

COLECCIÓN

C&PA

Colección Ciencia y Poder Aéreo

Publicación de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

DISEÑO π

Gestión Tecnológica para el Diseño de Proyectos de Ingeniería

π



Autor
Germán Wedge Rodríguez Pirateque, M. Eng.



DISEÑO π

***Gestión Tecnológica para el Diseño de
Proyectos de Ingeniería***

Autor

Capitán Germán Wedge Rodríguez Pirateque



**Escuela de Postgrados
de la Fuerza Aérea Colombiana**
Bogotá, D.C., Colombia (Suramérica).
Diciembre de 2017.



Catalogación en la publicación

Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana

Rodríguez Pirateque, Germán Wedge

Diseño π : gestión tecnológica para el diseño de proyectos de ingeniería / Germán Wedge Rodríguez Pirateque. – Bogotá D.C.: Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana, 2017.

177p. : il. 24cm. – (Ciencia y Poder Aéreo; No.11)

Incluye bibliografía al final del libro.

ISBN: 978-958- 99406-9- 3

E-ISBN: 978-958- 99406-8- 6

1. Administración de proyectos—Metodología 2. Gestión de proyectos 3. Ingeniería-Investigaciones. i. Rodríguez Pirateque, Germán Wedge ii. Colombia. Fuerza Aérea Colombiana iii. Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

T56.8.R63 2017

620.0072 – dc23

Registro Catálogo SIBFA 86164



Archivo descargable en formato MARC en: <https://tinyurl.com/epfac86164>

Rodríguez, G., (2017). *Diseño π : Gestión Tecnológica para el Diseño de Proyectos de Ingeniería*. Primera edición. Colección Ciencia y Poder Aéreo No. 11. Bogotá, Colombia: Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.

Sitio Web: <https://libros.publicacionesfac.com/>

Libro de investigación
Primera edición: Bogotá D.C. Colombia (Suramérica), Diciembre de 2017
Colección Ciencia y Poder Aéreo No. 11
ISBN: 978-958-99406-8-6
E-ISBN: 978-958-99406-9-3
Número de ejemplares: 200
Impreso y hecho en Bogotá, Colombia.

Consejo Editorial

Director General: Coronel Eliot Gerardo Benavides González
Subdirector General: Coronel Miguel Enrique Restrepo Cabrera
Comandante Grupo Académico: Coronel Martín Fernando Zorrilla Rodríguez
Comandante Escuadrón de Investigación: Capitán Gina Paola Garzón Méndez
Coordinadora Editorial: María Carolina Suárez Sandoval

Equipo Técnico

Gestión editorial: María Carolina Suárez Sandoval
Revisión de texto y estilo: Juan Carlos Velásquez S.
Diseño de cubierta: TA22. Aldemar Zambrano Torres - Sección Edumática Escuela de Postgrados Fuerza Aérea Colombiana
Diseño páginas interiores: Patricia Montaña D.
Pieza gráfica carátula © <https://goo.gl/H9EXVY>
Impresión: Fenix Media Group Limitada

© Germán Wedge Rodríguez Pirateque, 2017.
© 2017, Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana
Carrera 11 No. 102-50 Edificio ESDEGUE.
Oficina 411. Bogotá, Colombia (Suramérica) A.A. 110111
Teléfonos: (0571) 6378927 - (0571) 6206518 Ext. 1700, 1719, 1722
Comentarios y sugerencias a:
cienciaypoderaereo@gmail.com
www.publicacionesfac.com

Está permitida la reproducción total o parcial de los capítulos que hacen parte de este libro, producto de investigación, para uso personal o con fines académicos e investigativos; siempre y cuando se haga la respectiva cita, referencia a los autores, a la Colección Ciencia y Poder Aéreo de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana. En caso de querer reproducir esta obra en cualquiera de sus formatos, deberá contar con el permiso escrito de la entidad editora.

Contenido

Presentación	13
Prólogo	14
Prefacio	15
1. Derroteros tecnológicos en proyectos de Ingeniería	17
1.1. Implicaciones tecnológicas	18
1.2. Elementos descriptivos	19
1.3. Impactos tecnológicos	19
2. Enfoque teórico de la gestión tecnológica y el diseño de proyectos en Ingeniería	21
2.1. Análisis conceptual	22
2.1.1. Estrategia de revisión teórica.	22
2.1.2. Proyecto	24
2.1.2.1. Concepto de proyecto.	24
2.1.2.2. Características de un proyecto (PMI).	25
2.1.2.3. Tipos de proyectos.	25
2.1.2.4. Modelo de restricciones de un proyecto.	26
2.1.3. Desarrollo tecnológico.	27
2.1.3.1. Tecnología.	27
2.1.3.2. Producción de tecnología.	28
2.1.3.3. Transferencia de tecnología.	29
2.1.3.4. Innovación.	32
2.1.4. Diseño en ingeniería.	35
2.1.4.1. Proceso de diseño en ingeniería.	36
2.1.4.2. Proyecto de seguridad y defensa.	40
2.1.4.3. Metodología de diseño TRIZ.	45
2.1.4.4. Metodologías ágiles.	49
2.1.5. Gestión.	50
2.1.5.1. Gestión de calidad.	50

2.1.5.2. Gestión del conocimiento.	52
2.1.5.3. Gestión de proyectos.	53
2.1.5.4. Gestión de innovación.	63
2.1.5.5. Gestión tecnológica.	66
2.1.5.5.1. Funciones de la gestión tecnológica.	66
2.1.5.5.2. Modelos organizacionales en gestión tecnológica.	68
2.2. Referente legal	72
3. Estudio de caso y diseño metodológico	83
4. Aplicación de la gestión tecnológica al diseño de proyectos de ingeniería	87
4.1. Caracterización de proyectos de la organización	90
4.1.1. Proyectos aplicados en desarrollo e innovación tecnológica.	91
4.1.2. Comparativo de funciones y componentes.	97
4.2. Definición del sistema organizacional	99
4.2.1. Clasificación y categorización de procedimientos de la organización.	99
4.2.2. Caracterización y determinación de buenas prácticas.	101
5. Diseño ADDIE: gestión tecnológica para el diseño de proyectos de ingeniería	105
5.1. Bases organizacionales del diseño ADDIE	106
5.2. Presentación diseño y modelo ADDIE	111
5.2.1. Determinación de herramientas básicas para el diseño de proyectos.	125
5.2.2. Metodología de trabajo del modelo.	128
5.2.3. Selección, definición y argumentación de líneas de acción.	130
6. Aplicación del diseño ADDIE	141
6.1. Adaptaciones de diseño y ajuste metodológico	142
6.2. Proyecto del modelo, verificación de resultados y comprobación de datos	143
7. Apreciaciones finales	157
8. Recomendaciones	161
Referencias	163
Anexos	169

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1.	Mapa general del marco teórico.....	23
Tabla 2.	Ámbitos de la transferencia de tecnologías.....	30
Tabla 3.	Tipos de innovación.....	33
Tabla 4.	Comparación innovación vs. Creación del conocimiento.....	34
Tabla 5.	Principios de invención TRIZ.....	47
Tabla 6.	Parámetros o características TRIZ.....	48
Tabla 7.	Matriz de contradicciones TRIZ.....	49
Tabla 8.	Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales.....	50
Tabla 9.	Comparación áreas de la gestión de proyectos.....	55
Tabla 10.	Relación de procesos para la materialización de un proyecto	62
Tabla 11.	Cuadro de control y variables de revisión	84
Tabla 12.	Cuadro de control de proyectos.....	85
Tabla 13.	Cuadro de actividades a desarrollar.....	86
Tabla 14.	Correlación de datos de proyectos.....	89
Tabla 15.	Proyecto túnel de viento	91
Tabla 16.	Proyecto cámara ambiental programable	91
Tabla 17.	Proyecto de autocóptero.....	92
Tabla 18.	Proyecto de avión X-001 FAC	92
Tabla 19.	Proyecto de lanzadera de satélites de órbita baja.....	92
Tabla 20.	Proyecto de personalización cascos	93
Tabla 21.	Proyecto de sistema de adquisición de señales radar	93
Tabla 22.	Proyecto de sistema de administración de cohetes (Rocket Management System).....	93
Tabla 23.	Proyecto de simulador de vuelo T-37	94
Tabla 24.	Proyecto de luces portátiles aeroportuarias tipo NVG y normal.....	94
Tabla 25.	Proyecto de aeronave no tripulada ANT-002.....	95
Tabla 26.	Proyecto de sistema VHF - FM directivo con patrón de radiación ajustable.....	95
Tabla 27.	Proyecto de banco de prueba para motores WIPER.....	95
Tabla 28.	Proyecto de equipo secuenciador para lanzamiento de bombas para aviones OV-10 y T-27	96
Tabla 29.	Proyecto de simulador virtual de inteligencia aérea.....	96
Tabla 30.	Proyecto de correlación de las características neuropsicológicas y de personalidad	96
Tabla 31.	Proyecto de fenómenos del calentamiento global y sus efectos en el Caribe colombiano	97
Tabla 32.	Proyecto de mapping de corrosividad en las unidades organización.....	97
Tabla 33.	Funciones comparativas de proyectos	98
Tabla 34.	Resumen de avances CTel 2013-2014.....	103

Tabla 35.	Modelo de plataforma estratégica	107
Tabla 36.	Clasificación activos intangibles	122
Tabla 37.	Relación de procesos con el modelo propuesto.....	125
Tabla 38.	Plan de acción de la fase de análisis	132
Tabla 39.	Plan de acción de la fase de diseño	134
Tabla 40.	Plan de acción de la fase de desarrollo	136
Tabla 41.	Plan de acción de la fase de implementación	137
Tabla 42.	Plan de acción de la fase de evaluación	138
Tabla 43.	Seguimiento de la fase de análisis	143
Tabla 44.	Seguimiento de la fase de diseño.....	147
Tabla 45.	Seguimiento de la fase de desarrollo	150
Tabla 46.	Seguimiento de la fase de implementación	152
Tabla 47.	Seguimiento de la fase de evaluación	153

Figuras

Figura 1.	Árbol del problema de la gestión tecnológica en la FAC.....	20
Figura 2.	Etapas para la elaboración de modelos de negocios.....	22
Figura 3.	Visión general de un proyecto	24
Figura 4.	Triple restricción de un proyecto	26
Figura 5.	Triple restricción extendida.....	27
Figura 6.	Actividades relacionadas con la producción de tecnología.....	28
Figura 7.	Ámbitos de la tecnología y la administración.....	29
Figura 8.	Papel de la tecnología en el perfil global de la empresa.....	29
Figura 9.	Escalera tecnológica.....	32
Figura 10.	Componentes de un paquete tecnológico.....	35
Figura 11.	Módulo básico del proceso de diseño en ingeniería.....	36
Figura 12.	Comparación entre el método científico y el método de diseño en ingeniería	37
Figura 13.	Proceso básico de diseño en ingeniería	38
Figura 14.	Proceso y fases generales del diseño en ingeniería.....	38
Figura 15.	Ciclo de vida de producto.....	39
Figura 16.	Ciclo de desarrollo de producto extendido	39
Figura 17.	Ciclo de desarrollo tecnológico	40
Figura 18.	Proceso de desarrollo de producto	40
Figura 19.	Programa para desarrollar un proyecto de seguridad y defensa	41
Figura 20.	Fases detalladas del programa de obtención	42
Figura 21.	Modelo de cascadas.....	42
Figura 22.	Modelo metodológico de ingeniería en V.....	43
Figura 23.	Organización típica por funciones	44
Figura 24.	Organización típica por objetivos	44
Figura 25.	Organizaciones híbridas	45

Figura 26.	Parámetros conceptuales TRIZ.....	46
Figura 27.	Esquema de solución de problemas TRIZ	46
Figura 28.	Concepto de idealidad.....	47
Figura 29.	Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos	51
Figura 30.	Ciclo de mejora e innovación.....	51
Figura 31.	Elementos de la gestión del conocimiento	52
Figura 32.	Modelo SECI	53
Figura 33.	Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos definidas en el PMBOK® 2012.....	54
Figura 34.	Niveles de gestión de un proyecto.....	55
Figura 35.	Ciclo de vida del proyecto y del producto PMI9	56
Figura 36.	Relación tiempo y recursos	57
Figura 37.	Homologación de ciclos de producto y proyecto.....	57
Figura 38.	Análisis operacional del ciclo de vida de un proyecto.....	59
Figura 39.	Metodología del PMI	60
Figura 40.	Interacción de procesos PMI	61
Figura 41.	Matriz del enfoque del marco lógico	61
Figura 42.	Configuración Stage-Gate®.....	62
Figura 43.	Desarrollo de los procesos de gestión tecnológica en la innovación.....	63
Figura 44.	Modelo de innovación Hiper 666 ®.....	64
Figura 45.	Modelo lineal de un proceso innovador.....	64
Figura 46.	Modelo lineal COTEC.....	65
Figura 47.	Modelo de enlaces en cadena (Kline).....	65
Figura 48.	Esquema general de una organización con enfoque tecnológico	66
Figura 49.	Estructura organizacional Ecopetrol.....	68
Figura 50.	Estructura gestión de tecnología Ecopetrol.....	69
Figura 51.	Sistema nacional de innovación chileno	70
Figura 52.	Estructura modelo de gestión de tecnología mexicano.....	70
Figura 53.	La rosa de los vientos de la investigación.....	71
Figura 54.	Desarrollo sostenible - Plan Nacional de Desarrollo.....	72
Figura 55.	Locomotoras de la prosperidad.....	73
Figura 56.	Esquema de seguimiento a las metas de gobierno	74
Figura 57.	Organismos rectores del sistema nacional de ciencia y tecnología.....	75
Figura 58.	Política integral de defensa y seguridad para la prosperidad	75
Figura 59.	Programas de defensa y seguridad	76
Figura 60.	Manejo de la CTI del sector defensa	76
Figura 61.	Sistema de CTel-MDM.....	78
Figura 62.	Articulación del sistema de ciencia y tecnología FAC	79
Figura 63.	Mapa de procesos, Dirección de Ciencia y Tecnología	80
Figura 64.	Esquema del diseño metodológico	84
Figura 65.	Ecuación del modelo de gestión	88
Figura 66.	Proyectos CETIA	91
Figura 67.	Programas de desarrollo tecnológico de la FAC.....	94

Figura 68.	Diagrama de flujo para el proceso de gestión de un proyecto de innovación tecnológica, FAC.....	100
Figura 69.	Perspectiva organizacional FAC.....	106
Figura 70.	Estrategias de formación organizacional.....	107
Figura 71.	Dinámica organizacional.....	107
Figura 72.	Estructura organizacional.....	108
Figura 73.	Mapa de procesos organizacional.....	108
Figura 74.	Mapa de fases de la gestión tecnológica.....	109
Figura 75.	Caracterización del proceso de gestión tecnológica.....	109
Figura 76.	Plataforma estratégica CTel FAC.....	110
Figura 77.	Premisa del modelo de gestión tecnológica.....	111
Figura 78.	Estructura del modelo de gestión tecnológica FAC.....	112
Figura 79.	Fase de análisis.....	113
Figura 80.	Visión de la estrategia.....	114
Figura 81.	Modelo de gestión FAC.....	115
Figura 82.	Fase de diseño.....	116
Figura 83.	Tipos de innovación.....	117
Figura 84.	Componente desarrollo tecnológico.....	119
Figura 85.	Bosquejo modelo de transferencia FAC.....	120
Figura 86.	Fase de desarrollo.....	120
Figura 87.	Fase de implementación.....	121
Figura 88.	Fase de evaluación.....	124
Figura 89.	Proceso de inscripción de proyectos.....	127
Figura 90.	Etapas del proceso prospectivo y herramientas utilizadas.....	128
Figura 91.	Diagrama de flujo del modelo.....	129
Figura 92.	Estructura general del modelo de gestión FAC.....	131
Figura 93.	Ruta de proyección del modelo.....	143

Presentación

Andrés Oppenheimer afirma en su libro “Crear o Morir” que en la actualidad y para los países, las reales posibilidades de desarrollo y futuro sostenible se encuentran en su sistema de educación con un núcleo científico y de innovación. Es por esta razón que la Fuerza Aérea Colombiana, a través de uno de sus activos estratégicos como lo es la Escuela de Postgrados (EPFAC), tiene como prioridad gestionar y apropiar el conocimiento en el marco del sector aeronáutico y espacial colombiano.



De ahí la importancia de este gran trabajo y el aporte realizado por el señor Capitán Germán Wedge Rodríguez Pirateque, quien es oficial activo de nuestra Fuerza y antiguo comandante del Escuadrón Investigación de la EPFAC, quien acuñó esta publicación correspondiente al No 11 de nuestra Colección Ciencia y Poder Aéreo con el título: *Diseño π : Gestión Tecnológica para el Diseño de Proyectos de Ingeniería*; una iniciativa disruptiva y operacional al considerar la apropiación del conocimiento; que tendrá sin lugar a dudas, un impacto positivo en el contexto externo a la FAC, entiéndase el sector aeronáutico y espacial colombiano, así como en el entorno operacional de la Fuerza, a partir de la aplicación de la gestión tecnológica al diseño de proyectos de ingeniería, todo dentro de su modelo ADDIE.

Todo lo anterior, consecuencia de constantes observaciones y experiencias capitalizadas por la FAC y por el autor de este libro, donde buenas prácticas y espíritu innovador, han permitido avanzar, sobrepasar retos y dificultades para gestionar las operaciones logísticas aeronáuticas, en particular al registrar necesidades para modernizar aeronaves y equipos, procesos en la cadena logística, para abordar de esta manera la gestión ante un número de más de 45 tipos de aeronaves y las especificidades de una operación que ha podido sumar más de 90 mil horas de vuelo en un año calendario, en medio de una geografía de altas montañas, contrastada con selvas y alta humedad, hasta el desierto en la alta Guajira colombiana.

Coronel Eliot Gerardo Benavidez González

Director Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana

Prólogo

Hace 25 años mencionar temas de gestión tecnológica e Innovación era exótico y confuso; las organizaciones, los estudiosos y los actores de decisión intuían su potencial pero tímidamente se le brindaban el debido interés y los recursos para su incorporación en los sistemas productivos. Hoy, cuando es claro que en la gran mayoría de paquetes tecnológicos la estrategia, la gestión, la visión de mercado, entre otros factores, supeditan el desarrollo tecnológico, relegando los componentes antes denominados con duros, es satisfactorio encontrar que en diferentes ámbitos, como en el de las Fuerzas Armadas, se encuentren autores que de manera sustentada y concisa nos propongan el ahondar en la gestión tecnológica, como lo ha hecho el ingeniero Germán Wedge, con su obra *Diseño π : Gestión Tecnológica para el Diseño de Proyectos de Ingeniería*.

Resulta pertinente la necesaria relación propuesta entre la gestión tecnológica, el diseño y los proyectos de ingeniería. Con amplitud se soportan cada una de estas categorías. Apoyado con una nemotecnia muy didáctica se plantean variados esquemas y análisis de casos de situaciones reales. Finalmente, el libro es generoso en explicar el modelo ADDIE y sus posibilidades en el diseño de proyectos de ingeniería, soportados en la gestión tecnológica. Seguro que con este trabajo se abrirán las puertas para el fortalecimiento de la gestión tecnológica como componente estratégico del sector defensa y de muchos otros que con visión adopten esta temática como base de su competitividad.

Oscar Fernando Castellanos Domínguez

Ingeniero Químico, MA, MSC, PhD.

Profesor Asociado

Universidad Nacional de Colombia

Director

BioGestión - I&D en Gestión, Productividad y Competitividad

Investigador Senior Colciencias



Prefacio

El desarrollo, transferencia, apropiación, adquisición e innovación tecnológica unidas al diseño mecatrónico, han sido los elementos fundamentales en la resolución de problemas de ingeniería, aplicados en equipos aeronáuticos, accesorios y artefactos para el cumplimiento de la misión de la Fuerza Aérea Colombiana, que en adelante figurará como organización de estudio. Gracias a estos, elementos, se ha logrado contar con mayor disponibilidad de recursos y alternativas en el acercamiento de nuevas tecnologías, mejores equipos aeronáuticos y mejores prácticas al momento de operar en términos de mantenimiento, revisión de estructuras, motores, instalaciones y demás componentes de los sistemas aeronáuticos.

Parte de las estrategias a la implementación de dispositivos han partido de fallas en los sistemas, elevados costos de adquisición, demoras en los procesos y hasta adaptaciones a las condiciones geográficas propias del territorio nacional. Siendo este el canal para el desarrollo de múltiples proyectos que generan un impacto directo sobre las operaciones aéreas, como por ejemplo los sistemas de armamento acoplados a planos no existentes en helicópteros de ataque, los cascos de combate con adaptaciones de dispositivos de visión nocturna, los sistemas de mira adaptables en armas de diferentes calibres, los bancos de medición, verificación y ensayo de líquidos, combustibles y hasta eyectores y válvulas con características especiales.

Para retomar todas estas propuestas aplicadas concretamente a los principios de ingeniería, se debe potenciar el ejercicio de prácticas y actividades basadas no solo en las experiencias de los técnicos y profesionales especializados, sino también en los recursos estructurados desde un marco de procedimientos y guías conducentes a modelar sistémicamente las respuestas a un problema en particular. Teniendo esto presente, es necesario considerar los conceptos de ingeniería e innovación integrados por medio de una guía de diseño moderno, como pieza fundamental en la estructuración de proyectos y determinación de fases de verificación, que potencien un diseño óptimo, con valores agregados en su implementación y con características de ingeniería consistentes a los requerimientos del cliente en los proyectos de seguridad y defensa.

En términos generales la organización de estudio requiere la unificación de criterios en diferentes ámbitos de su gestión, no solo desde la integración de sus sistemas técnicos, logísticos y administrativos sino también desde el panorama de la gestión de su conocimiento y las rutas para llegar a resultados con mayor nivel de efectividad y rendimiento en el cumplimiento de su misión institucional.

Finalmente, y viendo el horizonte futuro para el desarrollo de las operaciones aéreas, los ejercicios internacionales, la modernización y obsolescencia de los equipos de vuelo, la multidisciplinariedad en las distintas especialidades de la fuerza, el apoyo a las nuevas iniciativas en materia de I+D+i por parte del Ministerio de Defensa, el impulso en los programas de gestión tecnológica y la clara necesidad de afrontar nuevas amenazas en el marco del conflicto armado colombiano, la Fuerza Aérea tiene la responsabilidad social



16

de velar por el uso adecuado de los recursos públicos y de optimizar sus esfuerzos en la materialización de los resultados a todo nivel.

Es por esto que el Diseño π : o Diseño ADDIE propuesto, focaliza su objeto en poder aportar a este horizonte presente y futuro de la organización, de tal forma que se puedan propiciar las bases científicas y de ingeniería para que el personal pueda apropiarse sus capacidades en el desarrollo de mejores opciones en términos de forma, función, estructura e incluso procesos de producción que lleguen a ser articulados tanto con la Industria Nacional Colombiana, como con la academia y el mismo crecimiento del país.



Capítulo 1

Derroteros tecnológicos en proyectos de Ingeniería

1.1. Implicaciones tecnológicas

1.2. Elementos descriptivos

1.3. Impactos tecnológicos

1.1. Implicaciones tecnológicas

La Fuerza Aérea Colombiana (FAC), en su ejercicio de funciones para la defensa de la soberanía nacional y los fines del estado, tiene la responsabilidad de mantener sus procesos y procedimientos a la vanguardia del desarrollo tecnológico, es por esto que como insumos de su misión en la ejecución de las operaciones aéreas, requiere de la permanente revisión de sus sistemas, equipos, accesorios y procedimientos, para el óptimo mantenimiento, control y operación de misiones dentro y fuera del territorio nacional.

En este sentido, cobra relevancia la problemática que se presenta en el planeamiento y ejecución de dichas misiones, respecto a la actualización y manutención de equipos de última tecnología, con los cuales se soportan las acciones militares propias de la misión institucional, ya que en diferentes aspectos tales como: la operación de repuestos, combustibles, partes, componentes y estructuras aeronáuticas, sistemas hidráulicos, neumáticos, electrónicos, mecánicos y aviónicos en general, surgen fallas técnicas o humanas que pueden incurrir en la pérdida de recursos de toda índole, inclusive la pérdida de vidas como peor consecuencia de los errores en diseños o implementación de soluciones en ingeniería.

Adicional a esto, la institución cuenta con dos restricciones significativas a nivel tecnológico, la primera, el amplio número de aeronaves e infraestructura tecnológica, que en muchas circunstancias presentan deterioradas condiciones por ser de generaciones pasadas con limitaciones en sus capacidades físicas u operativas, no solo en cantidades sino en características de componentes e integración de tecnologías; la segunda, las difíciles condiciones de orden público y bajos recursos presupuestales con los que cuenta en el presupuesto general de la nación.

Sin embargo, y a pesar de las limitaciones, el talento humano de la organización representado en los equipos de personal técnico y profesional de las diferentes especialidades, utilizan su valiosa experiencia y conocimientos en la formulación de alternativas para el mejoramiento de los procesos y el aprovechamiento de los recursos, no solo con las herramientas metodológicas básicas, sino con todos los conceptos que a lo largo de los años han adquirido en su formación especializada.

En este sentido, dichas alternativas de solución a los problemas técnicos han sido encausadas para la adaptación de tecnologías y la minimización de costos por medio de proyectos en el marco de la transferencia, la apropiación, el desarrollo o la innovación tecnológica, pero sin la aplicación de una guía estandarizada para dichos fines. Con lo cual la mayoría de estos proyectos han sido desarrollados solo con la ayuda de la experiencia y el conocimiento individual, mas no con un marco de referencia sistémico o



procedimental que estructure todas las soluciones de ingeniería que día a día surgen de las mismas necesidades operativas en el desarrollo de las operaciones aéreas.

1.2. Elementos descriptivos

19

- Diseño de soluciones en ingeniería a necesidades identificadas.
- Uso de la innovación tecnológica.
- Aplicación de la ingeniería inversa.
- Acciones de transferencia y apropiación de la tecnología.
- Uso de la sustitución de tecnologías.
- Determinación de parámetros de diseño para equipos genéricos colombianos.
- Referenciación de dispositivos y equipos de diferentes generaciones.
- Producción y relación de triada universidad, empresa, estado.

1.3. Impactos tecnológicos

Luego de reconocer diferentes situaciones en donde los equipos y recursos de trabajo de la organización presentan algunas deficiencias operacionales en funcionalidad o en obsolescencia, surgen diversas necesidades frente a dichas problemáticas. En este sentido se han tomado múltiples caminos de resolución que de cierta manera hacen que los esfuerzos no se centren en un solo objetivo, como se espera debería ser para la optimización de recursos y tiempos de trabajo realmente adecuados para la organización.

En este sentido, el problema se centra en la divergencia metodológica con la que se abordan los proyectos de ingeniería dentro de la Fuerza Aérea, desde el punto de vista del diseño, el desarrollo y la implementación de los mismos, conduciendo a los deficientes niveles de innovación, el estancamiento en la generación y renovación del conocimiento, desinterés por la gestión tecnológica, rutina de prácticas inadecuadas y por lo tanto la deficiencia en los diseños de ingeniería; valdría la pena observar las alternativas disponibles para el mejoramiento de dichas prácticas, que de alguna manera enfoquen sus resultados al saneamiento de las pautas, lineamientos, competencias de diseño, e incluso la falta de gestión y generación de proyectos de I+D+I (figura 1).

En términos generales, y para construir suficientemente una solución a esta problemática, se hace necesario la recopilación de información de estrategias existentes aplicadas en innovación tecnológica, así como la recopilación y análisis de metodologías en la implementación de varios proyectos ya existentes y en operación dentro de la organi-



zación, por último, se debe establecer claramente la estructura y conformación general del modelo para suplir una herramienta útil y asertiva en el mejoramiento y desarrollo de la organización.

20

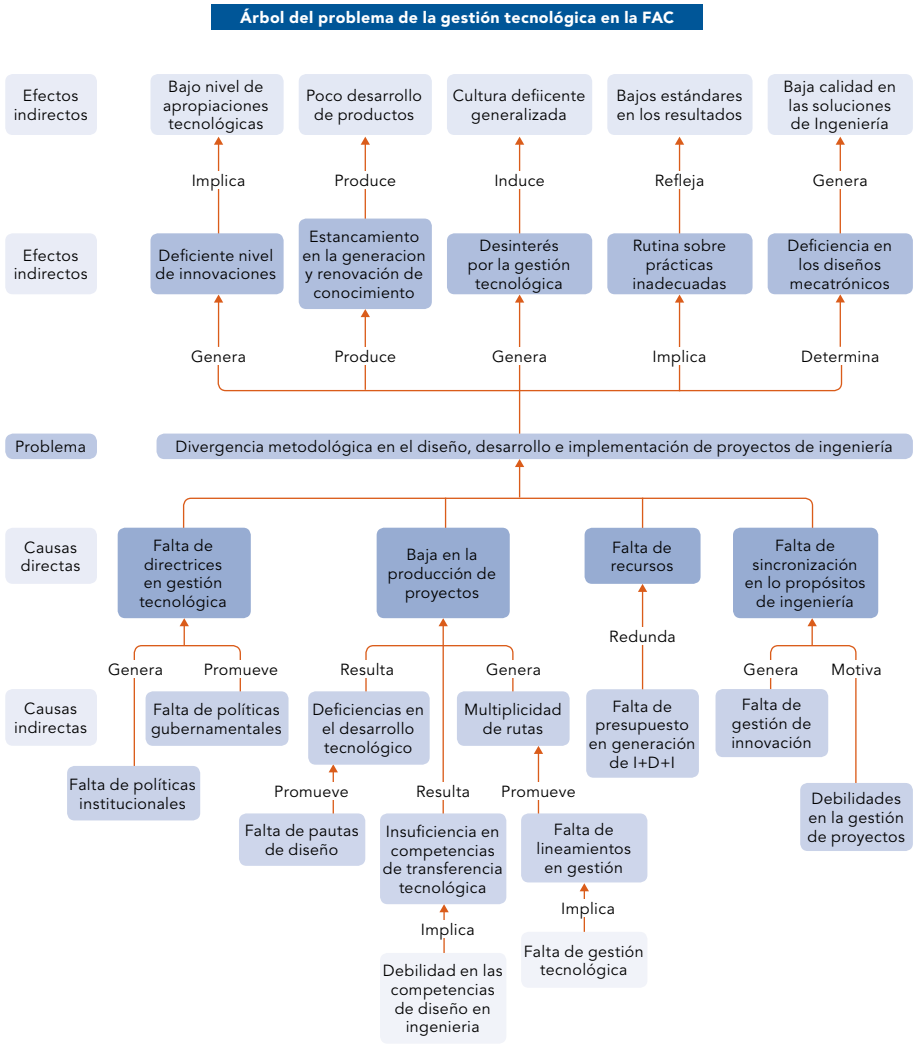


Figura 1. Árbol del problema de la gestión tecnológica en la FAC.
 Fuente: elaboración propia.



Capítulo 2

Enfoque teórico de la gestión tecnológica y el diseño de proyectos en Ingeniería

2.1. Análisis conceptual

2.2. Referente legal

El marco de referencia del proyecto se divide en dos apartados, como lo son el marco conceptual referido a la argumentación temática para el soporte del modelo y el marco legal referido a los aspectos netamente institucionales que sustentan la aplicación y pertinencia del objeto final del presente documento.

2.1 Análisis conceptual

En términos generales, el marco conceptual toma una estructura básica para su interpretación y seguimiento, consistente en una estrategia de revisión teórica y el desarrollo de la misma mediante la jerarquización de conceptos y deducciones orientadoras del fin último del proyecto, pasando por la determinación de los conceptos básicos hasta la construcción general de modelos y aplicación de los mismos.

2.1.1. Estrategia de revisión teórica.

Para la formulación y estructuración del modelo es necesario profundizar y abordar diferentes conceptos y autores, de tal manera que sean contextualizados todos y cada uno de los elementos a incorporar en el modelo, dichos referentes se relacionan en el desarrollo de los marcos de referencia, sin embargo, para hacer esta revisión se tomará una estrategia de revisión documental para la elaboración de modelos de negocios de (Osterwalder, Pigneur y Tucci, 2005) (figura 2) con la cual se pueden establecer los tópicos generales, los componentes y los modelos de referencia útiles para la generación del esquema final.

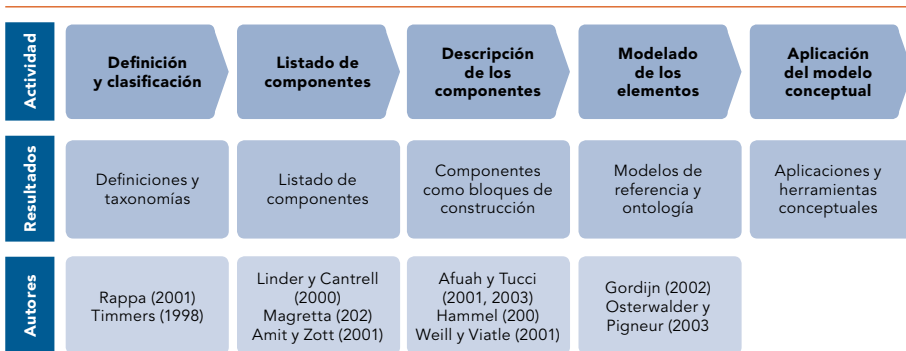


Figura 2. Etapas para la elaboración de modelos de negocios.

Fuente: Cárdenas, 2009.

Considerando estas etapas de categorización, a continuación se relacionan los tópicos, componentes y modelos de referencia a desarrollar en el marco teórico (tabla 1), de tal



forma que se le pueda dar una estructura lógica a la revisión documental y posterior aplicación dentro del encadenamiento del modelo, en su fundamentación, su estructura y su adaptación.

Tabla 1. Mapa general del marco teórico.

Definición y clasificación		Listado de componentes	Modelos de referencia
Marco conceptual			
Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • Concepto • Características • Tipologías 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de restricciones de un proyecto
Desarrollo tecnológico		<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología • Producción de tecnología • Ámbitos de la tecnología • Papel de la tecnología y desarrollo tecnológico • Transferencia de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Paquete tecnológico
		<ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Tipos de innovación • Investigación, desarrollo e innovación 	
Diseño		<ul style="list-style-type: none"> • Proceso del diseño en ingeniería • Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva (<i>Teoriya Riesheniya Izobrietiatselskij Zadach-TRIZ</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de vida de un producto • Metodologías ágiles
Gestión	Conceptos básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la calidad • Gestión del conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de congruencia *Modelos de gestión del conocimiento
	Gestión de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de vida de un proyecto • Ciclo de vida de un proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de gestión de proyectos
	Gestión de innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades de la gestión de la innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de innovación • Modelos de gestión de la innovación
	Gestión tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Funciones de la gestión tecnológica. • Actividades de la gestión tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de gestión tecnológica • Ejemplos de modelos
Marco legal			
Referencia nacional		Plan Nacional de Desarrollo	Modelo de ciencia y tecnología nacional
Referencia ministerial		Política integral de defensa y seguridad	Programas de defensa y seguridad Modelo CTI sector defensa
Referencia institucional		Plan estratégico institucional FAC	Sistema de ciencia y tecnología FAC

Fuente: elaboración propia.

A continuación se desarrolla el mapa general del marco teórico con el fin de hilar los conceptos desde la comprensión de lo que es un proyecto como eslabón articulador del presente documento, visto desde la presentación de soluciones aplicadas al diseño en ingeniería, pero enmarcadas en el contexto de respuestas innovadoras y fusionadas dentro del camino del desarrollo tecnológico como foco primordial del proceso de gestión tecnológica; el cual ha de ser plasmado en el modelo propuesto en los resultados de la investigación.

Cabe aclarar que a lo largo del marco teórico se desarrollan tres conceptos dependientes entre sí, como lo son:

- Proyecto
- Producto
- Proceso

Sin embargo por sí mismos están interconectados y descritos desde dos enfoques diferentes, uno desde el diseño de ingeniería y otro desde la gestión de proyectos, para



converger al final en el modelo de gestión tecnológica (figura 3), visto desde la necesidad el proceso y los resultados obtenidos mediante un bien o un servicio.

