inglés), el cual tiene como objetivo “conectar a los solucionadores comerciales no tradicionales (emprendedores, nuevas empresas, investigadores universitarios) con el Ejército para cerrar las brechas de capacidad y acelerar la modernización” (Williams, 2019).

Dada la engorrosa burocracia que tiene el Reglamento Federal de Adquisiciones, las empresas de inversión y *Startups* no desean invertir en el desarrollo militar. Por esta razón, se creó el laboratorio de aplicaciones del Ejército, “para tender un puente entre la empresa privada y el sector defensa, para lograr pasar el llamado valle de la muerte, donde las tecnologías desarrolladas en los laboratorios no logran llegar a ser productos útiles para los combatientes” (Magnuson, 2018).

2.2.2. Francia

El laboratorio de innovación de Defensa pertenece al Ministerio de Defensa de Francia y es una herramienta que promueve los intercambios y facilita la creatividad y la co-

construcción entre actores internos y externos en torno al ecosistema de Defensa [grandes contratistas, otros laboratorios, pymes, organizaciones en etapas tempranas (*startups*) y academia]. Para cumplir con su misión, se establecieron los siguientes objetivos:

- Probar productos o servicios suficientemente maduros para los usuarios finales y anticipar su eventual implementación.
- Soportar proyectos a medida, desde la simple conexión de los jugadores de la red hasta la gestión completa del proyecto.
- Promover la innovación en defensa liderando una red interna y externa.

2.2.3. Singapur

Los *Laboratorios Nacionales de la Organización de Ciencias de la Defensa* (DSO por sus siglas en inglés) fueron fundados en 1972 por el Dr. Goh Keng Swee, siendo Ministro de Defensa de Singapur. Es la organización de investigación y desarrollo (I + D) de defensa más grande de Singapur con la misión crítica de desarrollar soluciones tecnológicas para afinar la vanguardia de la seguridad nacional de Singapur.

Actualmente cuenta con una plantilla de más de 1400 ingenieros y científicos, los cuales trabajan en las áreas de: Sistemas Electrónicos; Sistemas Emergentes; Ingeniería; Sistemas autónomos no tripulados; Tecnologías de aerodinámica y navegación para una amplia vigilancia; Información; Sensores; Calidad; Planes y Servicios Corporativos; Recursos y comunicaciones (Chan, Chua, Sim, & Tan, 2015).

2.2.4. Brasil

El Ejército de Brasil cuenta con laboratorio de innovación en ingeniería de mantenimiento el cual tiene como misión principal:

“Investigar, desarrollar e implementar soluciones para el mantenimiento de sistemas y materiales de uso militar (SMEM) y la nacionalización de componentes, a través de la integración y alineación con la Triple Hélice. La propuesta es trabajar los conceptos de confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y soportabilidad, posibilitando la creación y aplicación de ideas innovadoras, donde sea posible mejorar la operación y mantenimiento de SMEM” (Revista Manutenção, 2017).

Este laboratorio de innovación junto con el Laboratorio de Ensayos Dinámicos y Análisis de Vibraciones (Ledav) desarrolla proyectos de I+D en dos líneas: extensión de la tecnología utilizada en pruebas de mar y seguimiento dinámico; y tecnologías innovadoras o pioneras en el mantenimiento y la gestión de activos.

2.3. Entorno Nacional de CTel

El análisis del entorno nacional de CTel, presenta una complejidad que debe ser abordado por una metodología diferente a la perspectiva de las amenazas y oportunidades para la organización, por ello se plantea el análisis de variables a partir del análisis PESTAL (Políticos, Sociales, Económicos, Tecnológicos, Ambientales y Legales), estos factores son los que influyen y pueden afectar el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional.

2.3.1. Factores políticos

El presidente de la Republica Iván Duque Márquez, sancionó la ley del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 (Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad) el cual contiene una serie de estrategias en CTel para impulsar a Colombia por el camino de las sociedades basadas en conocimiento, entre ellas se encuentra la ciencia, tecnología e innovación como

herramientas fundamentales para impulsar el crecimiento económico, el desarrollo y el bienestar de la sociedad en general.

Entre las estrategias más importantes para el crecimiento del sector de CTeI, se encuentran:

- Por medio de la Ley 1951 de 2019 se da vía libre a la transformación de Colciencias en el Ministerio de Ciencia y Tecnología (CTel) y será el principal organismo para la administración del sector de CTeI, deberá convocar y direccionar todos los esfuerzos con todas las inversiones y política pública en ciencia tecnología e innovación (Hernandez, 2019).
- Para aumentar la inversión en CTeI por parte de la empresa privada, se aumentan los beneficios tributarios para las empresas que inviertan en estas actividades, de esta manera se espera que se duplique la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI).
- Se creó la posibilidad de realizar donaciones por parte del sector privado al Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Fondo Francisco José de Caldas) y de esta manera apoyar el crecimiento de la Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Las entidades públicas que sean dueños de activos intangibles y derechos de propiedad industrial podrán realizar su explotación comercial. Los recursos obtenidos se tendrán que destinar a financiar actividades de ciencia y tecnología.

- Se destinan recursos del fondo de CTeI para apalancar inversión privada en ACTI. Se pueden acceder a estas líneas de crédito mediante las entidades financieras de segundo piso.

2.3.2. Factores económicos

Colombia ha tenido un crecimiento constante durante la última década, el cual ha sido impulsado por el elevado precio de las materias primas en el mercado internacional, las garantías jurídicas que tiene el país en comparación de la mayoría de los países de Latinoamérica y la mejoría de los índices de seguridad en la mayoría de regiones del país, de esta manera cerró en el año 2019 con un crecimiento del 3,5%.

Gráfica 1

Producto Interno Bruto – PIB, Tasa de Crecimiento Anual en Volumen



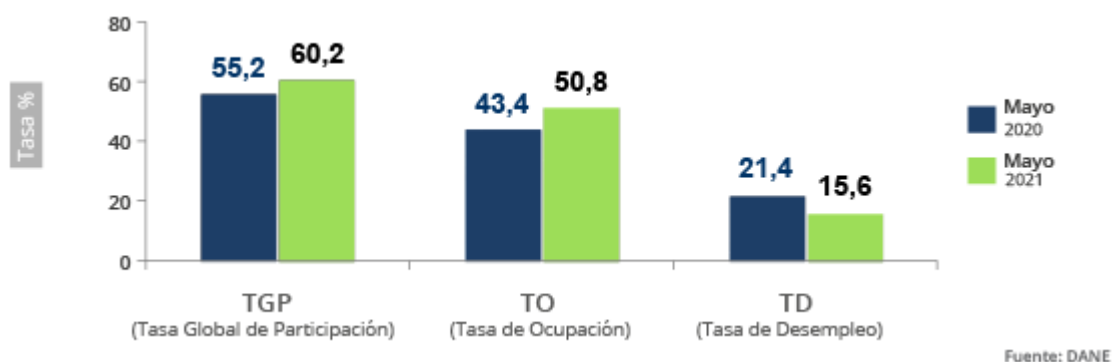
Nota: Histórico del comportamiento del PIB del primer trimestre del 2014 al tercer trimestre del 2020, tomado de *Valora Analitik*, PIB de Colombia cayó 8,1 % a septiembre de 2020 entro en recesión, 2020, <https://www.valoraanalitik.com/> (Valora Analitik, 2020).

En el año 2020 el país tuvo la peor mayor caída del Producto Interno Bruto (PIB) en toda su historia, siendo del 15,7% (ver gráfica 1). Igualmente aumento la deuda externa ubicándose en el año 2021 en 54,8% en relación con el PIB, siendo histórico el nivel de endeudamiento. La caída del PIB y el aumento del endeudamiento fue consecuencia directa de la crisis sanitaria que se presentó en el año 2020 por motivo de la pandemia internacional por el COVID-19.

Las cifras de tasa de desempleo también son desfavorables para este país para el año 2021, aunque ha mostrado señales de recuperación en comparación con el año 2020. La tasa de desempleo se ubica alrededor de un 15,6%, lo que significa que se encuentran sin empleo 3,8 millones de colombianos, para el presente año se espera una lenta baja de estas tasas, la cual estará de la mano con el crecimiento económico proyectado.

Gráfica 2

Tasa Global de Participación, Ocupación y Desempleo



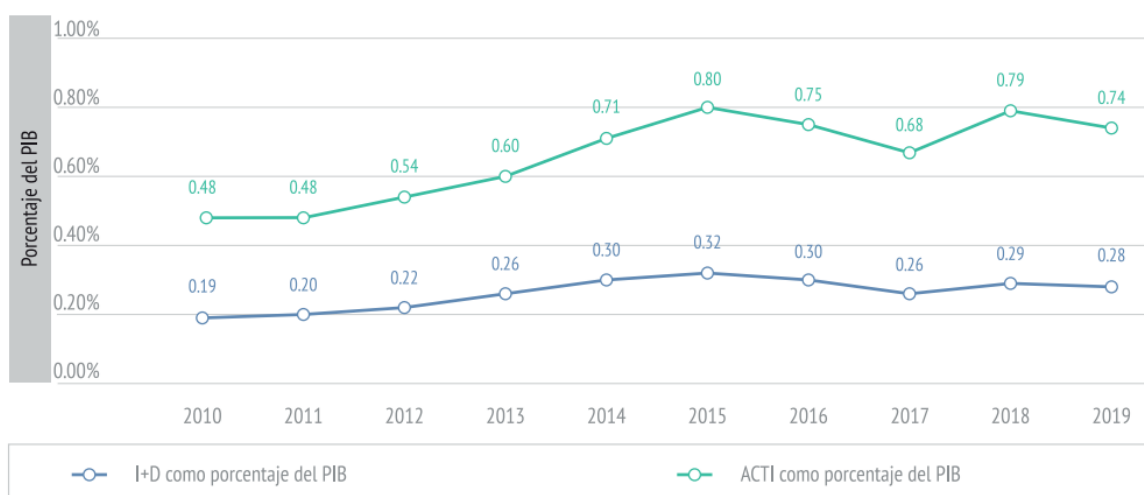
Nota: Comparativo meses de mayo 2020 y 2021 de indicadores de ocupación y desempeño, tomado del *Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)*, información septiembre 2021, 2021, <https://www.dane.gov.co> (DANE, sf.)

Por último, la inversión en CTeI, ha sido bajo, en comparación con los países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), donde se ha mantenido por debajo del 1%, durante todo el lapso analizado.

El mínimo de inversión en CTel realizada se efectuó en el año 2000 con un 0,48% del PIB y el máximo en el año 2015 con una inversión de 0,8%.

Gráfica 3

Inversión en ACTI como Porcentaje del PIB, años 2010-2019



Nota: El gráfico representa la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación en relación con el producto interno bruto del 2010 al 2019, tomado del *Indicadores de Ciencia y tecnología*, (p. 21) por Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), 2020 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

2.1.2.3 Factores sociales

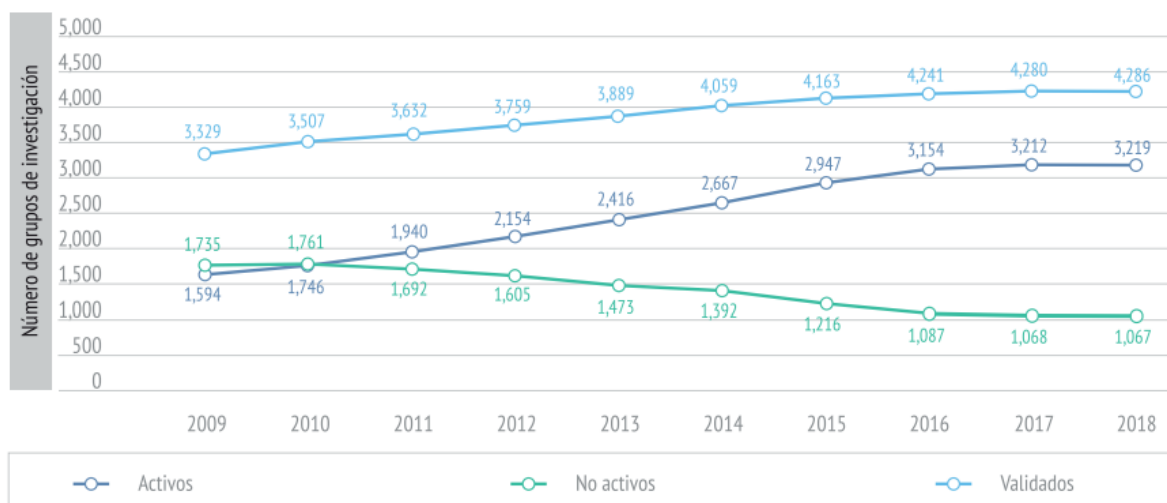
La cultura de I+D+i en Colombia es incipiente en el sistema educativo, empresarial e institucional, sus indicadores de CTeI son muy bajos en comparación de los países del OCDE

y desarrollados; aunque en los últimos años han mejorado los índices en grupos de investigación, preparación del talento humano e inscripción de patentes, es necesario mejorar estos indicadores en el país para ser el motor de desarrollo y bienestar de la población planteados a partir de la innovación.

Los grupos de investigación en Colombia, que son fundamentales para la generación de nuevo conocimientos que coadyuven con la solución de los problemas de la sociedad han tenido un crecimiento durante el lapso 2009 – 2018, en el año 2009 existían 1.594 y el año 2018 cierra con 3.219, teniendo un aumento del 124%. Igualmente, los grupos de investigación no activos han disminuido de 1.755 ha 1.067 durante este lapso.

Gráfica 4

Grupos de Investigación según Criterio de Actividad 2009-2018



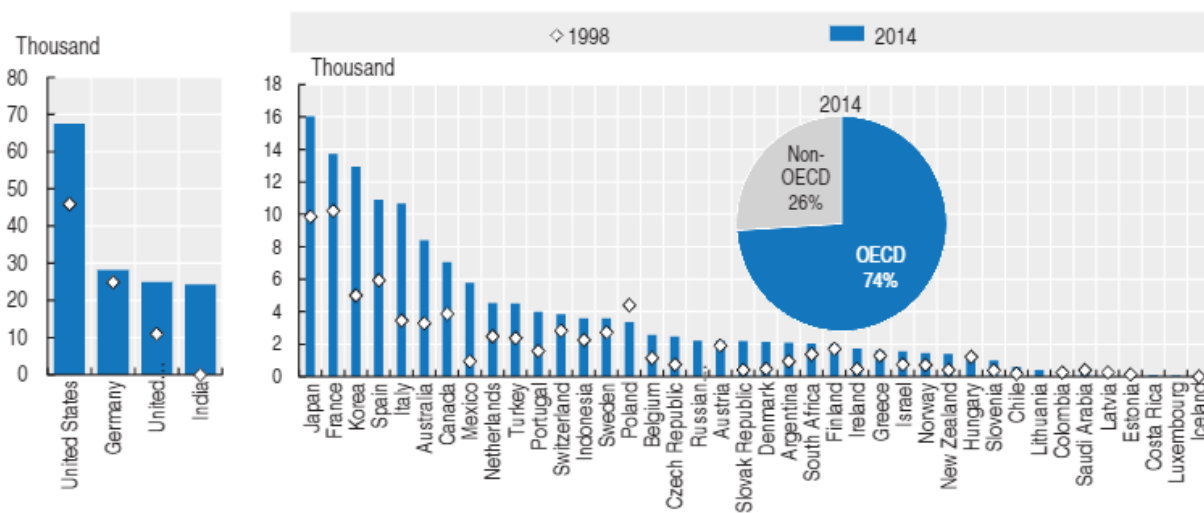
Nota: Datos calculados por el OCyT a partir de datos extraídos de la Plataforma Scienti, tomado del *Indicadores de Ciencia y tecnología*, (p. 71) por OCyT, 2020 (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2020).

En formación de talento humano, Colombia tiene una brecha grande frente a los países líderes de América Latina en la cantidad de profesionales formados a nivel de doctorados o Philosophical Doctor (PhD) y esta brecha es peor si se compara con los países miembros de la OCDE, [Ver Gráfica 5, de acuerdo con Colciencias (s.f)]:

“Comparando al país con Brasil o México, se encuentra que para 2012 estos dos países registraron 70.6 y 43.7 doctores graduados por millón de habitantes respectivamente; mientras que en el país se graduaron 6.6 doctores por millón de habitantes, mostrando un rezago de cerca de 10 veces el número de doctores graduados de Brasil y 8 frente a México”

Gráfica 5

Doctores de Todas las Áreas Formados en el Mundo por País, Incluidos de Economías Emergentes de 1998 a 2014



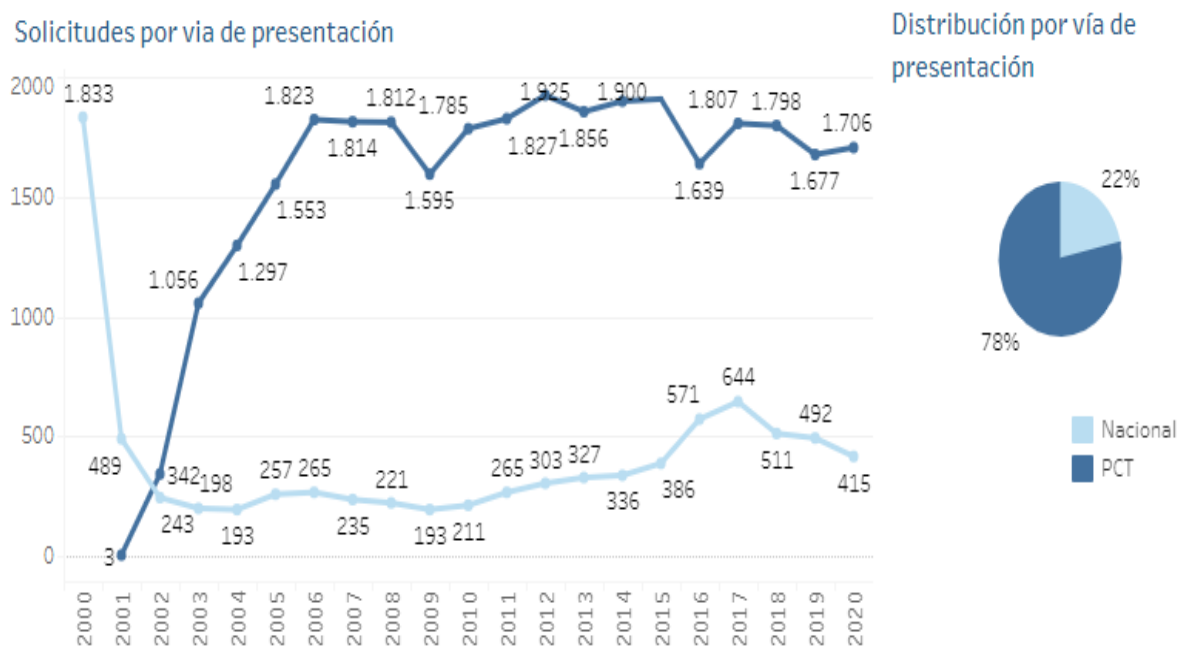
Nota: Datos estimados de países que tienen datos disponibles, incluyendo las naciones pertenecientes al OCDE tomado de *OCED Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, (p. 147) por OCDE, 2016 (OCED, 2016).

Como último indicador está la propiedad intelectual, la cual permite medir las invenciones que han sido protegidas con fines comerciales. La propiedad intelectual (PI) permite incentivar la creatividad y el esfuerzo inventivo de los investigadores y empresarios.

Es importante aclarar que las solicitudes de patentes la pueden realizar personas naturales y jurídicas que residan en Colombia como en el exterior, por medio de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) o del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), el mayor porcentaje de solicitudes se han realizado por medio del PCT (78%), y se presentaron vía nacional el 22%.

Gráfica 6

Patentes Presentadas ante la Oficina de la SIC, 2009 – 2018



Nota: La mayoría de las patentes presentadas se realizar por medio del PCT tomado de *Estadísticas PI Patentes Presentadas por SIC, 2021 (SIC, 25021)*.

2.1.2.4 Factores tecnológicos

En Colombia existen los siguientes laboratorios de innovación, los cuales son líderes en procesos de crear o mejorar productos y servicios:

Neuro City: Es un laboratorio de innovación de la Cámara de Comercio de Manizales la cual ha contado con 22.000 empresarios beneficiados, 765 talleres ejecutados, presencia en más de 63 municipios y 520 nuevos productos y servicios que han sido acompañados y asesorados desde su conceptualización hasta su validación en el mercado (La República, 2021).

Laboratorio de innovación ruta N: es un espacio en el que se reúnen los equipos de las empresas participantes con el equipo consultor, aliados del ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTi) y expertos temáticos, todo con el objetivo de validar nuevos modelos servicios, productos o modelos de negocio, utilizando metodologías ágiles, herramientas y buenas prácticas de prototipado de productos y modelos de negocios (Ruta Medellín , s.f.).

Oracle Industries Innovation Lab de Colombia: lugar de trabajo simulado que demuestra el poder transformador de la Internet de las cosas (IoT), los drones, los equipos autónomos, la realidad aumentada, la inteligencia artificial, machine learning y otras tecnologías en desarrollo (ORACLE, s.f.).

Milab de Innpulsa: Laboratorio de innovación pública del Gobierno Nacional, operado por iNNpulsa Colombia, trabajó para generar soluciones oportunas a los retos de la

administración pública e implementar una conciencia de cambio e innovación abierta, en sectores que mejoren la relación entre el Estado y la ciudadanía (INNPULSA, s.f.).

Co-lab: Es el laboratorio de innovación del Ministerio de Educación, se impulsa la innovación educativa y la transformación digital en la educación superior a través de un portafolio de servicios que estimulan la experimentación, la investigación, la colaboración, la participación, la gestión del conocimiento, el intercambio de experiencias y buenas prácticas y la formulación de lineamientos de política (Ministerio de Educación, s.f.).

Laboratorio de innovación Digital Mareigua: es el espacio para incubar soluciones digitales que hagan disrupción en industrias y sectores tradicionales, que sean autosostenibles y rentables, y que generen impacto social positivo en Colombia y en el mundo, sus casos de éxito son wikiplata y aportes en línea (MAREIGUA, s.f.).

2.3.3. Factores legales

En Colombia el marco legal que regula las CTeI, está compuesto por una serie de leyes y decretos los cuales enmarcan desde el funcionamiento del Ministerio de Ciencia, tecnología e innovación así como los estímulos tributarios por actividades de ciencia y tecnología (ACTIS) entre otros temas de CTeI.

Tabla 1

Matriz Legal

| Nombre | Año | Tema |
|-----------------------------------|------|---|
| Ley 1955 del 25 de mayo de 2019 | 2019 | Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad |
| Ley 1951 del 245 de enero de 2019 | 2019 | Por la cual se crea el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones |

| Nombre | Año | Tema |
|---|------------|---|
| Decreto 2226 del 5 de diciembre de 2019 | 2019 | Por medio del cual se establece la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones. |
| Decreto 1082 del 26 de mayo de 2015 | 2015 | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Administrativo de Planeación Nacional |
| Ley 1286 del 23 de enero de 2009 | 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, Tecnológica e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. |
| Ley 633 del 29 de diciembre de 2000 | 2000 | Artículo 12° por el cual se modifica el artículo 158-1 del Estatuto Tributario respecto a la deducción por inversiones en desarrollo científico y tecnológico. Artículo 30°. Modifíquese el artículo 428-1 del Estatuto Tributario respecto a las Importaciones de activos. |
| Decreto 591 del 26 de febrero de 1991 | 1991 | Por el cual se regulan las modalidades específicas de contratos de fomento de actividades científicas y tecnológicas. |
| Decreto 585 del 26 de febrero de 1991 | 1991 | Por el cual se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se reorganiza el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología-Colciencias- y se dictan otras disposiciones. |
| Decreto 584 del 26 de febrero de 1991 | 1991 | Por el cual se reglamentan los viajes de estudio al exterior de los investigadores nacionales. |
| Decreto 393 del 08 de febrero de 1991 | 1991 | Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías. |
| Ley 29 del 27 de febrero de 1990 | 1990 | Se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. Artículo. 6 el otorgamiento de exenciones, descuentos tributarios y demás ventajas de orden fiscal reconocidos por la ley para fomentar las actividades científicas y tecnológicas, requerirá la calificación previa favorable hecha por el Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" |

3. Generalidades del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ejército Nacional de Colombia (SICTE).

El Ejército Nacional, consciente del valor del conocimiento y en búsqueda de lograr su protección y aprovechamiento, ha venido desarrollando diferentes estrategias para su ejecución, por lo cual se ha previsto articular planes y órdenes con las políticas y directivas del sector en esta materia desde el año 2008, como son: propiedad intelectual y transferencia de tecnología del Ministerio de Defensa Nacional (MDN) (MinDefensa, 2008); Fomento, Desarrollo e Integración del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Defensa (MinDefensa, 2009); Lineamientos para incentivar la protección, uso y explotación de los derechos de propiedad intelectual del MDN (MinDefensa, 2011); finalmente, Lineamientos Ministeriales para actividades de ciencia tecnología e Innovación del Sector Defensa y Seguridad (MinDefensa, 2013).

En tal sentido, el Ejército Nacional por medio de la Directiva 038 de 2009 ordeno la creación del Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército (SICTE) con la intención de encauzar el ahínco institucional en este tema entendiendo que la fórmula Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) se ha convertido en la clave para la implementación y progreso de los procesos y procedimientos al interior de la Fuerza, cimentándose en una continua revisión y seguimiento para que impacten de igual manera a oficiales, suboficiales, soldados y civiles en el campo de la CTeI. Por eso, se destaca el papel que juega la tecnología en la estructura de fuerza y la forma como ella define las guerras y los conflictos. De ahí que los países se encuentran en permanente búsqueda de soluciones a sus necesidades en el sector

defensa y seguridad, contar con estos recursos en el país permite alcanzar independencia estratégica.

En los últimos 10 años, el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ejército Nacional de Colombia (SICTE) ha tenido un proceso de maduración progresivo desde la creación de la Dirección de Ciencia y Tecnología del Ejército (DITEC) –mediante el Decreto 030 del 2010— en el Comando de Educación y Doctrina, donde tuvo sus inicios, y, posteriormente, con la creación del Comando de Apoyo Tecnológico (COATE), durante esta trayectoria han sido las Directivas estructurales 00038 de 2009, 120 de 2013 y 01162 de 2016 las que han impartido las directrices al SICTE y las actualizaciones de estas han estado relacionadas con las lecciones aprendidas que se han visto en el tiempo.

De esta forma, los procesos enmarcados en I+D han tenido una evolución en pro de mejorar procesos como la selección, evaluación, seguimiento y control de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Esto ha permitido evidenciar mejora en la calidad de las propuestas, mayor rigurosidad con los entregables comprometidos, preparación de los grupos de investigación para presentar sus propuestas a convocatorias externas, adaptación del sistema investigativo militar a modelos académicos, así como la aplicación de herramientas de gestión de proyectos que apliquen a los procesos investigativos para hacer seguimiento y control de tiempos, costos y entregables principalmente.

Desde que la Dirección de Tecnología (DITEC) tiene la responsabilidad de dar el aval a los grupos de investigación, en el Ejército Nacional han sido medidos ante el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a través de las convocatorias para la medición y

reconocimiento de grupos de investigación e investigadores, fortaleciendo así la gestión de los grupos de investigación en el Ejército Nacional.

Para el 2015, el Ejército contaba con 29 grupos de investigación de los cuales 6 fueron categorizados en la convocatoria 737 de Ministerio de Ciencias (MinCiencias). Para el 2017 se decidió, como estrategia, unificar estos grupos de investigación, reduciéndolos y avalando 20, de ellos 16 fueron categorizadas en la convocatoria 781. A partir del 2018 se tomó la decisión de solo avalar grupos que contaran con productos de investigación y posibilidades de ser categorizados. Para la convocatoria 833 del 2019 se avalaron 24 grupos de investigación, con 20 categorizados: 3 en categoría B, 16 en categoría C y 1 reconocido.

Los últimos esfuerzos adelantados en este sentido vienen desde el año 2018 con la presentación de la Directiva “Por medio de la cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ejército Nacional (SICTE)”, cuyo objetivo es emitir lineamientos para proyectos I+D+i a través de tres (3) actores que conforman el SICTE:

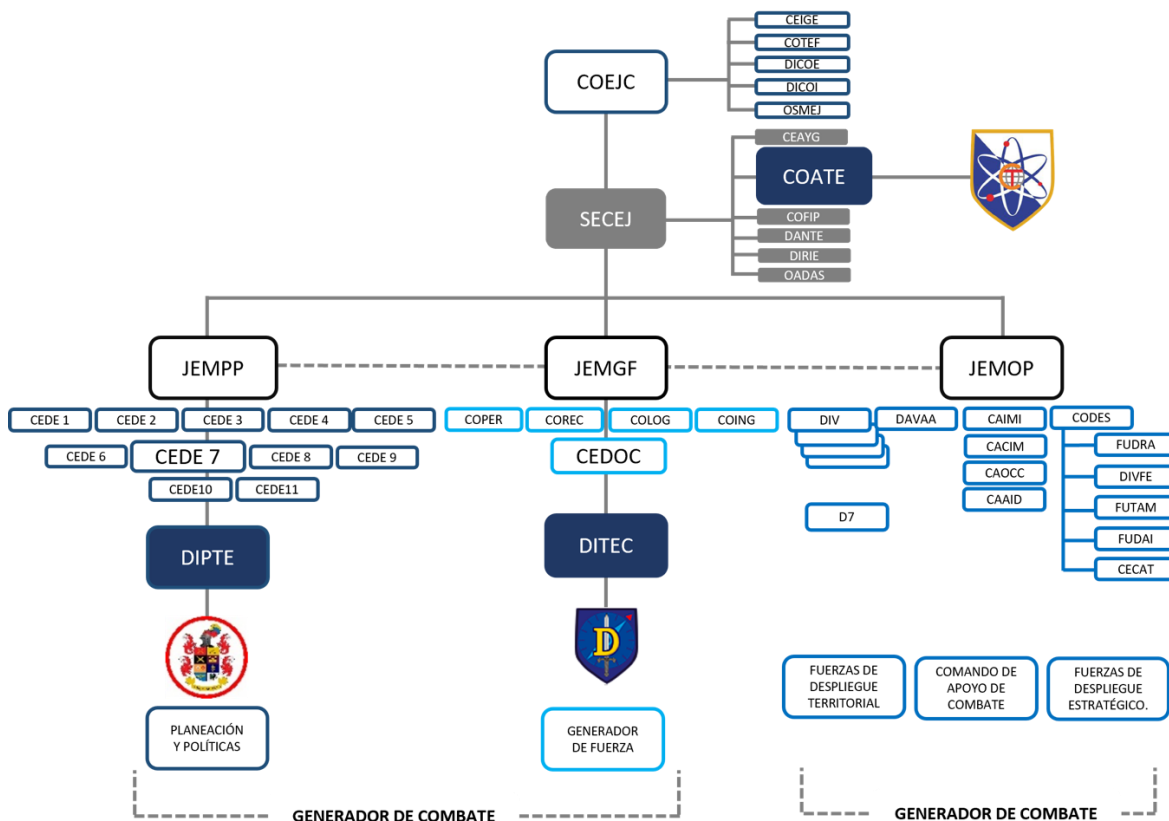
- el Comando de Apoyo Tecnológico (COATE) –encargado del direccionamiento estratégico del SICTE, la gestión de la propiedad intelectual, transferencia tecnológica y de conocimiento;
- la Dirección de Planeación de Ciencia y Tecnología (DIPTE), encargado de planear, bajo las directrices del COATE la visión del sistema I+D+i articulando las necesidades de la Fuerza desde una base de políticas institucionales;

- y la Dirección de Ciencia y Tecnología (DITEC), encargada de gestionar los programas, áreas, proyectos y líneas de investigación formativa y formal, así como la de administrar la investigación que generan las Unidades, Escuelas, Centros, Grupos y semilleros a través del desarrollo de proyectos I+D+i.