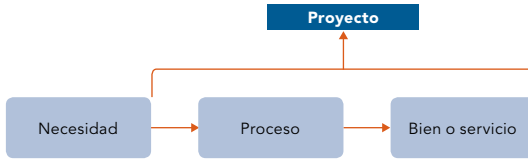


Figura 3. Visión general de un proyecto.
Fuente: elaboración propia.

Donde a partir de una necesidad se diseña un proyecto que implica un proceso completo hasta llegar a un producto, representado en un bien o un servicio que finalmente resuelve la necesidad, pero que es necesario entender para la profundización de temas como el ciclo de vida del proyecto y del producto mismo, los cuales son descritos en adelante.

Por último, es de aclarar que el foco del presente documento es el desarrollo de una propuesta donde se logre plasmar por medio de un modelo de gestión tecnológica, el camino a seguir para el diseño de proyectos basados en el proceso de desarrollo de productos de ingeniería, entrelazando los conceptos macro de la gestión de proyectos, mediante las metodologías ágiles con el diseño y establecimiento de requisitos desde el marco de la ingeniería, hasta abarcar las funciones esenciales de la gestión tecnológica.

2.1.2. Proyecto.

A continuación se detallan los aspectos relevantes a la caracterización de un proyecto desde su base, teniendo en cuenta las características y modelos de restricción provistas por el Project Management Institute (PMI), como institución del marco internacional especializada en la gestión de proyectos, de donde se tomarán diferentes parámetros de referencia en la temática, por su nivel de impacto y representación en diferentes organizaciones destacadas mundialmente.

2.1.2.1. Concepto de proyecto.

El concepto de proyecto ha sido dado por múltiples autores que lo abordan desde la ingeniería, la economía, la gestión, la administración e incluso áreas de las ciencias sociales, las cuales también observan en los proyectos, un camino a la resolución de problemas de diferente índole, es así como a continuación se presenta el concepto visto desde el orden internacional, como es el interés del presente documento en razón a la necesidad de abordar proyectos de defensa que alineados con entes como la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), ofrezcan la posibilidad de entablar codificaciones, validaciones y certificaciones que sustenten los resultados de los proyectos no solo a nivel nacional sino también internacional. Como lo indica la ISO 21500 (2012):

Proyecto es un conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto. El logro de los objetivos del proyecto requiere la realización de entregables que satisfagan requisitos específicos. Un proyecto puede estar sujeto a múltiples restricciones.



Adicional a este concepto el PMI como ente general en el manejo de proyectos, por medio de su guía documental, desarrolla el siguiente criterio que vincula la temporalidad y los resultados como variables claves en la determinación de un proyecto: “esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMBOK 5.ª edición, 2012).

En este sentido, cada proyecto cuenta con un nivel de temporalidad que lo induce a tener un inicio y un final representado mediante un producto, además contextualiza un proyecto como el mecanismo para crear productos únicos independientemente del número de unidades procesadas, manteniendo la condición de relevancia requerida para planear y desarrollar cada uno de forma gradual, mediante el seguimiento de un proceso y control de actividades.

Teniendo en cuenta estos enfoques, el modelo se fundamenta en que un proyecto es el resultado del análisis completo de una necesidad, estructurado por múltiples etapas de proceso para la obtención de un bien o un servicio en particular.

Y para aplicar este concepto es importante visualizar las características definidas y estudiadas por el PMI, con las cuales se muestra el ámbito de un proyecto integral, que en este caso en particular apunta a la definición de estrategias y líneas de acción que puedan desprenderse para los proyectos de la fuerza.

2.1.2.2. Características de un proyecto (PMI).

Traer a colación las características de un proyecto vistas desde el enfoque del PMI, permiten la identificación de requerimientos y secuencias de proceso útiles para cualificar los recursos y medios esperados en el desarrollo de ideas y propuestas a las necesidades presentadas, (PMI, PMBOKR, 2012) como sigue:

- Objetivo definido.
- Tiempo definido.
- Demanda recursos.
- Ejecución progresiva.
- Requiere un líder y ejecutores.
- Enfoque planeado.
- Tiene incertidumbre.

El objeto, el tiempo, los recursos, la ejecución, los actores y la misma incertidumbre de un proyecto, muestran el grado de impacto de cualquier proyecto, y definen de igual modo dos instancias particulares desarrolladas por el PMI, como lo son las áreas del conocimiento y los ciclos de vida de un proyecto y de un producto, traídos a colación en adelante por su relevancia respecto al objeto real y uso de recursos de los proyectos de ingeniería aplicados en la Fuerza Aérea.

Por otra parte, la definición de los tipos de proyectos descrita a continuación, dan claridad respecto a la pertinencia de los planteamientos propuestos en la resolución de problemas para las entidades públicas.

2.1.2.3. Tipos de proyectos.

En términos generales los proyectos pueden tener un gran abanico de tipologías, ya sea por sus condiciones de temporalidad, presupuestos, alcances y muchas otras variables



propias a estos, sin embargo, como marco de referencia de las instituciones nacionales, es válido discriminar solo dos tipos de proyectos en especial (Ley 1286, 2009):

- Proyectos con ánimo de lucro.
- Proyectos sin ánimo de lucro.

Siendo los primeros los desarrollados por la empresa privada y los segundos por la empresa pública, para los cuales dentro del interés de proyectos del sector defensa se pueden involucrar ambos tipos de proyectos, en soluciones que impactan todos los sectores económicos por la generación de alianzas y redes de cooperación requeridas en el crecimiento y desarrollo tecnológico del país.

2.1.2.4. Modelo de restricciones de un proyecto.

En referencia a los amplios estudios en materia de proyectos a nivel mundial, el PMI ha emanado un robusto marco conceptual del manejo y descripción de proyectos, por lo tanto, a continuación se plasma el concepto de restricciones para cualquier tipo de proyecto entendiendo esto como una guía para interpretar el significado real de poder diseñar un proyecto para la solución de una problemática en particular.

El modelo de la triple restricción (figura 4), muestra la relación de tiempo, costo y alcance que se deben tener presentes previo a la asignación de cualquier tipo de recursos y en especial en la primera fase o de iniciación de cualquier proyecto, de tal forma que se pueda hacer la perspectiva clara junto con el establecimiento de equipos de trabajo necesarios.

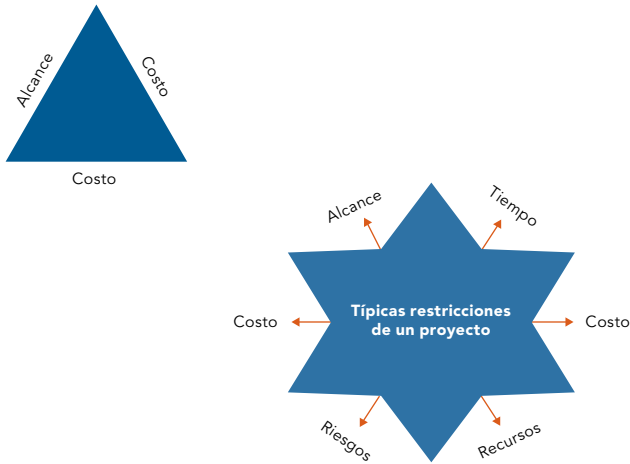


Figura 4. Triple restricción de un proyecto.
Fuente: PMI, PMBOKR, 2012@.

En las actualizaciones hechas por el PMI se amplía la zona de restricciones de los proyectos adicionando a las cuatro barreras: alcance, tiempo, costo y calidad, el factor de riesgos y recursos (figura 5). Inclusive se pueden sumar otras restricciones según sean los tipos de proyectos y sus propios niveles de impacto. Con los cuales ha cobrado mayor relevancia el valor de satisfacción del cliente y los riesgos asociados a la formulación, despliegue y desarrollo de cualquier proyecto.





Figura 5. Triple restricción extendida.

Fuente: curso PMI (EAN, Escuela de Administración de Negocios, 2013).

2.1.3. Desarrollo tecnológico.

Para abordar un modelo de gestión tecnológica para el diseño de proyectos basados en transferencia e innovación, es necesario detallar conceptos básicos de cómo se viabiliza y sustenta el desarrollo tecnológico a partir de la tecnología, su transferencia, la innovación y el mismo concepto de diseño aplicado al desarrollo de proyectos en ingeniería, adicional a esto se tiene que considerar el concepto de gestión desde el mismo ordenamiento del conocimiento en las organizaciones, la gestión de la innovación y la gestión tecnológica como argumento para integrar los criterios desde una mirada holística en la propuesta final del proyecto.

2.1.3.1. Tecnología.

Cuando se introduce este concepto en el análisis teórico de un proyecto debe tenerse presente que tras de este viene consigo un entramado de elementos que hacen parte de la generación de variables relevantes en las organizaciones, es por esto que la tecnología, siendo uno de los tres pilares junto con la ciencia y la innovación (Rather, 1990) en la medición de avances de las organizaciones, cobra relevancia para su interpretación dentro del modelo. Ya que como su nombre lo indica, incluye dentro de sí la concepción de los aportes técnicos aplicados a un conocimiento específico mediante el cual se plasme un mejoramiento de los procesos o de los productos desarrollados por la organización.

En este aspecto, la tecnología es un medio estratégico para llevar a cabo una acción específica, desde un conocimiento básico hasta el manejo de los recursos necesarios para producir un bien o un servicio, así como lo planteaban Gaynor (1996) y Sumanth (1999), refiriéndose a la tecnología como un medio en sí misma, de igual modo, Pavón e Hidalgo (1999) la definen como el conjunto de conocimientos e información propios de una actividad que pueden ser utilizados en forma sistemática para el diseño, desarrollo fabricación y comercialización de productos o la prestación de servicios, incluyendo la aplicación adecuada de las técnicas asociadas a la gestión global.

Por otra parte, Sábato (1997) concibe la tecnología no solo como ese armazón de posibilidades en investigación y ciencia, sino también como la opción que se tiene con todas las experiencias que evocan una tarea en particular.

Con estas concepciones se puede decir que todas y cada una de las actividades desarrolladas en la organización pueden conducir a resultados en aportes a la tecnología, como lo plantea Cañas (1989) cuando afirma que la tecnología es un medio a analizar en

todos los procesos de desarrollo, de igual modo puede ser de libre movilidad (García y Vega, 2012), en resumen la tecnología trae consigo diferentes enfoques que finalmente redundan en los contextos económicos, políticos, culturales y sociales de toda organización.

2.1.3.2. Producción de tecnología.

Teniendo en cuenta que la tecnología involucra diferentes insumos, es necesario visualizar su forma de producción con base en que debe alinearse en la organización para este el desarrollo de todos los propósitos encaminados al aporte en nuevas y pertinentes tecnologías (Dehaghi y Goodarzi, 2011).

Autores como Sábato y Mackenzie (1988), compilaron desde ese entonces rutas de la producción en tecnología, considerando ideas, investigaciones, diseños y plantas piloto en las actividades científico-técnicas, especificaciones y desarrollo de mercado en las actividades económico-comerciales y previsión de negocios en las actividades de planificación (figura 6), como piezas de un sistema de producción determinantes en la consecución de ideas, diseños, desarrollos de producto, de mercado y finalmente estrategias para enfrentar los resultados del desarrollo a condiciones de tiempo y recursos mediados por la capacidad de cada organización.



Figura 6. Actividades relacionadas con la producción de tecnología.

Fuente: adaptado de Sábato y Mackenzie, 1988.

Estas actividades enmarcadas en la producción de tecnología confluyen en la correlación de los mismos ámbitos de la tecnología (figura 7), donde los productos, los procesos y los conocimientos van moldeando la necesidad de la gestión operativa, por otro lado la sinergia y la movilidad de la organización en el medio constituyen la gestión estratégica que en términos generales involucra la tecnología con la administración para dar pasos en dirección del avance y el fortalecimiento de la misión de la organización.



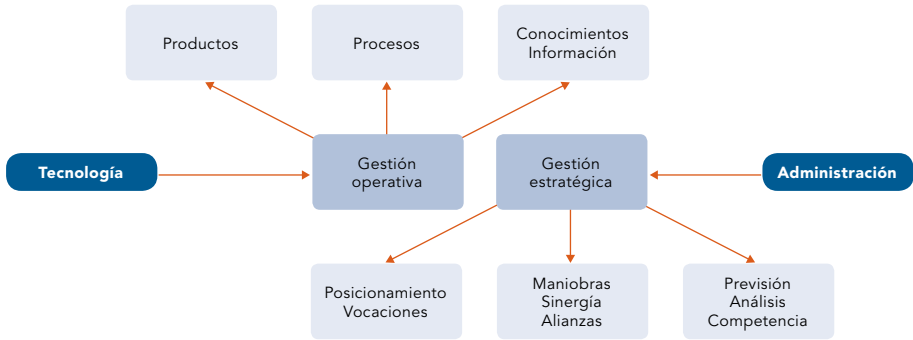


Figura 7. Ámbitos de la tecnología y la administración.
Fuente: (Castellanos, 2007) adaptado de Ait-El-Hadj (1990).

Previendo entonces la participación de los diferentes ámbitos de la tecnología en la organización, se presenta de manera clara el importante papel que juega la tecnología y lo que representa en el contexto del presente proyecto, puesto que gracias a esta se da pie a la mecanización de una estrategia en el marco de la administración y la operación de la organización (figura 8), es decir que mediando las actividades y los ámbitos de la tecnología, se encuentra que el papel de la misma está en determinar las rutas entre la forma de interrelacionar los recursos como la forma de administrar las operaciones y viabilizar la generación de bienes y servicios al servicio de la sociedad.

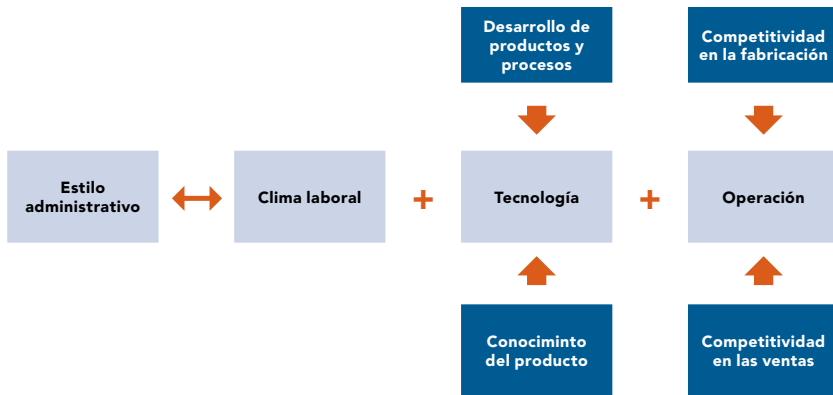


Figura 8. Papel de la tecnología en el perfil global de la empresa.
Fuente: (Castellanos, 2007) adaptado de (Mejía, 1998).

En general el papel de la tecnología debe ser tenido en cuenta para la formulación del modelo considerando la suma de productos y procesos con el conocimiento del producto, más el sentido de competitividad en la fabricación y ventas dados en la operación del proceso administrativo y laboral de la organización.

2.1.3.3. Transferencia de tecnología.

En este camino de desarrollar el concepto de tecnología como base de un modelo de gestión tecnológica, se deben considerar los cambios y estados de la misma, siendo



este el paso para describir el concepto de la transferencia de tecnología (Malaver, 2009), como arteria principal de la apropiación y visualización de nuevos panoramas en cada uno de los sectores donde se acoplen y adapten productos como bienes o servicios para la generación de impacto en el mercado (Park y Lee, 2011).

Según las Naciones Unidas, la transferencia de tecnología se basa en la trasmisión de conocimientos para la fabricación de un producto, como lo afirma (Malaver, 2003), la aplicación de un procedimiento o la prestación de un servicio, aunque este marco no refiere necesariamente la venta de productos, más bien toma de base las siguientes acciones (Pavón e Hidalgo, 1999):

- Venta o cesión bajo licencia de propiedades industriales.
- Transmisión de conocimientos técnicos especializados y experiencias bajo la forma de estudios de confiabilidad, modelos, manuales, formulas, detalladas e instrucciones específicas.
- Transmisión de conocimientos tecnológicos para adquirir, instalar y utilizar máquinas, materiales o bienes intermedios.
- Transmisión de conocimientos tecnológicos necesarios para la instalación, operación y funcionamiento de proyectos llave en mano.
- Materiales destinados a la formación de personal y servicios, tanto de consultoría como de gestión, prestados por personal especializado.

De la misma manera, es importante tener claridad acerca de todos los elementos que pueden ser objeto de transferencia (Rodríguez y Gaitán, 2006). Teniendo en cuenta que la organización puede estar orientada a la generación de acciones en los diferentes ámbitos en los que se organizan dichos elementos (tabla 2):

Tabla 2. Ámbitos de la transferencia de tecnologías.

General	Técnico	Comercial	Gestión
Patentes de invención Procedimiento, nombres comerciales y sus atributos (color, logotipo) Material publicitario Diseños industriales Instrucciones, manuales, especificaciones y listas de control Estudios técnicos de instalación Asistencia técnica Formación Estudios de viabilidad Listas de proveedores y clientes Programas informáticos	Procedimientos de investigación y pruebas Técnicas de producción y ensamblaje Técnicas de gestión de la producción Técnicas de control de calidad Técnicas del cálculo del precio Técnicas de compra de materias primas Técnicas de gestión de inventarios Técnicas de formación de personal técnico	Técnicas de estudio de mercado y previsión de ventas. Técnicas de lanzamiento de nuevos productos Técnicas de merchandising Técnicas de publicidad, promoción y relaciones públicas Técnicas de organización y remuneración del equipo de ventas Técnicas de elección y optimización de los puntos de distribución	Técnicas de contabilidad y control de costos Técnicas de control presupuestal Técnicas de evaluación de proyectos de inversión Técnicas de incorporación de personal Técnicas de remuneración y promoción Técnicas de motivación Técnicas de planificación y control

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, vale la pena destacar que estos ámbitos pueden ser desarrollados mediante dos formas diferentes de obtención de tecnologías e intercambio (Rodríguez y Gaitán, 2006), tales como:

- Desarrollos propios o en cooperación.
- Adquisición a terceros.



Estas formas de obtención trascienden a estrategias de transferencia internacional de tecnología consistentes en:

- Estrategias reactivas.
- Estrategias ofensivas.
- Estrategias de inversión.
- Estrategias de franquicia.
- Estrategias de alianzas tecnológicas.

Descritas como estrategias reactivas las cuales responden a las situaciones de amenaza y fortalezas, estrategias ofensivas, aplicadas a situaciones de amenaza y debilidades, estrategias de inversión evaluadas para canalizar la relación costo-beneficio e impacto de los proyectos, estrategias de franquicia aplicadas a la sesión de actividades de operación y las estrategias en alianzas tecnológicas como una de las más relevantes en cuanto a su impacto y utilidad respecto al crecimiento de la industria y la academia en general.

Obteniendo así amplios desarrollos a la hora de hablar de gestión tecnológica y transferencia; por otra parte, para operar sobre estas estrategias es bueno tener certeza de qué tipo de tecnologías son las que se están abordando, como a continuación se refieren (Hernández, Vélaz y De la Torre, 2008):

- Tecnologías clave: son aquellas que la empresa domina completamente y que hacen que mantenga una posición de dominación relativa frente a sus competidores en un cierto mercado (sector) y tiempo.
- Tecnologías básicas: son aquellas tecnologías consolidadas que se requieren para el desarrollo de los productos de la organización, pero que no suponen ninguna ventaja competitiva porque también son perfectamente conocidas por los competidores.
- Tecnologías emergentes: son aquellas tecnologías inmaduras (posiblemente en las primeras fases de su desarrollo) en las que la empresa está apostando como base para constituir las tecnologías clave si sus desarrollos satisfacen las expectativas puestas en ellas. Se asume con ellas un riesgo elevado.

Adicional a estos tipos de tecnologías, se debe aplicar el concepto de desarrollo tecnológico, el cual cobra relevancia refiriéndose al uso sistemático del conocimiento y la investigación, dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos, incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos (Ávalos, 1990).

Consistentemente con las tecnologías y el desarrollo tecnológico, que más adelante se sintetiza en el paquete tecnológico de una organización, a continuación se ilustra el ascenso en el contexto de la cultura tecnológica en las organizaciones (figura 9), empezando por la división de etapas de complejidad básica, intermedia y avanzada, con las que se van superando escalones, desde la producción, la adquisición de medios tecnológicos, la reparación y mantenimiento de equipos, hasta llegar a la generación de innovaciones y prestación de servicios tecnológicos con valor agregado y capacidades en I+D+I, como es el objetivo de muchas organizaciones para enfrentar los cambios permanentes del mercado.



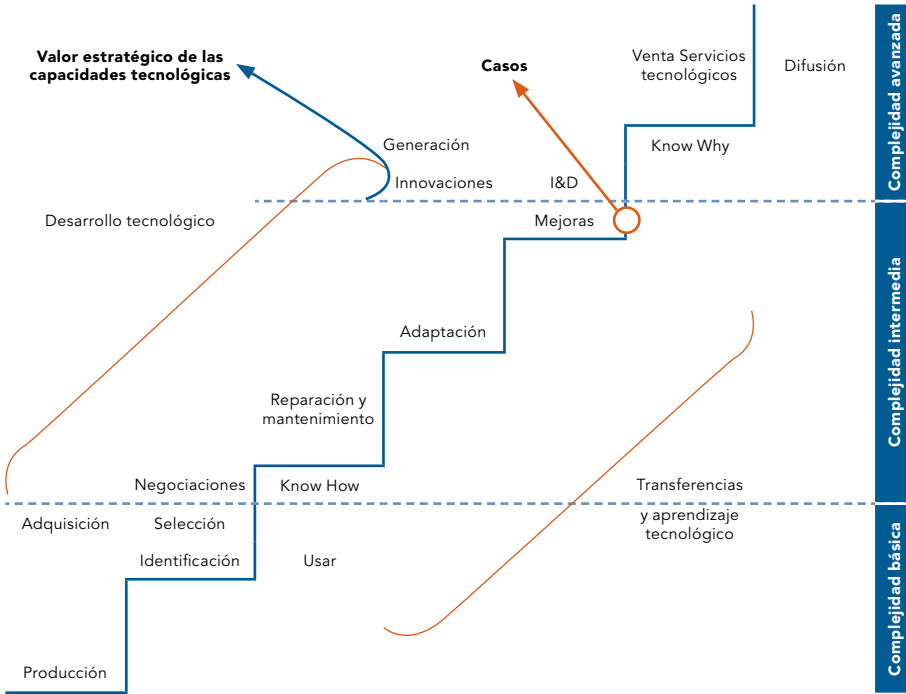


Figura 9. Escalera tecnológica.
 Fuente: adaptado de Vargas y Malaver, 2003.

Con base en la escalera tecnológica, las organizaciones se pueden ubicar y homologar en alguno de sus escalones, ya sea que simplemente se dedique a captar tecnologías de forma pasiva, o más bien se comprometa a ser un usuario tecnológicamente activo y se dedique a pensar en mejorar e innovar sus procesos, como es la intención de la Fuerza Aérea frente a las necesidades de cambio que enfrenta actualmente.

Teniendo en cuenta los tipos de tecnologías y los escalones para enfrentar los retos en desarrollo tecnológico, se pueden definir los diferentes tipos de acceso a las tecnologías sobre las que se pretende actuar, dentro de los que se destacan cuatro niveles diferentes:

- Acceso interno: las tecnologías necesarias se encuentran dentro de la organización.
- Mercado tecnológico controlado: los recursos tecnológicos requeridos se encuentran disponibles externamente, pero en sitios a los que se puede recurrir, como en los centros de I+D públicos y privados.
- Mercado tecnológico abierto no controlado: no existe ninguna ventaja para acceder a la tecnología y esta deberá de adquirirse al coste que marque el mercado.
- Acceso restringido: el recurso tecnológico se encuentra en manos de otra empresa que no desea ponerla a disposición de otros posibles competidores.

2.1.3.4. Innovación.

Como hasta el momento se ha tratado el concepto de tecnología, también se requiere traer a colación el concepto de innovación (Rothwell, 1992), el cual sirve como pieza clave en la plataforma de la gestión tecnológica, no solo para plasmar las diversas formas de



interactuar con el mercado sino por la posibilidad de generar nuevos procesos, productos, diseños, servicios, métodos o estructuras de organización, con valor agregado en su contenido, que para la organización son imperativos para su transformación y aumento de capacidades distintivas en innovación (Malaver, 2003).

En concreto, la innovación a diferencia de la investigación, se define según el Manual de Oslo como:

La implementación de un producto (bien o servicio) o proceso nuevo o con un alto grado de mejora, o un método de comercialización u organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, al lugar de trabajo o a las relaciones externas. (OCDE, 2005, p. 33)

Por otra parte, la innovación tecnológica en paralelo y como interés particular del presente documento, reúne las actividades científicas, tecnológicas, institucionales, financieras y comerciales encaminadas a la mejora de productos, procesos productivos, organizacionales y de mercado, requeridos para ascender en la escalera tecnológica y en los resultados de la organización, con los diferentes tipos de innovación (tabla 3).

En este sentido, la concepción amplia de la innovación incursiona con criterios de aprovechamiento de las oportunidades, creación de nuevos productos y cambios de paradigma que marquen la diferencia en los modos de operación o funcionalidad de los nuevos productos (Shulyak, 2000).

Tabla 3. Tipos de innovación.

Manual de Oslo (2005)	
	De producto
	De proceso
	De mercadotecnia
	De organización
Joseph Alois Schumpeter (padre de la innovación, 1911)	
	Introducción de nuevos productos
	Introducción de nuevos métodos de producción
	Apertura de nuevos mercados
	Desarrollo de nuevas fuentes de materias primas y otros insumos
	Creación de nuevas estructuras de mercado en una industria
Clasificación contemporánea 1, modelo de Tushman (1997)	
	Incremental
	Radical
Clasificación contemporánea 2	
Producto	Disruptiva
	Aplicación
	Producto
	Plataforma
Cliente	Ampliación de línea
	Mejora
	Marketing
	Curva de experiencia



Manual de Oslo (2005)	
Proceso	Optimización de costos
	Integración
	Proceso
	Migración de valor

Fuente: elaboración propia.

Con el tratamiento detallado de los diferentes tipos de innovación, se puede combinar y entender la necesidad a partir de la propia creación del conocimiento (tabla 4), con la cual se materializan y definen los alcances de las innovaciones al ser aplicados dentro de la organización, como sigue:

Tabla 4. Comparación innovación vs. Creación del conocimiento.

	Innovación	Creación de conocimiento
Definición	Generación e implementación de ideas para producir valor a la empresa, proveedores y clientes	Compartir conocimiento mental, emocional y activo de tal forma que resulte en un valor agregado
Clasificación genérica	Tecnológica: producto, proceso, servicio Mercado: producto, precio, plaza, promoción Administrativas: estrategia, estructura, sistemas, cultura	"Tácito Explícito Cultural"
Clasificación específica	Dos dimensiones: conocimiento de mercado + capacidades técnicas Componente + conocimiento arquitectónico Orientación de mercado + cambio en tecnología Radical, incremental, arquitectónica, regular, de segmento	"Individual - colectivo Procedimental, casual, condicional, relacional"
Perspectiva	Tecnológica, de mercado, administrativa/organizativa	Individual, grupal, organizacional e inter-organizacional
Principios	Combinación de recursos y capacidades con intención de generar ventajas competitivas sostenibles	Experiencias compartidas, aprendizaje
Proceso	Fase de idea, fase de viabilidad, fase de capacidad, fase de lanzamiento	Modelo SECI: socialización, exteriorización, combinación e interiorización: crear conceptos, justificar conceptos, construir prototipo, difundir conocimiento
Vigencia	Continua o <i>ad hoc</i> . Corto o largo plazo	Continua
Controladores (<i>drivers</i>)	Ambiente competitivo, dinámica del mercado, liderazgo, posicionamiento, diferenciación, políticas, estrategia, eficiencia, cambios, crisis	Planeación, toma de decisiones, aprendizaje, entendimiento, adaptación, interacción, necesidad de innovar, crisis
Dónde sucede	Usualmente en áreas funcionables de la empresa. Muy localizada	En la empresa entera que incluye tecnología, procesos, gestión implantación, cultura, sistemas, estructura
Cómo sucede	Proceso planificado que considera micro y macro impactos social, cultural, político y económico. Reuniones, discusiones, seminarios	Un continuo proceso de aprendizaje. Entrenamiento, reuniones, discusiones, seminarios, tormentas de ideas



	Innovación	Creación de conocimiento
Condiciones favorables	Intención organizacional, autonomía, fluctuación y caos creativo, redundancia de información, variedad de requisitos, capacidades centrales, sistemas, procesos, estructuras, recursos y capacidades	Intención organizacional, autonomía, fluctuación y caos creativo, redundancia de información, variedad de requisitos
Fuentes	Cadena de valor interna, cadena externa de cliente, proveedores, universidades, gobierno, laboratorios privados, competidores, industrias relacionadas	Cadena de valor interna, cadena externa de cliente, proveedores, universidades, gobierno, laboratorios privados, competidores, industrias relacionadas
Resultados	Nuevos productos, servicios, procesos	Nuevas ideas, desafíos, innovadores
Medidas	Ganancias, ingresos, cuota de mercado, satisfacción del consumidor, imagen	Satisfacción de empleados, ambiente, entrenamiento, retención de empleados, autonomía, nuevas ideas.

Fuente: (Arceo, 2009) adaptado de Popadiuk y Choo (2006).

Recopilando los conceptos previamente relacionados (Vega, 2012), se puede decir que para la implementación de la gestión tecnológica como guía práctica en la organización, es necesario visualizar la innovación y la creación del conocimiento dentro de los componentes de un paquete tecnológico (figura 10), para su adecuada utilización y adaptación de tecnologías (Schilling, 2008):

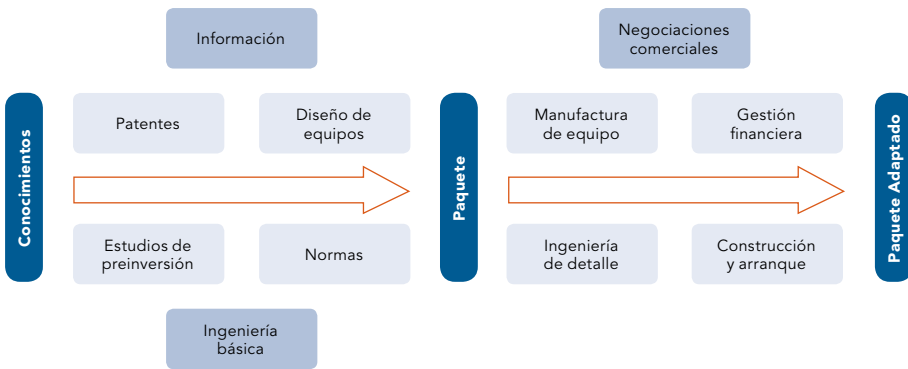


Figura 10. Componentes de un paquete tecnológico.

Fuente: adaptado de Castellanos, 2007.

Como se puede apreciar, se le da una entera aplicación al conocimiento mediante procesos de ingeniería, hasta llegar a los paquetes adaptados de las necesidades primarias encontradas en el estudio, por lo tanto, se da pie a la sección de diseño para poder interpretar este esquema en el contexto de la ingeniería.

2.1.4. Diseño en ingeniería.

Desde el marco del diseño, el modelo del proyecto trae consigo la connotación de poder establecer claramente el procedimiento, detallando punto a punto los pasos a seguir en la concepción, formulación y planteamiento formal de los proyectos basados



en transferencia e innovación tecnológica dentro de la organización, por esto se relaciona en este apartado el proceso de diseño, su comparación con el método científico, el ciclo de vida de un proyecto y un producto, el proceso general del diseño en ingeniería y hasta la conformación de organizaciones desde la mirada de la ingeniería, con el fin de precisar el enfoque del modelo de gestión tecnológica según el marco de especificaciones de los procesos de ingeniería para la obtención de proyectos consistentes a las necesidades operativas reales del sector defensa.

2.1.4.1. Proceso de diseño en ingeniería.

El módulo básico en los procesos de diseño tiene consigo la obtención de información general y las especificaciones requeridas para la operación del diseño (figura 11), los cuales intervienen de forma repetitiva en cada una de las fases subsecuentes del proceso, realimentando los estados y visualizando los resultados en la toma de decisiones del proyecto.

Teniendo en cuenta que el módulo básico permite determinar desde el inicio los requerimientos, comparándolos con las necesidades reales, se torna como un medio intermitente en el análisis de cada fase del proceso de diseño, puesto que verifica las entradas y compara los resultados parciales con el objeto definido de diseño que se espera en el marco de la ingeniería.

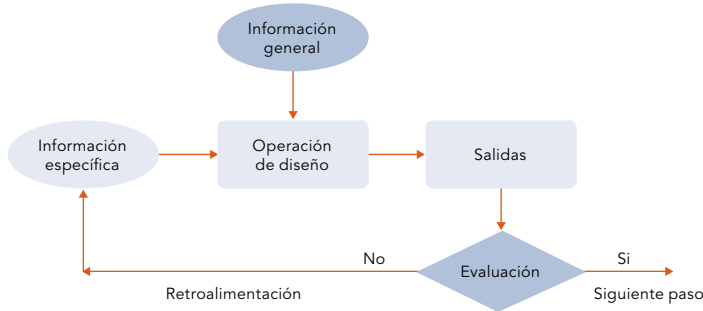


Figura 11. Módulo básico del proceso de diseño en ingeniería.

Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

Este proceso o unidad básica de diseño, se repite secuencialmente en la estructura del método de diseño, que en paralelo con el método científico se pueden observar tendencias en el uso de conceptos y diferencias en el número de etapas para la consolidación de un producto en particular, teniendo información válida desde una terminología diferente, como el hecho de hablar del estado del arte del proyecto, la identificación de necesidades, la conceptualización, el análisis de factibilidad y la producción, siendo este último uno de los aspectos diferenciadores y de aporte que se logran en el marco del modelo de gestión.

En razón a que en la producción del diseño, más que en las pruebas del método científico (figura 12), se promueven las redes de cooperación y se desarrollan las funciones de la gestión tecnológica fundamentadas en el diseño conceptual y la ingeniería de detalle para



precisar de una forma más rápida y efectiva soluciones a problemas particulares, que en adelante se esbozan en el ámbito de soluciones innovadoras por medio de la Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ) detallada posteriormente para ser incluida en el modelo, como un punto de convergencia en el análisis de diseño de los proyectos.

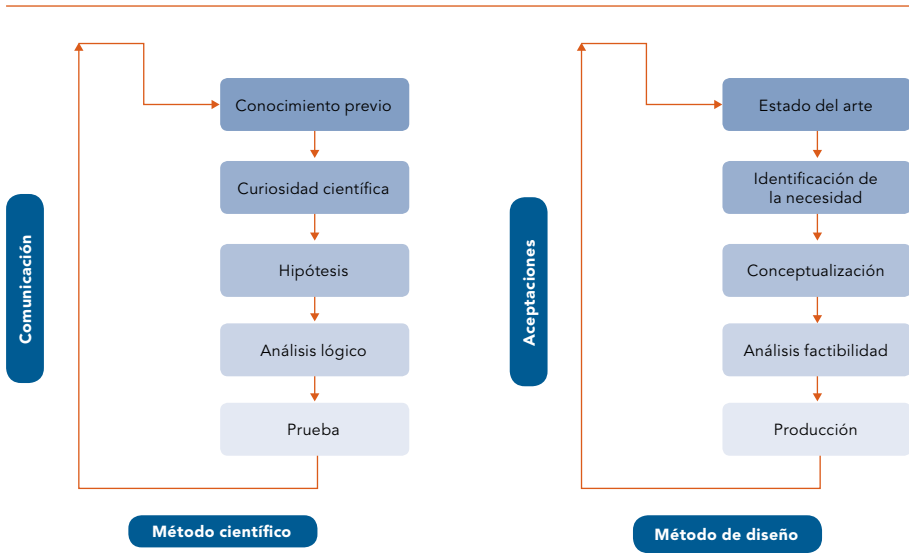


Figura 12. Comparación entre el método científico y el método de diseño en ingeniería.

Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

Con una visión extensiva el método de diseño se despliega en un proceso de siete fases que involucran entre sí metodologías de la gestión de proyectos y modelos de gestión en innovación que serán abordados en adelante, estas fases se detallan como el diseño conceptual, la realización del diseño, el diseño de detalle, la planificación de la manufactura, la planificación de la distribución, la planificación para el uso y la planificación para el retiro del producto, y a partir de estas se sustentan los ejes articuladores del modelo de gestión tecnológica de la presente investigación.

El proceso de diseño en ingeniería plasma una mirada estructurada y fiable a la hora de materializar proyectos, soluciones a problemas y necesidades en el sector defensa, por esta razón es importante desplegar su contenido desde el diseño conceptual enmarcado desde la definición del problema, la obtención de la información, la generación de conceptos y la evaluación de los mismos, hasta la configuración de diseño provista de la arquitectura del producto, el diseño de configuración, el diseño paramétrico y el diseño de detalle (figura 13), ajustando recursos y especificaciones técnicas que suplan las soluciones de ingeniería respectivas a cada problemática (Sumanth, 1999).

Este proceso básico de diseño está contenido en las tres primeras fases del proceso general del diseño en ingeniería, constituyendo así las bases para el análisis de necesidades, requerimientos de diseño y comparación de estos para la obtención prospectiva de respuestas a las problemáticas en ingeniería.

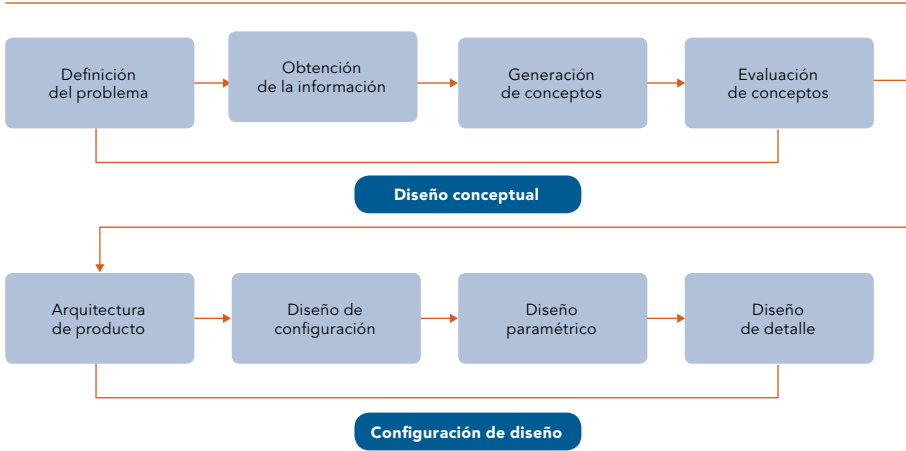


Figura 13. Proceso básico de diseño en ingeniería.

Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

Utilizando la determinación de este proceso básico se complementan las demás fases del proceso de diseño en ingeniería (figura 14), con el fin de definir las líneas de acción comunes en el diseño para poder consolidar las fases del modelo de gestión tecnológica en la Fuerza Aérea.

Las fases presentadas en el proceso de diseño en ingeniería, son complementarias con las fases de modelos administrativos detallados en adelante, con los cuales se realiza un paralelo y se definen aspectos comunes, para la optimización de recursos, pasando por el diseño, la comparación de requisitos de cliente y producto, hasta llegar a la manufactura, implementación y seguimiento de los proyectos en todo su contexto.

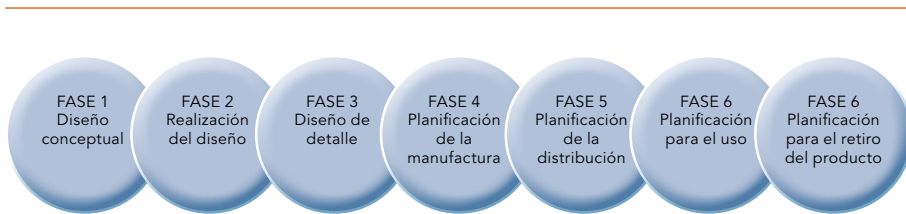


Figura 14. Proceso y fases generales del diseño en Ingeniería.

Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

Por otra parte, desde el punto de vista del diseño en ingeniería, se ilustra a continuación el ciclo de vida de un producto describiéndose cuatro etapas en el recorrido del mismo, la introducción, el crecimiento, la madurez y la etapa donde este declina en su operación, de tal manera que se pueda complementar teóricamente el recorrido de un proyecto hasta sus resultados (figura 15), los cuales están plasmados específicamente en la vida útil de los productos obtenidos del proceso.



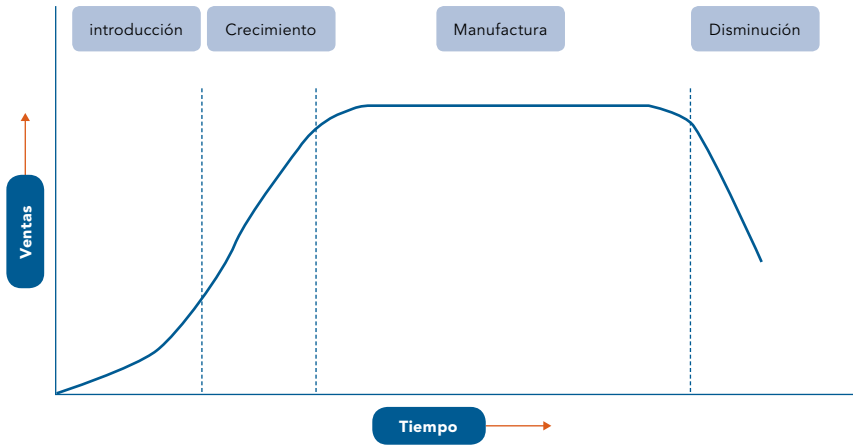


Figura 15. Ciclo de vida de producto.
Fuente: Dieter y Schmidt, 2009.

En referencia a este ciclo, se adiciona el concepto de mercadeo del producto, el cual es utilizado para proyectos que son comercializables (figura 16), caso que aplicaría de manera tangencial en los proyectos de defensa, puesto que en estos la comercialización se funda es en el principio de operatividad y apoyo logístico por su utilidad, especificidad y riesgos de uso de los mismos (Bowers, 1988).

Sin embargo, para proyectos que necesariamente se proyectan desde el contexto militar para ser aplicados en el ámbito civil, es útil presentar en la fase de comercialización previa la generación y evaluación de ideas, el análisis de factibilidad, las técnicas de mercadeo, la producción preliminar, las pruebas de chequeo y la producción comercial, así como en la fase de comercialización con la introducción del producto, el desarrollo de mercado, la competitividad, el mantenimiento y el retiro del producto.

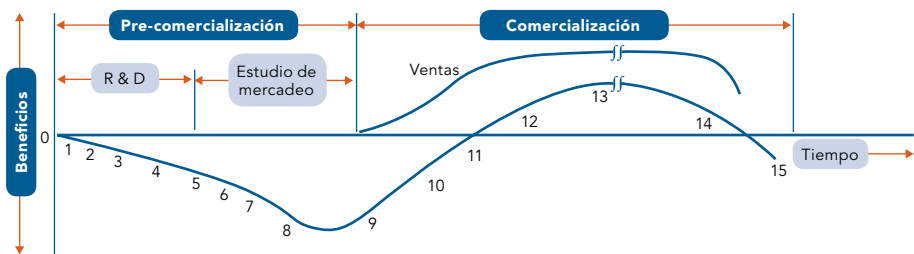


Figura 16. Ciclo de desarrollo de producto extendido.
Fuente: Dieter y Schmidt, 2009.

Por otra parte, y en consecuencia a la aplicación de los conceptos de gestión tecnológica deseados en este documento, se puede apreciar la variación de los límites de desempeño en el desarrollo del producto (figura 17), cuando se involucran acciones tecnológicas al mismo, ya que estas brindan herramientas adicionales que reducen los tiempos y minimizan los esfuerzos en la obtención de resultados, en consecuencia, estas variaciones hacen parte de los objetivos del modelo de gestión tecnológica para el diseño de proyectos con mejores prácticas.

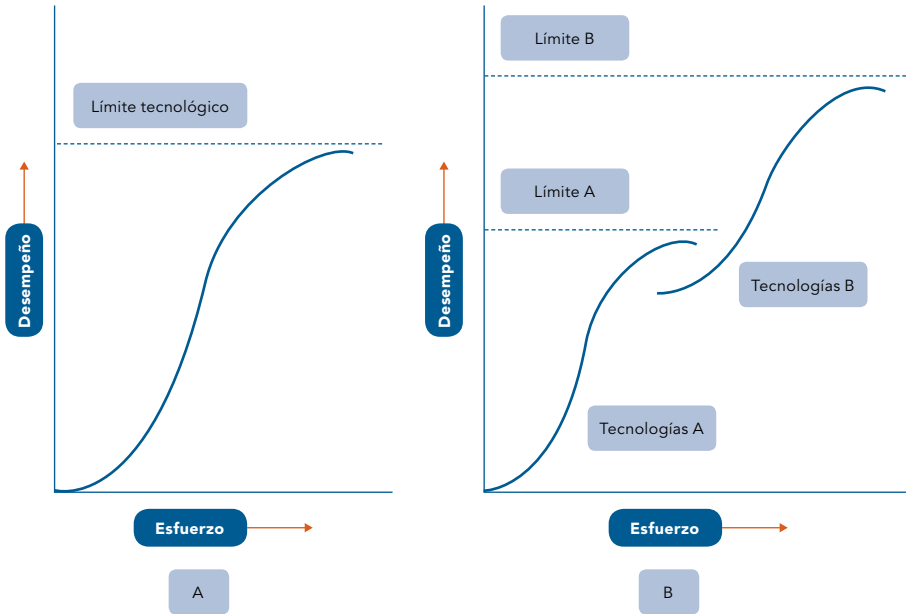


Figura 17. Ciclo de desarrollo tecnológico.
Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

Este ciclo de desarrollo permite observar con claridad el ascenso al cual está expuesta la organización cuando decide participar de procesos tecnológicos más significativos, ya que sobrepasa los límites de desempeño y producción tecnológica con los cuales puede afrontar de una manera más decidida las problemáticas cotidianas de su operatividad.

Teniendo en cuenta el comportamiento de un producto en su ciclo de vida, cuando ha sido puesto en operación, es preponderante visualizar su proceso de desarrollo (figura 18), en razón a que este trae consigo el esquema de estructuración del proyecto ideado para hacerlo realidad, mediante el planeamiento, el desarrollo del concepto, el diseño a nivel de sistema, el diseño de detalle, la prueba y perfeccionamiento y el incremento de la producción:



Figura 18. Proceso de desarrollo de producto.
Fuente: adaptado de Dieter y Schmidt, 2009.

2.1.4.2. Proyecto de seguridad y defensa.

Este concepto se trae a colación con el fin de focalizar el fin último del modelo de gestión al lograr plasmar el proceso de diseño entrelazado con las metodologías y buenas prácticas del marco común europeo, reflejados en la documentación validada por la Fundación Innova, en la cual se brindan los parámetros comunes con las instancias nacionales para



hacer de los proyectos en defensa verdaderos potencializadores de soluciones que puedan ser avaladas y certificadas a nivel mundial.

Los proyectos particularizados en defensa tienen un variado contexto que hacen de sus resultados un nivel de impacto importantísimo en el rol social, por lo tanto a la hora de presupuestar recursos y definir riesgos, son de mayor cuidado respecto a otros proyectos donde los recursos pueden no ser limitantes significativas o incluso los riesgos ser medidos con una escala más flexible de probabilidad e impacto, en sí estos proyectos vistos desde el ojo del diseño en ingeniería, pueden brindar mayor favorabilidad y efectividad en los productos finales, de ahí que el modelo de gestión busque plasmar su orientación con base en el diseño de ingeniería.

Estos proyectos tienen en principio las siguientes fases de desarrollo con las cuales se abordan distintas metodologías dentro de cada una de ellas para su respectiva planeación y ejecución. Las siguientes son las fases de un proyecto de seguridad y defensa, (Fundación Innova, 2014).

- a Fase conceptual.
- b Fase de definición y decisión.
- c Fase de ejecución.
- d Fase de servicio operativo.

Estas fases son desplegadas mediante un programa para su ejecución (figura 19), de tal manera que la fase conceptual alcance el análisis y planeación básico del proyecto, la fase de definición y decisión, retome las actas de compromiso y autorizaciones de inicio del proyecto, la fase de ejecución aborda la fabricación y los diseños de detalle provistos en las fases anteriores y la fase de servicio operativo respalda el mantenimiento y soporte técnico del producto en operación hasta su salida de servicio.

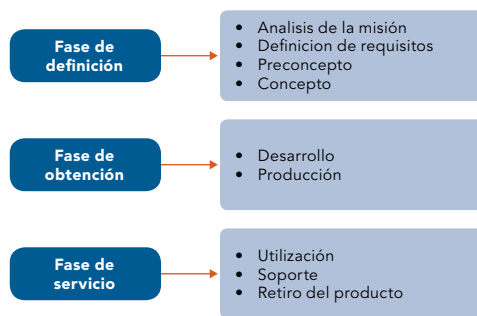


Figura 19. Programa para desarrollar un proyecto de seguridad y defensa.

Fuente: adaptado de Fundación Innova, 2014.

De igual modo, dentro de este programa están inmersas varias metodologías para llevar a cabo cada una de las fases (figura 20), que en este caso en particular se hace seguimiento a las metodologías de la ingeniería de sistemas y en su cuadro general se sigue el concepto del marco lógico y los parámetros de la gestión de proyectos del PMI, por su nivel de impacto organizacional, el cual será abordado posteriormente.



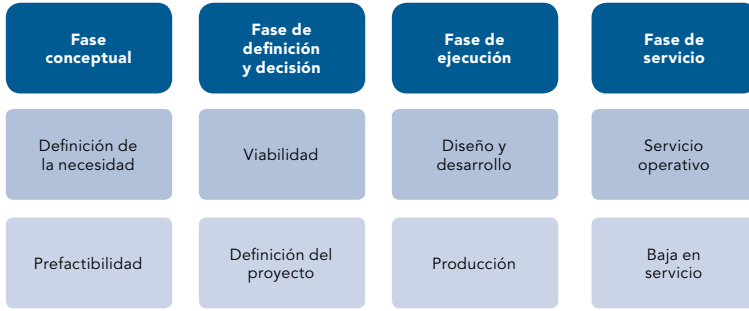


Figura 20. Fases detalladas del programa de obtención.

Fuente: adaptado de Fundación Innova, 2014.

Para materializar las fases del proyecto, se tienen en cuenta metodologías extraídas de la ingeniería de sistemas como el modelo de cascadas (figura 21) y la metodología en V (figura 22), donde se relacionan los diferentes niveles de acción en la definición, seguimiento y ejecución del ciclo de vida como eje orientador del producto resultado del proyecto de defensa.



Figura 21. Modelo de cascadas.

Fuente: adaptado Fundación Innova (2014) y ANSI/EIA-632.

En esta metodología, la ingeniería de sistemas plasma varios escalones desde el establecimiento de las especificaciones hasta las pruebas finales sobre el producto, tales como: el sistema de evaluación funcional (SFR), revisión del diseño preliminar (PDR), revisión crítica de diseño (CDR), prueba de revisión de la preparación (TRR) y la revisión de verificación del sistema (SVR) con las cuales establece la metodología de desarrollo común en términos de intercambio de software, como foco primordial de diseño (Laurie, Kessler y Cunningham, 2000).



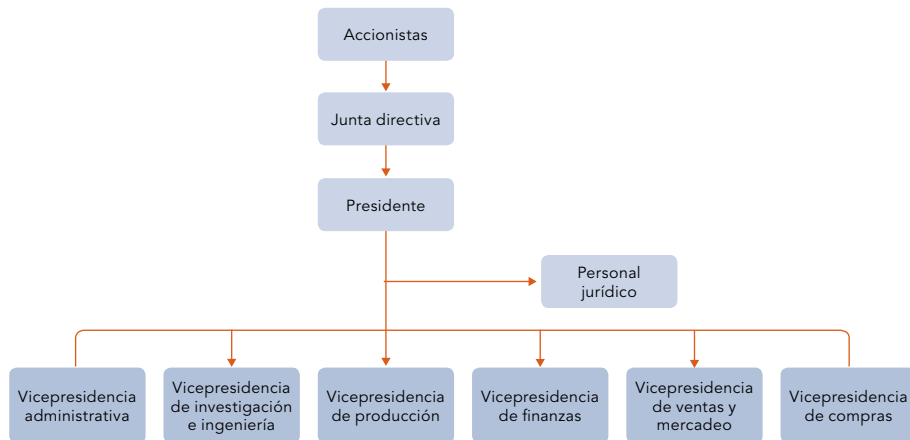


Figura 23. Organización típica por funciones.

Fuente: Dieter y Schmidt, 2009.

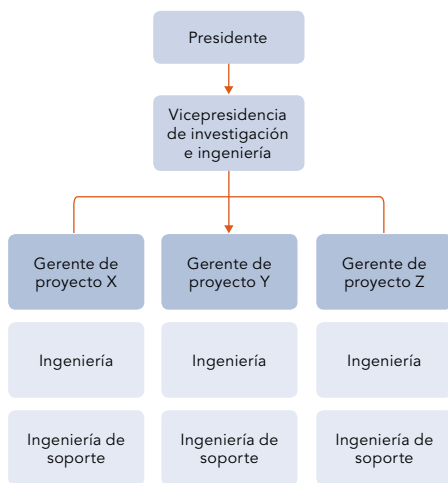


Figura 24. Organización típica por objetivos.

Fuente: Dieter y Schmidt, 2009.



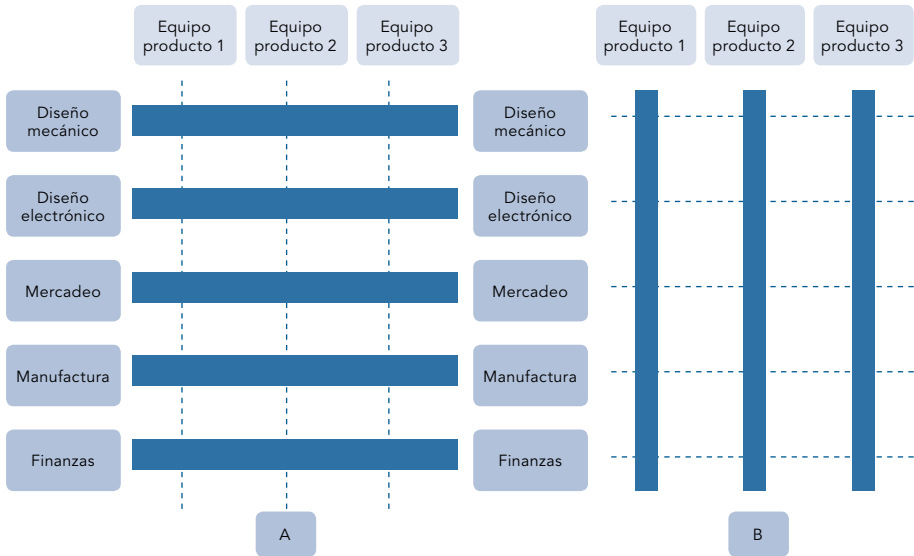


Figura 25. Organizaciones híbridas.
Fuente: Dieter y Schmidt, 2009.

Estos tipos de organizaciones son transversalizadas por el criterio de obtención de resultados, el cual debe ser plasmado desde la propia misión de la organización, pasando por su plan estratégico, su estructura, sus procesos, sus mapas de fase, sus caracterizaciones de proceso, hasta los procedimientos, instructivos e incluso formatos requeridos para materializar el concepto de gestión tecnológica como una cultura de la organización (Schilling, 2008), la cual esté orientada al diseño de proyectos de ingeniería desde el marco de la innovación y la generación de valor, ya sea que su función social sea directa o no en el entorno de sus resultados (Nadler y Tushman, 1999).

Por otra parte, y luego de observar las posibles formas de organización para una empresa con políticas de innovación claras para ser dispuestas en la Fuerza Aérea, a continuación se hace referencia a la metodología de diseño aplicada en la ingeniería para la fase de análisis conceptual de los proyectos, además de la metodología en V descrita anteriormente, con el fin de extraer de ellas las mejores prácticas y poderlas vincular así dentro del modelo, teniendo en cuenta que para los proyectos de defensa se hace necesario contar con tres aspectos fundamentales, como lo son el factor tiempo, costo y recursos de la triple restricción. Además de esto, y como núcleo gestor, debe incluirse la posibilidad de implementar métodos que conduzcan a soluciones innovadoras que hagan de la organización un referente en su materia de acción en el sector.

Es por esto que se presenta la metodología TRIZ, para soluciones innovadoras y las metodologías ágiles para atacar el factor de tiempos extendidos que se dan en los procesos tradicionales de gestión de proyectos.

2.1.4.3. Metodología de diseño TRIZ.

Esta metodología de diseño centrada en la fase de generación de conceptos de diseño, o diseño conceptual, opera para la generación de ideas y soluciones innovadoras a problemas (figura 26), es la llamada Teoría de resolución de problemas de inventiva TRIZ (Orloff, 2006), habilitada mediante el uso de cuatro estrategias:



- Incrementar las propuestas del producto.
- Concretar las ideas y avanzar al desarrollo de una opción.
- Identificar las contradicciones físicas o tecnológicas en el proceso.
- Modelar el producto.

46

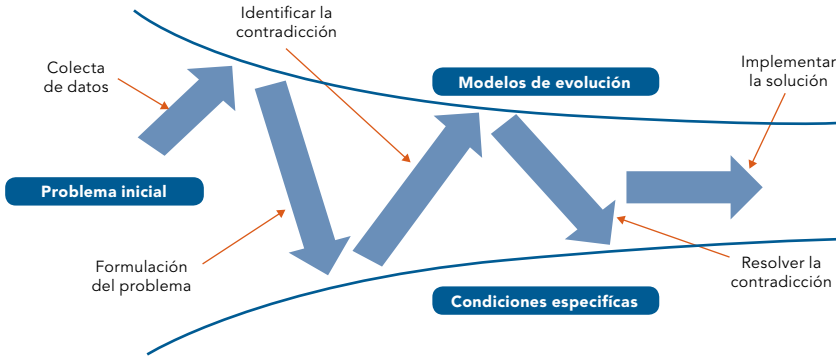


Figura 26. Parámetros conceptuales TRIZ.

Fuente: Martínez, 2007.

Como se puede apreciar, estas cuatro rutas de trabajo sumadas al análisis detallado de las matrices de parámetros o características y la de los principios de invención (tabla 5), son los mecanismos esenciales para la formulación y planteamiento de soluciones a problemas de diseño basados en la innovación (figura 27), por esto, el presente marco de referencia es de suma importancia para la combinación de estrategias aplicadas al modelo de la entidad (Moya, Machado y Robaina, 2010).

Estas matrices junto con el concepto de idealidad, estructuran los aportes dados en esta metodología de diseño formulada por Genrich Altshuller, en la generación de soluciones a problemas de inventiva, tras un amplio tamizaje de proyectos donde se centró el interés de la invención como pieza clave en el diseño de soluciones de ingeniería.

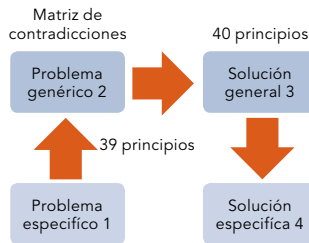


Figura 27. Esquema de solución de problemas TRIZ.

Fuente: Ames, W. C., administración Triz, la herramienta del pensamiento e innovación sistemática (2008).

Con este mecanismo de revisión de características y parámetros de invención a partir de las propuestas de solución (tabla 6), Altshuller logró sintetizar y articular un marco estructurado en ingeniería, con el cual se brinda un concepto de diseño útil para las necesidades de la organización.



En este sentido, se extrae el concepto de contradicción para depurar soluciones y el uso de matrices para plasmar características y parámetros fundamentales de los nuevos proyectos (figura 28), requeridos para presentar las propuestas más pertinentes a la solución de problemas en el contexto mecatrónico aplicado al área de estudio (Martínez, 2007).

$$I = \Sigma ED / (\Sigma EI + 9 \Sigma C)$$

Donde:

I = Sistema tecnológico ideal

ΣED = Sumatoria de los efectos deseados

ΣEI = Sumatoria de los efectos indeseados

ΣC = Sumatoria de los costos del sistema tecnológico

Figura 28. Concepto de idealidad.

Fuente: Moya, Machado y Robaina, 2010.

El concepto de idealidad es uno de los tres parámetros de la metodología TRIZ, en el cual se estiman los efectos y costos asociados al sistema tecnológico ideal como un cociente entre valores estimados para condiciones deseados e indeseados, incluyendo los costos totales estimados del proyecto.

Con este concepto se evalúa la relación de idealidad propuesta según la estimación inicial del proyecto, previo a la asignación de parámetros y 40 principios de invención que es el paso inmediato, el cual reúne un extracto de los principios depurados para dar origen a las innovaciones de manera sistémica para los diseños propuestos.

Tabla 5. Principios de invención TRIZ.

1. Segmentación	11. Precaución previa	21. Pasar rápidamente	31. Uso de materiales porosos
2. Extracción	12. Equipotencialidad	22. Convertir el daño en beneficio	32. Cambios de color
3. Calidad local	13. Inversión	23. Retroalimentación	33. Homogeneidad
4. Asimetría	14. Esfericidad	24. Mediador	34. Rechazo y regeneración de partes
5. Combinación	15. Dinamicidad	25. Autoservicio	35. Transformación de estados químicos o físicos
6. Universalidad	16. Acciones parciales sobre apuestas o excesivas	26. Copiar	36. Transiciones de fase
7. Anidación	17. Mover a una nueva dimensión	27. Vida corta barata	37. Expansión térmica
8. Contrapeso	18. Vibraciones mecánicas	28. Reemplazar un sistema mecánico	38. Oxidación acelerada
9. Acción contraria anticipada	19. Acción periódica	29. Uso de sistemas hidráulicos o neumáticos	39. Ambiente inerte
10. Acción anticipada	20. Continuidad de la acción útil	30. Membranas flexibles o películas delgadas	40. Materiales compuestos

Fuente: Maldonado, 2005.

Finalmente se aplican los 39 parámetros o características generalizadas para proyectos de ingeniería, sin embargo, según sea la naturaleza del proyecto, pueden surgir paráme-

tros adicionales que no estén incluidos en las tablas, en este caso se obtiene una relación nueva de innovación para los proyectos de su tipo.

Luego de la selección minuciosa de los mejores principios y parámetros a ser aplicados a cada proyecto, se relacionan en la matriz de contradicciones donde se sintetizan los parámetros más significativos para la innovación referida al proyecto de estudio. De tal manera que se le dé toda la atención y manejo requerido a estos tanto para la optimización de costos como de recursos en general.

48

Tabla 6. Parámetros o características TRIZ.

1. Peso de un objeto móvil	11. Tensión, presión	21. Potencia	31. Efectos de daños colaterales
2. Peso de un objeto estacionario	12. Forma	22. Pérdida de energía	32. Manufacturabilidad o facilidad para la fabricación
3. Longitud de un objeto móvil	13. Estabilidad del objeto	23. Pérdida de materia	33. Conveniencia de uso
4. Longitud de un objeto estacionario	14. Resistencia	24. Pérdida de información	34. Facilidad de reparación
5. Área de un objeto móvil	15. Durabilidad de un objeto móvil	25. Pérdida de tiempo	35. Adaptabilidad
6. Área de un objeto estacionario	16. Durabilidad de un objeto estacionario	26. Cantidad de sustancia o de materia	36. Complejidad del dispositivo u objeto
7. Volumen de un objeto móvil	17. Temperatura	27. Confiabilidad	37. Complejidad de control
8. Volumen de un objeto estacionario	18. Brillantez	28. Precisión en la medida	38. Nivel de automatización
9. Velocidad	19. Energía gastada por el objeto móvil	29. Precisión en la manufactura	39. Productividad
10. Fuerza	20. Energía gastada por el objeto estacionario	30. Daño externo que afecta a un objeto	

Fuente: Maldonado, 2005.

Luego de la depuración de parámetros referida anteriormente, a continuación se detallan los pasos para el seguimiento de la matriz de contradicciones (tabla 7), para cruzar la información y evaluar el resultado final de la metodología en la resolución de problemas de inventiva.

- a** Se extraen las dos características o parámetros más significativos en el diseño.
- b** Se identifica su correspondencia con los parámetros TRIZ.
- c** Se identifica la correspondencia con los principios TRIZ.
- d** Los números de los principios y parámetros cruzados, corresponden a los principios de inventiva asociados a la mejor solución del problema, siempre y cuando sean consistentes con el propósito de resolución ingenieril.



Tabla 7. Matriz de contradicciones TRIZ.

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Parámetro que empeora </div> <div style="font-size: 2em; color: orange; margin: 0 10px;">➔</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Parámetro que mejora </div> <div style="font-size: 2em; color: orange; margin-top: 10px;">➔</div> </div>	1. Peso del objeto móvil	21. Potencia	39. Capacidad y/productividad
1. Peso del objeto móvil	•	12, 36, 18, 31	35, 3, 24, 37
14. Resisitencia	1, 8, 40, 15	10, 26, 28, 35	29, 35, 10, 14
39. Capacidad/productividad	35, 26, 24, 37	35, 20, 10	•

Fuente: Moya, Machado y Robaina, 2010.

2.1.4.4. Metodologías ágiles.

Las metodologías ágiles como herramienta adicional en el estudio de posibilidades para la aplicación de estrategias del modelo de gestión tecnológica (Bioul, Escobar, Álvarez, Nerdin y Ricci, 2010), complementan la articulación de la metodología TRIZ para hacer más rápidos y efectivos los procesos de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación de cualquier proyecto en el marco de la ingeniería en comparación con los métodos tradicionales (tabla 8).

De esta manera, y luego de depurar la información concerniente a los diferentes tipos de metodologías ágiles, las cuales fueron la base estructural de los proyectos en ingeniería informática desde la época de los noventa y formalizadas mediante el Manifiesto Ágil por la organización The Agile Alliance en febrero del 2001 en Utah, USA, se hace pertinente escoger los pasos más apropiados de estas, para interactuar con las necesidades de formulación e implementación de proyectos de ingeniería dentro de la organización. (Beck, Beedle, Bennekum y Cockburn, 2001).

Es por esto que la metodología DSDM (Dynamic System Development Method) sobresale frente a las de desarrollo de software liviano como la XP (Extreme Programming instituida por Kent Beck y aprobadas por Chrysler en 1996) (Beck, Extreme Programming Explained: Embrace Change, 1999), la de administración y adaptación a planes de proyectos (Scrum), la de comunicación de equipo pensando en el tamaño, las prioridades y la criticidad del proyecto (Crystal Methods), la de jerarquización de funciones de producto para rápida fabricación FDD (Feature Driven Development), la de requerimientos inestables basada en la especulación, la colaboración y el aprendizaje ASD (Adaptive Software Development) y finalmente la de combinación de prácticas de la XP y la Scrum en la gestión de proyectos, de donde la primera metodología descrita brinda una mayor aproximación a la estructura de aplicaciones de rápido desarrollo RAD (Rapid Application Development) enfoque en características como la metodología TRIZ y secuencia de fases para la factibilidad, el análisis, el desarrollo, la implementación y la evaluación de proyectos como a bien tiene requerido en las necesidades de la organización, para nuevas propuestas de proyectos en el marco de la innovación, la transferencia o apropiación de tecnologías aplicadas en el contexto aeronáutico.



Esta metodología DSDM aplicada para el desarrollo de software aporta gran significado al concepto optimización de recursos, en complemento con la metodología TRIZ de la cual de extraen también algunos apartes como piezas para la materialización de la metodología del modelo de gestión tecnológica del presente documento.

Tabla 8. Diferencias entre metodologías ágiles y metodologías tradicionales.

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente (por el equipo)	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (>10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos
Pocos artefactos. Más artefactos	Pocos roles. Más roles
Menos énfasis en arquitectura de software	La arquitectura de software es esencial y se expresa mediante modelos

Fuente: Rivadeneira, 2012.

2.1.5. Gestión.

Entendiendo la gestión como el conjunto de actividades dispuestas para el control y seguimiento de todos los procesos en una organización, en este apartado se ilustran gráfica y textualmente las bases de formulación de diferentes tipos de modelos, partiendo desde el mismo significado de lo que representa la gestión en cualquier organización (García y Vega, 2012), hasta la trazabilidad que se hace desde la gestión de la calidad y la innovación a la gestión tecnológica en las organizaciones.

2.1.5.1. Gestión de calidad.

La gestión de calidad como principio de integralidad de las funciones de las organizaciones en un mundo globalizado, permite tener presente los ciclos de mejora continua de los procesos (figura 29), que sumados al concepto de innovación brindan la consecución de nuevas propuestas en la generación de soluciones a los problemas formulados dentro del desempeño de la organización (ISO 9001, 2008).



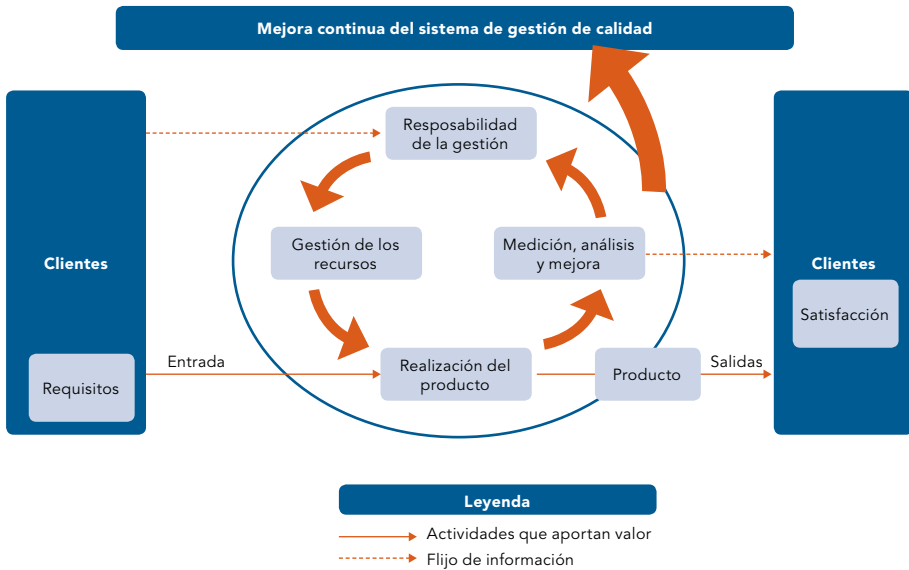


Figura 29. Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos.
Fuente: ISO 9001/2008.

De tal forma que la calidad no solo sea un sendero de circulación de la organización sino que también potencie la innovación en el cumplimiento de todas las características de los proyectos y productos enfocados a la acción del planear, hacer, verificar y actuar (figura 30), en los requisitos y especificaciones básicas del proyecto general.

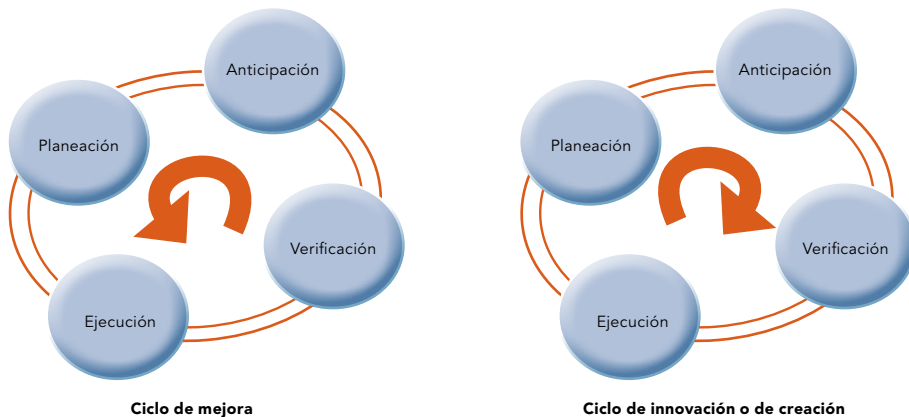


Figura 30. Ciclo de mejora e innovación.
Fuente: Castellanos, 2007.

Retomando entonces todos los criterios establecidos por la ISO para la parametrización de la calidad (NTC-ISO 9004, 2009), en cuanto a los requisitos establecidos para las diferentes áreas constitutivas de las organizaciones, el presente documento recaba la necesidad de integrar y mantener la gestión de calidad tanto en procesos como en pro-

ductos como parte de las buenas prácticas de las estrategias actualmente desarrolladas a nivel mundial.

2.1.5.2. Gestión del conocimiento.

La gestión del conocimiento presenta más de 20 aproximaciones conceptuales respecto a lo que el mundo organizacional ha entendido sobre dicho término (Liberona, 2011).

52

Entre algunas de las más recientes, vale la pena destacar: “es el apalancamiento del conocimiento colectivo para incrementar la receptividad y la innovación” (Carl Frappaolo, 2006); “necesidad de acelerar el flujo de la información que tiene valor, desde los individuos a la organización y de vuelta a los individuos, de modo que ellos puedan usarla en crear valor para los clientes y la compañía” (Smith, 2007); “la gestión del conocimiento efectiva es una estrategia que explota los activos intangibles de la organización” (Miltiadis D. Lytras, 2008); “un sistema socio-tecnológico que apoya la colaboración e integración entre funciones organizacionales para crear más innovación y productos-servicios de valor agregado para el mercado” (Tasmin y Woods (2007); la GC intenta que una organización esté consciente de lo que sabe, individualmente y colectivamente, y luego modelar esto de manera que se haga el más eficiente y efectivo uso de conocimiento que se tenga o se pueda obtener (Bennet, A., y Bennet, 2003) (Liberona, 2011, p. 10).

Teniendo en cuenta estas miradas de la gestión del conocimiento, se puede decir que es el mejor soporte para canalizar la información y potenciar así la sinergia y la innovación en la organización para la obtención de proyectos asertivos e innovadores, que puedan apoyarse incluso de cada uno de los elementos de la gestión (figura 31):



Figura 31. Elementos de la gestión del conocimiento.

Fuente: adaptado de Castellanos, 2007.

Se destacan los elementos de la gestión del conocimiento con el fin de tomar de ellos el fundamento para llegar a soluciones innovadoras y de impacto en el diseño y definición de proyectos de ingeniería útiles y aplicables a las necesidades reales, con las cuales se pueda definir con claridad la trazabilidad y base de datos requeridas en el intercambio de información para nuevos proyectos.

Tal como lo expresa el modelo SECI de la combinación de los cuadrantes de socialización, externalización, interiorización y combinación, interrelacionando el conocimiento tácito y explícito de todas las fuentes de información (figura 32), como lo manifiesta No-



naka y Takeuchi (1995) con los elementos de interiorización, socialización, combinación y exteriorización, en un ciclo incremental del mismo conocimiento.



Figura 32. Modelo SECI.

Fuente: modelo SECI (Nonaka y Takeuchi, 1995).

Con estas bases conceptuales de la gestión del conocimiento, se debe orientar el manejo de la información en la organización, de tal manera que se pueda organizar, movilizar y actualizar la producción de conocimiento de los diferentes proyectos para pasar a la gestión de los mismos desde la mirada clásica y moderna de la administración de la información.

2.1.5.3. Gestión de proyectos.

Este marco de referencia conceptual es tomado como parte esencial del estudio actual, en relación a la necesidad de concretar el punto de sinergia de múltiples proyectos, a partir de los cuales se logre el encadenamiento de los recursos, propósitos y metas institucionales que hagan de la gestión tecnológica una herramienta practica dentro del concepto de gestión de proyectos (NTC 5801, 2008).

En términos generales, la gestión de proyectos hace parte de la composición del modelo de gestión tecnológica (NTC 5800, 2008), por la necesidad de correlacionar las líneas de conformación de un proyecto con la gestión requerida para su control y ejecución, de igual modo por la importancia de poder proteger, vigilar, habilitar e implementar los productos de la gestión tecnológica desde la generación de patentes, diseños industriales, invenciones o diseños de utilidad propuestos en cada una de los centros de desarrollo tecnológico o unidad de mando (NTC 5802, 2008).

Por lo anterior, se presentan dos conceptos básicos a seguir en el uso adecuado de los proyectos, con los cuales la gestión tecnológica pueda tomar realce y afianzamiento en la aplicación de sí misma dentro de la organización.

- Concepto de la gerencia de proyectos:
Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requerimientos del proyecto. La gerencia de proyectos se logra a través de la apropiada aplicación e integración de 47 procesos agrupados en 5 grupos de procesos. (PMBok, 2012)
- Concepto de la gestión de proyectos:
Es la aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias para un proyecto. La gestión del proyecto incluye la integración de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto.
La gestión de proyectos se realiza a través de procesos. Los procesos seleccionados para la realización de un proyecto deben ser alineados en una visión sistémica. Cada fase del ciclo de vida del proyecto debe tener entregables específicos. Estos aportes deben ser revisados regularmente durante el proyecto para satisfacer los requisitos de los patrocinadores, clientes y otras partes interesadas. (ISO 21500, 2012)

La gerencia de cualquier proyecto visto desde el enfoque del PMI, se dispone en ciertas áreas del conocimiento (figura 33), que entrelazadas unas con otras dan el cuerpo general del proyecto, como se ilustra según la guía básica de estudio PMBOK 2012.

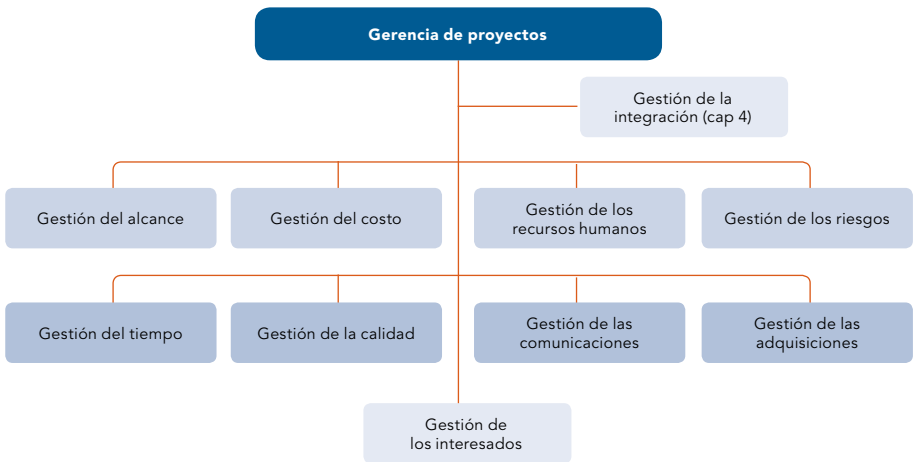


Figura 33. Áreas de conocimiento de la gerencia de proyectos definidas en el PMBOK® 2012. Fuente: PMI, PMBOKR, 2012.



Por otra parte, se ilustra la disposición de los actores a intervenir en la constitución de un proyecto (figura 34), como agentes aportantes de valor en la planeación, desarrollo y ejecución de los proyectos propuestos por la organización (NTC-ISO 10006, 1997).

La definición de la gerencia, la organización, los cuerpos regulatorios, los grupos especiales, los clientes y los empleados, que en coordinación con los demás agentes del proyecto tienen la capacidad de generar aporte y valor agregado al desarrollo de los planes del proyecto, son los niveles de la gestión desde el marco de la ISO, para unificar criterios de acción en el liderazgo de los proyectos a nivel mundial.

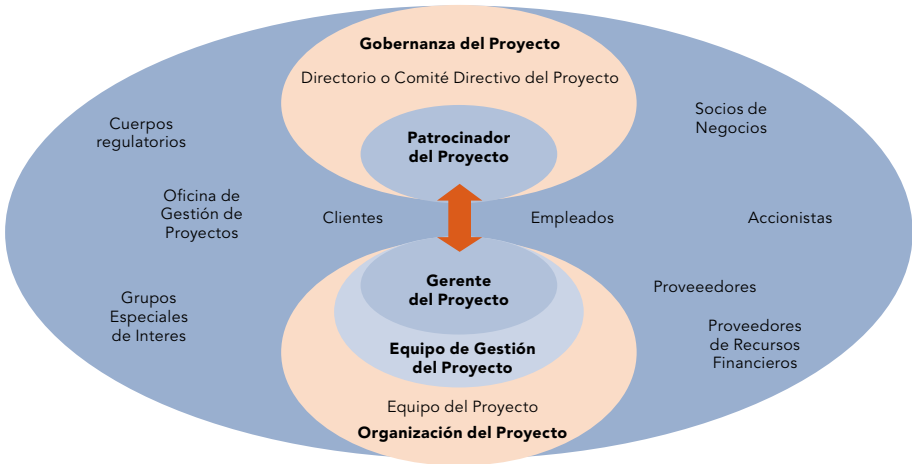


Figura 34. Niveles de gestión de un proyecto.
Fuente: ISO 21500, 2012.

Con base en este preámbulo de la gestión de proyectos vista desde los parámetros del PMI, se puede observar que en sí mismo se han ido ajustando parámetros de uso en el manejo de las áreas del conocimiento requeridas para su control y seguimiento (tabla 9), teniendo en cuenta las normas internacionales para la gestión planteadas por la ISO, las organizaciones pueden buscar los mecanismos para abordar dichas áreas, de tal modo que no estén alejadas de la integración de los procesos estandarizados y así puedan referir tal como se detalla a continuación, la incorporación de nuevas áreas de impacto en la organización y planteamiento de nuevos proyectos.

Tabla 9. Comparación áreas de la gestión de proyectos.

PMBOK guía 4	ISO/DIS 21500	PMBOK guía 5
Integración	Integración	Integración
Alcance	Alcance	Alcance
Tiempo	Tiempo	Tiempo
Costo	Costo	Costo
Calidad	Calidad	Calidad
Recurso humano	Recursos	Recursos
Comunicaciones	Comunicaciones	Comunicaciones



PMBOK guía 4	ISO/DIS 21500	PMBOK guía 5
Riesgo	Riesgo	Riesgo
Adquisiciones	Adquisiciones	Adquisiciones
	Interesados	Interesados

Fuente: elaboración propia.

El PMI, (PMI, PMBOKR, 2008) hace énfasis en dos temas particulares como lo son el ciclo de vida del proyecto y del producto (figura 35), por lo tanto, y retomando lo descrito en el capítulo de diseño, se presentan nuevamente estas temáticas, pero ahora vistas desde la gestión de proyectos para poder definir elementos comunes entre las dos miradas desde la gestión y desde el diseño propio, para poder formular la síntesis más significativa en cuanto al modelo de gestión tecnológica requerido.

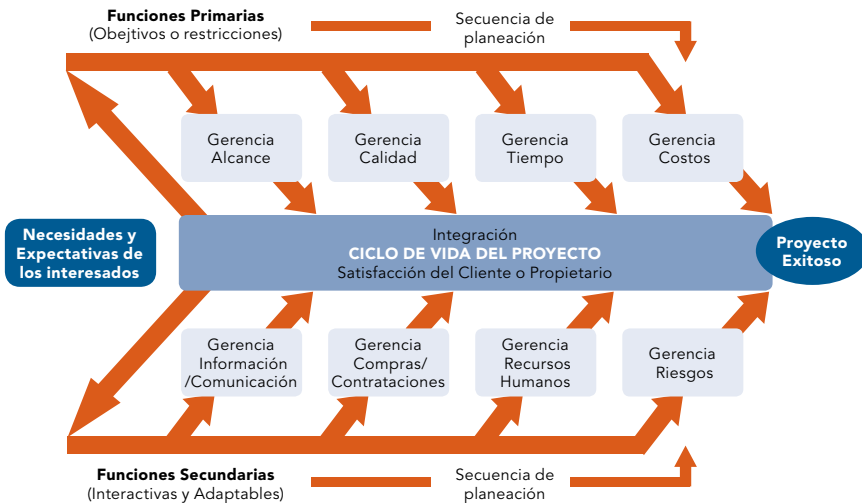


Figura 35. Ciclo de vida del proyecto y del producto PMI.
Fuente: curso EAN PMI (EAN, Escuela de Administración de Negocios, 2013).

Como se puede apreciar, el PMI presenta la interrelación entre los dos ciclos de vida, de tal forma que se puedan ligar a las áreas del conocimiento requeridas para su soporte, tanto en las funciones primarias como secundarias y las secuencias de planeación y de producción, hasta llegar a la consecución del proyecto de forma exitosa.

Con este criterio, hay una relación de tiempos y utilización de recursos en los dos marcos de referencia (figura 36), dentro de los cuales se canalizan y se proyectan los costos tanto en el ciclo de vida del proyecto como en el ámbito de las operaciones requeridas para mantener los productos en su ciclo de vida.

Es así que los tiempos de los ciclos de vida tanto de un proyecto como del producto, se ven afectados claramente por los recursos invertidos y costos relacionados en la operación de sus planes y ejecución real del producto, situación que es necesaria considerar para las fases a establecer en el modelo tecnológico por su nivel de impacto en los resultados esperados de los proyectos de la fuerza.



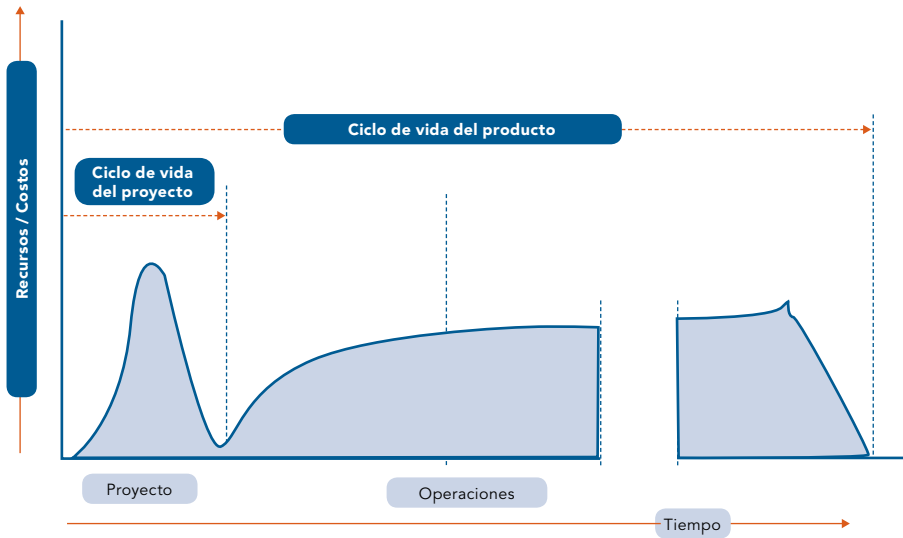


Figura 36. Relación tiempo y recursos.
 Fuente: curso EAN PMI (EAN, Escuela de Administración de Negocios, 2013).

Para enfatizar un poco la relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto, se puede observar cómo las fases del ciclo de vida del proyecto desde la iniciación (figura 37), organización, ejecución y cierre del proyecto están enfocadas a la iteración simultánea del producto hasta recopilar nuevamente su razón de ser mediante las acciones del plan de negocio establecido para el mismo por medio de actualizaciones o ajustes requeridos.

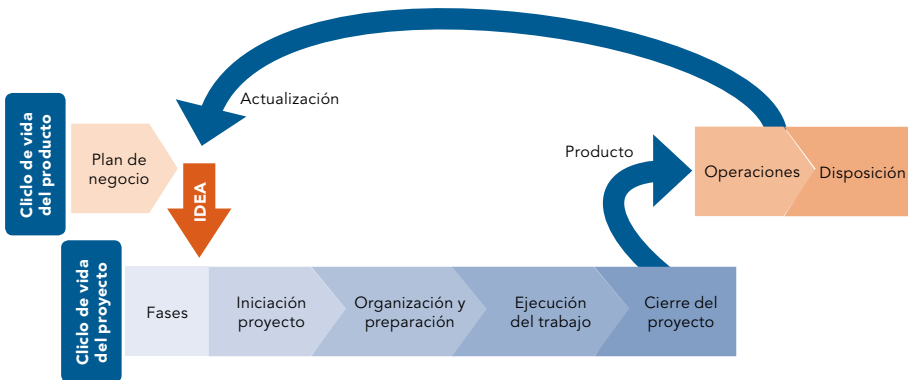
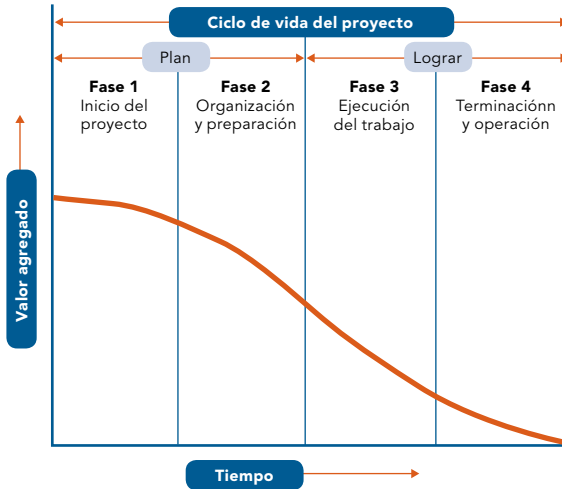
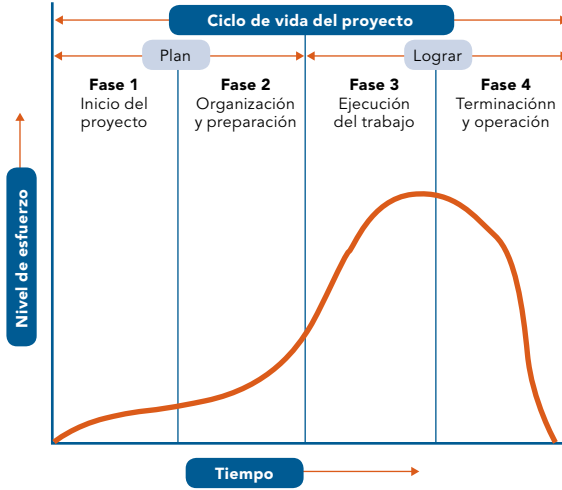


Figura 37. Homologación de ciclos de producto y proyecto.
 Fuente: guía del Pmbok, 2004 y 2008.

En términos generales, el ciclo de vida del proyecto cubre diferentes flancos de acción donde se imprime esfuerzo, valor agregado, costos, nivel de oportunidad y factores de riesgo que hacen del diseño de proyectos un punto neurálgico en la consistencia organizacional (figura 38).

Por esto se ilustra en detalle cada uno de los aspectos a considerar, puesto que de ellos se extraen las relaciones con cada una de las fases de desarrollo del proyecto, dando así la interpretación de las escalas de incremento o disminución de los factores, con los cuales se debe apoyar la formalización de los proyectos pensados desde las diferentes unidades aéreas de la organización.



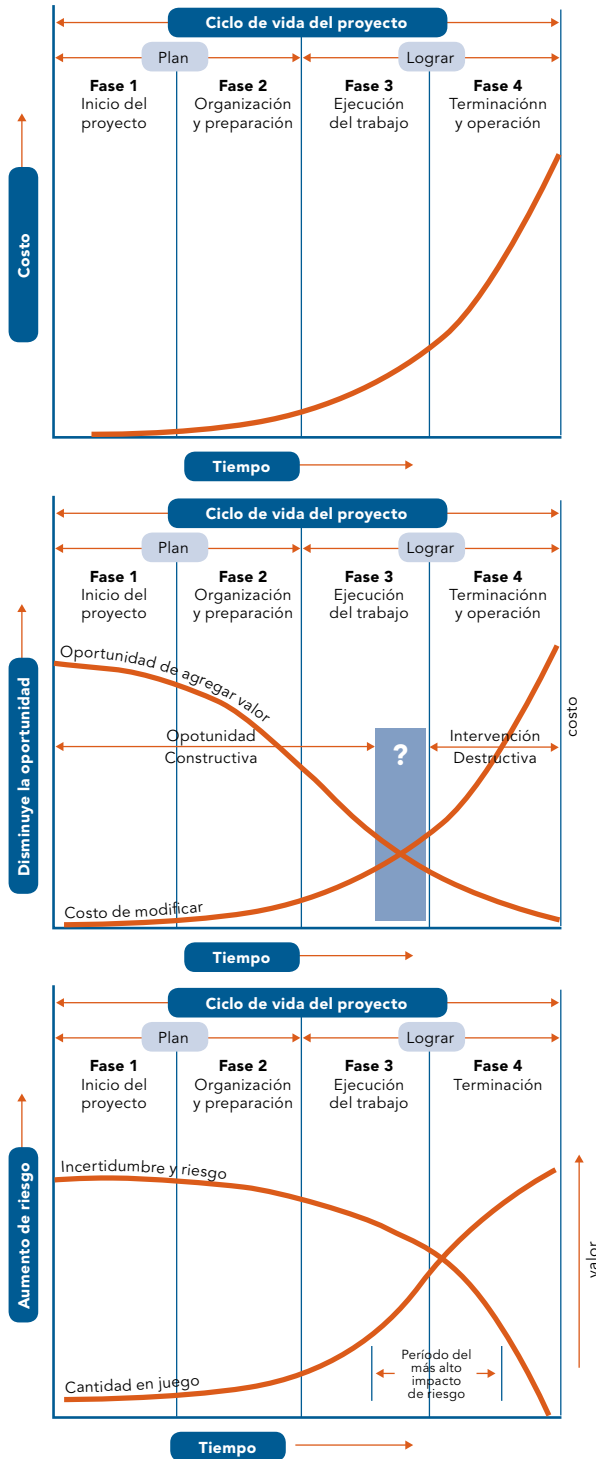


Figura 38. Análisis operacional del ciclo de vida de un proyecto.
Fuente: PMI, PMBOKR, 2008.

Tomando entonces los esfuerzos y medios requeridos para la materialización de un proyecto desde los parámetros del PMI, se puede detallar cómo se logra dar paso a cada etapa del proceso, mediante el uso de su metodología de portones (figura 39) en donde se visualiza, se conceptualiza, se define, se ejecuta y finalmente se opera en acciones propias de seguimiento sobre los productos o resultados del proyecto.

60

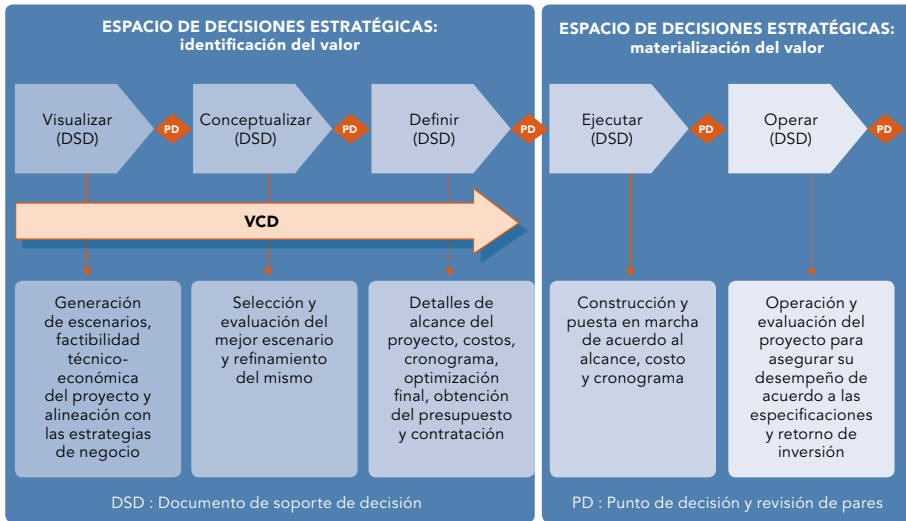


Figura 39. Metodología del PMI.

Fuente: PMBOK 5.ª edición, 2012, metodología de portones.

Con base en esta ruta donde el Método + Ciclo de Vida = Metodología, es que el PMI hace realidad las soluciones a los problemas, planteados como proyectos de trabajo en la organización, inclusive cruzando información de los diferentes grupos de procesos con las respectivas áreas del conocimiento en la dirección de proyectos (figura 40), sumando entre sí 47 procesos requeridos en el PMI, frente a 39 procesos dispuestos en la (ISO 21500, 2012).

Haciendo de cierta manera muy extensiva la filosofía de gestión de proyectos para su aplicación en proyectos de defensa, aunque la fundamentación de conceptos y recorrido mundial le dan al PMI, la posibilidad de compartir amplia información en la gestión y pautas valiosas a la hora de concretar métodos paralelos a esta metodología, como es el caso del modelo de gestión tecnológica requerido en la organización de estudio.



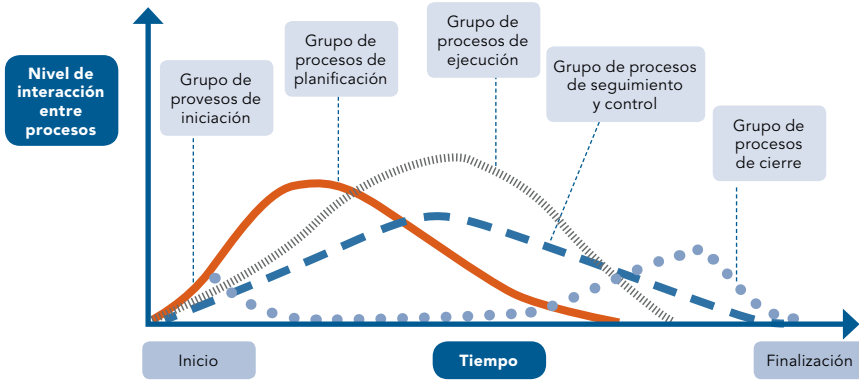


Figura 40. Interacción de procesos PMI.
Fuente: Guía del PMBOK 2008, (PMI, PMBOKR, 2008).

Un instrumento adicional y de amplio recorrido en la gestión de proyectos es el llamado marco lógico (figura 41), que en cierta forma está limitado en la verificación de los resultados, así como las evaluaciones y seguimiento de los mismos, sin embargo se trae a colación como una de las herramientas ampliamente difundidas en la gerencia de proyectos.

	Lógica de intervención	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Hipótesis
Objetivos generales				
Objetivos específicos				
Resultados				
Actividades		Medios	Costos	
				Condiciones previas

Figura 41. Matriz del enfoque del marco lógico.
Fuente: Comisión Europea 2001 (Medina y Torres, 2007).

Con esta metodología del marco lógico (DNP, 2006) se establecen los objetivos, las actividades, los resultados y demás medios que en el modelo de gestión serán destacados como parte de los componentes de cada fase de trabajo (Ley 038, 1989). Adicional a este marco, a continuación se muestra la metodología Stage-Gate® con la cual se apoya el PMI para su desarrollo y ejecución.

Metodología Stage-Gate®

Como complemento a la metodología de portones dispuesta en el PMI, Robert G. Cooper, presenta la metodología Stage-Gate® (figura 42), o de cumplimiento de etapas y puertas en la interacción de los procesos.

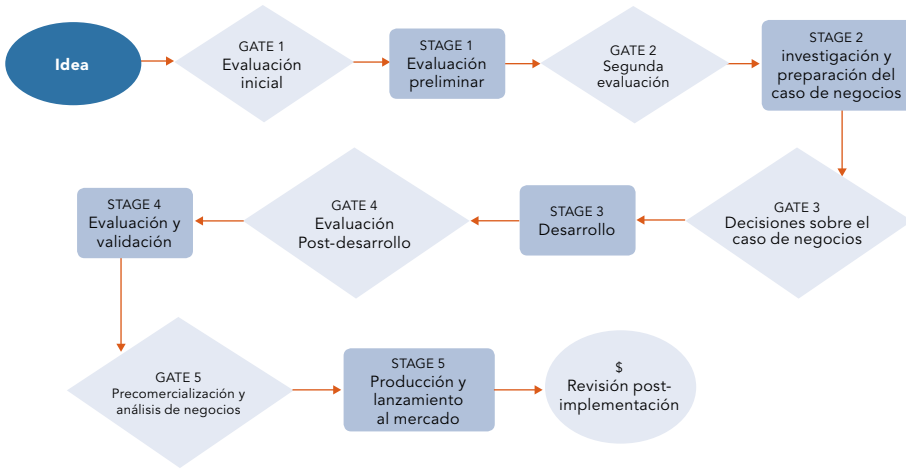


Figura 42. Configuración Stage-Gate®.
Fuente: Cooper, 2009.

Esta metodología se basa en el principio de comercialización del producto, aunque reúne la gran mayoría de pautas del PMI, brinda un valor agregado en el contexto de la operación y seguimiento del producto al término del ciclo de vida del proyecto.

En términos generales, a continuación se sintetizan las fases del proceso de diseño en comparación con las del desarrollo de producto, las de un proyecto de seguridad y defensa y la mirada del PMI (tabla 10), con el fin de relacionar los propósitos de las fases en líneas de acción que contengan los parámetros generales de los criterios y acciones para ser aplicados al modelo de gestión tecnológica:

Tabla 10. Relación de procesos para la materialización de un proyecto.

Proceso de diseño en ingeniería	Proceso de desarrollo de producto en ingeniería	Proceso de un proyecto de seguridad y defensa	Ciclo de vida de un proyecto PMI	Metodología PMI
Fase 1: Diseño conceptual	Planeamiento	Fase conceptual	Iniciación del proyecto	Visualizar
	Desarrollo del concepto		Organización y preparación	Conceptualizar
Fase 2: Realización del diseño	Diseño a nivel de sistema	Fase de definición y decisión	Ejecución del trabajo	Definir
Fase 3: Diseño de detalle	Diseño de detalle	Fase de ejecución		Cierre del proyecto
Fase 4: Planificación de la manufactura	Prueba y perfeccionamiento		Fase de servicio operativo	
Fase 5: Planificación de la distribución	Incremento de la producción			
Fase 6: Planificación para el uso				
Fase 7: Planificación para el retiro del producto				

Fuente: elaboración propia.



Como se puede observar, al cruzar la información en la consecución de un proyecto, se encuentran similitudes importantes que pueden ser sintetizadas para hacer del modelo de gestión tecnológica una proyección optimizada de los enfoques en ingeniería con respecto a la gestión de proyectos, que en adelante serán concretados dentro de la estructura del modelo.

2.1.5.4. Gestión de innovación.

En la gestión de innovación se destaca la articulación de todas y cada una de las actividades y elementos que hacen parte de la aplicación de la gestión del conocimiento como soporte estructural de cualquier propuesta a nivel de producción intelectual o tecnológica (Rodríguez, 2002), hasta llegar a la determinación de diferentes capacidades y modelos de innovación que dibujan la ruta hacia una gestión tecnológica más pertinente dentro de las necesidades de la organización (Pavón e Hidalgo, 1999).

La gestión de innovación aplicada a la gestión tecnológica, se detalla mediante el planteamiento de una prospectiva tecnológica (figura 43), que seguida de la planeación aborda la adaptación y asimilación de tecnologías para desarrollar nuevos productos (García, Santos y Pereira, 2008), que sean finalmente desarrollados y ejecutados en el contexto general de la organización, teniendo dentro de esta ruta la conformación del respectivo plan de desarrollo industrial y tecnológico, mediante el cual se pueda definir entre adquisiciones, adaptaciones o nuevos desarrollos que al final puedan ser auditados y verificados en su respectivo ciclo de vida (García, Santos y Pereira M., 2008).

El desarrollo de los procesos de gestión tecnológica en la innovación se debe vincular a la formalización del modelo en razón a que traza la columna vertebral y el paso a paso del seguimiento de un proyecto, partiendo de la prospectiva y divergiendo en tres estados de interés particular para la fuerza, como lo son la adquisición, la adaptación y el desarrollo de tecnologías, en donde se sintetizan los proyectos particulares de los dos primeros niveles de la escalera tecnológica tratada anteriormente.

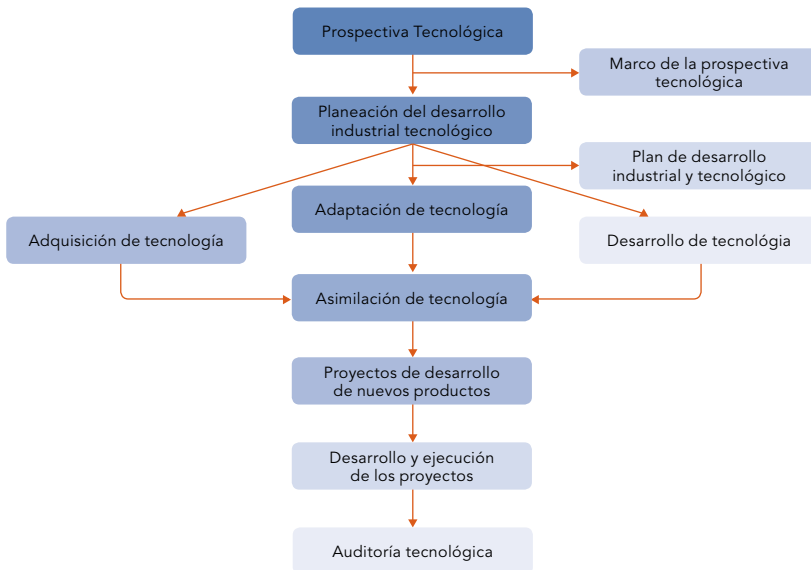


Figura 43. Desarrollo de los procesos de gestión tecnológica en la innovación.

Fuente: Mejía, 1998.

Para aplicar la innovación a los procesos de gestión, se trae en primera instancia el modelo Hiper 666® (figura 44), el cual se centra en tres aspectos operativos entre sí, como lo son el proyecto, la organización y el entorno (Rodríguez, 2006).

64

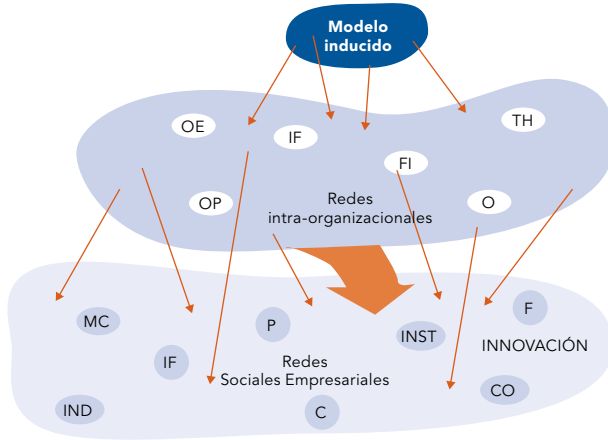


Figura 44. Modelo de innovación Hiper 666®.
Fuente: López, 2011.

Dando así un campo de referencia para explicar los modelos de gestión de innovación, los cuales aparecen desde los años 50 con el modelo lineal básico (figura 45), desarrollado en el vínculo de la investigación y el desarrollo de productos (Pelz y Andrews, 1966; Rothwell, 1994), estaba también el modelo lineal basado en el aumento de la demanda, (Rothwell, 1994) e incluso el modelo articulado o interactivo, el cual contaba con un enfoque más aplicado a las capacidades tecnológicas (Cooper, 1983; Rousset, 1991), para después aproximarse a la actualidad mediante los modelos integrados, los cuales desarrollan las actividades de I+D+I, incluyendo las facetas de producción, distribución y servicio como factores relevantes en los procesos de innovación.

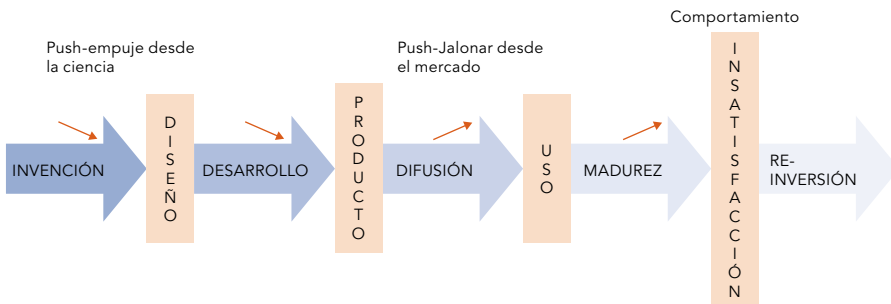


Figura 45. Modelo lineal de un proceso innovador.
Fuente: Rodríguez y Cordero, 1999.