La Gráfica 7 presenta la organización del Ejército Nacional que es relevante ya que es allí donde el COATE se localiza estratégicamente en el staff del Segundo comandante del Ejército Nacional (SECEJ), y será importante para el entendimiento del Sistema de ciencia y tecnología del Ejército (SICTE).

Gráfica 7

Organización del Ejército Nacional



Nota: Elaboración propia

Posteriormente, en marzo de 2019, fue emitida la Directiva “Lineamientos para la protección de la propiedad intelectual en el Ejército Nacional” (MinDefensa, 2019), con el propósito de hacer gestión eficiente y estratégica de los activos intangibles del Ejército. Se enfocó en los siguientes aspectos: determinar la titularidad de los Derechos de Propiedad Intelectual; proteger actividades de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) realizadas por las unidades y procesos internos del (SICTE); y desarrollar procesos enfocados a la gestión documental.

Sin embargo, luego de contar con las Directivas Permanentes No. 000153 de 2018 y la No. 000027 de 2019 así como por el trabajo que día a día se realiza dentro del Sistema de Ciencia y Tecnología (SICTE), se han evidenciado carencias y deficiencias. Por lo mismo, se hace necesario actualizar, modificar y/o unificar las directivas permanentes mencionadas y, así, poder articular funciones y procedimientos de propiedad intelectual, innovación y explotación de activos intangibles para hacer eficiente el sistema y que sean de utilidad para el Ejército Nacional de cara a los retos del posconflicto, dentro de dichas carencias y deficiencias se encuentran:

- A. Proyectos de investigación de bajo impacto distanciados de atender problemáticas del combatiente en el área de operaciones, las que perfectamente pueden ser solucionadas mediante procesos de Ciencia y Tecnología.
- B. Grupos de Investigación desligados de las líneas estratégicas de la Institución.
- C. Deficiencias en la línea de comunicación entre las unidades a todos niveles y el Sistema de Ciencia y Tecnología que permita recolectar, conocer y/o presentar las iniciativas que tienen los miembros de la Fuerza, esto afecta de manera importante

la oportunidad de conocer proyectos que impacten de forma positiva a la Institución por medio de la ciencia y la tecnología.

- D. Duplicidad de esfuerzos entre los actores del Sistema de Ciencia y Tecnología (SICTE) por falta de procesos y procedimientos, así como carencia de liderazgo en los proyectos.
- E. Es necesario revisar y estructurar la forma de llevar a cabo la cesión de derechos de autor a partir de las actividades de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional y el Ministerio de Defensa Nacional, lo anterior con el fin de aclarar la propiedad intelectual perteneciente al Ministerio de Defensa Nacional (MDN) y sus unidades ejecutoras, así como lo correspondiente a terceros dentro de los desarrollos de I+D+i, dentro de los convenios y contratos que involucren la transferencia de conocimiento o tecnología.
- F. Se requiere estructurar la diferenciación de lo generado a partir de las actividades de investigación y desarrollo y lo generado o transferido a partir de los contratos y convenios celebrados en las diferentes unidades ejecutoras.
- G. Es necesario ajustar lo dispuesto en el Artículo 167 de la Ley 1955 de 2019 (Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022), donde las entidades públicas podrán realizar la explotación comercial de derechos de propiedad intelectual o bienes intangibles de los cuales sea titular.
- H. La política para la creación y aval de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDTs) al interior de la fuerza cuenta con imprecisión.

En virtud de lo anterior el Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional ha buscado formas de mejorar su liderazgo en el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército (SICTE) y por lo mismo, busca nuevas estrategias de innovación. En tal sentido, los laboratorios de innovación podrían ser una alternativa dentro de la estructura organizacional efectuando el acompañamiento a las actividades de I+D de los inventores y grupos de investigación para que se generen proyectos con alto potencial innovador de manera que impacten positivamente al Ejército Nacional de Colombia, al Gobierno de Colombia y, en general, a toda la sociedad colombiana.

Actualmente, el Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército (COATE) tiene un papel trascendental en el SICTE y las obligaciones relacionadas con “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 de la Fuerza (Ejército Nacional, 2018)”.

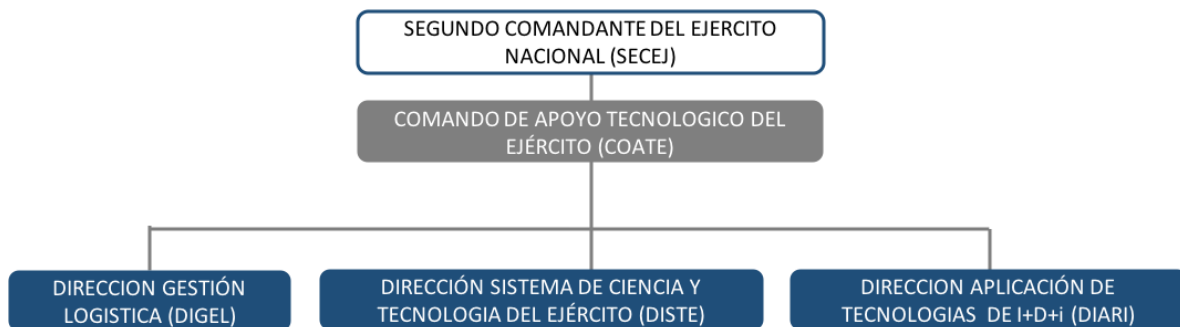
Como podemos ver en la Gráfica 8, la estructura del COATE se divide en tres direcciones:

- La primera, Aplicación de resultados de I+D+i (DIARI) –responsable de gestionar la protección de la propiedad intelectual, también: la implementación, la transferencia de tecnología y conocimiento.
- La segunda, Gestión Logística (DIGEL)—responsable de establecer convenios marco en CTel y,

- por último, Sistema de Ciencia y Tecnología (DISTE)—responsable de coordinar en el SICTE el direccionamiento y la consolidación de los proyectos de I+D+i.

Gráfica 8

Estructura del COATE



Nota: Elaboración Propia

En este orden de ideas, es necesario adoptar mejores prácticas al interior de la institución, con el único propósito de afianzar los lazos para articular el proceso de I+D+i y asignar instrucciones a todas las dependencias (actores) responsables del proceso que permitan mantener la comunicación para la toma de decisiones, resultado que aportará significativamente en la fortalecimiento y consolidación de los procesos de innovación que se desarrollan dentro del Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional (SICTE), buscando siempre la mayor veracidad en cada resultado para resolver problemas militares, necesidades del Soldado y de la Fuerza, en general.

4. Descripción del problema

En el año 2015, El Ejército Nacional pone en marcha el Plan Minerva, este buscaba por medio de cinco pilares –Educación, Doctrina, Ciencia y tecnología, Lecciones aprendidas e Instrucción y entrenamiento— direccionar, organizar y enfocar los esfuerzos y los recursos al fortalecimiento del talento humano como estandarte institucional, actualizando una doctrina a los retos actuales y potenciando la innovación, el desarrollo y la investigación militar.

En marco del plan Minerva, el Sistema de Ciencia y Tecnología tuvo su última reorganización, en el año 2016, incorporando el Comando de Apoyo Tecnológico (COATE) que tiene como misión principal el direccionamiento del SICTE. Este fue creado ante la negativa del Mando de tener una única entidad que uniese la *Corporación de alta tecnología para la defensa (CODALTEC)* y la *Corporación de ciencia y tecnología orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales (COTECMAR)* en el Ejército Nacional, que se iba llamar *Corporación de Alta Tecnología del Ejército*.

Igualmente, en marco del plan Minerva, se propuso la creación de 3 Centros de desarrollo tecnológico (CDT), los cuales inicialmente no iban a estar reconocidos ante Colciencias, sino sus funciones eran fortalecer los procesos de desarrollo (D) así como escalar a líneas industriales los prototipos obtenidos en investigación aplicada; y de esta manera completar el ciclo de la gestión tecnológica.

Esta propuesta no es aceptada por el mando, siendo la génesis de la actual problemática que tiene el sistema de ciencia y tecnología del Ejército, el cual no ha logrado

crear desarrollos e innovaciones que sean de impacto en la Fuerza y que coadyuven a cumplir con los objetivos de estratégicos del SICTE, como disminuir la dependencia de tecnología extranjera, generar ahorros a la fuerza y solucionar mediante I+D+i los problemas militares.

De acuerdo con lo anterior se han identificado los problemas que se exponen a continuación, que son consecuencia de no contar con un actor que realice los procesos de desarrollo de Innovación en la institución:

4.1.Modernización del Ejército

La modernización del Ejército se realiza a través de renovación tecnológica y soluciones de terceros.

El Centro de Desarrollo Tecnológico de la Brigada de Aviación 32 (CDT BRIAV32) es el único que realiza investigación aplicada para el sistema de aviación, los otros sistemas del Ejército Nacional no cuentan con CDT, que por medio de I+D+i desarrolle capacidades para fortalecerlos.

Por esta razón la modernización de la Fuerza se realiza por medio de la solución que nos da otros países o empresas que nos ofrecen soluciones a las problemáticas militares las cuales no tiene en cuenta aspectos como la geografía colombiana, las amenazas que afrontan las Fuerzas Militares y el entorno operacional donde se desarrollan las misiones de combate, ósea la modernización no nace al interior de la fuerza y se anticipa a tendencias tecnológicas y doctrinales si no que se realiza por intereses externos.

Igualmente, los miembros de los centros de investigación y grupos de investigación no conocen metodologías de innovación, que permitan la creación de bienes y servicios, en la encuesta realizada a los funcionarios que componen el SICTE:

Este resultado es un reflejo de la poca o nula capacidad que tiene los centros y grupos de investigación en generar productos que sean de impacto en beneficio de los soldados y promueva la modernización de la Fuerza desde el interior, donde nace las verdaderas necesidades.

4.2.Presupuesto del Ejército destinado a CTeI

Los recursos destinados a CTeI, solamente son el 0.5% del presupuesto anual que tiene el Ejército Nacional en el año 2021, como se puede analizar, estos recursos son insuficientes para el desarrollo de ACTI.

También el presupuesto que tiene como objetivo el fortalecimiento del capital humano, ha sido poco productivo para el SICTE, por que el personal de Oficiales y Suboficiales capacitados en temas relacionados con la CTeI, se encuentran trabajando en otras unidades que se encuentran por fuera de uno de los actores del SICTE, por lo tanto sus conocimientos adquiridos en las especialización y maestrías no son aplicados al interior del sistema.

4.3.Esquema de resolución de problemas

Las soluciones a los problemas militares se dan al azar y sin contar con la capacidad innovadora al interior de la fuerza.

Hasta el año 2021 los proyectos desarrollados por los centros y grupos de investigación no apuntan a ningún programa de investigación liderado desde el Comando del

SICTE o la Fuerza, de esta manera se destinan unos recursos limitados para la CTeI, los cuales no tienen ningún impacto a la Fuerza, tan solo nacen de las iniciativas individuales de investigadores.

Desde el año 2020 se direccionan los proyectos a la solución de las capacidades militares requeridas, el comité funcional de ciencia y tecnología y el comité directivo de Ciencia y Tecnología, deciden patrocinar con recursos aquellos proyectos enmarcados en la solución efectiva de capacidades requeridas o que desarrollen bienes y servicios tendientes a la investigación enmarcados en tendencias tecnológicas.

Pero una tarea todavía pendiente es que no se tiene inventariado las capacidades que tiene la fuerza que pueden apoyar a los centros y grupos de investigación en sus proyectos de I+D+i, la fuerza cuenta con muchas capacidades industriales y científicas que han ido desarrollando a través de los años, pero no obedecen a una organización interna, existen fábricas, laboratorios, centros de mantenimiento y muchas otras que no están articuladas, es necesario identificarlas para que coadyuven con las actividades de CTeI.

4.4.Desarrollo de los proyectos hasta prototipado

Los proyectos realizados por los centros y grupos de investigación quedan en fase de prototipado a espera de viabilidad para su explotación o coordinación entre unidades que permitan la economía del conocimiento.

Los proyectos realizados por los centros de investigación y grupos de investigación no tienen un impacto en la Fuerza que permita su implementación interna, de los proyectos realizados durante los últimos 4 años, solamente 1 paso la fase de prototipado, esto demuestra

que los proyectos realizados por los centros y grupos de investigación cumplen la fase de prototipo Alfa, pero no se cuenta con ningún apoyo de algún actor del sistema que tenga la capacidad de llevar estos prototipos a otras etapas superiores de desarrollo más avanzadas como la Beta o la Charlie.

4.5.Explotación comercial de patentes

Existen procedimientos al interior del Ministerio de Defensa Nacional que colocan barreras en la explotación comercial de patentes, así como en su adopción en futuros proyectos.

El Ministerio de Defensa Nacional no ha emitido ninguna política para que las Fuerzas puedan realizar la explotación de su capital intelectual, por lo tanto, no existe ninguna base legal que permita que el Ejército Nacional explote las patentes concebidas.

4.6.Tiempos de aprobación

Los tiempos de aprobación de proyectos y pasos para su viabilidad son mayores que la oportunidad para ser novedosos e implementarlos al interior de la Fuerza, por lo cual es necesario resocializar los proyectos

En el Ejército Nacional existe un procedimiento para la aprobación de proyectos de investigación presentados por los centros y grupos de investigación, en el cual desde la concepción del proyecto hasta la finalización pueden durar hasta 30 meses.

Por las normas de contratación pública, los recursos destinados a los proyectos de CTel, tienen que ser ejecutados por una o varias centrales administrativas y contables especializadas (CENAC), por cualquier de las modalidades de contratación pública; la

contratación pública tiene riesgos dada la naturaleza de origen de estos recursos, se pueden perder los recursos por no ser ejecutados durante la vigencia, se adquieren insumos de baja calidad por parte de los CENAC o no son los adecuados por la falta de conocimiento técnico de los funcionarios encargados de la contratación.