Siguiendo estos preceptos, se pueden encontrar en general dos tipos de modelos de innovación: el estático y el dinámico, como a continuación se ilustra con el modelo lineal



COTEC (figura 46), el cual presenta una base conceptual de investigación y desarrollo mediante conocimientos científicos y tecnológicos, que canalizados linealmente mediante la ingeniería básica conllevan su viabilidad en proyectos con múltiples posibilidades de invenciones, materializados en innovaciones que deben ser difundidas paralelamente a su nivel de operación.

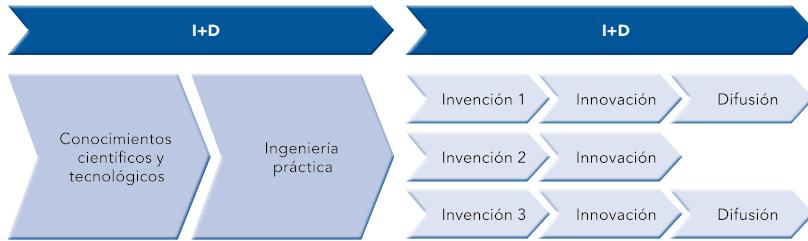


Figura 46. Modelo lineal COTEC.
Fuente: COTEC, 2010.

Por otro lado, se indica el modelo de enlaces de cadena propuesto por Kline (figura 47), el cual utiliza las funciones de la gestión tecnológica para vigilar y proponer nuevas ideas, a partir de los proyectos de investigación de la organización, donde se combinan los conocimientos científico-técnicos en propuestas de diseño materializados en proyectos de innovación.

Este modelo se basa en el bucle cerrado de las realimentaciones entre diferentes elementos del mismo, en especial entre el conocimiento, la investigación, el mercado y los procesos internos de la cadena, concadenados mediante procedimientos de orden tecnológico, estableciendo así unas relaciones directas entre los agentes del proceso de innovación (Henríquez y Vega, 2012).



Figura 47. Modelo de enlaces en cadena (Kline).
Fuente: modelo modificado de enlaces en cadena de Kline (adoptado en la norma UNE 166002 y la norma NTC 5801 sobre gestión de la I+D+I).

2.1.5.5. Gestión tecnológica.

Desde el marco de los procesos tecnológicos de la organización, la gestión tecnológica reúne todos los procesos (Rather, 1990), procedimientos y estrategias enlazadas para la formulación, diseño, desarrollo e integración de recursos (Castellanos, Montoya y Jiménez, 2002), proyectados estos para el establecimiento de propuestas tecnológicas que den respuesta a las necesidades de la fuerza, no solo en la operación de las aeronaves sino también en la efectividad de cada uno de sus procesos gerenciales, misionales y de apoyo que operan para el fortalecimiento y el cumplimiento de la misión institucional (Bernal y Laverde, 1995).

Este concepto de reciente aplicación e integración en el país, ha sido considerado para plantear un proceso de gestión tecnológica por parte del Instituto Militar Aeronáutico y a través del desarrollo de un trabajo de grado, realizado por Rodríguez y Gaitán (2006), donde formulan la definición de un diagrama de flujo (figura 68) que permite la visualización de las fases más significativas para el avance en gestión tecnológica dentro de la organización (Mejía, 1998).

Sin embargo, a pesar de su pertinencia como trabajo de grado, quedaría limitado dentro del sistema de la fuerza, debido a la falta de un modelo general que cubra su alcance y lo fortalezca como proceso o procedimiento en las acciones de la fuerza.

Por otra parte, se presentan diferentes opciones de modelos de gestión como recurso final del proyecto (Sábato y Mackenzie, 1988), en donde se definen tanto las actividades, como los componentes y fases articuladoras de un modelo integral (figura 48) para la gestión de tecnología dentro de la fuerza (Pilkington y Teichert, 2005.)

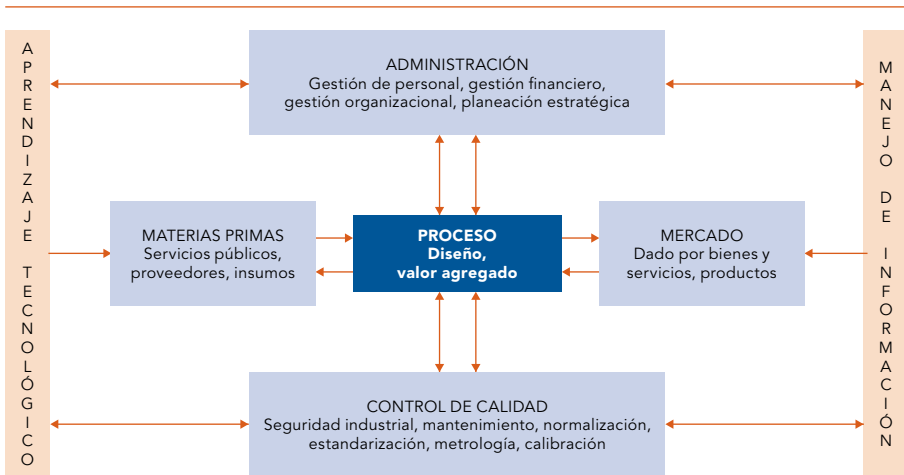


Figura 48. Esquema general de una organización con enfoque tecnológico.
Fuente: Amaya, 1999.

2.1.5.5.1. Funciones de la gestión tecnológica.

El proceso en general de la gestión tecnológica trae consigo la necesidad de implementar uno subprocesos derivados de la relación con las funciones mismas de la gestión tecnológica (Kropsu, Haapasalo y Rusanen, 2009), de tal forma que se puedan poner en práctica no solo las funciones sino también las actividades correspondientes en cada una de ellas (García, 1997). Logrando evidenciar dos aspectos relevantes a la hora de proyec-



tar la empresa en términos de orientación tecnológica, la primera es la integración y la alineación de la gestión tecnológica, evidenciadas en el establecimiento de un proceso dedicado exclusivamente a la gestión tecnológica desde el escenario de la estructura organizacional y la asignación de responsabilidades para el manejo de recursos aplicados a proyectos de desarrollo; la segunda referida a la alineación, y tiene que ver directamente con la forma como la organización utiliza la gestión tecnológica para ser aplicada en la cobertura integral de la de la estrategia, vinculando la supervisión y verificación de cada una de las funciones del proceso (García, Santos y Pereira, 2008).

En este sentido, se hace necesario visualizar un trabajo previo a la formulación del modelo, consistente en la definición de parámetros de estructura organizacional que integren el punto de vista de la ingeniería con el compendio de funciones y buenas prácticas de la gestión, como se relaciona en los resultados del proyecto (Kropsu, Haapasalo y Rusanen, 2009).

Siendo así, a continuación se resaltan las funciones primordiales a la hora de implementar el concepto de gestión tecnológica en la columna vertebral de la organización:

a Vigilancia de tecnologías

Consiste en la visualización de forma anticipada de múltiples aspectos que puedan afectar el cumplimiento de la misión de la organización, en términos de desarrollo e innovación con los cuales se pueda prever la oportunidad de un plan de negocios o las amenazas de un mercado cambiante, que genere impacto en las actividades de ciencia y tecnología de la organización (Escorsa, 2001).

La vigilancia tecnológica se surte de cuatro actividades relevantes a la hora de definir las necesidades y oportunidades de negocio de la organización:

b Planeación tecnológica

Consiste en la articulación de políticas y líneas de acción conducentes a la materialización del desarrollo tecnológico, visto desde la sinergia operativa de los procesos para encontrar ventajas tecnológicas en la aplicación de los diferentes proyectos que en este caso sean producidos por los centros de desarrollo de la organización. La planeación tecnológica se basa en dos procesos iterativos entre sí:

- Alineación e integración de la estrategia.
- Apropiado uso de los recursos.

Además, vincula la tipificación de los proyectos, los riesgos, la factibilidad, los tiempos, los medios requeridos en el adecuado planteamiento y diseño de los proyectos, así como los mecanismos que marquen la diferencia entre la trazabilidad de los proyectos de investigación y desarrollo aplicados en la organización.

c Uso de recursos y tecnologías

Consiste en la búsqueda y uso adecuado de los recursos y tecnologías requeridos en los diferentes planes de negocio anidados dentro del concepto general del diseño de los proyectos formulados (Garavito y Suárez).

La habilitación de los recursos y tecnologías se fundamenta en la implementación adecuada de la gestión financiera, de talento humano (Hierro y Vasconcellos, 2013), recursos técnicos y del conocimiento con las cuales se pueda plasmar la tipificación de los proyectos, ya sean de desarrollo, investigación, transferencia o apropiación de



tecnologías, que se ejecuten por medio de procedimientos y prácticas alineadas a las políticas y experiencias de la organización.

d Protección del patrimonio tecnológico de la organización

Consiste en la consecución de herramientas que protejan la propiedad intelectual de la producción emanada de las fases de la gestión tecnológica vinculadas con las actividades de ciencia y tecnología en todos los procesos de la organización, desde los de apoyo hasta los directivos y lógicamente los misionales.

La protección se enfatiza en los diferentes tipos de productos a ser protegidos, tales como diseños industriales, inventos, patentes, diseños de utilidad, entre otros, que evidencian la producción y desempeño de la organización en materia de desarrollo tecnológico e innovación.

e Implementación de la innovación

Consiste en la recopilación de conceptos aplicados al desarrollo de proyectos de innovación, desde la misma gestión de la innovación hasta la materialización de los proyectos con ideas netamente innovadoras, ya sea en productos, procesos o modelos de gestión.

Teniendo en cuenta el fundamento dado por las anteriores funciones y conceptos de la gestión tecnológica, a continuación se traen a colación varios ejemplos de modelos aplicados donde se perfila la ventaja de la innovación como pieza clave de la aplicación del modelo.

2.1.5.5.2. Modelos organizacionales en gestión tecnológica.

Un ejemplo significativo para observar la gestión tecnológica es el desarrollado por la empresa Ecopetrol (figura 49), la cual plasma dentro de su nueva estrategia de trabajo una vicepresidencia dedicada exclusivamente a temas de innovación y tecnología, desglosando tres líneas de dirección aplicadas, en particular a la estrategia en innovación, conocimiento y tecnología, por medio de la cual se concreta la gestión de tecnología como se ilustra a continuación.

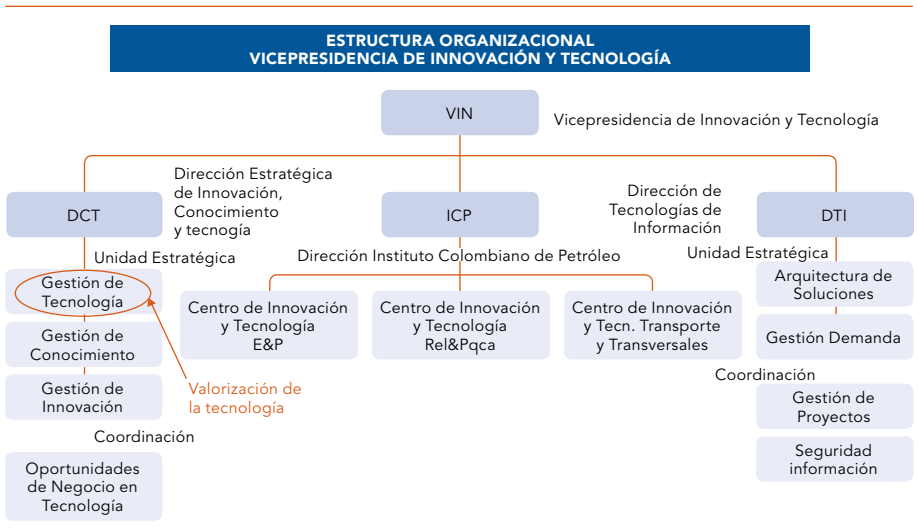


Figura 49. Estructura organizacional Ecopetrol.

Fuente: Ecopetrol S.A. (2013).



De igual modo, dentro de esta mirada de la gestión tecnológica se desglosan cuatro líneas de acción de la gestión: monitoreo y vigilancia tecnológica, adquisición de tecnología, administración de la tecnología de negocio incorporada y la gestión de propiedad intelectual (figura 50), mediante las cuales Ecopetrol traza su ruta de planeación y cadena de valor para la estrategia de cómo gestionar la tecnología dentro de sus funciones y resultados esperados.

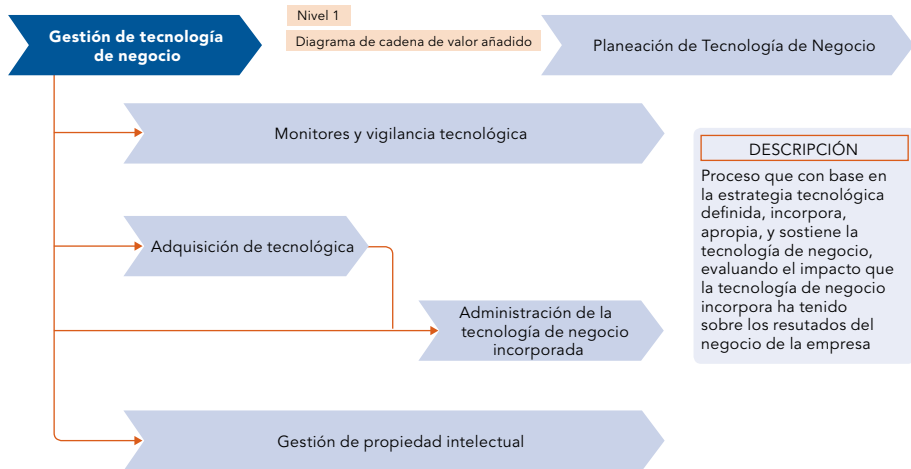


Figura 50. Estructura gestión de tecnología Ecopetrol.
Fuente: Ecopetrol S.A. (2013).

Considerando estas alternativas, y viendo en el marco internacional los referentes de apoyo para la conformación de un modelo con los indicadores suficientes y necesarios, vale la pena destacar el sistema nacional de innovación chileno (figura 51), el cual emula de manera análoga la economía y dinámica tecnológica de Colombia, gracias a que se representa una estructura cimentada en el mercado, las instituciones de investigación, el sistema educativo, las empresas y el gobierno como agente articulador del sistema (Campos, 2006).

Es así como este concepto involucra aspectos tales como la mediación y movilidad de recursos, la formación, la investigación, el desarrollo y los incentivos claves para un adecuado estado de posibilidades en el marco del crecimiento económico requerido en países latinoamericanos (Durán, 2000).

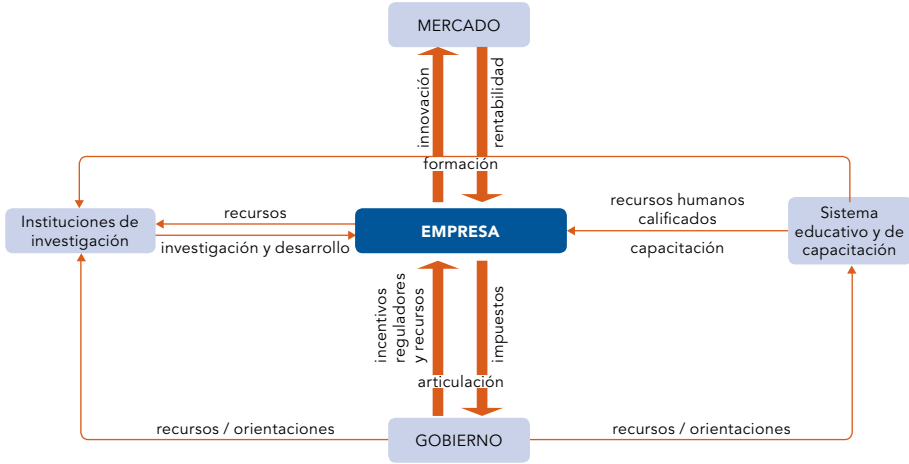


Figura 51. Sistema nacional de innovación chileno.
Fuente: Sistema Innovar en Chile, PDIT (2005).

Por otra parte, y haciendo una aproximación al modelo requerido en la gestión tecnológica, es pertinente traer a colación las acciones que en esta materia ha ejercido México respecto a su modelo nacional de gestión de tecnología (figura 52), dentro del cual se desglosan los diferentes procesos aplicados a la innovación y las diferentes funciones de la gestión de la tecnología y la innovación.

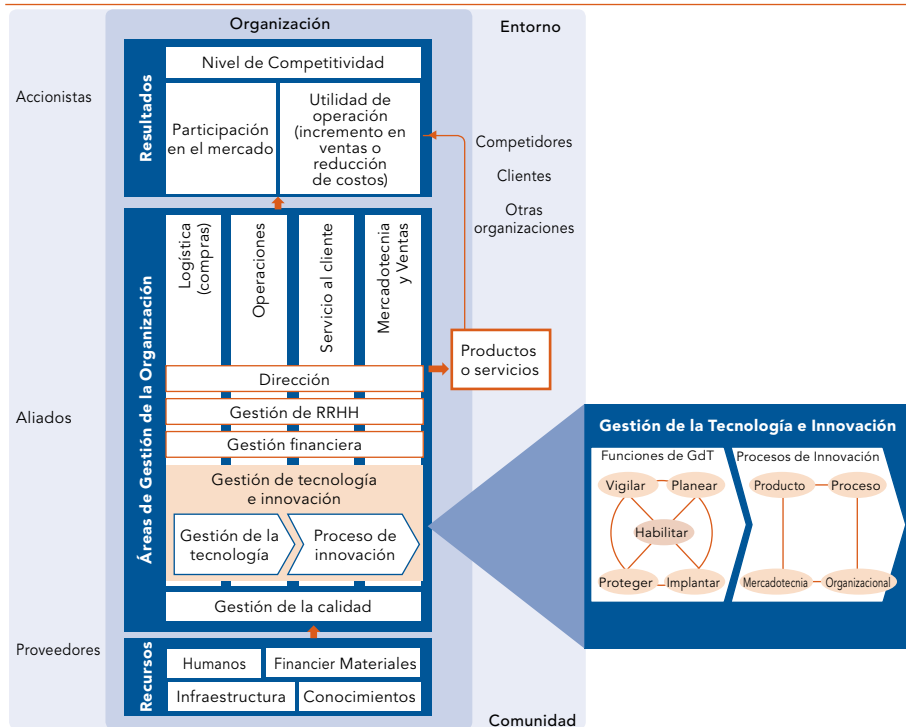


Figura 52. Estructura modelo de gestión de tecnología mexicano.
Fuente: www.fpnt.org.mx (2014).



Dicho modelo trae consigo la instauración de políticas y diferentes mecanismos para la adecuada articulación de los esfuerzos en cada una de las funciones y procesos, adicional a esto involucra una importante estrategia referida al premio nacional de tecnología e innovación, mediante el cual se reconocen los aportes y la participación activa de todo un sistema de actores encaminados bajo un mismo objetivo.

Incluso el objetivo de la gestión tecnológica cuenta con el apoyo sistémico logrado por el centro de sociología de la innovación de París (figura 53), que desde el año 1995 plasmaba su visión mediante la rosa de los vientos de la investigación como material soporte a los caminos de la innovación desde la experticia, los conocimientos, la formación de competencias, la acción de los poderes públicos y las ventajas competitivas integrados en la movilidad de bienes y servicios en favor de un sistema encausado, no solo por la innovación sino por la necesidad de desarrollar también la investigación, como ese norte a seguir en la convergencia de políticas y propuestas en la gestión tecnológica.



Figura 53. La rosa de los vientos de la investigación.

Fuente: Centro de Sociología de la Innovación, París (1995) en Callon et al.

De esta forma, los avances en razón a la gestión tecnológica a nivel latinoamericano, están dando frutos de acuerdo a su nivel de interiorización y cultura en cada una de las entidades aportantes, en este sentido, como marco de referencia estratégico para el desarrollo de la presente propuesta, se pueden tomar elementos de cada uno de estos sistemas para la alineación de una ruta depurada y asertiva para las necesidades particulares de la institución, incluso desde la misma mirada del Manual de OSLO (OCDE, 2005) encausada por la organización de cooperación y desarrollo económicos (OCDE, 1997) y la oficina de estadísticas de las comunidades europeas - EUROSTAT, donde se protocoliza un mapa de seguimiento y guía para la toma de datos e interpretación de la innovación desde sus propios conceptos, hasta la concreción de procesos y lineamientos generales a nivel mundial.

Son sin lugar a dudas mecanismos de utilidad para poder plasmar un modelo a la medida de cada necesidad, especialmente el de la organización de estudio que mediante su sistema general de operación y la articulación de estrategias ha viabilizado mecanismos para consolidar sus proyectos, no solo en gestión tecnológica sino también en promoción de la innovación y generación de cultura de la investigación; desde el propio Sistema de Educación de las Fuerzas Armadas (SEFA), el Plan Estratégico del Sistema Educativo, las diferentes directivas en ciencia y tecnología y finalmente un Plan Estratégico Institucional (PEI), proyectado al año 2030 donde se plasma un horizonte de versatilidad y opciones conjuntas en tecnologías, innovación e investigación, que no pueden dejarse desligadas simplemente, sino que tienen que articularse para ser realmente efectivas en el tiempo.

2.2. Referente legal

El trabajo se sustenta en las siguientes consideraciones que refieren su fundamento legal, mediante las cuales se plasman las políticas (Hernández, Díaz y Baquero, 2011), planes, programas y proyectos con los que se da vía libre a la estructuración de estrategias para el mejoramiento de las entidades participantes en procesos de gestión tecnológica e innovación (OCDE, 2002).

Es así como desde el mismo plan de gobierno de la Presidencia de la República, y gracias a la consecución de mecanismos descritos en la constitución nacional, se plasman criterios de alineación para la unificación de esfuerzos en materia de desarrollo tecnológico, ciencia e innovación, así mismo se da cabida a la integración de entidades y sistemas de participación activa en gestión para el crecimiento del ámbito tecnológico como lo afirma Ávalos (1990).

De acuerdo al plan de gobierno se tienen en cuenta aspectos tales como la innovación para la prosperidad, el crecimiento y la competitividad (figura 54 y 55), todos ellos enfocados a la generación de indicadores de gestión transversales que coadyuvan a la consolidación de la paz, la igualdad de oportunidades y la labor de un buen gobierno (figura 56) con enfoque internacional y de sostenibilidad para mantener el concepto de prosperidad democrática:



Figura 54. Desarrollo sostenible - Plan Nacional de Desarrollo.

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.



El Plan Nacional de Desarrollo vela por el mantenimiento de las instituciones, sin embargo, no llega al nivel de detalle que sí deben abordar las instituciones y donde precisamente se debe tomar partido en todas las áreas de desarrollo de la misión organizacional, en este sentido, la autonomía de las entidades públicas puede darse con los parámetros que para cada ministerio se viabilicen. Y en este particular la gestión tecnológica debe estar articulada con las líneas de acción del mismo plan de desarrollo.

Las locomotoras de la prosperidad, como son denominadas las estrategias de acción del actual gobierno, tienen en su interior la línea de trabajo de la seguridad democrática, donde interrelaciona la innovación como un estado para alcanzar la prosperidad, en este sentido todos los esfuerzos abonados en este contexto son validados para la referencia legal del proceso de gestión tecnológica de la Fuerza Aérea.

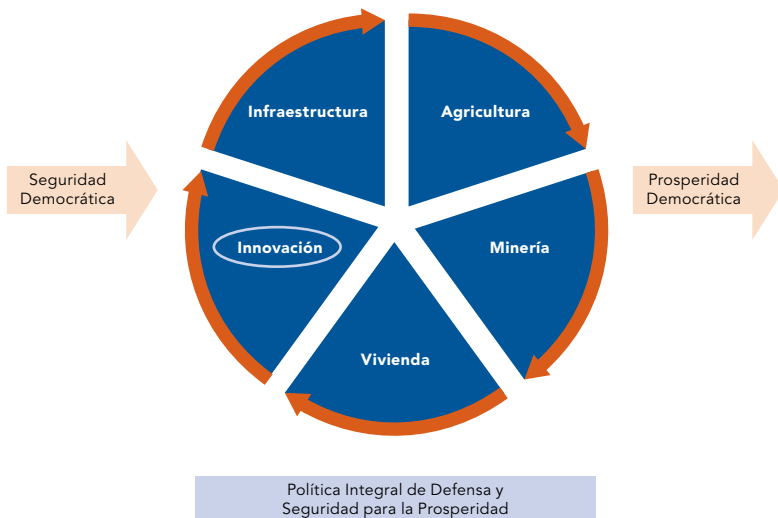


Figura 55. Locomotoras de la prosperidad.

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

Para hacer tangibles los esfuerzos en materia del plan de gobierno, se jerarquizan las formas de medición de los resultados pasando por la estrategia, la ejecución de los programas y la gestión para su seguimiento, en este proceso la fuerza como entidad adscrita al Ministerio de Defensa transversaliza sus mediciones en su modelo de gestión, pero de forma tangencial evalúa los desarrollos tecnológicos, sin profundizar el sentido real de su aplicación y su impacto requerido.

Por esto es importante concentrar los esfuerzos de la gestión tecnológica y el diseño de proyectos en soluciones óptimas que apunten a los indicadores, metas del ministerio, política y plan de gobierno dispuesto para las fuerzas militares y el sector defensa en general.

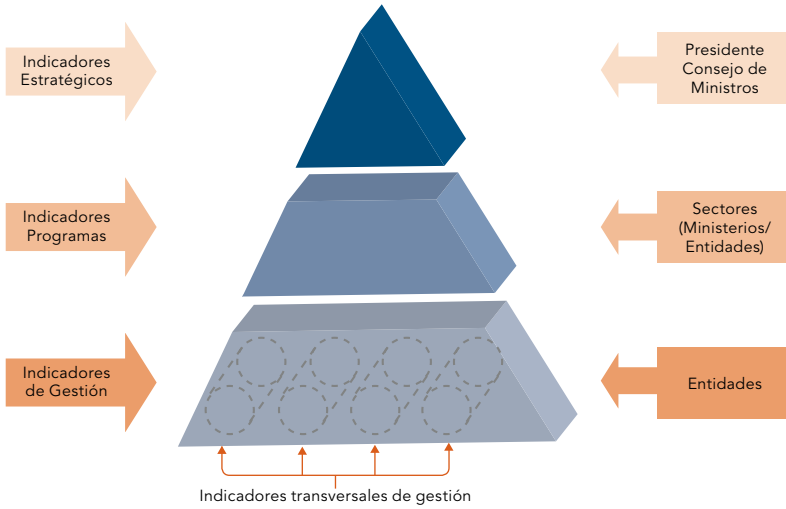


Figura 56. Esquema de seguimiento a las metas de gobierno.

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.

De igual modo, y viendo la necesidad de integrar diferentes políticas, se cuenta como soporte para la presente propuesta con las políticas emanadas desde el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ávalos, 1990), el Comité Intersectorial con sus respectivas políticas de ciencia estructuradas en el Plan Nacional de Desarrollo y descritas en la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley 1286, 2009), para finalmente ser moduladas a través de programas especiales de ciencia, tecnología e innovación, para la irrigación de una Cultura de innovación y tecnologías aplicadas al crecimiento económico del país y de cada una de sus instituciones.

En esta misma línea de fundamentos, se cuenta con el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación descrito a continuación (figura 57) por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), como un valioso referente para el fortalecimiento de la capacidad regional, el apoyo y la cooperación e incluso las estrategias en investigación e innovación para cada una de los programas en ciencias básicas, ciencias sociales y humanas, desarrollo tecnológico industrial y de calidad, ciencia y tecnología agropecuaria, medio ambiente y hábitat, estudios científicos de la educación, ciencia y tecnología de la salud, ciencia y tecnología del mar, biotecnología, electrónica, telecomunicaciones, informática, energía minera y recientemente adicionado el programa de seguridad para la defensa del cual se desprende la posibilidad de aportar en nuevos diseños y propuestas desde las entidades públicas dedicadas al servicio de la protección y defensa de la soberanía nacional, como lo es el papel de la organización colombiana en su rol de defensa del espacio aéreo y aeroespacial de la república.



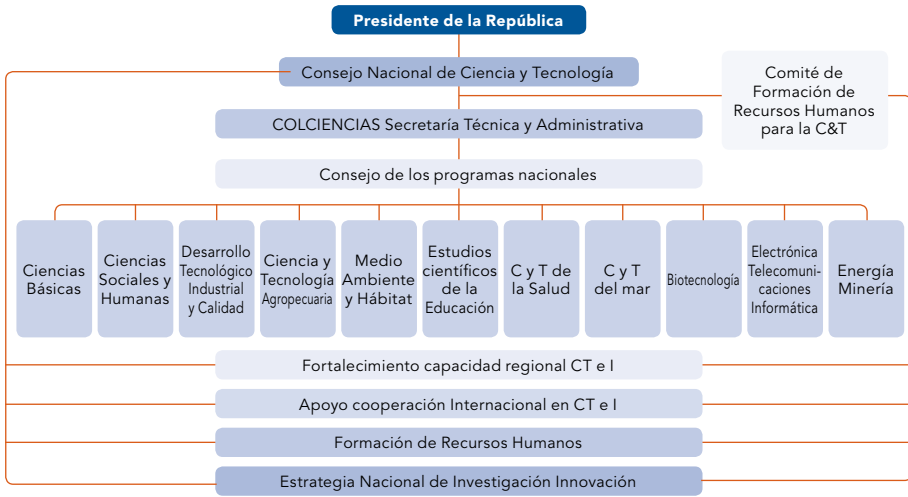


Figura 57. Organismos rectores del sistema nacional de ciencia y tecnología.
 Fuente: Colciencias, 2008, en la versión 2009 con la conformación del Departamento Administrativo se adiciona un nuevo programa relacionado con la seguridad y defensa de la nación.

Dentro de los objetivos aplicados del plan de desarrollo hacia la política integral de defensa y seguridad para prosperidad (figura 58), está un aspecto relevante y que involucra todos los posibles avances y formulaciones para garantizar la seguridad, consistente en la modernización del sector defensa, descrito a continuación mediante la pluralidad de los derechos humanos, la comunicación estratégica, el buen gobierno, la cooperación internacional, la inteligencia y las coordinaciones interinstitucionales, aspectos que de una u otra forma ofrecen una silueta para la estructura del modelo aplicado a la gestión tecnológica de la fuerza.



Figura 58. Política integral de defensa y seguridad para la prosperidad.
 Fuente: Ministerio de Defensa Nacional (2013).



Así mismo, y haciendo uso de la política integral de defensa y seguridad para la prosperidad (figura 59), se desglosan diferentes programas para cada línea de la política mediante las cuales se debe enrutar el modelo para interactuar con cada línea desde la gestión en tecnologías e innovación, para la modernización y actualización permanente de la institución.

Objetivos estratégicos	Programas								
Consolidación de las áreas estratégicas y lucha contra GAI	Defensa y Seguridad para las fronteras			Lucha contra GAI		Seguridad para la Consolidación		Programa de Desmovilización	
Lucha contra el narcotráfico y la ilegalidad	Territorios libres de actividades ilícitas (Impulso a las locomotoras)			Desarticulación de redes dedicadas al narcotráfico			Luchar contra las finanzas GAI		
Capacidades estratégicas	Movilización Nacional			Sistema Integrado de Defensa		Misiones de Paz		Plan Sectorial de Inversión	
Seguridad y constancia ciudadana	Observatorio de Seguridad Ciudadana	Cultura Ciudadana para la legalidad		Liderazgo local para la seguridad	Fortalecimiento de la acción policial		Programas sociales para la prevención		Herramientas judiciales
Modernización del Sector Defensa y Seguridad	Plan de ciencia y tecnología	Sustento del gasto	Educación	Agencia de cooperación	GSED competitivo	Bienestar	Futuro de la fuerza 2020	Reforma a la FM	Logística para la Defensa y Seguridad

Figura 59. Programas de defensa y seguridad.

Fuente: Ministerio de Defensa Nacional (2013).

En este contexto, los aportes generados en materia de seguridad y defensa de la nación cobran gran relevancia dentro de la gestión de innovación y desarrollo de cada una de las entidades, por lo tanto, la prospectiva de un modelo enfocado a dichos fines encaja directamente en las posibles alternativas de apoyo a las necesidades de mejoramiento y vanguardia tecnológica del país.

Tal como lo demuestra el esquema (figura 60) para el manejo de la ciencia, la tecnología y la innovación del sector defensa, sin dejar de lado las políticas que sobre propiedad intelectual deban ser aplicadas, junto con el direccionamiento de la cooperación industrial y social u *offset* como catalizadores de un proyecto integral aplicado a cualquier intención de desarrollo tecnológico que apoye estos procesos de ingeniería.

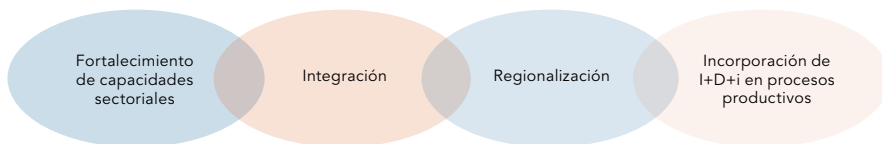


Figura 60. Manejo de la CTI del sector defensa.

Fuente: Ministerio de Defensa Nacional (MDN).

Para el desarrollo de estos propósitos se ha planteado inclusive una visión compartida de futuro en ciencia, tecnología e innovación del (MDN) en el año 2011, en donde se abordan estrategias para el desarrollo de la nación a través de la fuerza pública en los próximos 20 años, mediante la formulación de cuatro escenarios posibles a la prospectiva, tales como:



- a Marchando por la prosperidad: desarrollos tecnológicos para enfrentar las amenazas asimétricas, por medio de operaciones conjuntas y combinadas en inteligencia integral, movilidad y entrenamiento en todo tipo de plataformas especializadas.
- b Agresión de redes: desarrollo de fuerzas con carácter multinacional y capacidad para exportar bienes y servicios de defensa y seguridad con redes como el Grupo Social y Empresarial de Defensa (GSED) y alianzas estrategias con la academia, la industria y agencias nacionales e internacionales, que sean capaces de enfrentar los cambios en la forma de agresión originada mediante múltiples recursos con materiales radioactivos, biológicos, químicos, cibernéticos, nanotecnológicos y microelectrónicos, con mecanismos y canales multivariantes, sin restricciones y a bajo costo, pero que son capaces de impactar fácilmente la estructura de control del estado.
- c Colombia prospera: desarrollo de sistemas de protección de los recursos naturales, minerales y ecosistemas estratégicos, que minimicen la acción de robos, narcotráfico, tráfico de órganos, explotación infantil, ciberdelincuencia y seguridad en los centros urbanos, gracias a los altos niveles de especialización y versatilidad operativa hacia el desarrollo económico, productivo y social del país.
- d Escenarios pesimistas: desarrollar capacidades para anticipar la agresión híbrida, la guerra declarada y la amenaza global.

Estos escenarios demandan de las fuerzas capacidades para formular y desarrollar un mapa tecnológico con misión, direcciones de desarrollo, áreas y líneas de trabajo, programas estratégicos y cambios de paradigmas en seguridad ciudadana, seguridad humana y nuevas formas de guerra, para afrontar desde la ciencia, la tecnología y la innovación nuevas estrategias que potencien el avance de la nación en la región.

En particular desde cada fuerza lograr aspectos integrales tales como:

- Apoyo en ciencia, tecnología e innovación.
- Uso intensivo y creciente del conocimiento.
- Formación continua.
- Facilidad en el surgimiento de industrias y tecnologías duales militares y policiales para el desarrollo productivo y social.
- Actualización del marco normativo en ciencia, tecnología e innovación.
- Flexibilidad en la ejecución de recursos en ciencia, tecnología e innovación.
- Articulación del conocimiento militar, científico y tecnológico.
- Articulación de la ciencia, la tecnología y la innovación para la independencia estratégica (Gaynor, 1996), con miras a la autosuficiencia y el auto sostenimiento del país.

En términos generales, la formulación de un modelo debe responder a la conjugación del sistema de ciencia, tecnología e innovación del Ministerio de Defensa Nacional, por medio del cual se viabilicen las soluciones de ingeniería aplicadas a los proyectos de I+D, tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (figura 61), propiedad intelectual, procesos de negociación, *offset*, vigilancia tecnológica, entre otros proyectos que articulen la dinámica de la gestión y especialmente la verificación de resultados en productos que catapulten la respuesta de la ingeniería a las necesidades del país, frente a los nuevos mercados y a los cambios permanentes del ámbito socioeconómico aplicados a las entidades públicas y privadas (Hernández, Díaz y Baquero, 2011).



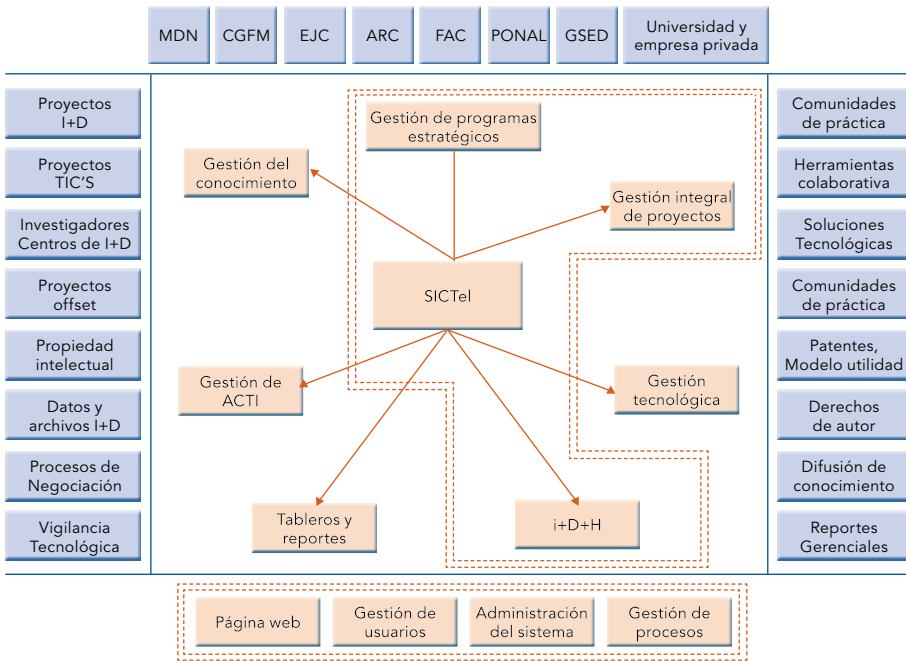


Figura 61. Sistema de CTel – MDM.
 Fuente: Ministerio de Defensa Nacional (MDN).

Como resultado de la aplicación de estas políticas, las fuerzas armadas por medio del Ministerio de Defensa Nacional (MDN), deben formular de manera conjunta estrategias en torno a la investigación, el desarrollo y a la innovación del sector defensa, con el fin de dar estructura y organización a las diferentes áreas del conocimiento y el desarrollo propio, mediante la optimización de recursos y la convergencia de esfuerzos ante el diseño y ejecución de proyectos que seguidos de un proceso de trazabilidad sean consistentemente formulados e implementados, gracias a un modelo lógico de acciones que así lo dispondgan.

En este marco, además del Ministerio de Defensa Nacional, se encuentra el Comando General de las Fuerzas Militares (CGFM) como eslabón del conducto regular ante la aplicación de estrategias a nivel nacional, el cual dispone útilmente para el objeto del presente proyecto, de un objetivo clave de calidad, consistente en: fomentar la innovación en los procesos institucionales que contribuyan a la modernización de las fuerzas militares.

Por lo tanto, a partir de este enfoque, se sustenta aún más un marco legal pertinente para la adecuación de propuestas para el fomento de la innovación, especialmente en la fuerza pública como fuente de espacios dados para la transferencia de tecnologías y desarrollo de proyectos aplicados a la innovación.

En este aspecto, vale la pena destacar que dentro de la estructura organizacional y sistémica de la fuerza, se cuenta con un marco aplicado al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (FAC PEI, 2011), como factores clave en la formulación de



programas estratégicos tales como: el autosostenimiento de la FAC, ventaja tecnológica, espacial militar y tecnologías de apoyo, cada uno de ellos con sus respectivos subprogramas y líneas de investigación liderados en forma particular por las unidades aéreas y centros de investigación destacados a lo largo y ancho del país, como el Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE), el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial (CEDTA), el Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD), el Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica (CETIA) y el Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAE), además del Grupo Social y Empresarial de la Defensa (GSED) como piezas claves de una sinergia de gestión a ser implementada y propuesta mediante el modelo.

El sistema actual de ciencia y tecnología de la fuerza vincula en su formulación el grupo empresarial del sector defensa, las demás fuerzas armadas, las empresas y la academia como articuladores del mismo, los cuales hacen uso de los nodos de investigación para buscar la materialización de los fines misionales de la fuerza.

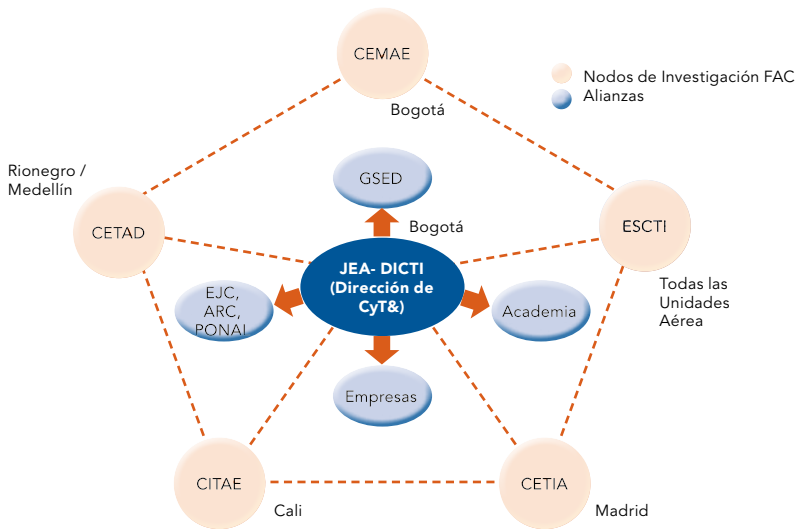


Figura 62. Articulación del sistema de ciencia y tecnología FAC.

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología (DICTI-JEA-FAC) 2013.

Finalmente, como recurso y marco legal del proyecto, se refiere la plataforma de gestión de calidad fundada en la administración por procesos (figura 63) con la que cuenta actualmente la fuerza, y gracias a la cual se orientan los distintos procesos gerenciales, misionales y de apoyo, a partir de las necesidades institucionales y hasta la resolución de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación a ser aplicados en beneficio de la institución.

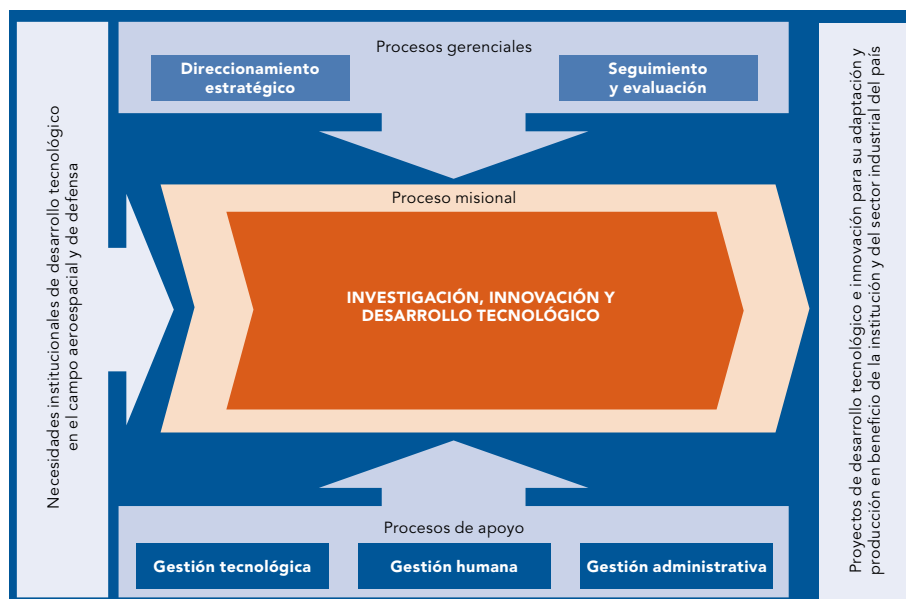


Figura 63. Mapa de procesos, Dirección de Ciencia y Tecnología.

Fuente: Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa (CETAD).

Todos y cada uno de los referentes anteriormente descritos, posibilitan la formulación de un modelo que responda a la articulación de los enfoques dispuestos en el sistema de ciencia y tecnología de la fuerza, además viabilizan la definición de los elementos primordiales a tener en cuenta a la hora de requerirse el diseño, planeación y desarrollo de cualquier proyecto de ingeniería dentro de la organización, inclusive con la formalización de la oficina de transferencia de la fuerza con la que se potencia la extrapolación de los proyectos en diferentes escenarios, se nutre el modelo para su postulación.

En este sentido, y luego de la convocatoria 621 de Colciencias realizada en el año 2013, la FAC presentó su propuesta para la red de propiedad intelectual del sector defensa, creación de la oficina de resultados del sector seguridad y defensa, basados en las capacidades del sistema de ciencia y tecnología de la Fuerza Aérea Colombiana y sus aliados, teniendo como proponente el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA), esta oficina también denominada Oficina de Trasferencia de Resultados de Investigación (OTRI), es el mecanismo mediante el cual la organización abre sus posibilidades al intercambio e interacción de conocimientos y tecnologías entre la empresa y universidades demandantes de servicios particulares a sus desarrollos.

Esta oficina debe potenciar la acción del modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1966), en aras de configurar sus funciones de transferencia de conocimientos y tecnologías a nivel nacional e internacional, vinculando las diferentes empresas y universidades generadoras de insumos para la movilidad de servicios y experiencia en la transferencia y comercialización de resultados de investigación y desarrollo, así como la evaluación, el fomento y la gestión de la propiedad intelectual, como lo establece la guía de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2011).



En las relaciones formalizadas por la OTRI, se asumen compromisos a nivel de infraestructura y equipos por parte de las universidades y centros de investigación y desarrollo, así como recursos y medios para la protección intelectual y el aprovechamiento de los beneficios.

La OTRI debe contar con la participación de especialistas con formación en ingeniería, propiedad intelectual, innovación, administración y valoración de activos intangibles, evaluación de proyectos y análisis de mercados, todos con el compromiso claro de participación en la OTRI, adicional a esto se debe contar con la disponibilidad de recursos para asumir aportes de contrapartidas presupuestales en las asignaciones de recursos por parte de Colciencias.

Esta entidad adelantó conjuntamente el Convenio 311 para el desarrollo del sector aeronáutico, la Convocatoria 632 de 2013 para la formalización de un banco de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación en el sector seguridad y defensa, elegibles en la modalidad de recuperación contingente, bajo la dirección de la Armada Nacional, el Ejército, la Fuerza Aérea y la Policía Nacional, incluyendo las empresas y alianzas del grupo social y empresarial del sector defensa, finalmente la convocatoria 666 de 2014 para la consolidación de los programas estratégicos de ciencia, tecnología e innovación de la Fuerza Aérea Colombiana, mediante los recursos aportados al fondo Francisco José de Caldas, para los proyectos de ciencia, tecnología e innovación aplicados en soluciones a problemas tecnológicos de la FAC.



Capítulo 3.

Estudio de caso y diseño metodológico

La metodología de trabajo se basa en el desarrollo de una investigación descriptiva, por medio de la cual se extraen de forma exhaustiva las bases documentales y conceptuales requeridas para sustentar la propuesta del modelo estructural a utilizar en la formulación de nuevos proyectos aplicados en la Fuerza Aérea (figura 64), para luego analizar dicha información, clasificarla y compilarla en una solución categorizada con líneas de acción y fases de diseño dispuestas para realizar transferencia e innovación a las necesidades de la Fuerza Aérea.

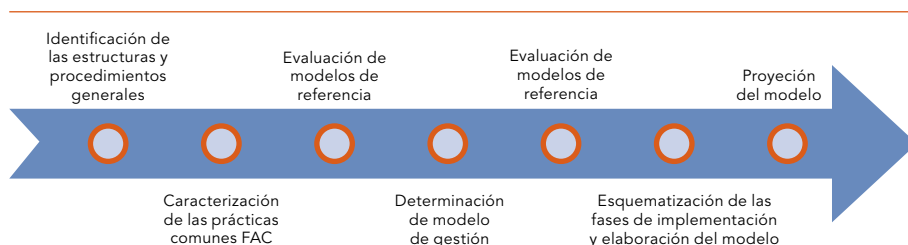


Figura 64. Esquema del diseño metodológico.

Fuente: elaboración propia.

La metodología tiene una secuencia de parametrización de requerimientos técnicos y de modos de operación con los cuales se pueda estructurar el modelo, teniendo como referente un estudio teórico con el que se logren optimizar al máximo los costos de desarrollo, producción e implementación de proyectos con la industria nacional, manteniendo la trazabilidad de los mismos y sus propios resultados.

A continuación se definen la muestra, las variables, los parámetros de recolección de la información y el análisis de la misma.

- Muestra

Base de datos de los proyectos realizados en los centros de investigación de la fuerza, junto con los proyectos desarrollados en cada uno de los programas estratégicos vinculados a la Dirección de Ciencia y Tecnología de la jefatura de educación aeronáutica.

- Variables

La identificación de las variables está definida para poder determinar a partir de cada proyecto de la muestra (tabla 11), la correlación con el enfoque metodológico del modelo.

Tabla 11. Cuadro de control y variables de revisión.

Variable	Indicador comparativo (información extraída de los proyectos)	Ponderación de aplicación (puntos de incidencia)	Enfoque al modelo
Definición estratégica del proyecto	Nombre del proyecto	10	Aplicación a las funciones primarias CTel
Pertinencia	Objetivo	15	Aplicación a los programas estratégicos



Variable	Indicador comparativo (información extraída de los proyectos)	Ponderación de aplicación (puntos de incidencia)	Enfoque al modelo
Tiempo de ejecución del proyecto	Estado actual del proyecto	25	Desarrollo metodológico del proyecto
Presupuesto	Presupuesto asignado	20	Fuentes de financiación
Composición del equipo investigador	Personal dedicado al proyecto	20	Gestión de recursos
Relación Costo/Beneficio	Retorno de la inversión	10	Nivel de impacto del proyecto
	Total ponderado	100	

Fuente: elaboración propia.

• Recolección de información

La recolección de información para el desarrollo de la propuesta del modelo se llevó a cabo a partir del análisis e interpretación del marco teórico, contextual y legal vigente, relativos a los procesos de gestión tecnológica, junto con el inventario de proyectos (tabla 12) radicados en la Dirección de Ciencia y Tecnología, para el diagnóstico de la institución y el seguimiento de los desarrollos de cada centro de investigación.

Tabla 12. Cuadro de control de proyectos.

Nombre del proyecto	Descriptor
Objetivo	
Estado actual del proyecto	
Presupuesto asignado	
Retorno de la inversión	

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la recopilación de información se consideraron los siguientes aspectos según la fuente de información relacionada así:

- Áreas críticas de intervención relacionadas por auditorías de entes externos.
- Retos de trabajo, extraídos del Plan Estratégico Institucional.
- Buenas prácticas empresariales extraídas de las inspecciones realizadas a las unidades aéreas.

• Análisis de la información

En este sentido, la materialización de esta metodología se da considerando las siguientes etapas (tabla 13):

- Identificación de las estructuras y procedimientos generales utilizados para la transferencia, apropiación e innovación de tecnologías aplicadas a la gestión de proyectos en ingeniería mecatrónica.
- Caracterización de las prácticas comunes desarrolladas en la planeación y ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico utilizados para cubrir las necesidades de la FAC.
- Evaluación de modelos de referencia para la aplicación de ingeniería inversa, para la definición de parámetros comunes requeridos en cuanto al modelo FAC, mediante la recopilación y análisis de fichas técnicas y metodológicas, artículos y manuales, con los



que se fundamenta el escenario general, las ventajas y desventajas en la adaptación de los modelos para su propia caracterización.

- Determinación de un modelo de gestión como resultado del análisis documental y las mejores prácticas en el ámbito de la transferencia, apropiación e innovación tecnológica, con sus respectivos componentes, fases y estrategias estructurales, como guía de ingeniería para el desarrollo de nuevos proyectos.

86

- Esquematación de las fases de implementación y elaboración del modelo, con el fin de ajustar las medidas de diseño conceptual, producción e ingeniería de detalle requeridos en la parametrización de necesidades frente a la industria colombiana. Mediante un estudio de mercado y análisis industrial, con el cual se determinen las pautas de aplicación de sistemas a empresas fabricantes de partes y prototipos.

- Proyección del modelo de gestión tecnológica con la fabricación de partes aeronáuticas, detallando cada una de las fases y componentes desarrollados, a fin de caracterizar su análisis con métricas cualitativas con respecto a la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico en la fuerza.

Tabla 13. Cuadro de actividades a desarrollar.

1. Revisión base documental
1.1. Revisión teórica y selectiva de fuentes de información
1.2. Registro de fuentes, antecedentes y desarrollos previos en el tema de investigación
2. Caracterización de proyectos FAC
2.1. Búsqueda, depuración y recopilación de proyectos aplicados en desarrollo e innovación tecnológica
2.2. Comparación de proyectos y descripción de funciones y componentes generales
3. Presentación de resultados del sistema
3.1. Caracterización de proyectos de la organización
3.2. Proyectos aplicados en desarrollo e innovación tecnológica
3.3. Comparativo de funciones y componentes
4. Modelamiento del sistema organizacional
4.1. Clasificación y categorización de procedimientos implementados en el desarrollo de proyectos
4.2. Caracterización y determinación de buenas prácticas
5. Estructuración del modelo de gestión tecnológica FAC
5.1. Bases organizacionales del modelo
6. Presentación del modelo de gestión tecnológica
6.1. Determinación de herramientas básicas para el diseño de proyectos
6.2. Metodología de trabajo del modelo
6.3. Selección, definición y argumentación de líneas de acción
7. Aplicación del modelo
7.1. Adaptaciones de diseño y ajustes metodológicos
7.2. Proyección del modelo, verificación de resultados y comprobación de datos
7.3. Análisis de resultados

Fuente: elaboración propia.



Capítulo 4.

Aplicación de la gestión tecnológica al diseño de proyectos de Ingeniería

- 4.1. Caracterización de proyectos de la organización
- 4.2. Definición del sistema organizacional

El resultado relevante brinda un modelo de gestión tecnológica estructurado para la formulación, análisis, diseño, desarrollo e implementación de proyectos con transferencia e innovación, basado en un estudio documental, estructurado desde las acciones más relevantes en el marco del diseño y la obtención de valores agregados a nuevas tecnologías adaptadas a las necesidades propias de la organización.

La apropiación de mejores prácticas proyectadas por medio de este modelo es otro de los resultados esperados en el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a las necesidades de la organización, con las cuales se logre la optimización de recursos no solo en la adquisición de equipos sino en los mantenimientos y la operación general en el área de trabajo, adicional a esto, la posibilidad de nuevos desarrollos en diseños fundamentados con los criterios de cliente y características de ingeniería requeridos para ofrecer mayor confiabilidad y nivel de efectividad en las condiciones específicas de las unidades de la organización.

De igual modo, se espera suplir las herramientas conceptuales necesarias para estructurar las bases en la nueva formulación de proyectos aplicados desde la mirada de una organización del sector defensa como fuente de información para el presente estudio, generando avances en la doctrina y consistencia en la gestión del conocimiento hacia la obtención de resultados de desarrollo tecnológico.

Como parte de los resultados esperados en el proceso de formación del modelo, se utilizan las herramientas conceptuales para la doctrina y la gestión del conocimiento unidas a la identificación de las mejores prácticas en el desarrollo tecnológico de la organización (figura 65), para así llegar a la estructuración del modelo desde la concepción del análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y la evaluación de todas las actividades que integran la sinergia del modelo y su metodología de diseño en los proyectos de ingeniería.

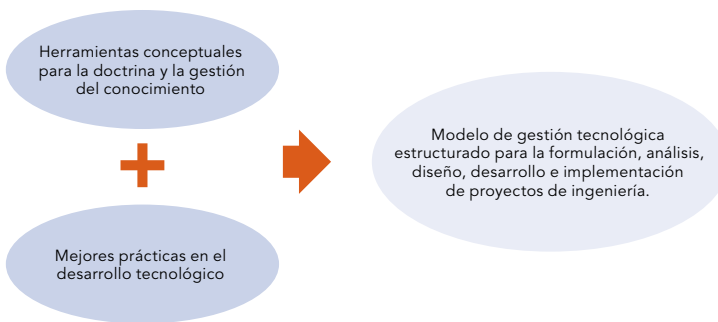


Figura 65. Ecuación del modelo de gestión.

Fuente: elaboración propia.



Como resultado del análisis de las variables por cada uno de los proyectos (tabla 14), se totalizaron y se sintetizan en la siguiente columna de la tabla de correlación, donde se muestra el valor promedio de cada variable respecto a su ponderación inicial para la proyección del modelo.

Tabla 14. Correlación de datos de proyectos.

Variable	Indicador comparativo (información extraída de los proyectos)	Ponderación de aplicación (puntos de incidencia)	Enfoque al modelo	Resultados porcentuales
Definición estratégica del proyecto	Nombre del proyecto	10	Aplicación a las funciones primarias CTel	64 %
Pertinencia	Objetivo	15	Aplicación a los programas estratégicos	51 %
Tiempo de ejecución del proyecto	Estado actual del proyecto	25	Desarrollo metodológico del proyecto	35 %
Asignación de recursos	Presupuesto asignado	20	Fuentes de financiación	55 %
Composición del equipo investigador	Personal dedicado al proyecto	20	Gestión de recursos	48 %
Relación Costo/beneficio	Retorno de la inversión	10	Nivel de impacto del proyecto	57 %
	Total ponderado	100		52 %

Fuente: elaboración propia.

En razón a estos resultados dados por la ponderación de las variables, se encuentra que respecto a un nivel satisfactorio del 100 % en la correlación de los proyectos, solo se está alcanzando un nivel del 50 % en la parametrización formal de las variables, aplicadas al enfoque de un modelo.

- Definición estratégica del proyecto (64 %)

Esta variable se ponderó en un nivel relativamente subsanable, en razón a que todos los proyectos dan claridad de apuntar a una de las funciones primarias del sistema de ciencia y tecnología de la fuerza.

Pertinencia (51 %)

La evaluación de la pertinencia de los proyectos difiere un poco de la definición, respecto a la desviación que presentan algunos proyectos por no apuntar directamente a uno de los cuatro programas estratégicos del sistema, siendo esto un insumo para la determinación de conceptos entorno a la planeación y la contrastación con la estrategia y la formulación de los proyectos.

- Tiempo de ejecución del proyecto (35 %)

Esta variable, como una de las más significativas en la ponderación, deja ver la dilatación de tiempos en los procesos seguidos para la formulación y desarrollo de los proyectos, en relación a los factores de limitación dados por las metodologías utilizadas en la formalización de los proyectos.



- Asignación de recursos (55 %)

La asignación de recursos está inducida por el nivel de claridad de los proyectos con los cuales se presentan para ser apoyados con presupuesto de la fuerza o de otras entidades, en este sentido se observa una debilidad importante respecto a la capacidad de plasmar adecuadamente la documentación de los proyectos, puesto que los formatos y controles son modificados permanentemente por los criterios de prioridad de aplicación de los proyectos.

- Composición del equipo investigador (48 %)

Esta variable se ve claramente debilitada por la falta de personal especializado y la multifuncionalidad de los mismos, quienes no disponen de toda la dedicación de tiempo y formación para suplir las necesidades de los proyectos, sin embargo, se logran desarrollar con la vinculación e integración de apoyos, que finalmente son temporales en el ciclo del proyecto.

- Relación costo/beneficio (57 %)

En relación con la definición del proyecto respecto a su costo/beneficio, la tendencia indica que no todos tienen ese nivel de impacto de retribución con la fuerza, puesto que no son tratados desde la transferencia de tecnologías y tampoco son llevados a su etapa final de puesta en marcha, sin embargo, los proyectos que en términos generales son desarrollados en su totalidad, traen consigo importantes beneficios para las unidades funcionales de la fuerza.

4.1. Caracterización de proyectos de la organización

A continuación se ilustra una recopilación de proyectos encaminados a la producción de resultados en el marco de la gestión tecnológica, los cuales vienen configurados desde el concepto de desarrollo, innovación, transferencia y apropiación de tecnologías para el cumplimiento de los programas propuestos dentro del sistema de ciencia y tecnología de la organización.

Para lograr una caracterización formal de los proyectos dentro del sistema de la ciencia y la tecnología, se detallan según los centros de desarrollo tecnológico referidos en el marco legal de la organización.



4.1.1. Proyectos aplicados en desarrollo e innovación tecnológica.

a Centro Tecnológico de Innovación Aeronáutica (CETIA) (figura 66).

Dispositivo para obtener muestras de combustibles de las celdas principales de los helicópteros.
Banco de prueba para la evaluación de elementos (tren de aterrizaje, luz nivel aceite) aeronáuticos en tierra.
Banco para el mantenimiento y transporte del compresor de los motores de las aeronaves.
Herramienta para la extracción de los componentes del hub de helicópteros.
Herramienta para la extracción de los cojinetes (pillow block) el soporte cilíndrico de los cojinetes (trunnion) los helicópteros.
Equipo de avanzada militar para los caninos.
Herramienta para la extracción de los visores de aceite de las cajas de transmisión de helicópteros.
Banco de prueba para los inyectores de motores de combustión e inyección.

Figura 66. Proyectos CETIA.

Fuente: Jefatura de Educación Aeronáutica FAC.


b Centro de Investigación en Tecnología Aeroespacial CITAE - EMAVI (tabla 15-14).

Tabla 15. Proyecto túnel de viento.

Túnel de viento	
Objetivo	Diseñar un túnel de viento con fines académicos, que permita el análisis dinámico de los efectos del aire alrededor de objetos alares.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: SENA. Se diseñó y desarrolló un túnel de viento de circuito cerrado con un sistema de recirculación con sección transversal a sección transversal circular, que cuenta con álabes de direccionamiento en las esquinas del circuito, el tamaño de la sección de prueba es de 50cm x 40cm.


Fuente: Centro de Investigación CITAE - EMAVI.

Tabla 16. Proyecto cámara ambiental programable.

Cámara ambiental programable	
Objetivo	Diseñar una cámara ambiental programable que permita el estudio controlado de los materiales aeronáuticos.
Estado actual del proyecto	A la cámara se le realizaron los ajustes y correcciones necesarios para simular ambientes de salinidad, humedad, corrosión en piezas aeronáuticas. Asimismo, trabaja para temperaturas entre 4 °C y 20 °C. y emplea un sistema operativo que permite el uso de la herramienta LabVIEW.


Fuente: Centro de Investigación CITAE - EMAVI.

Tabla 17. Proyecto de autocóptero.

Autocóptero	
Objetivo	Diseñar y construir un helicóptero de rotor contra rotatorio autónomo para misiones de vigilancia y aplicaciones militares.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: neural robotics. En el primer semestre de 2010 se presentó la tesis por parte de dos ingenieros mecánicos referente al autocóptero, en la cual se podía tener la ubicación del mismo por medio de un GPS y transmitir la información vía internet. Se están formulando proyectos de grado en los temas de sistemas automáticos de control para UAV y telecomunicaciones satelitales para UAV (unidades inerciales de vuelo).

Fuente: Centro de Investigación CITAE - EMAVI.

Tabla 18. Proyecto de avión X-001 FAC.

Avión x – 001 FAC	
Objetivo	Diseñar y construir un avión monoplaza en materiales compuestos, que permita el desarrollo de la escuela de conocimiento en el diseño y construcción de aeronaves militares.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: IBIS. En la actualidad el avión se encuentra en las siguientes condiciones: se entregaron los protocolos de peso y balance, así como de los ensayos de vuelo del avión. Queda pendiente instalar el cinturón de seguridad, efectuar modificaciones con relleno de fibra y resina en algunos puntos de los estabilizadores horizontales del empenaje.

Fuente: Centro de Investigación CITAE - EMAVI.

Tabla 19. Proyecto de lanzadera de satélites de órbita baja.

Lanzadera de satélites de órbita baja	
Objetivo	Construir una lanzadera de satélites para transportar pequeños satélites de 5 kg a orbitas bajas.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: CRTM Centro de Red Tecnológico Metalmecánico. El cohete requiere en su primera fase para el proceso de combustión la presurización a 520 Psi de los propulsores: oxígeno líquido y queroseno y para ello se requiere la utilización del gas inerte Helio a 4.500 Psi. Pero la presión del Helio obtenible en el mercado es de solo 3.100 Psi y por tal motivo se requiere la utilización de un booster para gases que permita alcanzar la presión requerida sin la cual no es posible lograr las velocidades de escape requeridas.

Fuente: Centro de Investigación CITAE – EMAVI.

- 
Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial para la Defensa. CETAD - CACOM-5, (tabla 20).



Tabla 20. Proyecto de personalización cascos.

Personalización cascos	
Objetivo	Diseño y fabricación de un casco de vuelo personalizado.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: OVO Technologies. El casco se encuentra con solicitud de patente en Colombia y por la vía internacional.

Fuente: Centro de Desarrollo Tecnológico CETAD - CACOM-5.

Tabla 21. Proyecto de sistema de adquisición de señales radar.

Sistema de adquisición de señales radar	
Objetivo	Desarrollar un software que permita la visualización e interpretación de las señales de radar.
Estado actual del proyecto	70 % de avance en el sistema de adquisición e interpretación de señales radar que permitirá una visualización gráfica de las trazas en un escenario operacional aéreo.

Fuente: Centro de Desarrollo Tecnológico CETAD - CACOM-5.

Tabla 22. Proyecto de sistema de administración de cohetes (Rocket Management System).

Sistema de administración de cohetes (Rocket Management System)	
Objetivo	Desarrollar un sistema de administración de cohetes RMS.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: FLY LOGISTIC LTDA. El proyecto se encuentra finalizado, se realizaron pruebas funcionales del sistema pero aún no se ha autorizado la instalación.

Fuente: Centro de Desarrollo Tecnológico CETAD - CACOM-5.

d Centro de Desarrollo Tecnológico Aeroespacial CEDTA - JOL

- Offset en diferentes equipos
- Desarrollo operacional
- Doctrina
 - Sistemas de gestión
 - Ordenes de ingeniería
 - Pruebas
 - Venta de servicios
- Promoción y divulgación
- Ingeniería aplicada
 - Modernización de equipos
 - Fabricación de partes y herramientas
- Desarrollo de la industria
- Investigación


Aparte de esta clasificación de proyectos referida a los centros de desarrollo tecnológico del sistema, se detalla otra clasificación referente a los programas que hacen parte del direccionamiento estratégico en ciencia y tecnología de la organización (figura 67).



Figura 67. Programas de desarrollo tecnológico de la FAC.
Fuente: adaptado CETAD.


a Programa de autosostenimiento - Proyectos Ciencia y Tecnología (tabla 23).

Tabla 23. Proyecto de simulador de vuelo T-37.

Simulador de vuelo T-37	CACOM-1
	
Objetivo	Diseñar y construir un simulador de vuelo con el fin de modernizar y mejorar la instrucción y el entrenamiento de los pilotos del equipo T-37, para así mejorar las operaciones aéreas.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: Universidad Militar. El simulador de vuelo se encuentra finalizado, se han realizado 3 cursos y entrenado 10 pilotos en cada curso. (El curso dura 4 meses NVG, formación, emergencias, instrumentos).

Fuente: programa de autosostenimiento CACOM-1.

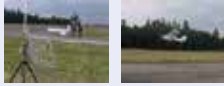
Tabla 24. Proyecto de luces portátiles aeroportuarias tipo NVG y normal.

Luces portátiles aeroportuarias tipo NVG y normal	CACOM-1
	
Objetivo	Diseño y elaboración de un banco digital para efectuar pruebas, mantenimiento, estabilización e instrucción de radar meteorológico.
Estado actual del proyecto	Se desarrollaron 20 lámparas con los servicios de luz normal de pista y luz NVG, 1.500 metros.

Fuente: programa de autosostenimiento CACOM-1.




Tabla 25. Proyecto de aeronave no tripulada ANT-002.

Aeronave no tripulada ANT-002	CAMAN (2004-2006), CIAC (2007- a la fecha)
	
Objetivo	Desarrollar e implementar un sistema sostenible de aeronave no tripulada que permita realizar misiones de patrullaje, observación y vigilancia de corta distancia a un bajo costo sin requerir de tripulación en áreas militares, policiales y civiles con vehículos inteligentes que entreguen la información requerida para la toma de decisiones sin arriesgar el recurso humano, para labores de vigilancia, reconocimiento y patrullaje de corta distancia.
Estado actual del proyecto	El estado general de avance del proyecto es de un 93 % completado y se encuentra en desarrollo el 7 % restante, lo cual incluye la finalización de los algoritmos del software de control de vuelo autónomo y de director de vuelo, optimización aerodinámica del prototipo y del sistema de estabilización de cámara.


Fuente: programa de autosostenimiento CAMAN.

Tabla 26. Proyecto de sistema VHF - FM directivo con patrón de radiación ajustable.

Sistema VHF - FM directivo con patrón de radiación ajustable	CACOM-2
	
Objetivo	Diseñar, implementar y poner en servicio un sistema de comunicaciones VHF-FM, constituido por una estación fija localizada en un cerro geográfico y que permita aumentar la cobertura de radiación, generando mayor alcance con una estación terrena, con el fin de enlazar las comunicaciones tácticas (seguridad de voz), GAORI con el CACOM-2 y el CCOFA.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: Rayco Industries. El porcentaje de avance del proyecto corresponde a un 99 %, quedando pendiente la instalación de los equipos en el Cerro el Cardón. Asimismo, se adquirieron los siguientes equipos y servicios para lograr el desarrollo, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • La adquisición de equipos y suministros. • Desarrollo del software e Implementación de la interfase y del sistema mecánico de rotación para la antena.

Fuente: programa de autosostenimiento CACOM-2.


Tabla 27. Proyecto de banco de prueba para motores WIPER.

Banco de banco de prueba para motores WIPER	CACOM-5
	
Objetivo	Elaborar un banco que simule las condiciones reales de trabajo del motor WIPER y sus accesorios, optimizando y ahorrando tiempo en las reparaciones.
Estado actual del proyecto	El proyecto se encuentra finalizado.

Fuente: programa de autosostenimiento CACOM-5.


b Programa de ventaja militar – proyectos ciencia y tecnología (tabla 28).

Tabla 28. Proyecto de equipo secuenciador para lanzamiento de bombas para aviones OV-10 y T-27.

Equipo secuenciador para lanzamiento de bombas para aviones OV-10 y T-27	CACOM-2
	
Objetivo	Desarrollar el poder aéreo de la organización optimizando el lanzamiento de bombas en aviones OV-10 y T-27, mediante el diseño e implementación de un dispositivo electrónico secuenciador que permita la entrega múltiple de bombas.
Estado actual del proyecto	El proyecto se encuentra finalizado (tarjeta master de secuencia de armamento) y será implementado una vez se realice el proceso de modernización de los aviones T-27 en Brasil.

Fuente: programa de ventaja militar CACOM-2.


Tabla 29. Proyecto de simulador virtual de inteligencia aérea.

Simulador virtual de inteligencia aérea	JIN
	
Objetivo	Desarrollar un simulador en 2D que permita ubicar a los informantes en el área.
Estado actual del proyecto	100 % de avance en técnicas de simulación de vuelo sobre un área específica. Finalizó fase de investigación en julio de 2011.

Fuente: programa de ventaja militar JIN.

c Programa espacial militar - proyectos ciencia y tecnología (tabla 30).

Tabla 30. Proyecto de correlación de las características neuropsicológicas y de personalidad.