Por las barreras burocráticas que tiene el desarrollo de proyectos de CTeI tiene consecuencias durante el proceso de ejecución de los mismo, cuando terminan los procesos, los resultados de investigación no tienen impacto, la curva S del desarrollo tecnológico mide que se realiza demasiado esfuerzo, para tener pocos resultados, el nivel tecnológico del resultado de la investigación ya se encuentra obsoleto y se quedan los proyectos en una fase muy básica de prototipado.

4.7. Investigación aplicada

La desarticulación de los nodos del sistema ciencia y tecnología del ejército nacional limitan la investigación aplicada.

El Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional, está conformado por varios actores, los cuales en teoría el COATE, es el direccionamiento del sistema, la Dirección de Planes de Políticas en Ciencia y Tecnología (DIPTE), realiza planes y políticas y la Dirección de Ciencia y Tecnología (DITEC) tiene como misión la Gestión del Sistema.

Pero esta organización basada en actores los cuales se encuentran en diferentes Jefaturas de Estado Mayor del Ejército Nacional ha mostrado sus inconvenientes y fricciones por no contar con unidad de mando y criterio para el sistema de ciencia y Tecnología, como se puede observar en la Gráfica 7. El COATE se encuentra bajo mando del Segundo

comandante del Ejército, la DIPTE en el Departamento de Educación CEDE, y la DITEC, en el Comando de Educación y Doctrina.

Los comando y direcciones a tener diferentes mandos, tiene diferentes objetivos, por ejemplo el COATE, actualmente realizo el planeamiento estratégico del sistema para el año 2030, para enfocar los esfuerzos en el cumplimiento de objetivos y de esta manera hacer más eficientes los procesos, al igual potenciar la investigación aplicada, pero la DIPTE y DITEC, desean estar más enfocados en realizar investigación formativo y mantener la categorización de sus grupos de investigación, esto se da porque esto dos actores también pertenecen al sistema de educación, por lo tanto los objetivos que persiguen son totalmente diferentes a los objetivos que plantea el COATE, para buscar un Ejército autosuficiente a nivel tecnológico.

Se requeriría una nueva organización del SITE, en las cuales se encuentre en una sola Jefatura de Estado Mayor todos los actores del sistema y que encuentre en completa sinergia con el Comando de transformación del Ejército del Futuro (COTEF), para que exista una coordinación con las tendencias y necesidades que identifica el COTEF y la solución de problemas mediante la CTel.

4.8.Decisiones a los problemas militares son reactivos

El SICTE, no logra identificar las tendencias tecnológicas militares y los verdaderos problemas que aquejan a los soldados en el área de operación, primero que todo, hay que cerrar las brechas que existe entre el COTEF y el SICTE, para que por medio de ellos se implemente al interior del sistema el componente de transformación de la Fuerza, para que por medio de la Ciencia y Tecnología se coadyuve a este propósito; por otro lado hay que abrir caminos de comunicación entre el personal que se encuentra en la primera línea de

combate y el SICTE, para recibir sus necesidades y de esta manera lograr enfocarlas en los programas de investigación y buscar soluciones a las más sentidas.

Las brechas que existen entre el sistema y diferentes componentes en el Ejército, trae como consecuencia que la solución de problemas militares no sea realizada a tiempo al no ser identificados con anterioridad, la solución de problemas se realiza de manera reactiva.

4.9. Priorización de los problemas.

Se han identificado varios problemas que aquejan el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional, pero todos tienen un diferente impacto en el sistema, otros son más fáciles de solucionar que otros y algunos requieren más recursos para ser solucionados, por esta razón es importante la priorización de los problemas para saber cuáles es la más urgente que atender y con menos recursos, esta priorización se presenta en la Tabla 1.

Tabla 2*Priorización de Problemas*

| Problema | Impacto en el SICTE | Efecto a corto plazo | Cuenta con apoyo mando | Viabilidad financiera | Efecto a largo plazo | Cuanto daño ocasional | Costo/Beneficio | TOTAL |
|--|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----------|
| La modernización del Ejército se realiza a través de renovación tecnológica y soluciones de terceros | 3 | 5 | 2 | 2 | 5 | 4 | 5 | 26 |
| Presupuesto del Ejército se destina a CTeI y fortalecimiento del capital humano. | 5 | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 25 |
| Las soluciones a los problemas militares se dan al azar y sin contar con la capacidad innovadora al interior de la fuerza. | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 23 |
| Los proyectos realizados por los centros y grupos de investigación quedan en fase de prototipado a espera de viabilidad para su explotación o coordinación entre unidades que permitan la economía del conocimiento. | 3 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 3 | 22 |
| Existen procedimientos al interior del Ministerio de Defensa Nacional que colocan barreras en la explotación comercial de patentes, así como en su adopción en futuros proyectos. | 3 | 5 | 1 | 1 | 5 | 2 | 2 | 19 |
| Los tiempos de aprobación de proyectos y pasos para su viabilidad son mayores que la oportunidad para ser novedosos e implementarlos al interior de la Fuerza, por lo cual es necesario resocializar los proyectos | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 21 |
| La desarticulación de los nodos del sistema ciencia y tecnología del ejército nacional limitan la investigación aplicada. | 5 | 4 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 29 |
| Las decisiones a los problemas militares son reactivos | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 34 |

Nota: Se realiza una priorización cuantitativa de cada problema, teniendo en cuenta siete criterios básicos, cada uno calificado de 1 a 5, donde 1 corresponde a lo menos crítico y 5 a lo más crítico o genera mayor impacto.

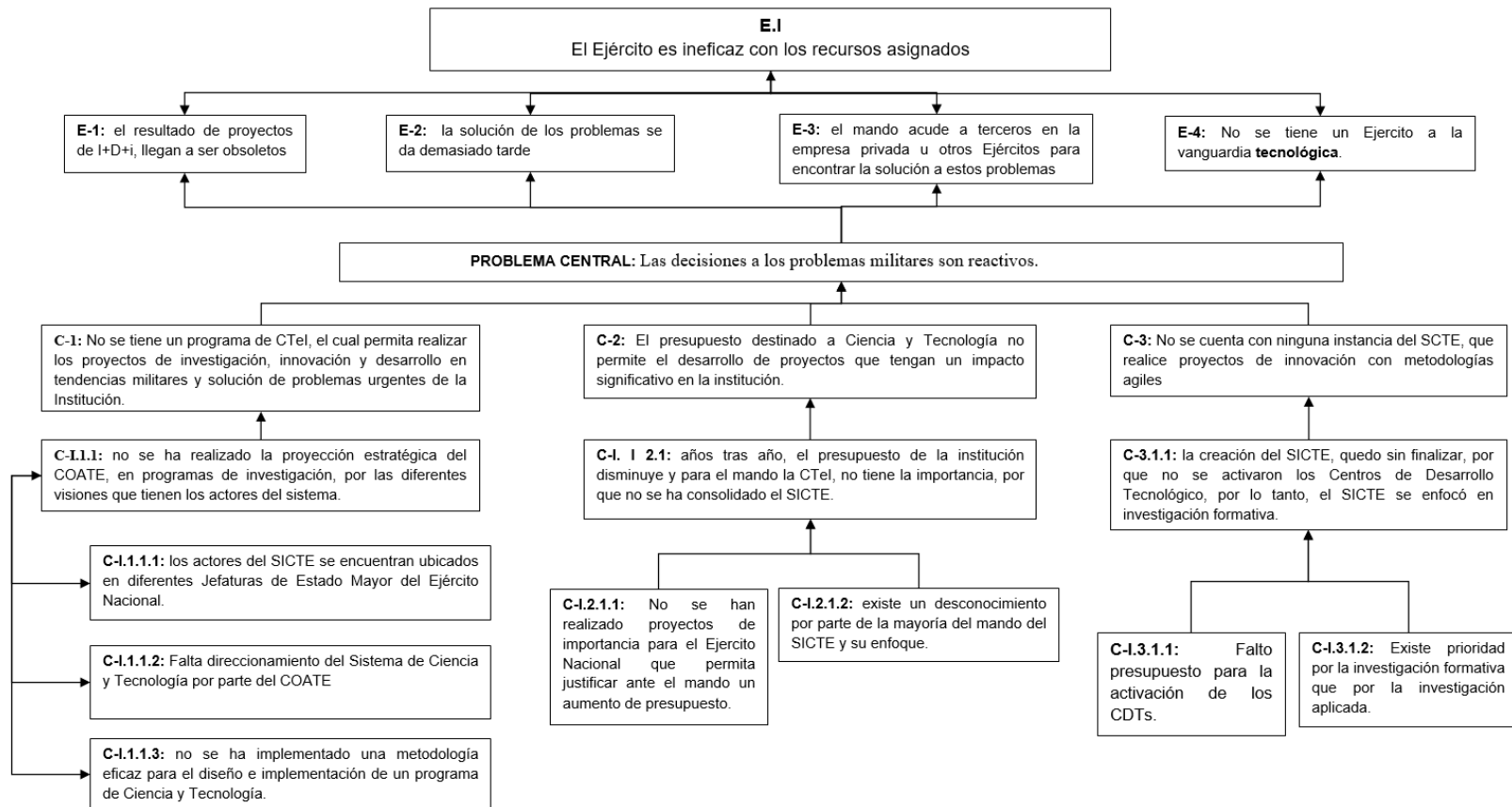
De acuerdo con el resultado de la matriz de priorización el orden de importancia de los problemas los cuales tienen un mayor impacto en el SICTE puede ser solucionado con la menor cantidad de recursos y tiene apoyo del mando:

1. Las decisiones a los problemas militares son reactivos.
2. La desarticulación de los nodos del sistema ciencia y tecnología del ejército nacional limitan la investigación aplicada.
3. La modernización del Ejército se realiza a través de renovación tecnológica y soluciones de terceros.
4. El 0,5% del presupuesto del Ejército se destina a CTel y fortalecimiento del capital humano.
5. Las soluciones a los problemas militares se dan al azar y sin contar con la capacidad innovadora al interior de la fuerza.
6. Los proyectos realizados por los centros y grupos de investigación quedan en fase de prototipado a espera de viabilidad para su explotación o coordinación entre unidades que permitan la economía del conocimiento.
7. Los tiempos de aprobación de proyectos y pasos para su viabilidad son mayores que la oportunidad para ser novedosos e implementarlos al interior de la Fuerza, por lo cual es necesario resocializar los proyectos.
8. Existen procedimientos al interior del Ministerio de Defensa Nacional que colocan barreras en la explotación comercial de patentes, así como en su adopción en futuros proyectos.

4.10. Árbol de problemas

Gráfica 9

Árbol de Problemas



Nota: Construcción propia durante el planteamiento del problema y priorización.

5. Propuesta de laboratorio de innovación en el Ejército Nacional

Con la Finalidad de fortalecer el Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional (SICTE) que busca direccionar, promover y efectuar acompañamiento a la investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación, transferencia de tecnología, conocimiento y propiedad intelectual en la Fuerza, aplicando las capacidades Científicas y Tecnológicas en respuesta a las necesidades de la institución (Ejército Nacional, 2018), de esta manera, la tecnología es puesta al servicio de la defensa de la soberanía, la independencia, la integridad del territorio Nacional y el orden Constitucional. Con el Objetivo principal de alcanzar una independencia y autosuficiencia, en cuanto a tecnología se refiere, que conlleve un alto grado de sustitución de importaciones y un liderazgo en la región por medio de altos estándares de innovación, con una eficiente gestión de la propiedad intelectual y transferencia tecnológica basada en la explotación del conocimiento.

En este orden de ideas, para lograr el anterior propósito se ha venido revisando constantemente la proyección del Sistema de Ciencia y Tecnología, **centrados en la importancia Organizacional** para lograr la consolidación del Ecosistema de desarrollo tecnológico de la institución, mediante el efectivo relacionamiento externo e interno y el apoyo en redes de conocimiento externas a fin de apropiar las mejores prácticas para contribuir a la construcción de capacidades militares de autosuficiencia e independencia tecnológica. Es por eso que se considera necesario a mediano plazo reformular la proyección de los centros de Desarrollo Tecnológico del Ejército ante la dificultad de estructurar e implementarlos por los altos costos económicos de operación, en consecuencia se plantea como alternativa -fortalecer la investigación aplicada Integrando las capacidades CTeI de

Sector Defensa (MDN-GSED) y las capacidades institucionales de la Fuerza para la solucionar problemáticas militares mediante iniciativas Ciencia y Tecnología cuando sea el caso.

Por consiguiente, se propone **diseñar un laboratorio de innovación Militar vinculado al Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército** para hacer una gestión eficiente y estratégica del proceso de I+D, donde con la definición de sistemas, procedimientos y una metodología propia en la estructura de la Fuerza se generen soluciones rápidas para cerrar brechas de necesidades relevantes del Soldado y problemas que pueda tener o generarse para el Ejército, susceptibles de ser solucionados mediante proyectos de Ciencia y Tecnología, para lo cual este capítulo presenta una síntesis de la propuesta.

5.1. Plan de Solución

El Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército (COATE) tiene como responsabilidad guiar el sistema de ciencia y tecnología del Ejército Nacional, conforme a un diagnóstico del SICTE, reflejo la necesidad de Consolidar procesos de gestión del Conocimiento e Innovación a fin de cerrar brechas en el componente de Desarrollo, el cual se espera subsanar con el Diseño del Laboratorio de Innovación Militar (LAIMI), para lo cual se hace necesario continuar o seguir los hitos de la proyección estratégica al 2030 a fin de articular el proceso de I+D+i, dotándolo así de las capacidades tecnológicas y recursos requeridos constituyéndose en práctica y cultura institucional.

5.1.1. Objetivo General

Diseñar un Laboratorio de Innovación para el Ejército Nacional con la finalidad de apoyar los Grupos de Investigación y fortalecer los resultados de I+D al interior de la Fuerza que brinden soluciones específicas a las necesidades.

5.1.2. Objetivos Específicos

- Diseñar la estructura organizacional del Laboratorio de Innovación el Ejercito que brinden soluciones rápidas a problemas puntuales de Ciencia y Tecnología que se vayan generando al interior de la Fuerza.
- Contar con un modelo organizativo para el funcionamiento de LAIMI.
- Identificar los primeros proyectos a desarrollar a través de la priorización de problemas y/o necesidades de la Fuerza.

5.1.3. Proyección Estratégica

La definición de la proyección estratégica, se enfocó principalmente en la importancia de la consolidación del capital intelectual del Ejército Nacional, incluyendo su capital humano, su capital estructural y capital relacional, promoviendo la interacción y el flujo de información entre actores clave para fortalecer positivamente la gestión del conocimiento de la Fuerza que tienen como propósito contribuir al mejoramiento de la competitividad y de la productividad incitando a la demanda por conocimiento científico, desarrollo tecnológico y/o innovación, por esta razón se ha considerado particularmente relevante establecer una ruta que faciliten los procesos y permitan la apropiación de ciencia, tecnología e innovación al interior de la fuerza.