Correlación de las características neuropsicológicas y de personalidad con el desempeño en simulador de vuelo de los pilotos de la organización colombiana.	CEMAE
	
Objetivo	Evaluar la correlación entre las características neuropsicológicas y de personalidad con el desempeño en simulador de vuelo de los pilotos de la organización.
Estado actual del proyecto	<p>Socios estratégicos: Universidad Militar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño del proyecto: fase cumplida. • Adquisición de equipos: fase cumplida. • Recolección de datos: a la fecha se han recolectado datos de 65 pilotos. • Análisis y procesamiento de datos. • Presentación informe resultados.

Fuente: programa espacial militar CEMAE.




d Programa de tecnologías de apoyo, (tabla 31).

Tabla 31. Proyecto de fenómenos del calentamiento global y sus efectos en el Caribe colombiano.

Fenómenos del calentamiento global y sus efectos en el Caribe colombiano	CACOM-3
Objetivo	Determinar los efectos espacio ambientales y geográficos, antes y después causantes de los fenómenos climáticos relativos al calentamiento global en el Caribe colombiano.
Estado actual del proyecto	Socios estratégicos: Universidad Simón Bolívar. Fase 1: se generó un banco de datos a partir de la caracterización y clasificación de parámetros, variables meteorológicas, imágenes satelitales y fotografías aéreas para el estudio de los fenómenos del calentamiento global y sus efectos en el Caribe colombiano. Fase 2: se determinaron los tiempos de variación espacio temporal de la comunidad de aves que afectan las operaciones aéreas en el aeropuerto internacional Ernesto Cortissoz (Soledad, Atlántico). Fase 3: se realizó el levantamiento de un Sistema de Información Geográfico - SIG, para la detección y ubicación de los fenómenos del calentamiento global y sus efectos en el Caribe colombiano. Fase 4: realizar un diagnóstico socioambiental de los barrios Mesolandia, Villaparaíso, El Esfuerzo y El Concord, que permita la realización de propuestas que promuevan el cambio hacia actitudes y comportamientos favorables al medio ambiente.

Fuente: programa de tecnologías de apoyo CACOM-3.

Tabla 32. Proyecto de mapping de corrosividad en las unidades.

Mapping de corrosividad en las unidades	CAMAN
	
Objetivo	Determinar las velocidades de formación de corrosión en aleaciones estructurales más empleadas en las aeronaves de la organización por medio de cupones que serán sometidos a análisis por pérdida de peso.
Estado actual del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Se está realizando el mantenimiento al mapping de corrosión de todas las unidades. • Se realizó el primer monitoreo en las unidades CACOM-4, EMAVI, GAORI y GACAR. • Se ingresaron los pesos en la base de datos. • Se hizo la solicitud para la presentación del proyecto en el concurso de corrosión 2011 en Houston, Texas.

Fuente: programa de tecnologías de apoyo CAMAN.

4.1.2. Comparativo de funciones y componentes.

Los proyectos presentados tienen varios componentes y funciones comunes unos a otros en términos de la gestión tecnológica, tal como se presentan a continuación en cuanto a las necesidades específicas de las diferentes unidades funcionales (tabla 33).

Tabla 33. Funciones comparativas de proyectos.

Ampliación y fortalecimiento de la inteligencia y conRAINTINTELIGENCIA en la organización
Desarrollo, modernización y adquisición de armamento aéreo.
Modernización y adquisición de sistemas de comunicaciones aeronáuticas.
Mejoramiento de la capacidad reparadora de mantenimiento aeronáutico y equipos de rampa de las unidades.
Actualización y modernización centros logísticos aeronáuticos.
Implementación del centro de certificación aeronáutica.
Fortalecimiento del sistema de recuperación de personal.
Actualización K-FIR.
Desarrollo de la industria aeroespacial y de defensa.
Adquisición capacidades a través <i>offset</i> .
Desarrollo y fabricación el primer avión de entrenamiento básico.
Desarrollo y fabricación de partes y componentes aeronáuticos.
Proyectos a futuro EMBRAER KC-390.
Transferencia tecnológica.

Fuente: adaptado de recopilación de proyectos FAC.

Además de las anteriores funciones y objetivos de gestión tecnológica de la organización, se plantean las siguientes prioridades a concretar en términos de proyectos aplicados en el nuevo modelo:

- Mejoramiento continuo de los procesos misionales.
- Disminución de costos en los análisis.
- Disminución en el tiempo de respuesta.
- Interoperabilidad con la OTAN.
- Proyección fuerzas de paz.
- Neurociencias CEMAE.
- Unidad educativa medicina aeroespacial y operaciones médicas especiales.
- Adquisición aeronaves.
- Modernización equipos defensa aérea.
- Operaciones ciberespaciales.
- Actualización de tecnologías, comunicación y seguridad de la información.
- Renovación equipos de instrucción de vuelo primaria fuerza pública.
- Articulación con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Sistemas de mira adaptables en armas de diferentes calibres.
- Reparación, actualización, modernización y extensión de la vida útil del equipo aeronáutico de la organización.
- Bancos de medición, verificación y ensayo de líquidos, combustibles y hasta eyectores y válvulas con características especiales.



4.2. Definición del sistema organizacional

El marco general de los proyectos en la organización, cuenta con un modelo basado en la formulación de proyectos, los cuales se operacionalizan en las acciones de los diferentes grupos de investigación y grupos operativos y académicos, mediante propuestas planteadas a las necesidades encontradas en los diferentes procesos gerenciales, misionales y de apoyo, a partir de los cuales se visualizan productos que aportan valor a las distintas operaciones.

4.2.1. Clasificación y categorización de procedimientos de la organización.

La clasificación y categorización de los procedimientos en la organización, obedecen a las necesidades sustentadas dentro del marco de los objetivos estratégicos los cuales se desglosan en las diferentes actividades de donde parten las ideas de múltiples proyectos como se relaciona a continuación:

Objetivos institucionales:

Objetivo 1: fortalecer la capacidad operacional.

Objetivo 2: mejorar el clima organizacional.

Objetivo 3: afianzar la responsabilidad social y legal.

Objetivo 4: afianzar la responsabilidad administrativa, para ser una organización administrada con excelencia.

De igual modo se logra identificar que la organización tiene la necesidad en la materialización de estrategias para la gestión de proyectos aplicados, como las siguientes:

- Implementación de la Oficina de Gerencia de Proyectos.
- Implementación de herramientas para la gestión de proyectos (Seis Sigma-Balanced Scorecard según indicadores establecidos para los procesos gerenciales, misionales y de apoyo establecidos en el mapa de procesos).
- Fortalecimiento del modelo de gestión organizacional de calidad.
- Integración de las herramientas informáticas al direccionamiento estratégico.
- Fortalecimiento del sistema integrado de gestión.
- Fortalecimiento de la gestión documental.
- Terminación de los planes de carrera del personal.
- Fortalecimiento y centralización de los procesos de compras.
- Fortalecimiento en el uso de los sistemas de información para el desarrollo de inspecciones.



- Inspecciones integrales enfocadas en riesgos.

En términos prácticos la organización ha determinado seguir una ruta de los proyectos de investigación como base de su aporte al desarrollo tecnológico, mediante la articulación de los diferentes grupos de investigación, detallados anteriormente.

Adicional a esto ha tenido presente el seguimiento de procedimientos clásicos de la metodología de investigación y la gestión, con los cuales se ha tenido cierta pasividad tecnológica e innovadora a la hora de diseñar efectivamente soluciones a las problemáticas, tal es el caso de propuestas aplicadas en procedimientos generales que no abordan las funciones de la gestión tecnológica ni las líneas formales del diseño en ingeniería (figura 68), como soporte a la interacción de las demás áreas del conocimiento requeridas para su operación como lo describe el procedimiento general en la gestión de un proyecto.

En este se definen los objetivos básicos generados por los proponentes del proyecto en las diferentes unidades aéreas, se programan las actividades, para decidir sobre las mismas, respecto a cuáles se ejecutan y cuáles no, igualmente se establecen las desviaciones mediante comparaciones de resultados y metas, para ir realizando los ajustes directamente sobre el sistema, posteriormente se plasman los informes respectivos de cada etapa de desarrollo de las actividades.

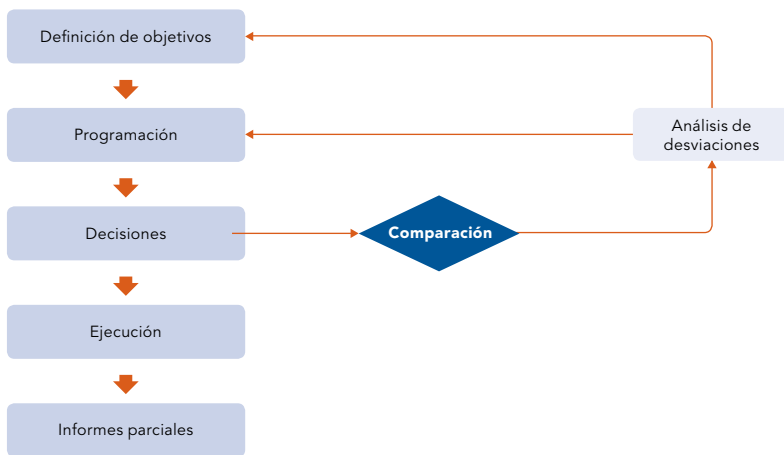


Figura 68. Diagrama de flujo para el proceso de gestión de un proyecto de innovación tecnológica, FAC. Fuente: adaptado de Rodríguez y Gaitán, 2006.

Este proceso se sigue de forma regular en el planteamiento de proyectos, y aunque tiene una filosofía sencilla de aplicar se limita a acciones particulares en el diagrama de flujo, en razón a que no se definen aspectos de análisis, planeación, conceptualización, producción, validación, protección e incluso evaluación a los procesos para el control y seguimiento de las soluciones más pertinentes a las problemáticas encontradas.

Sin embargo, se logra identificar que la organización ha desarrollado una variedad de proyectos que vinculan un sinnúmero de aspectos tecnológicos, que surgen de las ideas innovadoras de sus funcionarios, pero que para llegar a su materialización han requerido de un desgaste muy amplio de recursos, no solo de tiempo sino de orientación



en el seguimiento de etapas para su planeación, diseño, producción y demás fases del proyecto que se han concertado con la presentación de los mismos en los procesos de generación de patentes o diseños de utilidad ante la superintendencia de industria y comercio. Con la cual se han ido perfilando y puliendo los proyectos a medida que avanzan en sus pruebas de ensayo y error.

En las experiencias de la organización frente a la presentación de proyectos se ha reconocido que la organización busca tener mayor relevancia en diferentes aspectos que le generan capacidades distintivas en el cumplimiento de su misión, tales como:

- Operación en múltiples sistemas logísticos a nivel nacional e internacional.
- Aumento de capacidades en el manejo de maquinaria y equipos.
- Control centralizado de operaciones.
- Desarrollo de centros de producción y mantenimiento.

Por otra parte, estas capacidades distintivas deben responder en términos de proyectos que responden a la clasificación de los siguientes programas conferidos en el direccionamiento estratégico de ciencia y tecnología de la organización, así:

- Programa de soporte autónomo de la organización denominado "autosostenimiento".
- Programa en tecnologías de defensa estratégica denominado "ventaja militar".
- Programa de ciencias aplicadas denominado "espacial militar".
- Programa de integración y estandarización denominado "tecnologías de apoyo".

En términos generales, la organización tiene dos mecanismos para la formulación de los proyectos: los resultados producto de investigaciones en trabajos de grado en las diferentes escuelas de formación; los proyectos emanados directamente de los centros de desarrollo, encausados de la problemática técnica de las operaciones y eventos particulares del día a día de la organización.

En este sentido, y para ajustar el modelo de gestión, se proponen tres caminos para la generación de los proyectos, el primero descrito en los resultados de investigación, el segundo en los productos del desarrollo tecnológico, evidenciado en transferencias, adquisición, apropiación y desarrollo de tecnologías y finalmente el tercero enfocado a la innovación directamente, por la necesidad de mejorar permanentemente la producción de soluciones a los problemas de ingeniería evidenciados en la operación de los diferentes procesos de la organización.

Para abordar estos tres tipos de énfasis, a continuación se describen algunas características y elementos comunes entre estas prácticas, para poder filtrar las necesidades reales de cada tipo de proyecto y plasmarlo así en los procedimientos del modelo.

4.2.2. Caracterización y determinación de buenas prácticas.

En este apartado se desean plasmar los elementos comunes encontrados en la realización de los proyectos desarrollados por la organización, que a pesar de estar un poco desdibujados en la documentación de los mismos, se logran identificar con la formalización de los recursos proyectados para su ejecución, como sigue:

Buenas prácticas empresariales extraídas de las inspecciones realizadas a las unidades aéreas.

- Atención al cliente.
- Enfoque en lo estratégico.
- Responsabilidad social.
- Gestión del conocimiento.
- Predisposición al cambio.
- Cooperación con proveedores.
- Visibilidad sobre los procesos internos.
- Seguridad Integral.
- Gestión de la cultura organizacional.

Retos de trabajo, extraídos del Plan Estratégico Institucional:

- Cambios organizacionales y operacionales.
- Aumento de equipos y sistemas asociados.
- Disponibilidad presupuestal.
- Gestión administrativa cada vez más compleja y exigente.

Áreas críticas de intervención relacionadas por auditorías de entes externos:

- Fuerza laboral efectiva para trabajos en todas las áreas.
- Motivación en el desarrollo del trabajo y orientación hacia resultados.
- Calidad y supervisión en el trabajo especializado.
- Capacitación y entrenamiento especializado, orientado a mejora en el desempeño (competencia).
- Calidad y cultura durante el adiestramiento en el trabajo.
- Seguimiento y supervisión de los procedimientos y estándares del trabajo.
- Desarrollo y mantenimiento de los sistemas logísticos.
- Normalización y estandarización de procesos.

Finalmente, los modelos encontrados en la formulación de proyectos requieren un seguimiento en aspectos tales como:

- Capacitación.
- Planeación.
- Diseño.
- Presupuesto.
- Asignación de personal y permanencia.
- Eficiencia.
- Desarrollo de productos.
- Apropiación de tecnologías.

Los cuales tienen la posibilidad de avanzar en sus desarrollos para la materialización de los resultados mediante la aprobación de convocatorias (tabla 34) y el seguimiento del modelo de gestión respecto a la posibilidad de encausar los esfuerzos en cada una de las fases del mismo.



Tabla 34. Resumen de avances CTel 2013-2014.

Convocatoria n.º 621 Colciencias OTRI	
PROYECTO	
Creación de una oficina de transferencia de resultados de investigación del sector de Seguridad y Defensa, basafa en las capacidades del sistema CTel de la Fuerza Aérea Colombiana y sus aliados a nivel nacional.	
Convocatoria n.º 632 Colciencias	
PROYECTO	
Sistema Condor FAC	
Dispositivo de posicionamiento geográfico satelital para medio del MDN	
Prototipo integrado del sistema de peso y balance para la aeronave C-130 Hércules	
Convocatoria Colciencias cerrada para la FAC	
PROYECTO	
Proyectos de I+D+i de los programas estratégicos de CTel de la FAC	

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología FAC.

Con esta última consideración de los resultados obtenidos, la FAC cuenta con la aceptación por parte de Colciencias, del banco de 9 proyectos elegibles tales como:

- “Sistema automático de posicionamiento de aeronaves y personal de superficie con confirmación de objetos para uso militar” FAC.
- “Diseño e implementación de la prueba estática del plano alar Calima T 90” CAMAN.
- “Sistema de simulación FLIR” CETAD.
- “Fabricación de una cubierta air inter para helicóptero Black Hawk” CETAD.
- “Modelación y análisis de la estructura del helicóptero UH-60” CETAD.
- “La variabilidad cardiaca como factor predictor de hipoxia en los pilotos de la Fuerza Aérea Colombiana” FAC.
- “Herramientas para componentes del sistema hidráulico” CETAD.
- “Diseño de una plataforma aérea tipo dirigible para vigilancia y control perimetral” ESUFA/CETIA.
- Elaboración de herramientas especiales para motores y tren de potencia para el equipo UH-60” CETAD.

Con estas parametrizaciones se da paso a la presentación del modelo propuesto, el cual tiene consigo tres aspectos importantes para su aplicación, como son: preparación, consistente en la adecuación previa a la aplicación del modelo; fundamentación, consistente en el desarrollo de la propuesta; despliegue, consistente en la parametrización de líneas de acción del modelo y metodologías requeridas.





Capítulo 5.

Diseño de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación (ADDIE): gestión tecnológica para el diseño de proyectos de Ingeniería

5.1. Bases organizacionales del diseño ADDIE

5.2. Presentación diseño y modelo ADDIE

Como resultado de la investigación desarrollada respecto a la generación de doctrina en el marco de la gestión, la tecnología, la innovación y la ejecución de proyectos, sumado a las prácticas comunes en la generación de proyectos aplicados en ingeniería dentro de la organización (figura 69), se puede concretar la posibilidad de reestructuración organizacional mediante la inclusión del proceso de gestión tecnológica en la mapa de procesos del sistema funcional, como primera etapa de formalización del modelo consistente en la preparación, de tal manera que se dé mayor relevancia a las actividades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico como marco de trabajo para la ejecución de políticas de crecimiento económico del sector aeronáutico del país y de paso, al sector productivo e industrial por la dinámica que induce la realización de proyectos con la industria nacional.

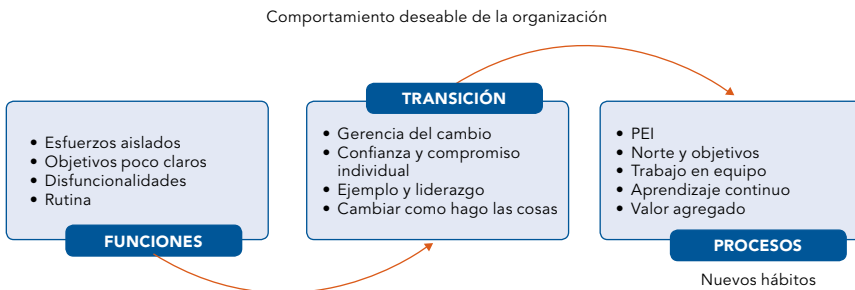


Figura 69. Perspectiva organizacional FAC.
Fuente: Departamento de Planeación (FAC-EMAPE).

5.1. Bases organizacionales del diseño ADDIE

En el proceso de reingeniería de la organización se deben asegurar interacciones (figura 70), como la gestión de procesos de aprendizaje y de generación de conocimiento, la administración de información, la administración de procesos productivos y hasta la gerencia de procesos administrativos y directivos (figura 71), mediante las cuales sean vinculados el seguimiento de los siguientes aspectos:

- Plataforma estratégica.
- Estructura orgánica.



- Mapa de procesos.
- Mapa de fases de la gestión tecnológica.
- Caracterización del proceso de gestión tecnológica.
- Procedimiento de la gestión tecnológica.
- Instructivos de la gestión.
- Formatos para la estructuración de los proyectos de ingeniería.

Siguiendo los anteriores aspectos, a continuación se ilustra la base conceptual para la conformación de la plataforma estratégica (tabla 35).

Tabla 35. Modelo de plataforma estratégica.

Prospectiva	Perspectiva	Objetivo estratégico	Objetivos específicos
Escenario de acción	Enfoque de la acción	Acción de resultados	Acciones metodológicas y de ejecución

Fuente: elaboración propia

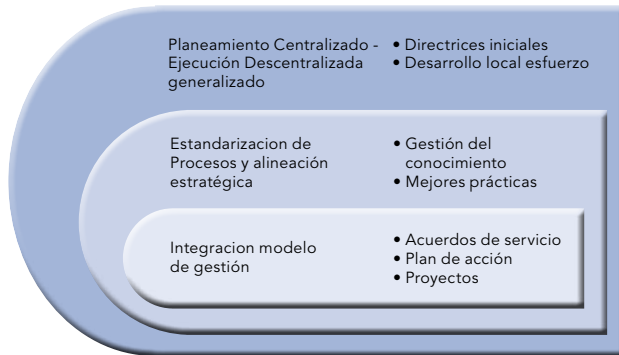


Figura 70. Estrategias de formación organizacional.

Fuente: elaboración propia.

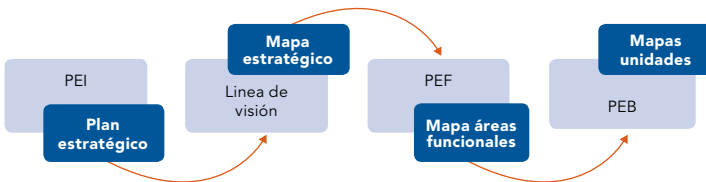


Figura 71. Dinámica organizacional.

Fuente: adaptado del modelo departamento de planeación FAC.

Respecto a la estructura orgánica requerida para fortalecer la gestión tecnológica, inclusive en escenarios de prospectiva pacíficas o de conflicto del país, se plantea el

siguiente prospecto con jerarquía vertical y horizontal en la gestión de procesos, donde la gestión tecnológica fortalezca cada una de las líneas de acción, tomando como referencia los modelos de organizaciones híbridas, donde los niveles de gestión estratégicos, operativos y tácticos se funden en sus proyectos de desarrollo con los gestores de asesoría especializada y técnica (equipo de expertos) mediante los cuales se asegura la pertinencia, calidad y efectividad en cada uno de los procesos dentro del marco de la gestión tecnológica como columna vertebral de la organización, además se hacen consistentes los productos de innovación, transferencia o apropiación desde todas las unidades funcionales de la estructura.

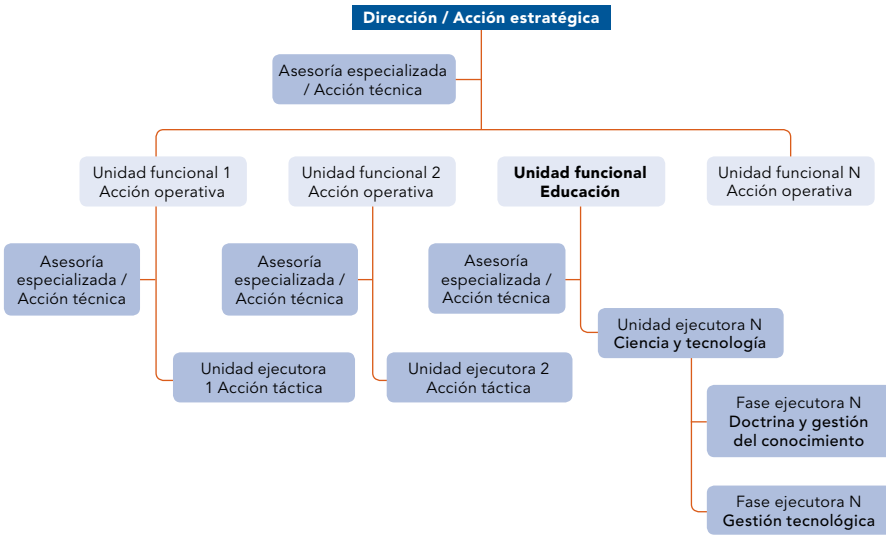


Figura 72. Estructura organizacional.

Fuente: elaboración propia.

Así como se requiere repensar la organización en términos de la estrategia y la estructura organizacional, es necesario visualizar un mapa de procesos que potencie las acciones de la gestión tecnológica para enfrentar los escenarios planteados en la prospectiva (figura 73).



Figura 73. Mapa de procesos organizacional.

Fuente: adaptado del modelo Departamento de Planeación FAC.



La integración de la gestión tecnológica tanto en la estructura organización como en el mapa de procesos de la organización, permite el ascenso de esta a un nivel superior en términos del dominio de la información, la madurez en su gestión de conocimiento y la canalización de los resultados frente al desarrollo de la nación y de cada uno de los sectores con los que esté relacionada (Drejer, 1997).

Por otra parte, sumado al mapa de procesos (figura 74), es importante detallar el mapa de fases de la gestión tecnológica, el cual está encadenado directamente con el modelo de gestión propuesto:

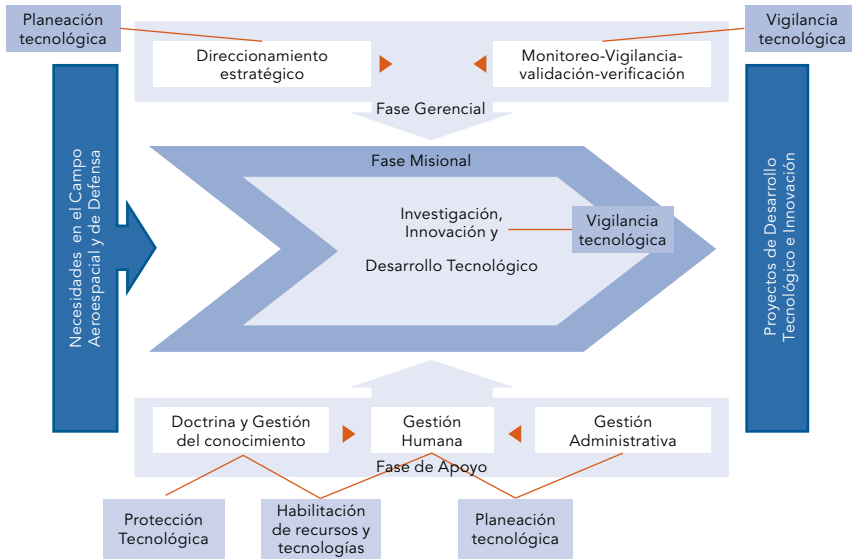


Figura 74. Mapa de fases de la gestión tecnológica.

Fuente: adaptado de CETAD.

Adicional al mapa de fases de la gestión tecnológica, es necesario ilustrar el contenido del proceso de gestión tecnológica mediante la caracterización del mismo, destacando el objetivo del proceso, los recursos, los proveedores, las entradas, las salidas, los clientes, los requerimientos del cliente, legales, de la ISO y de la misma organización (CLIO), los documentos y formatos del proceso, así como las revisiones y aprobaciones del conjunto de datos para completar la caracterización (figura 75).

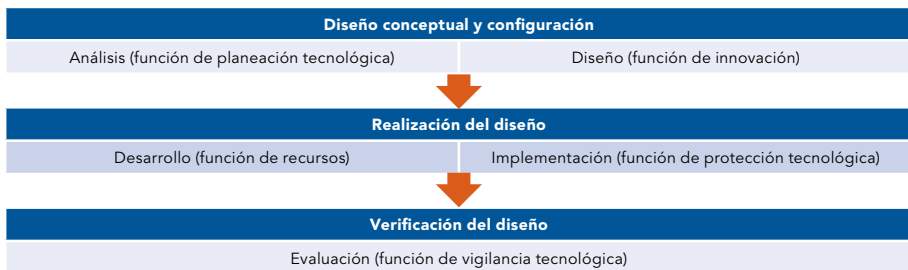


Figura 75. Caracterización del proceso de gestión tecnológica.

Fuente: elaboración propia.



Por otra parte, en este apartado de las bases organizacionales del modelo, es necesario entender que cualquier esfuerzo en material de I+D+I, dentro de la FAC, debe responder a la plataforma estratégica CTel, apuntando progresivamente a las funciones primarias de la ciencia, la tecnología y la innovación en la fuerza, como lo son el sostenimiento, la modernización y la proyección de la organización, entrelazado con las variables de planeación, dependencia, capacidades y entorno, las cuales responden en un término de plazos, que para el sostenimiento de la fuerza es corto.

Esta plataforma estratégica de CTel, está encausada dentro de los cuatro programas del plan estratégico (figura 76), con los cuales se fundamenta la gestión del conocimiento, la gestión tecnológica, la innovación y el desarrollo tecnológico de la fuerza, apuntando lógicamente con capital humano formado en áreas técnicas, tecnológicas, profesionales y posgraduales requeridas para soportar la plataforma en todo su conjunto.

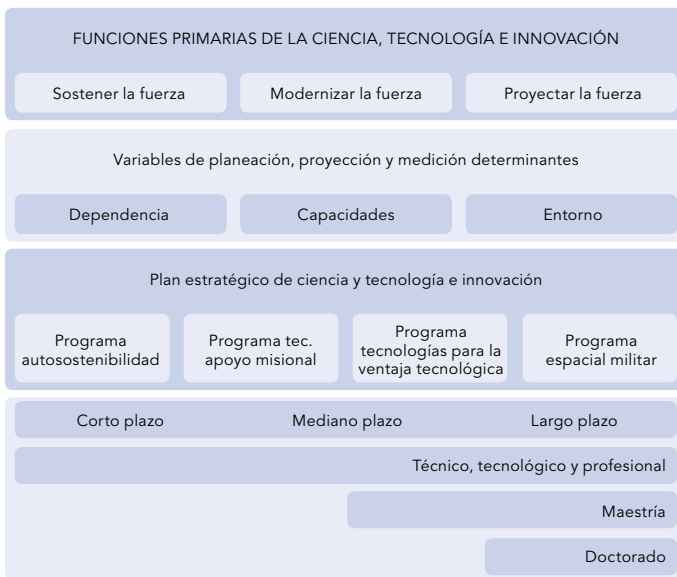


Figura 76. Plataforma estratégica CTel FAC.
Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología FAC.

Finalmente, y tomando como referencia la propuesta dada por la Dirección de Ciencia y Tecnología de la FAC respecto a los avances en un modelo de gestión tecnológica (figura 77), se deben tener en cuenta cada uno de los aspectos tanto de la plataforma estratégica como del modelo previo, el cual contiene las funciones primarias, los programas del plan estratégico y cada uno de los procesos requeridos para soportar la gestión tecnológica en la fuerza, indicando el objeto al cual debe responder cada proceso para hacer del sistema y en sí del modelo un sistema de cobertura autosostenible de la Fuerza Aérea Colombiana.



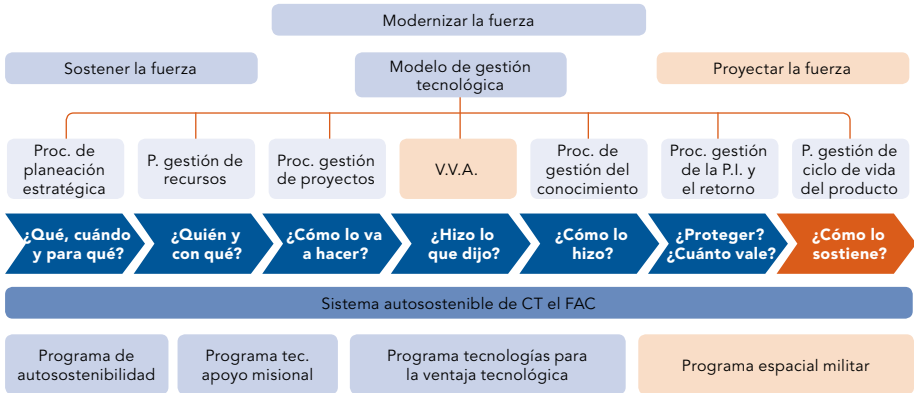


Figura 77. Premisa del modelo de gestión tecnológica.

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología FAC.

Con estas premisas, y junto con la caracterización del proceso indicando todos sus procedimientos, instructivos y formatos, es la fase final del marco organizacional en la fase de preparación, con la cual se da vía libre a la presentación de la propuesta del modelo desarrollado, que a continuación se explica como la etapa de fundamentación y posterior etapa de despliegue con la proyección del modelo en la fuerza.

5.2. Presentación diseño y modelo ADDIE

Como primera medida en la descripción del modelo, vale la pena destacar su diagramación (figura 78), la cual está dispuesta en cinco fases que convergen hacia un centro de conformación, donde por medio de un pentágono se sitúa el direccionamiento estratégico del proceso alineado a la estructura y mapa de procesos de la organización.

A su vez representa la sinergia en la consolidación de proyectos mediante cinco componentes que emulan el avance hacia un rumbo de resultados, pasando por el análisis de necesidades, el diseño de soluciones, el desarrollo de las estrategias, la implementación de resultados y la evaluación del proceso como un todo, desde donde se puede realimentar cualquiera de las cinco fases e incluso iniciar el proceso directamente donde se presente la solución del problema, para optimizar recursos y obtener resultados de forma ágil y efectiva (Tirado y Rodríguez, 2016).

De esta manera, en la estructuración del modelo de gestión tecnológica se involucran los elementos sustanciales para la iniciación, desarrollo y desenlace de mejores prácticas dentro de la organización. A continuación se plasma el modelo con sus respectivas fases, componentes, líneas de acción y metodologías necesarias para soportar la demanda de necesidades de la organización en términos de proyectos de ingeniería.



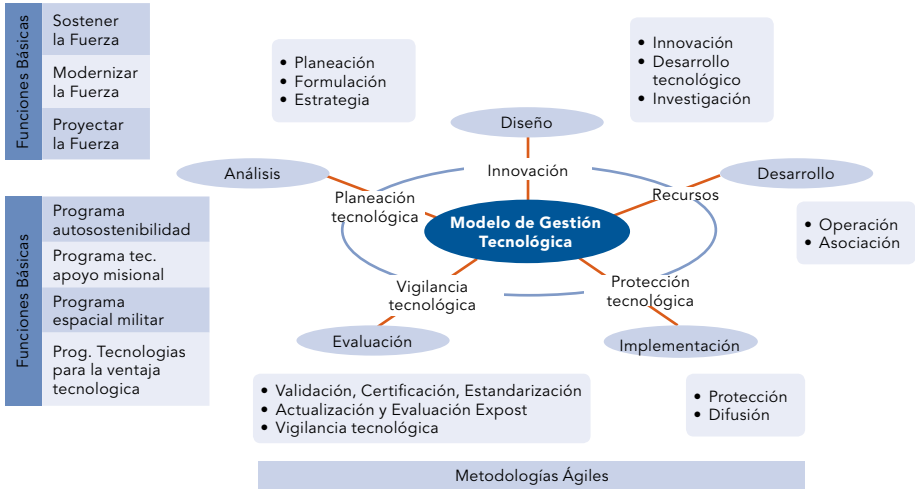


Figura 78. Estructura del Diseño π propuesto como modelo o diseño ADDIE de Gestión Tecnológica FAC.
 Fuente: elaboración propia.

La conformación del modelo se fundamenta en la vinculación y aprovechamiento de las cinco fases, dependiendo la naturaleza del problema se direccionan las acciones sobre la fase de inicio pertinente, en este sentido, a continuación se detallan cada una de las fases con sus respectivos componentes para especificar su modo de uso y orientación dentro del modelo.

- Fase de análisis
 - Componentes
 - Estrategia
 - Planeación y presupuestación
 - Formulación
- Fase de diseño
 - Componentes
 - Innovación
 - Desarrollo tecnológico
 - Investigación
- Fase de desarrollo
 - Componentes
 - Operación
 - Asociación
- Fase de implementación
 - Componentes
 - Protección
 - Difusión
- Fase de evaluación
 - Componentes
 - Validación – Certificación – Estandarización
 - Actualización y Evaluación Expost
 - Vigilancia tecnológica



Cada uno de los componentes se discriminan a continuación de tal manera que se pueda interpretar la correlación de los componentes con el concepto de paquete tecnológico como mecanismo de agrupación de medios útiles en la gestión tecnológica, enfocados hacia una competitividad sistémica, tal como lo establece la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OECD), estableciendo así la eficiencia tanto interna como con el entorno mediante redes de cooperación (Kropsu, Haapasalo y Rusanen, 2009).

- Fase de análisis

Como primer fase de articulación del modelo se vinculan los aspectos fundamentales para la integración de medidas aplicables a la materialización de la estrategia de la organización (figura 79), teniendo en cuenta la consistencia y alineación en la estructura organizacional, la planeación de la tecnología, la alineación con los planes tecnológicos, los planes de mercado, el manejo de la información, la gestión del talento humano, la disponibilidad de recursos y como factor esencial la definición de necesidades operativas junto con su viabilidad y revisiones correspondientes de comando.

Esta fase es homologa a la fase conceptual de los proyectos de defensa, la cual vincula la definición de las necesidades operativas y la prefactibilidad del proyecto, además de considerar parte de la fase de definición mediante los informes de viabilidad y las reuniones de estado mayor requeridas para la aprobación de los proyectos en su etapa de iniciación según el PMI.