En consecuencia, se ha propuesto en la próxima década establecer un laboratorio de innovación Militar dedicado al desarrollo de proyectos de investigación aplicada,

especialmente enfocados hacia la preservación y protección del Soldado, vehículos militares para el transporte seguro de personal, simulación para entrenamiento, y tecnología de aplicación dual, de manera que se integren allí las capacidades CTeI del sector Defensa (MDN-GSED) y las capacidades institucionales para dar una respuesta rápida y efectiva a la necesidad.

Todo este trabajo permitirá, al 2030 como se evidencia en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, que el Laboratorio de Innovación del Ejército Colombiano sea reconocido por su liderazgo e innovación con procesos de investigación, desarrollo e innovación normalizados y referentes a nivel mundial por sus resultados en el desarrollo de tecnología propia, y especialmente por el apoyo a la generación de recursos por la explotación del conocimiento gestionado.

5.1.3.1.Misión

El propósito del Laboratorio de Innovación Militar del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército, es equipar a la fuerza con procesos, procedimientos y productos, por medio del acompañamiento a la investigación aplicada –en respuesta a las necesidades de la Fuerza, además de la integración de capacidades de CTeI del Sector Defensa y la relación entre la industria, la academia y Estado.

5.1.3.2.Visión

Para el 2030 el Laboratorio de Innovación del Comando de Apoyo tecnológico del Ejército (COATE) será la unidad del Ejército Colombiano reconocida en Latinoamérica por su liderazgo e innovación en:

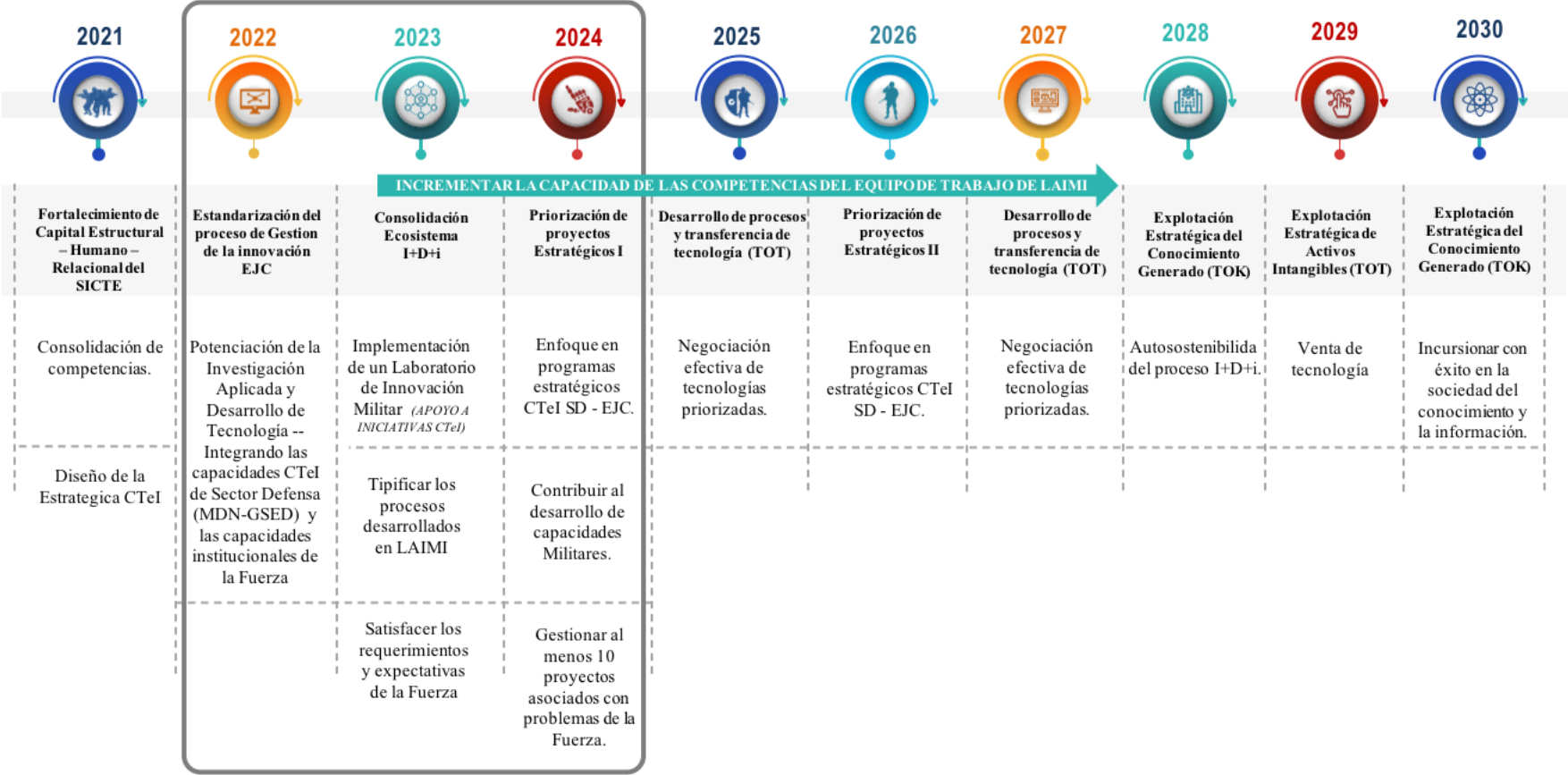
- Capacidad de generar soluciones de diseño y prototipado militar
- Reducir la dependencia Tecnológica
- Aportar a la Autosostenibilidad del Sistema de Ciencia y Tecnología
- Contribuir a la construcción de capacidades del Ejército desde los procesos de I+D+i
- Cooperar al desarrollo del país

5.1.3.3.Servicios

- Prototipar con los recursos disponibles, las solicitudes de proyectos de los centros de investigación del Ejército Nacional.
- Acompañar a los proyectos de innovación que realizan los CDTS y CI, con sus expertos, para sacarlos adelante mediante metodologías ágiles de innovación.
- Articular las iniciativas de innovación con las capacidades tecnológicas e industriales de la fuerza.
- Realizar capacitaciones en revolución industrial 4.0, propiedad intelectual, sociedad del conocimiento, metodologías ágiles de innovación y proyectos de innovación.
- Realizar convocatorias para los centros de innovación que permita llevar las iniciativas a proyectos en un corto periodo de tiempo.

Gráfica 10

Proyección Estratégica del Laboratorio de Innovación Militar (LAIMI)



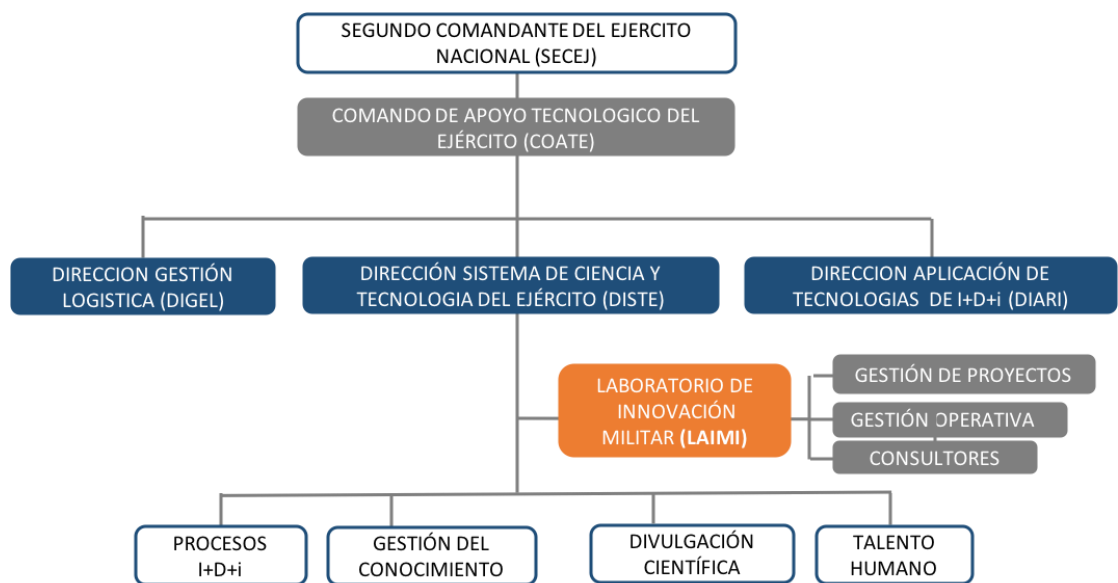
Nota: Elaboración propia

5.1.4. Estructura Organizacional LAIMI

En la Gráfica 11 se exhibe la organización del LAIMI, dentro de la estructura del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército y vinculado directamente a la Dirección Sistema de Ciencia y Tecnología (DISTE) la cual se alinea perfectamente a la misión del Laboratorio, ya que allí se constituye un alto porcentaje de actividades necesarias para fomentar la CTeI en la Fuerza, las cuales harán sinergia con el procedimiento y capacidades del ente planteado.

Gráfica 11

Estructura Organizativa de LAIMI en el COATE



Nota. Elaboración propia

5.2. Canvas LAIMI

Con Ayuda de CANVAS, y como se observa la Tabla 3 el diseño del Laboratorio de Innovación Militar tiene un enfoque global con relación al funcionamiento dentro del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército, de manera que se puede identificar cuáles son

los elementos principales, en otras palabras, como se estaría transmitiendo la oferta de valor al Sistema de Ciencia Tecnológico del Ejército Nacional.

5.3. Operación del laboratorio

La Tabla 4 establece una ruta de operación del Laboratorio de innovación Militar desde la visión del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional, y como se puede ver en la Tabla 4 se definen las etapas necesarias dentro del procedimiento, y para corroborar el cumplimiento en cada una de ellas se fijaron ciertos requisitos para pasar progresivamente cada actividad. De la misma manera hay que tener en cuenta que el proceso no es lineal y puede ser necesario en algunas oportunidades regresar para cumplir los requerimientos.

5.4. Recursos necesarios para la activación del laboratorio de innovación.

Para el diseño e implementación de un laboratorio de innovación se debe contar con capital humano y recursos económicos y de infraestructura necesarios para su puesta en marcha, en consideración que el Ejército Nacional es una institución pública hay que realizar la configuración de acuerdo con la normatividad que lo rige, las políticas institucionales y contexto actual.

Los laboratorios de innovación es un espacio en el cual se generen nuevas iniciativas de proyectos, que gracias a la colaboración y liderazgo permitan potencializar las capacidades del personal que fluctúan en este espacio, estas iniciativas deben nacer gracias a la aplicación de métodos de innovación, por esta razón debe ser acomodada a las características especiales del Ejército Nacional.

Tabla 3

CANVAS LAIMI

| Socios Clave | Actividades clave | Propuesta de Valor | Relaciones con clientes | Segmentos de Clientes |
|---|---|---|--|---|
| <p>-Dirección de Ciencia y Tecnología del Ejército (DITEC).</p> <p>-Dirección de planeación en Ciencia y Tecnología (DIPTE)</p> <p>-Dirección de Gestión Logística (DIGEL).</p> <p>- Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Defensa (DCTeI MDN).</p> | <p>- Fortalecer la investigación aplicada de la Institución integrando las capacidades CTeI del Sector Defensa (MDN-GSED) y las capacidades institucionales de la fuerza –promoviendo la relación eficaz entre la industria, la academia y el estado.</p> <p>- Acompañamiento a los Inventores y Grupos de Investigación en el Diseño, validación y prueba de productos resultados de actividades de I+D+i.</p> <p>Recursos Clave</p> <p>Humano-Jefe de Laboratorio.</p> <p>- Coordinador Operativo y Control.</p> <p>- Gestor de Innovación.</p> <p>- Experto en Metodologías de Innovación.</p> <p>- Diseñador de prototipos.</p> <p>- Consultores Internos y Externos.</p> <p>Físico</p> <p>-Adquisición de Equipos de prototipado 3D.</p> <p>Económico</p> <p>-Apoyo presupuestal del Departamento de planeación del Ejército (CEDE5)</p> | <p>-Brindamos a los Investigadores y Grupos de Investigación del Ejército Nacional un apoyo para diseñar y crear productos mínimamente viables (PMV).</p> | <p>-Visita de coordinación personal a los Investigadores y Grupos de Investigación de la Fuerza.</p> <p>-Seguimiento Telefónico y por vía de correo electrónico institucional para recibir retroalimentación del estado actual de los Resultados.</p> <p>Canales</p> <p>Canal de Comunicación</p> <p>-Página Web Institucional EJC</p> <p>- Intranet EJC / Protectores de Pantallas de Equipos Institucionales.</p> <p>-Difusión por medio de Boletines en los Correos Electrónicos del Ejército.</p> <p>-Visita a los todos los Actores de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Defensa.</p> <p>Canal de Servicio: Instalaciones del Laboratorio de innovación del COATE.</p> <p>Canal de Ventas: Visita a los Investigadores y grupo de Investigación del Sistema de Ciencia y tecnología del Ejército.</p> | <p>-Investigadores y Grupos de Investigación del Ejército Nacional que tengan iniciativas de proyectos con alto impacto estratégico, para solucionar necesidades sentidas de la Fuerza.</p> |
| <p>Estructura de Costes</p> <p>Costos Fijos: -Salarios del Personal Experto prestador de Servicios</p> <p>Costos Variables: -Adquisición de Insumos y Materiales de prototipado.</p> | | | <p>Fuentes de Ingresos</p> <p>-Planeación y Generación de proyectos de I+D propios del Laboratorio de innovación del COATE.</p> <p>- Explotación Estratégica del Conocimiento Generado en el Desarrollo de actividades de I+D.</p> | |

Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Procedimiento del LAIMI

| Flujograma | Descripción de la Actividad | Responsable |
|---|---|--|
| <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> RECEPCION[RECEPCIÓN DE SOLICITUD DE INICIATIVAS DE PROYECTOS ESTRATEGICOS] RECEPCION --> ANALISIS[1. ANALISIS Y DELIMITACIÓN DE LA] ANALISIS --> PRIORIZACION[2. PRIORIZACIÓN INSTITUCIONAL -] PRIORIZACION --> CONSULTORES[3. CONSULTORES] CONSULTORES --> VALIDACION{VALIDACIÓN INFORMACIÓ} VALIDACION -- NO --> RECEPCION VALIDACION -- SI --> FUENTES[4. FUENTES DE GENERACIÓN] FUENTES --> A{{A}} </pre> | <p><i>Procedimiento del Laboratorio de innovación Militar (LAIMI)</i></p> <p>1. Se realiza un análisis de la información para identificar la necesidad de la Actividad de I+D, se analiza el estado del arte para evaluar la conveniencia para continuar o no con el desarrollo de la iniciativa.</p> <p>2. Se lleva a cabo un control para comprobar que las iniciativas se encuentren alineadas con los ejes temáticos del Laboratorio y cumplan con los siguientes criterios: -Alto impacto estratégico. (<i>Solución un problema militar sensible</i>) -Aporte al proceso de Transformación (<i>Desarrollo de Capacidades PETEF</i>) -Alineado a un programa del Sector Defensa y Seguridad (SDS).</p> <p>3. Después de la alineación de la iniciativa de I+D se eligen consultores internos y externos expertos que validaran la solicitud, los cuales deben tener una experiencia idónea en la temática, lo anterior con el propósito de emitir un concepto sobre la necesidad, pueden avalar o reorientar la investigación.</p> <p>NO: Una vez realizada la validación de la importancia por parte de los expertos y se determina que se deben hacer modificaciones, se devuelve a la unidad responsable de la solicitud</p> <p>SI: Si la validación de la información da lugar a un concepto favorable pasa a la siguiente etapa que es fuentes de generación.</p> <p>4. De acuerdo con el tema de Investigación se procede a comprender la situación problemática a través de una metodología de innovación centrada en el usuario, para acelerar el proceso de solución de manera efectiva con los recursos disponibles.</p> | <p>LAIMI – Vigía (s) de Innovación.</p> <p>LAIMI – Vigía (s) de Innovación.</p> <p>LAIMI – Consultor (s)</p> <p>LAIMI – Vigía (s) de Innovación.</p> |

| <i>Flujograma</i> | <i>Descripción de la Actividad</i> | <i>Responsable</i> |
|--|---|---|
| <pre> graph TD A{{A}} --> B[5. ASIGNACIÓN DE RECURSOS] B --> C[6. EJECUCIÓN Y PROTOTIPADO] C --> D[7. PROTOCOLO DE PRUEBAS] D --> E[8. EVALUACIÓN EXPERTO DESIGNADO] E -- NO --> C E -- SI --> F[9. ELABORACIÓN INFORME FINAL - NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA] F --> G([FIN]) </pre> <p>The flowchart starts with a connector 'A' leading to a rectangular box '5. ASIGNACIÓN DE RECURSOS'. An arrow points down to another rectangular box '6. EJECUCIÓN Y PROTOTIPADO'. From there, an arrow points down to '7. PROTOCOLO DE PRUEBAS', followed by '8. EVALUACIÓN EXPERTO DESIGNADO'. Below this box is a diamond-shaped decision box 'EVALUACIÓN Y/O VALIDACIÓN'. An arrow labeled 'NO' loops back from the left side of the diamond to the left side of the '6. EJECUCIÓN Y PROTOTIPADO' box. An arrow labeled 'SI' points down from the bottom of the diamond to a rectangular box '9. ELABORACIÓN INFORME FINAL - NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA'. Finally, an arrow points down from this box to an oval-shaped terminal box 'FIN'.</p> | <p>5. Luego de superar la etapa de Fuentes de Generación donde se definieron los requerimientos de la alternativa de solución, se solicita a la unidad el traslado presupuestal a LAIMI para la realización del prototipo según especificaciones.</p> <p>6. Después de haberse aprobado y financiado el proyecto (prototipo), inicia la etapa de cumplimiento de las actividades establecidas y uso de recursos de detallados, para lo cual se llevará una bitácora de investigación para que sea más fácil identificar y tener datos sobre los resultados del proyecto.</p> <p>7. En esta etapa el prototipo piloto con diseño detallado es sometido a pruebas en entornos controlados --condiciones cercanas a las que se espera que se desempeñe. Para el caso de productos militares.</p> <p>8. Luego de obtener los resultados deben pasar por una fase de validación y/o evaluación de un experto para identificar o reorientar la información presentada. La experiencia respalda las decisiones que a futuro se vayan a tomar de acuerdo con los resultados.</p> <p>NO: Una vez se valida y/o evalúa el resultado del proyecto de I+D por un experto y se reorienta la información se devuelve al punto seis con las respectivas recomendaciones.</p> <p>SI: Se valida el resultado obtenido, y se continua con el proceso de evaluación de madurez tecnológica.</p> <p>9. Los resultados y/o activos tangibles se presentan en un informe, su estructura depende del tipo de requerimiento hacia el que va dirigido. La cual tiene como objetivo el análisis sistemático de información generada, determinar el valor estratégico de la tecnología, las recomendaciones para iniciar un plan piloto de implementación de uso interno y gestión de la propiedad intelectual a fin de apoyar la toma de decisiones del Comando Superior.</p> | <p>LAIMI – Vigía (s) Operativo.</p> <p>LAIMI – Vigía (s) Operativo.</p> <p>LAIMI – Vigía (s) Operativo.</p> <p>LAIMI – Consultor (s)</p> <p>LAIMI – Vigía (s) Innovación.</p> |

Fuente. Elaboración propia

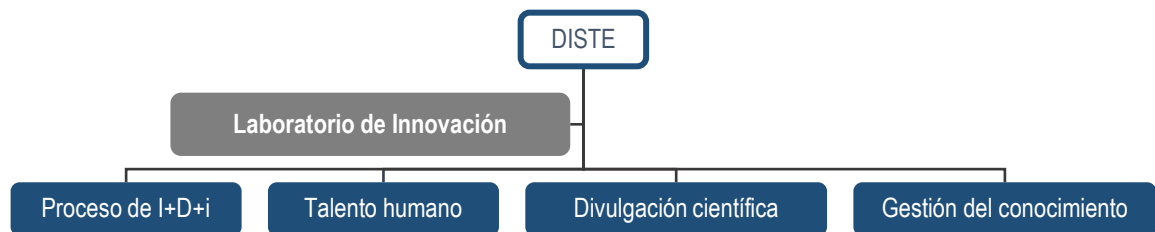
5.4.1. Capital Humano

El Laboratorio de innovación contara con personal orgánico del Comando de Apoyo Tecnológico, de la cual también pertenecerá jerárquicamente, estos funcionarios que tienen formación en diferentes áreas del conocimiento también serán especialistas en metodologías de innovación, los cuales guiaran los proyectos de innovación que se desarrollan en el laboratorio, la TOE del laboratorio de innovación será de la siguiente manera:

5.4.1.1. Organigrama general laboratorio de innovación del Ejército Nacional

Gráfica 12

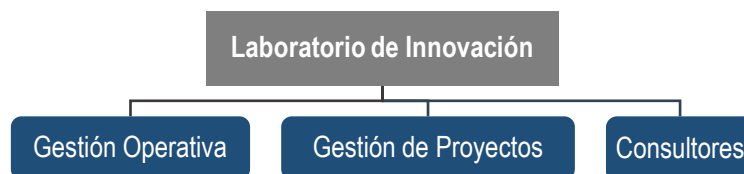
Estructura Organizativa DISTE



5.4.1.2. Organigrama específico laboratorio de innovación

Gráfica 13

Estructura Organizativa Laboratorio de Innovación



De acuerdo al organigrama, el Laboratorio de innovación dependerá directamente de la dirección del Sistema de Ciencia y Tecnología del Ejército Nacional, el cual su director alineara las políticas y programas de los proyectos de acuerdo a la intención del mando, igualmente a través del coordinar con los otros procesos del COATE y la DISTE, para las

tareas que se realizarán con ellos como administrativas, de difusión, divulgación, creación de piezas de comunicación, vigilancias tecnológicas, entre otras.

Hay que tener en cuenta que por necesidades del servicio, se empleará una organización matricial, en el cual el Jefe de laboratorio tendrá que realizar coordinaciones para el cumplimiento de la misión con personal ajeno a su organización, el cual puede pertenecer a otros procesos, Direcciones, Comandos, Departamentos o Escuelas, igualmente el Comando de Apoyo Tecnológico cuenta con capacidades las cuales se pondrán a servicio del Laboratorio de innovación para evitar la duplicidad de funciones.

5.4.1.3. Funciones de los cargos del Laboratorio de innovación

Tabla 5

Matriz de Funciones de los Cargos

| Cargo | Grado | Funciones | Formación |
|-----------------------------------|---------------|--|---|
| Jefe de Laboratorio de innovación | Mayor-Capitán | <ul style="list-style-type: none"> -Articular los proyectos de innovación con los programas de Ciencia, Tecnología e innovación de la Fuerza. -Articular con las direcciones del SICTE, para las tareas que correspondan a ellos cumplir, como administrativos y técnicos. -Gestionar capacitación permanente en innovación a los miembros del laboratorio. -Coordinará junto a Talento Humano la base de datos del personal de consultores internos y externos para la ejecución del proyecto. -tendrá a disposición un inventario de capacidades industriales y técnicas de la Fuerzas son necesarias para ser utilizadas en el desarrollo del proyecto -Coordinar y hacer uso de los convenios vigentes del SICTE, para aunar esfuerzos con la academia, instituciones e industria. - Asesorar al director de la Dirección de Gestión Logística en oportunidades de convenios para la potencialización de los proyectos de innovación. -Solicitar por medio de la dirección de gestión Logística los recursos necesarios para el funcionamiento del laboratorio. -Coordinar junto al director de la DISTE, la estrategia de convocatorias para la realización de proyectos. -Asesorar al comandante del COATE y director de la DISTE en la priorización de proyectos. - Establecerá la estrategia de comunicación con apoyo del proceso de divulgación científica y coordinará la elaboración de videos y piezas publicitarias con la dirección de Comunicaciones Estratégicas (DICOE). -Establecerá el modelo de innovación. | Título profesional en carreras administrativas o ciencias militares especialización en gestión de proyectos |

| Cargo | Grado | Funciones | Formación |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| | | <p>Establece el equipo que acompañara al gerente de proyecto durante el desarrollo del proyecto de innovación.</p> | |
| Suboficial gestión Operativa | Sargento Segundo a Sargento Primero | <ul style="list-style-type: none"> -Recibe las órdenes del jefe de laboratorio para realizar las solicitudes al comando superior. -realiza la ejecución de los recursos asignados al laboratorio de innovación. -Responde por el correcto funcionamiento del material asignado al laboratorio de innovación. - Realiza las coordinaciones con divulgación científica y la DICOE, para la realización de piezas publicitarias y la gestión de los medios de comunicación. -Supervisa la entrega de los resultados de los proyectos de innovación a la dirección de aplicación de tecnologías y resultados de I+D+i, para que se determine si hay lugar a explotación interna o su protección industrial. | <p>Tecnólogo en Ciencias Profesionales.</p> <p>Diplomado en Gestión de proyectos</p> |
| Suboficial de Control | Cabo Primero a Sargento Segundo | <ul style="list-style-type: none"> -Realiza seguimiento a los proyectos que desarrolla el Laboratorio de Innovación, para verificar su potencial para explotación interna o externa. -Con apoyo del Oficial de procesos de I+D+i, alimenta la bolsa de proyectos de innovación. -por intermedio de la DIRIE, le hace seguimiento a la explotación interna o externa de los resultados de los proyectos de innovación. -alimenta la base de datos de los consultores que participan en los proyectos de innovación por área de conocimiento. -Alimenta y actualiza las capacidades industriales de la Fuerza. | |
| Oficiales Gestores de innovación | Subteniente-teniente-capitán | <ul style="list-style-type: none"> -Realizan el acompañamiento a los líderes de proyecto mediante la aplicación de metodologías de innovación para la maximización de los resultados. -Junto al Gerente de proyecto establece el personal experto necesario para ser convocado para la ejecución del proyecto, como diseñadores, consultores, especialistas en prototipo. -Articulara con las dependencias donde pertenece el personal de consultores para garantizar su participación. -Establecerá junto al gerente de proyecto las capacidades industriales de la Fuerza requeridas, al igual realizará las solicitudes para el uso de estas. -En caso de ser requerido, acompañara al gerente de proyecto en la socialización del proyecto de innovación. -Realizara capacitaciones al personal de la Fuerza, para sensibilizarlos en innovación. -Se mantendrá actualizado en metodologías de la innovación. -Asesorar al Gente de proyecto y comandante del COATE si un proyecto es viable o no. | <p>Título profesional en carreras administrativas o ciencias militares</p> <p>Certificación en metodologías de innovación</p> |
| Consultores | N/A | <ul style="list-style-type: none"> -Apoyaran a los gestores de innovación y gerente de proyecto durante el desarrollo de proyecto de innovación -realiza la entrega de la información solicitada por el Gerente de proyecto. | <p>-Profesionales y expertos en el área requerido para el</p> |

| Cargo | Grado | Funciones | Formación |
|-------|-------|--|-------------------------|
| | | -retroalimentara en todo momento los ejercicios de innovación. -comparte la información de su área de formación de acuerdo con el proyecto que está participando. -En caso de presentarse dudas de su área de conocimiento durante los procesos de innovación, preparar las respuestas para los próximos ejercicios. -proactividad en los Ejercicios. | proyecto de innovación. |

5.4.2. Recursos físicos

El laboratorio de innovación de acuerdo se proyecta que se maneje de acuerdo con la situación de dos maneras:

- Laboratorio con instalaciones físicas en el COATE o en la Escuela de Ingenieros Militares
- Laboratorio Móvil.

En cuanto a la propuesta de las instalaciones físicas del Laboratorio de innovación debe contar con algunas características, equipo y mobiliario necesarios para el funcionamiento y desarrollo cómodo por parte de los participantes en los ejercicios de innovación.

5.4.2.1. Laboratorio con instalaciones físicas

Las instalaciones físicas del laboratorio de innovación deben contar con unas características entre las cuales encontramos:

- Debe ser un espacio destinado exclusivamente al desarrollo de proyectos de innovación, que facilite la creatividad y la creación de propuestas para la solución de problemas militares.
- Mobiliario que permita una configuración flexible del laboratorio de acuerdo con las necesidades y garantice un espacio de trabajo fluido.

- Debe tener buena iluminación.
- Debe tener la capacidad de realizar modelamiento y prototipado en tiempo real.
- Debe contar con la tecnología necesaria que permita unir las capacidades del COATE, en vigilancia tecnológica, gestión de propiedad intelectual y divulgación científica.

Igualmente, el laboratorio de innovación debe tener la capacidad de configurarse de varias maneras dependiendo de la necesidad

Área innovación social: en esta área se realiza la interacción entre todos los miembros del equipo de proyectos de innovación, se realiza el intercambio de información, capacitaciones en innovación y guía de parte de parte de los gestores en innovación a los equipos, es importante este espacio para fomentar una cultura en innovación.

Área división de equipos de innovación: Esta configuración permitirá el trabajo en equipos de innovación, donde tendrán a mano los medios tecnológicos necesarios y potenciara la colaboración y trabajo en equipo.

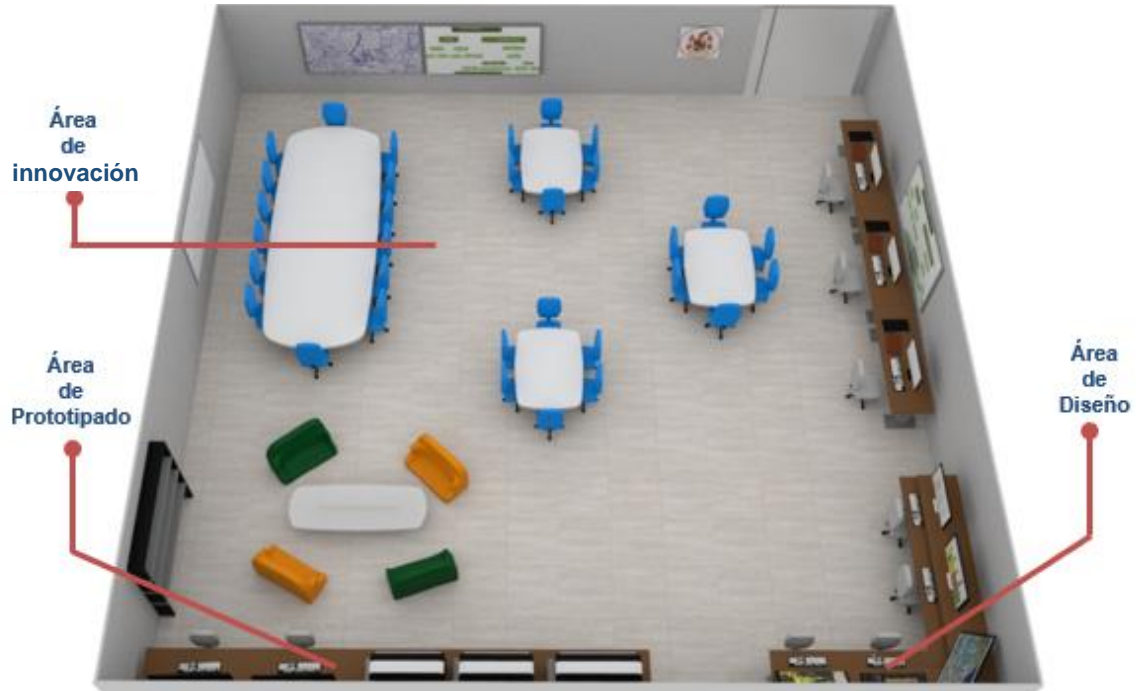
Área de recursos: este espacio debe contar con herramientas de trabajo y materiales con el que los equipos de trabajo pueden contar para facilitar su trabajo.

Área de Trabajo individual: Este espacio está diseñado para el trabajo individual de cada miembro de los equipos,

Áreas de diseño y prototipos: se encuentran todos los medios tecnológicos, que permitan realizar los diseños en 2D y 3D, al igual de los prototipos de los proyectos desarrollados.

Gráfica 14

Propuesta de Planta Física del Laboratorio



5.4.2.2. Laboratorio Móvil

En caso de tener que movilizarse los gestores de innovación a la unidad que son requeridos y sea más fácil movilizar los gestores de innovación, que citar en el laboratorio de innovación el personal de consultores que van a participar en el proyecto, estos deben tener las siguientes consideraciones en cuenta:

- Deben tener equipos de cómputo portátiles que les sirvan como apoyo en el desarrollo del proyecto de innovación.
- Tener el inventario de capacidades y expertos en caso de requerirlos en alguna etapa del proyecto.
- Contar con los materiales básicos para el desarrollo de los ejercicios.

- Tener comunicaciones eficaces con los funcionarios encargados de la vigilancia tecnológica del COATE.
- Se debe exigir una tarea que cumpla con las características de iluminación y espacio para el desarrollo del proyecto de innovación.

5.5.Priorización de Proyectos.

Se priorizarán las convocatorias a los centros de investigación y se tendrán prelación a las solicitudes de las unidades de acuerdo con los programas de I+D+i que pueden generar un mayor impacto en el bienestar de nuestros hombres y la solución de problemas militares.

Por esta razón se realiza la matriz de priorización presentada en la Tabla 6, de áreas de investigación en la cual se ponderará con variables para identificar cuales con las áreas más importantes para la ejecución de proyectos de innovación.

De acuerdo a la matriz de priorización, se identifican las áreas en las cuales tiene más interés por parte de la Fuerza para realizar proyectos de innovación, estas áreas impactan directamente en el bienestar de los soldados, ya que en las mismas ayudan a contrarrestar la pérdida de soldados por parte del enemigo y también la Fuerza cuenta con convenios marco vigentes en estas áreas, personal experto y capacidades industriales que permiten la explotación interna de los resultados de la investigación.

Tabla 6*Matriz de Priorización de Proyectos a Desarrollar*

| Prioridades de investigación | Impacto en bienestar del soldado | Proyección de ahorro en la Fuerza. | Solución de capacidades requeridas | Capacidades industriales al interior de la Fuerza | Convenios marcos vigentes | Personal de consultores internos disponibles | Contrarresta la amenaza | Oportunidad de explotación interna y externa | Total |
|---|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------|--|-------------------------|--|-------|
| Armamento individual de nueva generación | 3 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 4 | 5 | 22 |
| Sistemas de simulación para entrenamiento | 3 | 5 | 5 | 2 | 5 | 3 | 5 | 5 | 33 |
| Vehículos de nueva generación | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 38 |
| Protección y supervivencia del soldado | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 36 |
| Inteligencia artificial para el análisis de datos | 0 | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 2 | 26 |
| Guerra electrónica | 0 | 0 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 5 | 23 |
| Sistemas de mando y control | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 34 |
| Fuegos de precisión de largo alcance | 5 | 3 | 4 | 0 | 0 | 1 | 5 | 4 | 22 |
| Comunicaciones | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 36 |
| Sistemas de vigilancia y reconocimiento | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 35 |
| Sistemas de drones | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2 | 17 |
| Sistemas de defensa anti-drones | 5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 5 | 24 |
| Alimentación del soldado | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 14 |
| Aviación | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 32 |
| Equipamiento del soldado | 5 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 23 |
| Antiexplosivos | 5 | 5 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 |

Nota: el valor de 0 no tiene impacto la variable sobre el área de prioridad de investigación, igualmente, 1 (uno) es la cifra de impacto mas bajo y 5 (cinco) es el máximo.

5.5.1. Áreas priorizadas

- **Sistemas de simulación para entrenamiento:** son todas las plataformas que permitan el entrenamiento de las tropas de manera virtual, como polígonos virtuales y simulador de vehículos.

Estos sistemas permitirán a la Fuerza tener un ahorro considerable en los recursos, en municipio, combustible, depreciación de vehículos, etc., igualmente si la Fuerza desarrolla estos sistemas, serán hechos a la medida de las necesidades de la institución, sus costos de mantenimiento serán y menores y tendrán potencial de explotación externa.

- **Vehículos de nueva generación:** Dada la naturaleza del conflicto armado colombiano, el Ejército Nacional requiere plataformas multipropósito de vehículos militares que protejan a los soldados en sus desplazamientos y no sean víctimas de ataques balísticos y de explosivos, estos vehículos deben tener unas características que son de fácil mantenimiento, que tenga capacidad de movilización en la geografía del territorio nacional y de bajo costo.

También se requieren avances tecnológicos en accesorios que complementen la operación de estos vehículos en las áreas de operaciones y de esta manera minimizar los riesgos de bajas por parte del enemigo.

- **Comunicaciones:** El Ejército Nacional depende en un 100% de tecnología israelí y norteamericana, pero aun así la institución cuenta con capacidades tecnológicas,

de conocimiento e industriales, las cuales pueden ser explotadas para creación de productos y servicios que solucionen la problemática de las unidades a todo nivel en el área de operaciones.

- Protección y supervivencia del soldado: para aumentar la efectividad del combatiente en área de operaciones, este requiere de la creación de bienes y servicios que permita aumentar su tasa de supervivencia en entorno hostiles y protección por medio de elementos de su integridad personal, esto se puede realizar mediante la investigación de materiales y tecnologías avanzadas.
- Sistemas de mando y control: los comandantes a todo nivel jerárquico requieren herramientas tecnológicas que les permita ejercer la autoridad, conducción y seguimiento de las tropas que se encuentran en el teatro de operaciones.

Las tecnologías de seguimiento y rastreo, intercambio de información en tiempo real, procesos para la toma de decisiones e interacciones en el centro de operaciones son algunas de las innovaciones que se pueden desarrollar en esta área.

- Sistemas de vigilancia y reconocimiento: estos sistemas son transversales a todas las funciones conductoras de la guerra, permite entregar información en tiempo real a los comandantes para la toma de decisiones, la protección de las bases fijas y activos estratégicos de la nación,
- Mantenimiento en vehículos de Aviación: el mantenimiento de los diferentes vehículos de aviación con los que cuenta la Fuerza es demasiado costoso y requiere de personal especializado, por lo tanto, diferentes unidades han

desarrollado avances tecnológicos y de innovación que han permitido la reducción de costos y disminución de tiempos.

5.6. Operación del laboratorio

La Gráfica 15 se establece una ruta de operación del Laboratorio de innovación Militar desde la visión del Comando de Apoyo Tecnológico del Ejército Nacional, el cual establece las etapas necesarias para corroborar el cumplimiento y pasar progresivamente cada actividad.

5.7. Proyección financiera

La implementación del Laboratorio de Innovación se proyecta para 2 años, en los cuales, se dan en dos etapas, etapa de estructuración y etapa de activación, hay que tener en cuenta los procesos al interior de la Fuerza, para la creación de una unidad militar nueva, la planeación de los recursos necesarios y la alineación con las políticas internas de la institución.

5.7.1. Etapa de Estructuración

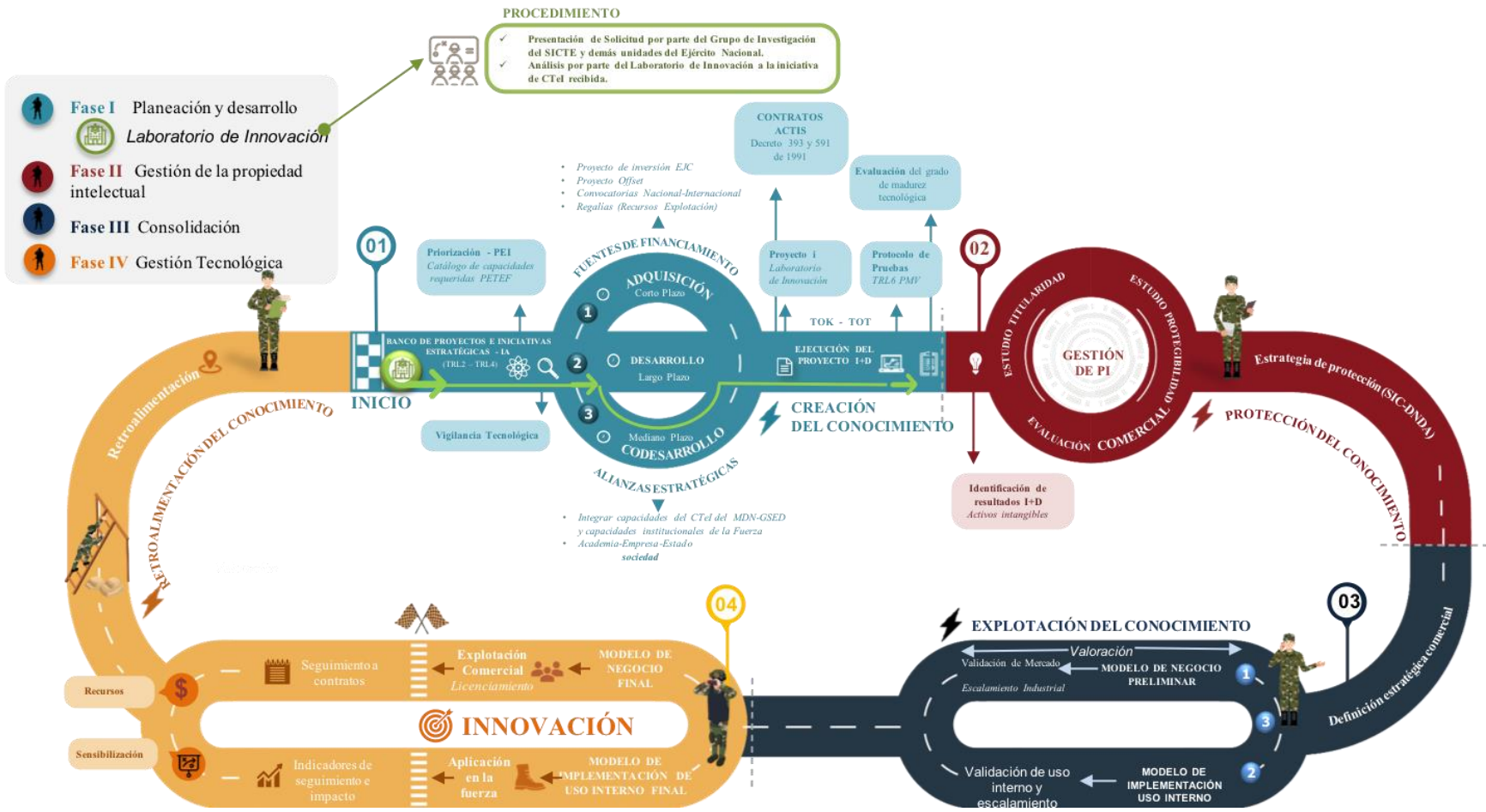
Esta etapa se da en el primer año, en la cual se realiza la matriculación del proyecto ante la Dirección de Organización del Ejército Nacional (DIORGD), para la creación y activación del Laboratorio de Innovación del Ejército Nacional, este proceso interviene una serie de actores de la Fuerza.

De acuerdo con el decreto 1512 de 2000 art 29 tablas de Organización y Equipo (T.O.E), para crear, modificar, o suprimir dependencias o unidades, para ellos cualquier propuesta deberá ser presentada denominándose “Proyecto de Organización” y seguir los siguientes pasos:

5.7.2. Ruta Operativa de CteI EJC

Gráfica 15

Ruta Operativa



5.7.2.1. Alcance del proyecto

- Previa aprobación del proyecto por parte del oficial superior jerárquico o el oficial más antiguo de su arma.
- Presentar el proyecto al Comando de Transformación del Ejército del Futuro (COTEF), con el fin de verificar la trazabilidad del Ejército del Futuro.

5.7.2.2. Exposición del proyecto.

- Presentar el Proyecto organizacional ante la Jefatura de Estado Mayor de Planeación y Políticas (JEMPP).
- Presentar el proyecto por parte del JEMPP ante el señor Segundo Comandante del Ejército Nacional para su respectiva aprobación.

5.7.2.3. Matricular Proyecto

Matricular el proyecto ante el Departamento de planeación (CEDE5), el cual será remitido al Departamento de Operaciones (CEDE3), inicia el proyecto su línea de tiempo en DIORG.

5.7.2.4. Análisis del Proyecto

- Revisar el estudio de Estado Mayor.
- Revisar la tabla de organización y equipo (TOE).
- Recibir concepto doctrinario de las Unidades.

5.7.2.5. Validación del Proyecto

Validar Estudio de Estado Mayor y TOE.

5.7.2.6. Gestión Documental

- Solicitar certificado de viabilidad presupuestal Comando Financiero y Presupuestal (COFIP).
- Solicitar certificado de planta COPER.

5.7.2.7. Revisión Jurídica

- Revisar el proyecto de acto administrativo por parte del Departamento CEDE11.
- Emitir el concepto jurídico

5.7.2.8. Firma de Acto Administrativo

- Firma del Acto administrativo por parte del comandante del Ejército Nacional para continuar la instancia en el CGFM y el MDN.

5.7.3. Etapa de activación

Corresponde a la etapa posterior a la activación del Laboratorio de Innovación, una vez definido los objetivos, metodologías, programas de investigación, se realizará la estrategia

Corresponde al año siguiente de la activación del laboratorio. después de que se ha definido la estrategia y los procesos para el desarrollo de los programas, estrategias de comunicación; búsqueda de fuentes de financiamiento alternas y se apoya con la DIARI, para la estrategia de explotación interna y externa de los resultados de los proyectos de investigación.

Para la activación del laboratorio de innovación se hace necesaria la proyección de costos para su activación, la adquisición de mobiliario, adecuación de instalaciones, compra de equipos y contratación de prestadores de servicios, etc.

Tabla 7

Proyección de Costos Activación Laboratorio de Innovación

| Actividad | Valor estimado |
|---|--|
| Diseño de Laboratorio | Comando de Ingenieros realiza los diseños para las unidades militares. |
| Adecuación de instalaciones | \$30.000.000 |
| Mobiliario | \$72.000.000 |
| Equipo área de prototipado (Impresora 3d, materiales, computadores, cortadora laser) | \$215.200.000 |
| Equipo área de diseño | \$114.500.000 |
| Equipo de cómputo (06 equipos) | \$24.000.000 |
| Equipos prestadores de servicios (01 experto en innovación, 01 diseñador industrial). | \$89.000.000 |
| Capacitaciones y certificación en metodologías ágiles en innovación. | \$18.000.000 |
| Total | \$544.700.000 |

5.7.4. Sostenimiento

Para el sostenimiento del Laboratorio de Innovación del Ejército Nacional, se solicitan de acuerdo con el Plan Anual de Adquisiciones, las partidas son para el mantenimiento, sostenimiento y fortalecimiento.

Tabla 8

Presupuesto Anual para Sostenimiento

| Actividad | Valor estimado |
|---------------------------------|-----------------------|
| Insumos para las impresoras 3d | \$4.500.000 |
| Mantenimiento equipo de computo | \$1.200.000 |
| Prestadores de servicios | \$94.000.000 |

| Actividad | Valor estimado |
|-------------------------------|-----------------------|
| Viáticos | \$10.000.000 |
| Renovación licencias software | \$33.000.000 |
| Partida publicaciones | \$15.000.000 |
| Actualización personal | \$10.000.000 |
| Total | \$167.700.000 |

5.7.5. Proyección de impacto

La naturaleza del Ejército Nacional le impide tener ingresos por servicios prestados al interior de la Fuerza, pero si se proyecta que, por la realización de proyectos de impacto, se tenga un ahorro en la Fuerza, una valorización de los activos intangibles de la institución y un fortalecimiento del capital intelectual.

El retorno de la inversión se calcula sobre las inversiones realizadas y que los sistemas del ejército pueden beneficiarse:

Tabla 9

Proyección de Beneficios por los Servicios del CTeI EJC

| Actividad | Valor estimado en dos años frente a inversiones |
|--------------------------------------|--|
| Asesoría en proyectos de I+D+i | \$94.000.000 |
| Servicios de prototipado | \$58.000.000 |
| Instalaciones para procesos de I+D+i | \$544.700.000 |
| Total | \$696.700.000 |

Nota: Se calcula sobre el valor de la inversión del Laboratorio de Innovación que, si algún CDT planteara implantar uno debería invertir, así como el costo de los prototipos realizados en los dos últimos años y se plantean realizarse en el Laboratorio, así como los servicios profesionales que ya no se requeriría que los contrataran por aparte sino acceder a ese acompañamiento desde el CTeI planteado.

Se estima como escenarios conservadores en los primeros dos años se realicen por lo menos 3 proyectos y después aumentarlos de acuerdo con las iniciativas que se presenten, esto no excluye que se puedan brindar acompañamientos a las iniciativas que se planteen y se centralice en el laboratorio la gestión de los mismos.

6. Conclusiones

Al establecer el marco de los procesos de I+D+i se identificaron dos herramientas claves presentes en los ejércitos del mundo más reconocidos por sus avances tecnológicos y gestión del conocimiento, estos son los ecosistemas de innovación y los laboratorios. El primero de ello está ampliamente desarrollado en los países de Estados Unidos, Israel, China y España; los laboratorios de innovación en operación para apoyar áreas del ejército se han implementado en Estados Unidos, Francia, Singapur y Brasil, los cuales buscan avances en Sistemas Electrónicos; Sistemas Emergentes, Ingeniería, Sistemas autónomos no tripulados, Tecnologías de aerodinámica y navegación para una amplia vigilancia, Inteligencia, Sensores, Recursos y comunicaciones, entre otros.

Los proyectos para desarrollar en el CTel priorizados son: Sistemas de simulación para entrenamiento, Vehículos de nueva generación, Comunicaciones, Protección y supervivencia del soldado, Sistemas de mando y control, Sistemas de vigilancia y reconocimiento y Mantenimiento en vehículos de Aviación, los cuales son similares a los desarrollados en los ecosistemas y laboratorios de innovación consultados, lo que implica que las necesidades del ejército pueden ser resueltas con unidades especializadas y dedicadas a preservar el conocimiento de la organización.

El Ejército Nacional de Colombia cuenta dentro su organización con un Sistema de Ciencia y Tecnología (SICTE) conformado por diferentes actores (COATE-DITEC-DIPTE), no obstante, se evidencia la carencia de una estructura organizativa que gestione adecuadamente el funcionamiento del proceso de I+D+i de la institución, lo cual se manifiesta en la desarticulación entre las diferentes unidades, grupos de investigación distanciados de las líneas de acción estratégicas de la Fuerza, proyectos de bajo impacto estratégico, recurso humano no competente, falta de liderazgo en los proyectos, entre otros inconvenientes. A partir de lo anterior la estructura organizacional del SICTE debería reconfigurarse de forma que facilite la operación y flujo del proceso de I+D+i para que se alineen las diferentes funciones y actividades al procedimiento de la organización.

Además, con el propósito de establecer, construir, implementar y consolidar un procedimiento estratégico inscrito con Ciencia, Tecnología e Innovación que permita generar proyectos con alto potencial innovador, de manera que aporte positivamente a la toma de decisiones, y desde luego que los resultados impacten la organización, es necesario que los investigadores, grupos de investigación focalicen sus esfuerzos en un programa de investigación con líneas priorizadas a corto, mediano y largo plazo para el desarrollo de proyectos innovadores con alto impacto y posibilidades de implementación interna. El cual permitirá hacer un uso eficiente de los recursos en Ciencia y Tecnología ya que el Sector Defensa y Seguridad demanda grandes inversiones en Investigación y Desarrollo.

De ahí que, los resultados de investigación derivados de la ejecución de proyectos deben ser el resultado de la definición de una estrategia coordinada y sistemática en Ciencia, Tecnología e Innovación, y no esmeros individuales, para tal efecto se deben establecer plan

de investigación que centralicen y/o concentren las capacidades del SICTE, para que con el acompañamiento de un Laboratorio de Innovación Militar permita que los proyectos se diseñen a partir de tendencias tecnológicas y el conocimiento completo actual a fin de lograr durante su ejecución resultados de impacto por el desarrollo de productos y servicios diferenciadores para resolver necesidades de la Fuerza.

En consecuencia, deberá establecerse como alternativa estratégica para hacer más competitivo el Sistema de Ciencia y Tecnología - articular las capacidades de CTel institucionales y de las Fuerzas para el desarrollo de actividades de Ciencia y Tecnología y de esta manera generar sinergias y/o alianzas con terceros para poder afrontar las necesidades del Ejército Nacional, pero sobre todo aprovechar las economías de escala para el desarrollo de resultados de investigación a ser utilizados e implementados al interior de la Fuerza.

Para alcanzar la propuesta presentada se propone diseñar e implementar un Laboratorio de Innovación Militar que cuenten con una sede física y otra móvil y sus servicios sean el acompañar los proyectos de las diferentes áreas de CTel del Ejército Nacional, articular las iniciativas de innovación con las capacidades tecnológicas e industriales de la fuerza, capacitaciones, convocatorias y prototipos. La inversión inicial y para los dos primeros años de mantenimiento es de 711 millones aproximadamente y cuyo retorno de inversión no es por la venta de servicios (una de las restricciones legales con que cuenta el Ejército Nacional) sino porque las contrataciones de los CTel tienen proyectadas para sus proyectos podrán ser realizadas al interior de la entidad por el LAIMI; también en el fortalecimiento del capital intelectual y centralizar la gestión de conocimientos en sistema propios.

Finalmente, se podría decir que el fortalecimiento de la investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías para solucionar necesidades del Ejército es un buen camino para la innovación, ya que permite focalizar recursos y utilizar capacidades existentes. En todo caso, la línea hacia tecnologías de uso dual debe estar considerada siempre al momento de abordar el diseño de proyectos de I+D+i. De esta manera al interior de la fuerza permitirá el desarrollo de tecnología con enfoque, pero adicionalmente se requiere que las soluciones para necesidades internas cuenten con indicadores de medición de impactos de los desarrollos resultados de investigación.

7. Referencias

- Jordán, J. (6 de mayo de 2014). *defensa.com*. Obtenido de Una introducción al concepto de innovación militar: <https://www.defensa.com/analisis-gesi/introduccion-concepto-innovacion-militar>
- IBERDROLA. (20 de agosto de 2021). *¿Qué es la inteligencia artificial?* Obtenido de ¿Somos conscientes de los retos y principales aplicaciones de la Inteligencia Artificial?: <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>
- Ruta Medellín, centro de Innovación y Negocios. (23 de Agosto de 2021). *ABC de la innovación*. Obtenido de Ecosistema de innovación: <https://www.rutanmedellin.org//es/recursos/abc-de-la-innovacion/item/ecosistema-de-innovacion#:~:text=Entorno%20que%20se%20construye%20en,inversionistas,%20gobierno%20y%20dem%C3%A1s%20interesados>.
- AiDA. (5 de Julio de 2021). *Acquisition in the digital age*. Obtenido de DoD Innovation Ecosystem: <https://aida.mitre.org/dod-innovation-ecosystem/>

- UNICEF, & Kamimura, M. (3 de Mayo de 2013). Obtenido de ¿Cómo la innovación mejora acceso al aprendizaje de calidad?:
<https://www.unicef.org/colombia/comunicados-prensa/como-la-innovacion-mejora-acceso-al-aprendizaje-de-calidad>
- Williams, L. (16 de Diciembre de 2019). *The Business of Federal Technology*. Obtenido de Army Applications Laboratory: How problems get solved:
<https://fcw.com/articles/2019/12/16/army-apps-lab-interview-orr.aspx>
- Magnuson, S. (10 de Octubre de 2018). *National Defense Magazine logo NDIA's Business & Technology Magazine*. Obtenido de New Army Applications Lab to Serve as 'Concierge' for Startups:
<https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/10/23/new-army-applications-lab-to-serve-as-concierge-for-startups>
- Chan, J., Chua, G., Sim, S., & Tan, R. (2015). *Singapore's Scientific Pioneers*. Singapore: Nanyang Technological University.
- Revista Manutenção. (1 de Noviembre de 2017). *Noticias*. Obtenido de Exército Brasileiro implantou Laboratório de Inovação em Engenharia de Manutenção:
<https://www.revistamanutencao.com.br/noticias/inovacao/exercito-brasileiro-implantou-laboratorio-de-inovacao-em-engenharia-de-manutencao.html>
- Valora Analitik. (17 de Noviembre de 2020). *Valora Alakitik*. Obtenido de PIB de Colombia cayó 8,1 % a septiembre de 2020; entró en recesión:
<https://www.valoraanalitik.com/2020/11/17/pib-de-colombia-cay-8-1-a-septiembre-de-2020-entr-en-recesi-n/>
- DANE. (s.f.). *Mercado laboral*. Obtenido de Información septiembre 2021:
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>

- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2020). *Indicadores de ciencia y tecnología Colombia 2019*. Obtenido de <https://ocyt.org.co/Informeindicadores2019/indicadores-2019.pdf>
- OCED. (2016). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook*. Obtenido de OCED Science, Technology and Innovation Outlook 2016: https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016_sti_in_outlook-2016-en#page4
- Colciencias. (s.f.). *Departamento administrativo de ciencia tecnología e innovación - Colciencias*. Obtenido de Sector ciencia tecnología e innovación: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/colciencias-directorio-entidades.pdf
- SIC. (25021). *Estadísticas PI*. Obtenido de Patentes presentadas: <https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>
- Cheung, T. (2018). *Institute on Global Conflict and Cooperation*. Obtenido de How China's Defense Innovation System Is Advancing the Country's Military Technological Rise: <https://escholarship.org/uc/item/7c75995r>
- Ministerio de Defensa. (Diciembre de 2020). *Subdirección General de Publicaciones y Patrimonio Cultural*. Obtenido de Estrategia de tecnología e innovación para la Defensa ETID - 2020: <https://publicaciones.defensa.gob.es/estrategia-de-tecnologia-e-innovacion-para-la-defensa-etid-2020-libros-pdf.html>
- UNICEF. (24 de Febrero de 2012). Obtenido de Laboratorios de innovación: Una guía práctica: <https://www.fundacioncolunga.org/wp-content/uploads/2016/12/laboratorios-de-innovacion-una-guia-practica.pdf>
- La República. (26 de Abril de 2021). *Reactivación de las Pyme*. Obtenido de Neurocity, un laboratorio que fomenta la innovación empresarial a nivel nacional:

<https://www.larepublica.co/especiales/reactivacion-de-las-pyme/neurocity-un-laboratorio-que-fomenta-la-innovacion-empresarial-a-nivel-nacional-3158968>

Ruta Medellín . (s.f.). *Centro de innovación y negocios*. Obtenido de Laboratorio de innovación: <https://www.rutanmedellin.org/es/oferta/empresarios-y-emprendedores/item/lab-innovacion>

ORACLE. (s.f.). *Innovation Lab*. Obtenido de Oracle Industries Innovation Lab - Construction and Engineering: <https://www.oracle.com/co/industries/construction-engineering/innovation-lab.html>

INNPULSA. (s.f.). *Laboratorio Govietec de Colombia*. Obtenido de MILAB: <https://innpulsacolombia.com/milab/>

Ministerio de Educación. (s.f.). *Co-Lab*. Obtenido de ¿Qué es Co-Lab?: <https://colab.colombiaaprende.edu.co/que-es-colab/>

MAREIGUA. (s.f.). *Laboratorio de innovación digital*. Obtenido de <https://www.mareigua.co/es/laboratorio-de-innovacion-digital/>

MinDefensa. (2008). Directiva Permanente No. 0019 de 2008. *Política de propiedad intelectual y transferencia de tecnología del Ministerio*. Bogotá.

MinDefensa. (2009). Políticas para el Fomento, Desarrollo e Integración del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Defensa. *Directiva Permanente No. 05 de 2009*.

MinDefensa. (2011). Lineamientos para incentivar la protección, uso y explotación de los derechos de propiedad intelectual del MDN. *Directiva Permanente No.36 de 2011*.

MinDefensa. (2013). Lineamientos Ministeriales para actividades de ciencia tecnología e Innovación del Sector Defensa y Seguridad. *Directiva Permanente No 008 del 2013*.

MinDefensa. (2019). Lineamientos para la protección de la propiedad intelectual en el Ejército Nacional. *Directiva Permanente No. 000027*.

Framework, T. a. (2021). *World Economic Forum*. Obtenido de World Economic Forum:
<https://es.weforum.org/whitepapers/towards-a-data-economy-an-enabling-framework>

Towards a Data Economy: An Enabling Framework. (2021). Obtenido de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/whitepapers/towards-a-data-economy-an-enabling-framework>

Hernandez, D. (2019). <https://www.eluniversal.com.co/>. Obtenido de ¿Para qué quiere Colombia un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación?

Nacional, E. (09 de agosto de 2019). Directiva permanente 0153 organización y funcionamiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, Colombia.

Ejército Nacional. (9 de agosto de 2018). Directiva permanente 0153 organización y funcionamiento del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, Colombia.