Dicha fase está dividida en tres componentes donde se sintetizan tres de las funciones básicas de la gestión tecnológica para evidenciar los proyectos de impacto en el marco de la ingeniería, siendo estas la estrategia, la formulación y la planeación, así:

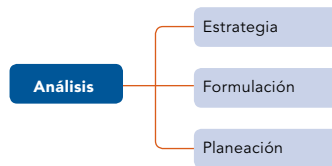


Figura 79. Fase de análisis.
Fuente: elaboración propia.

Componentes

Estrategia

El componente de estrategia busca la alineación de las necesidades operativas encontradas con las políticas tecnológicas y métodos cuantitativos de medición y análisis de impacto, generación y fortalecimiento de competencias en el marco de la gestión tecnológica, basándose en el análisis situacional del entorno estratégico, el propio concepto estratégico, la formulación de la estrategia, la formulación de los planes operativos y el seguimiento y control de los mismos (figura 80).

Este análisis situacional se apoya de dos herramientas clásicas: la matriz DOFA para identificación de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas; la herramienta CAME que permite formular las estrategias para convertir las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades.

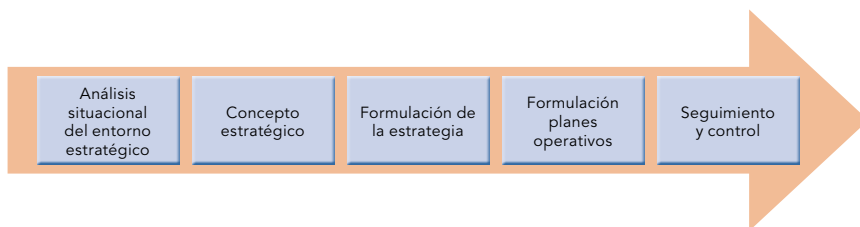


Figura 80. Visión de la estrategia.

Fuente: elaboración propia.

El seguimiento a la pertinencia de los proyectos, respecto a la estrategia, involucra procesos relacionados con las políticas, las guías de planeamiento, el seguimiento a los objetivos, indicadores e iniciativas estratégicas, desde el marco de la misión, la visión y los reportes dados por la función de vigilancia tecnológica del proceso.

Formulación

Este componente se basa en el planteamiento del ciclo de mejora o PHVA del proceso, ciclo de innovación o de creación Shewart (1991) (NTC-ISO 9004, 2009), identificación de necesidades y oportunidades, generación de ideas, determinación de soluciones, gestión del conocimiento y el *roadmapping*, el cual consiste en la toma de datos e identificación de información necesaria de un producto para ser analizada desde el punto de vista del mercado junto con sus efectos.

La formulación de la estrategia se puede sustentar en la captura de datos del rendimiento y ciclo de vida del producto mediante el manejo de la información centralizada en software de análisis de indicadores y medición de metas y resultados, que puede ser plasmado en la evaluación exante por medio de la matriz general ajustada del Departamento Nacional de Planeación (MGA-DNP) (DNP, 2006), donde se consoliden los fines, propósitos, componentes y actividades desglosadas del análisis del problema, en paralelo con los indicadores, los medios de verificación y los supuestos que solventen el panorama general del proyecto a desarrollar, elaborando a su vez la ficha de estadísticas básicas (EBI) (DNP, 2004) con los descriptores generales de requerimientos, beneficios e impacto del proyecto, alineando los procesos de gestión del gobierno nacional (Ley 038, 1989).

Planeación y presupuestación

El componente de planeación y presupuestación engloba la determinación de la gestión financiera, las negociaciones comerciales, los estudios de pre y factibilidad, la contratación tecnológica, la gestión de proyectos y en general la consecución de los tres ejes del modelo de gestión macro de la organización (figura 81), como lo son el eje de los procesos o de día a día, el eje de la transformación y el eje estratégico, donde se ejecutan las herramientas de impacto en las iniciativas, planes de acción y acuerdos de servicio en la toma de decisiones y la prospectiva de la empresa, como se relaciona en la siguiente figura.



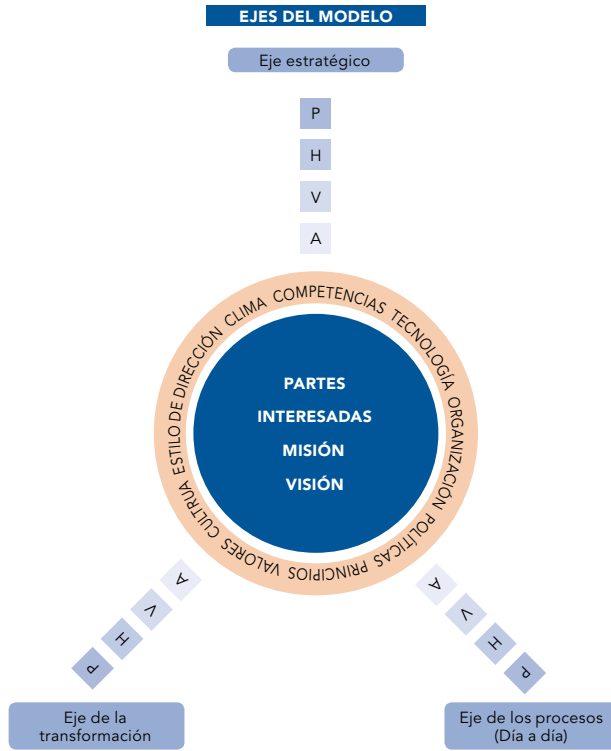


Figura 81. Modelo de gestión FAC.
 Fuente: Departamento de Planeación FAC - EMAPE, 2016.

En términos generales, dentro de la fase de análisis se busca la pertinencia e impacto de las decisiones en la selección y determinación de los planes de un proyecto, tanto con los fundamentos técnicos como con los comerciales y presupuestales para dar viabilidad en torno a los proyectos de innovación, desarrollo o investigación.

Para dar paso a la fase de diseño, donde se da forma estructurada a la consecución de los proyectos, como se relaciona a continuación.

Fase de diseño

En esta fase se centra el contenido del diseño de proyectos de ingeniería vinculando los procesos de ciclo de vida del producto y de proceso para la ingeniería de detalle, tecnología de producto, equipo, proceso y operación, tecnologías duras o generación de hardware como medios en la producción de bienes e incluso tecnologías semiduras como producción de servicios (García, 1991).

Previo a este proceso de diseño es necesario definir mediante los mecanismos de doctrina, lecciones aprendidas y de gestión del conocimiento, las pautas generales de formalización del proyecto desde el conocimiento tácito y explícito, los contenidos de investigación básica o aplicada para cada uno de los proyectos a desarrollar a lo largo del modelo. Verificando permanentemente las variaciones o desviaciones del propósito del proyecto, con respecto a la gestión del conocimiento relacionada en los fines del mismo.



La fase de diseño es homologa a la fase de definición y decisión de los proyectos de defensa (figura 82), al igual que la fase de conceptualizar y definir de la metodología del PMI, en lo referente a la definición de los requisitos, la selección de las mejores opciones de diseño y la ingeniería de detalle requerida para la estructuración de los planes del proyecto, que han de conducir a la preparación de la ejecución del mismo. Y así poder dar vía libre a la ejecución o desarrollo para el presente modelo.



Figura 82. Fase de diseño.
Fuente: elaboración propia.

Componentes

Investigación

Este componente vincula todos los proyectos relacionados con investigación básica o aplicada, como resultado de la gestión del conocimiento, siendo emitidos desde diferentes fuentes donde se tienen en cuenta contenidos dedicados a la búsqueda de soluciones comunes en la organización, estudios de caso e incluso monografías conducentes a posteriores despliegues en materia de nuevas tecnologías o desarrollos tecnológicos, que se tratarían desde los otros dos componentes del eje de diseño.

En términos generales, la fase de diseño detalla una metodología basada en la teoría de resolución de problemas de inventiva (TRIZ), mediante la cual se logran establecer soluciones innovadoras, que vinculadas con las metodologías ágiles, posibilitan la materialización de los proyectos de una forma rápida y efectiva.

Con estas bases y dinámicas del diseño se da pie a la fase de desarrollo del producto donde entran en operación las condiciones de trabajo hombre-máquina, con las cuales el producto se pueda formalizar tanto en sus características técnicas como comerciales.

Innovación

Retomando los conceptos de innovación y su gestión, en este componente se hace incorporación rápida y efectiva de nuevas tecnologías (Rothwell, 1994), teniendo en cuenta el ciclo de innovación tecnológica con verificación de cambios técnicos y tecnológicos, aplicados a los proyectos de generación con nuevas ideas y nuevos productos.

Para abordar la innovación desde el modelo es necesario aplicar una estructura integrada, que vincule una verdadera cultura desde la gestión del conocimiento, que además de potenciar, comprometa realmente a la Fuerza Aérea en un proceso donde todos aporten al concepto no solo de innovación sino de investigación, desarrollo y gestión tecnológica, mediante formación, actualización y dedicación especial en la materialización del objetivo estratégico relacionado.

En este sentido, el desarrollo de proyectos y la construcción del modelo para la materialización de los mismos, no se debe ver solo en esfuerzos individuales, no focalizados y no articulados con los que se logren objetivos de innovación como hasta el momento



ha sucedido, por la falta de especialización, estructuras o modelos fomentadores del desarrollo tecnológico de la fuerza, demasiados recursos utilizados, pocas personas vinculadas en los procesos de I+D+I, con mínimos de formación en las áreas, con mínimos de tiempos disponibles y multiplicidad de cargos, con divergencia de objetivos reales de los procesos de innovación, bases de procesos de investigación básica y aplicada muy débiles, procesos de gestión del conocimiento desarticulados, delegación de cargos sin bases conceptuales ni experiencia que los soporten, y mucho menos con objetivos y recursos suficientes para hacer realidad la intención de mejorar la fuerza desde el fondo.

Más bien, y para fomentar aún más la cultura de la innovación, la generación de patentes y los productos de investigación, deben aplicar acciones reales, donde las funciones de la gestión tecnológica y la innovación se lleven a cabo de forma directa, con asignación de personal, seguimiento y trazabilidad de los verdaderos procesos de investigación y estudios integrales de producto, proceso y gestión, como bien lo requiere la fuerza para poder afrontar los retos del posconflicto y las operaciones interagenciales que requiere en el marco global del sector aeronáutico y espacial, ayudado de las innovaciones radicales e incrementales con las cuales la fuerza cuenta actualmente para sus procesos.

En este componente es relevante determinar los tipos de innovación sobre los cuales se está incursionando (figura 83) luego de definir con la gestión del conocimiento los alcances del proyecto, en este sentido se destacan las siguientes formas de innovación:



Figura 83. Tipos de innovación.
Fuente: adaptado (Ramírez, Leonardo, 2014).

Con estos lineamientos se puede determinar el enfoque de las innovaciones para ser tratadas y desarrolladas con el nivel de detalle que así amerite, teniendo en cuenta que para cada uno de ellos es necesario vincular un equipo de análisis y diseño que aborden los efectos e implicaciones de cada innovación, respecto a los beneficios y atributos de las mismas, en las necesidades operativas y administrativas identificadas desde el modelo para la Fuerza Aérea.

El componente de innovación cobra realce frente a la situación actual de las fuerzas militares, precisamente por la necesidad que surge de cambiar paradigmas y puntos de referencia para la toma de decisiones en las operaciones y misiones particulares de la fuerza, se toman en cuenta los cambios y más cuando se trata del sentido de la innovación y la marcha a un pensamiento disruptivo, cobrando significado para la realización de las operaciones, el factor sorpresa entre otras múltiples posibilidades que se dan en el marco de las nuevas ideas aplicadas a los procesos de generación de proyectos, productos o procesos, con los cuales la Fuerza Aérea debe vincularse con todo el compromiso del caso.

En estos términos de innovación, se pueden retomar los conceptos de Frans Johansson en su teoría de “Hibridar para innovar” de manera complementaria en la FAC, teniendo en cuenta que la naturaleza de las organizaciones actuales, en particular el de la Fuerza Aérea, trae consigo la interdisciplinariedad en la realización de sus operaciones misionales, conteniendo en ellas las intersecciones y conexiones motivadas por el Efecto Medici, sin embargo, una cosa es vincular áreas del conocimiento como sucede usualmente, y otra muy diferente es integrar para innovar, donde precisamente no se encuentran muchas veces ni los canales, ni los puntos de confluencia mínimos como para potenciar la generación de nuevas ideas.

En este sentido se hace necesario motivar una cultura de pensamientos divergentes hacia soluciones convergentes, enfocados en los problemas cotidianos y de interés para la fuerza, donde se aproveche realmente la participación de todas las especialidades en la generación de proyectos innovadores, buscando superar lógicamente esas barreras e inhibidores que caracterizan bruscamente la doctrina militar con la subordinación que muchas veces se asume como subordinación intelectual también, convirtiéndose en uno de los obstáculos más preponderantes, cuando no se entiende que de cualquier parte pueden surgir las soluciones más innovadoras, útiles y pertinentes para la problemática cotidiana de la fuerza.

En este sentido, las innovaciones incrementales son las innovaciones más comunes en la FAC, puesto que son motivadas por mejoras en los sistemas, más que por cambios radicales de los mismos.

Lógicamente se necesita un trabajo más profundo para poder incursionar de una manera más amplia en las innovaciones radicales, que puede incluir la convergencia de equipos interdisciplinarios, hasta la organización de esquemas donde se reciban aportes y se potencien resultados sostenidos en un marco de innovación, investigación y desarrollo tecnológico realmente significativo para la fuerza.

La estrategia de abordar una u otra forma de innovación se debe dar en los dos contextos, puesto que la fuerza necesita de ambos para crecer y a su vez no pueden ser excluyentes, dado que la innovación surge precisamente para afrontar las necesidades y estas no pueden ser prediseñadas, sino que simplemente salen a la luz cuando se presenta un requerimiento, en los ámbitos de la organización.

Lo que si tiene que pasar es que la fuerza esté preparada para poder asumir y disponer de diferentes tipos de innovación con todos los recursos que estas requieran para madurar, y así plasmar resultados realmente objetivos en materia de efectividad y seguridad como es el deber ser del servicio que se presta en la FAC.

Desarrollo tecnológico

El componente de desarrollo tecnológico se centra en la materialización del proyecto teniendo en cuenta la selección, negociación, acoplamiento en los resultados de investigación con las diferentes líneas de producción, así como la determinación de necesidades, estudios técnico-económicos, generación de tecnología, adaptación (Dehaghi y Goodarzi,



2011), utilización, asimilación e integración de tecnologías, adquisición (Malaver, 2009), mediante las cuales se operacionalice toda la ejecución del proyecto en su ciclo de vida.

En este componente se enrutan las propuestas aplicadas a transferencia, apropiación o adquisición de tecnologías (figura 84), mediante las cuales se puedan desarrollar conceptos de convenios *offset*, ingeniería inversa y sustitución de importaciones que viabilicen el desarrollo tecnológico en cada uno de los procesos y variables de planeación, proyección y medición de la organización, como lo son la dependencia, las capacidades y el entorno de la misma.

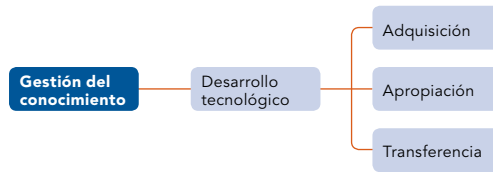


Figura 84. Componente desarrollo tecnológico.

Fuente: elaboración propia.

El componente de desarrollo promueve los conceptos de adquisición, apropiación y transferencia, con los cuales se aplica la observancia del mercado tecnológico, la ingeniería inversa y la transferencia de tecnologías desde el marco general, comercial, técnico y de gestión, con los que se extraen los mecanismos de crecimiento y acción sobre clientes y aliados de la organización, como lo ilustra el bosquejo del modelo básico de transferencia de la fuerza (figura 85).

En dicho planteamiento, se proponen dos líneas de acción para la movilidad del conocimiento y las actividades directas de I+D+I, como lo son las líneas de clientes internos y externos y las líneas de aliados estratégicos y de otras oficinas de transferencia de resultados de investigación, donde se pueda configurar desde el nivel del cliente interno, un observatorio de tecnologías, para desagregar y plantear dentro de los programas y proyectos de investigación y desarrollo de la fuerza, la búsqueda, operación y movilidad de la manufactura y producción de la industria nacional.

Por el lado de la línea del cliente externo, se desarrolla el alistamiento de la tecnología, desde el punto de vista del mercado y con las diferentes vías de protección del conocimiento y modelos de negocios aplicados para la naturaleza de la fuerza, por otra parte, se tiene la línea de los aliados estratégicos con los cuales se conducen las necesidades tecnologías mediante proyectos de I+D, enlazando proveedores de tecnologías en diferentes campos de acción o desarrollos propios según sean los avances en las capacidades de la fuerza.

Finalmente se tiene la línea de acción de vinculación de OTRI, con las cuales se busca enlazar todo el marco intercambio y provisión de servicios dentro de las diferentes modalidades de negocio donde la fuerza aplique sus programas estratégicos.

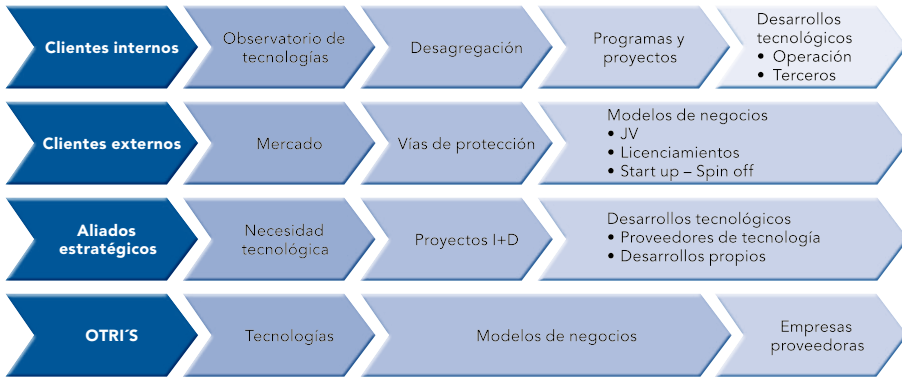


Figura 85. Bosquejo modelo de transferencia FAC.

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología FAC.

Este modelo de transferencia es aplicado dentro del eje transferencia del componente de desarrollo tecnológico de la fase de diseño del modelo de gestión tecnológica propuesta, dando paso así a la fase de desarrollo, luego de la selección efectiva de los proyectos dentro de esta fase.

Fase de desarrollo

La fase de desarrollo contiene las bases tecnológicas para la elaboración y manufactura del diseño, contando con los componentes de operación y asociación con los que los proyectos cobran vida, así como los procedimientos y acciones de verificación y uso de recursos tecnológicos requeridos en la fabricación de los productos.

De igual modo, la fase de desarrollo es homologa a la fase de ejecución donde se ha establecido el diseño claramente y se enfoca la producción y el desarrollo del proyecto, que en la metodología del PMI se refiere también a la fase del ejecutar, mediante la puesta en marcha del proyecto teniendo en cuenta el alcance, los costos y los cronogramas claramente definidos, en el diseño lógico, el diseño detallado y la realización de pruebas y verificación del proceso.

Con esta fase y con los resultados del mismo se viabilizan los roles de la fase de implementación en donde se le hace el respectivo seguimiento al producto, como más adelante se detalla.

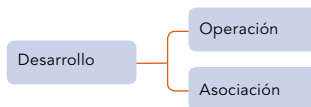


Figura 86. Fase de desarrollo.

Fuente: elaboración propia.



Componentes

Operación

El componente de operación usa el ciclo de vida del producto para hacer consistente su producción desde la gestión tecnológica, la gestión de operaciones y el desarrollo de nuevos productos, de ser necesario, por lo que requiere la asistencia permanente de expertos en la resolución de las etapas del producto, de tal modo que se complete el proceso de desarrollo con todas las especificaciones técnicas de la fase de diseño.

121

Asociación

Para el desarrollo del producto se debe considerar la integración organizacional, el desarrollo de clúster, las cadenas productivas, las redes cooperativas, la integración de los parques tecnológicos y la participación en actividades de integración tecnológica, como lo son los *offset* en compensaciones industriales, tecnológicas o comerciales, convenios interinstitucionales para la fabricación o consecución de algún tipo de producto.

En este componente se define concretamente la conformación de la triada Universidad-Empresa-Estado, del llamado triángulo de Sábato (1968), previendo las funciones de vinculación de partes interesadas en los desarrollos del proyecto, mediante los cuales se conduzcan las relaciones de cooperación y alianzas estratégicas para la materialización de los resultados finales del proyecto, dejando en claro que en este se realizan y asignan las acciones de trabajo para la generación de conocimiento con investigación aplicada útil desde las universidades para las empresas, las cuales actúan como generadoras de empleo, dinamizadoras de la economía y productoras específicas de bienes y servicios, apoyados por la función general del estado como ente regulador y gestor financiero de los recursos para cada proyecto de ingeniería.

Fase de implementación

En la fase de implementación se profundiza la operación y el seguimiento del proyecto (figura 87) teniendo en cuenta la fase del operar del PMI y la del servicio de los proyectos de defensa, con la preparación de la entrada del producto en su escenario de operación y la vida misma del producto en su etapa de despliegue, revisando cualquier tipo de requerimiento del producto en su uso y adaptación en el medio.



Figura 87. Fase de implementación.
Fuente: elaboración propia.

Componentes

Protección

El componente referido a la protección cubre la función de velar por los derechos de propiedad intelectual, patentes, diseños industriales, modelos de utilidad, invenciones,



licencias, asistencias técnicas, seguridad de la información. Así como la preservación de documentos y las mismas utilidades de los productos en su ciclo de vida.

El desarrollo de este componente está a cargo de la Oficina de Tránsito de Resultados de Investigación, vinculada con los procesos de la red de propiedad intelectual del sector defensa, operando desde la dirección de ciencia y tecnología de la fuerza.

122

De igual modo, se conducen en este componente las metodologías para la valoración de los activos intangibles, a tener presentes por parte del cargo de especialista de la OTRI para dicho fin, teniendo en cuenta las siguientes posibilidades de activos intangibles o de capital intelectual de la organización (tabla 36), tanto de manera general abordada por Mesa (2012) o de forma particular referida por Annie Brooking (1997) desde la mirada del capital intelectual de las organizaciones.

Tabla 36. Clasificación activos intangibles.

Clasificación general - activos intangibles o capital intelectual			
Identificables		No identificables	
Intangibles visibles		Intangibles ocultos	
<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de investigación y desarrollo • Propiedad intelectual: las patentes, los derechos de diseño, propiedad industrial marcas adquiridas, know how adquirido, los secretos de fabricación. • Concesiones administrativas • Derechos de traspaso • Aplicaciones informáticas • Franquicias, licencias 		<ul style="list-style-type: none"> • Clientela y su fidelidad • Nombre o razón social • Localización • Estructura organizativa • Prestigio • Know how formado • Capitán humano • Canales comerciales • Reserva de los pedidos • Repetitividad del negocio • Cultura de la empresa • Liderazgo • Trabajo en equipo 	
Clasificación particular - activos intangibles			
Propiedad intelectual	Activos de mercado	Activos humanos	Activos de infraestructura
<ul style="list-style-type: none"> • Patentes • Marcas de servicio • Derechos de autor • Marcas • Diseños • Secretos comerciales • Know how 	<ul style="list-style-type: none"> • Marcas de servicio • Acuerdos de negocios • Marcas de productos • Canales de distribución • Marcas corporativas • Nombre de la empresa • Clientes • Continuidad de negocios • Lealtad del consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencias • Conocimiento sobre actividades • Calificaciones • Educación 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura corporativa • Filosofía administrativa • Procesos administrativos • Sistemas de redes • Sistemas de información • Tecnología • Relaciones financieras

Fuente: adaptado de Mesa, 2012.

En este sentido, es necesario considerar las siguientes metodologías para su tratamiento en la organización (Vélez, 2013).

- a. Métodos basados en los ingresos
 - a. Valor basado en los ingresos
 - i. Prima de precio
 - ii. Ahorros en costos
 - iii. Regalías ahorradas
 - iv. Ingreso residual
 - b. Método interbrand (exceso de utilidad operacional (UO) o utilidad antes de impuestos intereses (UAI))
 - c. Método de Houlihan valuation advisors
 - d. Método de Damodaran



- e. Método Tech Factor
 - f. Valoración de la ventaja competitiva
 - g. Ingreso por regalías
 - h. Las opciones reales
 - i. El método de financial world
 - j. Métodos de desagregación
 - i. De ingresos
 - ii. De valor
 - iii. La regla del 25 %
- b** Métodos basados en el mercado
- a. Valor del mercado comercial
 - b. Estándares industriales
 - c. Ordenamiento
- c** Métodos basados en el costo
- d** Otros métodos
- a. Modelos estadísticos
 - b. Medidas indirectas
 - c. otros

Con la disponibilidad de estas metodologías dentro del modelo de gestión, se pueden evaluar las posibilidades de incluir diferentes tipos de activos en la generación de resultados de los proyectos de ingeniería; sin embargo, una de las metodologías más utilizadas actualmente en la fuerza es el método basado en costos tanto para activos tangibles como para activos intangibles.

Difusión

La difusión como componente de la fase de implementación vincula el análisis de competitividad, la comercialización y mercadeo, el benchmarking y la aplicación de tecnología social, en el sentido de realimentar el desempeño de los proyectos en su campo de aplicación.

De igual modo opera homológamente a la fase de servicio, con la cual se atienden los requerimientos de mantenimiento y soporte del producto, incluso la terminación del ciclo de vida del mismo, para ser nuevamente analizado desde su utilidad y su renovación de ser necesario.

Para finalmente pasar a la fase de evaluación donde se visualiza el servicio o los bienes con un medidor de efectos, de verificación y seguimiento de todas las fases del modelo, estableciendo patrones de referencia y límites operacionales en los procesos de ingeniería de todas las fases, de tal forma que se evalúe constantemente el rendimiento y la efectividad del proceso de gestión tecnológica como se describe a continuación.

Fase de evaluación

La quinta y última fase del modelo se refiere a la utilización de todos los mecanismos de apoyo para la verificación, el control de riesgos, el seguimiento y la realimentación de los resultados de cada etapa del proceso, haciendo uso de tres componentes tales como la validación, la actualización y la vigilancia tecnológica, con los cuales se cierran los procesos de ingeniería adecuadamente, respecto a la consistencia y buen uso de los productos del diseño (Garavito y Suárez, 2004).



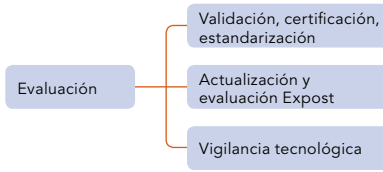


Figura 88. Fase de evaluación.
Fuente: elaboración propia.

Componentes

Validación, certificación, estandarización

El componente de validación contiene todos los mecanismos de verificación que se dan en el manejo de los recursos tangibles e intangibles, mediciones de impacto, certificaciones de producto y estandarizaciones de los proyectos, con las cuales se dé respaldo y aplicabilidad dentro de los diferentes contextos del diseño y operación de los proyectos.

La fase de evaluación se debe soportar claramente con la política de estandarización de procesos que para proyectos de seguridad y defensa marca una diferencia profunda a la hora de generar prospectiva de impacto en sus resultados, tal como lo refiere la OTAN respecto a la necesidad de alinear “conceptos, doctrinas, procedimientos y diseños para alcanzar y mantener los niveles más efectivos de compatibilidad, intercambiabilidad, interoperabilidad e identidad en los campos operativo, administrativo y de materiales”. (Fundación Innova, 2014).

Actualización

La actualización como componente de la fase de evaluación busca brindar la posibilidad de mantener vigentes todas las marcas de referencia en el camino del proyecto, de tal manera que se observen las tendencias mundiales y mejores prácticas en la materia específica de cada proyecto, también busca establecer los factores críticos de éxito o de cambio que se vayan produciendo respecto a la alineación de las variables estrategias o escenarios de acción del proyecto respecto a su pertinencia en los estudios prospectivos y la evolución de tecnologías, observada en el proyecto particular.

En este componente se dan las bases para la fase de análisis, donde se aporte la evolución de las amenazas y requerimientos adicionales del campo de aplicación del proyecto, junto con todo el marco de referencia del sistema de Evaluación Expost (DNP, 2004) donde se pueda observar la eficacia, el impacto, la toma de decisiones, el nivel de gasto, la expansión productiva, la calidad, el beneficio, entre otras etapas que son medidas para evaluar como un todo el desempeño de los proyectos y así poder empalmar la metodología con los parámetros generales del Departamento de Planeación Nacional.

Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica tiene un propósito muy importante en el seguimiento del proyecto, ya que brinda los mecanismos para el cumplimiento de las funciones de monitoreo, diagnóstico y mapeo tecnológico, aplicados en diferentes fuentes de información como acción paralela a la actualización. De tal manera que los proyectos se puedan mantener en un nivel óptimo de vigencia y consistencia competitiva.



Es por esto que la constante aplicación de los componentes del modelo, que en este caso aborda la vigilancia tecnológica, da la conformación de un proyecto alineado a las necesidades y normas establecidas para su ejecución.

Finalmente, y luego de haber descrito con detalle cada fase y componente del modelo, se logra establecer un comparativo en términos de los procesos de ingeniería vinculados con los de gestión tecnológica, gestión de innovación y gestión de proyectos (tabla 37), los cuales se sintetizan en la tabla donde se incluyen los procesos de cada uno de ellos y se destaca el modelo enfocado al diseño y la gestión tecnológica simultáneamente con sus cinco fases de acción.

Tabla 37. Relación de procesos con el modelo propuesto.

Proceso de diseño en ingeniería	Proceso de desarrollo de producto en ingeniería	Proceso de un proyecto de seguridad y defensa	Ciclo de vida de un proyecto PMI	Metodología PMI	Diseño y modelo de gestión propuesto (ADDIE)
Fase 1: Diseño conceptual	Planeamiento	Fase conceptual	Iniciación del proyecto	Visualizar	Análisis
	Desarrollo del concepto			Conceptualizar	
Fase 2: Realización del diseño	Diseño a nivel de sistema	Fase de definición y decisión	Organización y preparación	Definir	Diseño
Fase 3: Diseño de detalle	Diseño de detalle				
Fase 4: Planificación de la manufactura	Prueba y perfeccionamiento	Fase de ejecución	Ejecución del trabajo	Ejecutar	Desarrollo
	Incremento de la producción				
Fase 5: Planificación de la distribución					
Fase 6: Planificación para el uso		Fase de servicio operativo	Cierre del proyecto	Operar	Implementación
Fase 7: Planificación para el retiro del producto					Evaluación

Fuente: elaboración propia.

Luego de describir las diferentes fases y comparar los procesos de desarrollo de proyectos con el modelo, se pueden determinar las herramientas básicas para el diseño de los proyectos con las cuales se puedan plasmar las actividades relevantes en la ejecución de los componentes de la fase de diseño principalmente.

5.2.1. Determinación de herramientas básicas para el diseño de proyectos.

Como complemento al modelo de gestión se proponen una serie de pautas importantes a la hora seguir el rumbo del diseño en ingeniería, tales como procedimientos, instructivos y formatos detallados para cada uno de los componentes de la fase de diseño como



la base para la articulación de proyectos con generación de valor, así:

Procedimiento para el diseño de proyectos de innovación

- Objetivos
- Conceptos
- Fuentes
- Actividades
- Gestión talento humano
- Papel del estado
- Estrategias
- Restricciones
- Resultados

Procedimiento para el diseño de proyectos de transferencia

- Base conceptual
- Factibilidad
- Negociaciones - *offset*
- Asimilación
- Resultados

Procedimiento para el diseño de proyectos de apropiación

- Ingeniería inversa
- Prospectiva
- Convenio triada (Estado-Universidad-Empresa)
- Resultados

De la misma manera cada uno de estos procedimientos se materializa mediante el seguimiento y ejecución de los siguientes instructivos

Instructivos de la gestión

- Instructivo metodología de diseño en ingeniería
- Instructivo de generación presupuestal
- Instructivo de tipificación de productos

El modelo de gestión tecnológica cuenta con la propuesta de unas listas de chequeo y formatos útiles para la formalización de los proyectos de ingeniería en términos de metodología de diseño, generación presupuestal y tipificación de productos, que desde el componente de investigación de la fase de diseño, complementan la gestión de los bancos de proyectos y la materialización de soluciones desde las escuelas de formación de la fuerza.

Listas de verificación para la estructuración de los proyectos de ingeniería

- Lista de chequeo fase de análisis
- Lista de chequeo fase de diseño



- Lista de chequeo fas de desarrollo
- Lista de chequeo fase de implementación
- Lista de chequeo fase de evaluación

Seguimiento del proyecto de ingeniería

- Formato de requisitos y especificaciones de ingeniería
- Formato actualizado presentación del proyecto
- Formato de registro de proyecto
- Formato de banco de proyectos/actualización presupuesto + personal

Con estos mecanismos se asegura el desarrollo de proyectos de ingeniería afianzados en el marco tecnológico, de tal forma que pueda alinearse la adquisición, la difusión y la preservación del conocimiento, mediante un enfoque basado en la innovación con prospectiva, planeación, adaptación, desarrollo, inversión y auditoria de tecnologías, con rumbo al mejoramiento continuo y validado en la estandarización, la evaluación permanente, la documentación integral y los procesos de realimentación (Mejía, 1998).

Estos formatos alinean la presentación de proyectos desde la investigación, hacia las condiciones generales del Sistema Nacional mediante las convocatorias de Colciencias y la conformación de los grupos de investigación de la organización (figura 89), de tal manera que se busquen otros canales de financiamiento del proyecto y se cumplan estándares de presentación y manejo de información en las bases de datos documentales.

Para estos procesos precisamente se conducen dos términos especiales: el proceso de inscripción del proyecto y la adaptación hacia los tipos de producto estimados en procesos de investigación.

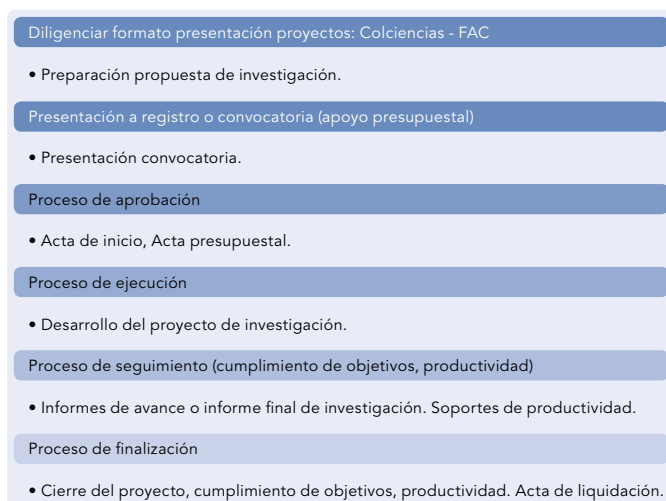


Figura 89. Proceso de inscripción de proyectos.

Fuente: Solano, M., 2013.



5.2.2. Metodología de trabajo del modelo.

Haciendo uso del concepto de las metodológicas ágiles y la metodología TRIZ soportadas en el marco referencial, se plasma a continuación la estrategia metodológica general para el modelo, mediante la cual se pueda establecer claramente un medio rápido y efectivo para desarrollar proyectos de ingeniería, que involucren criterios de innovación para el crecimiento de la mejora continua y el fortalecimiento de la gestión tecnológica como parámetro de apoyo en el desarrollo del país.

Esta metodología de diseño aplicada al desarrollo de proyectos de ingeniería dentro del modelo de gestión tecnológico brinda la posibilidad de plasmar con precisión y claridad la problemática identificada, las características de ingeniería requeridas y finalmente la solución particular que provea las mejores condiciones en materia de optimización de recursos en especial el factor tiempo. Por la necesidad de implementar resultados de forma ágil y efectiva frente a la imperativa acción de cambios tecnológicos, económicos, técnicos, sociales entre otros, que demandan la actualización y pertinencia de proyectos de ingeniería en las organizaciones.

Tal como se ilustra a continuación (figura 90), donde se plasman las etapas del proceso prospectivo, se debe llegar también a una solución particular en la metodología del modelo, de tal manera que se pueda desarrollar un proyecto con un seguimiento paso a paso de las actividades enmarcadas dentro del diseño de ingeniería.

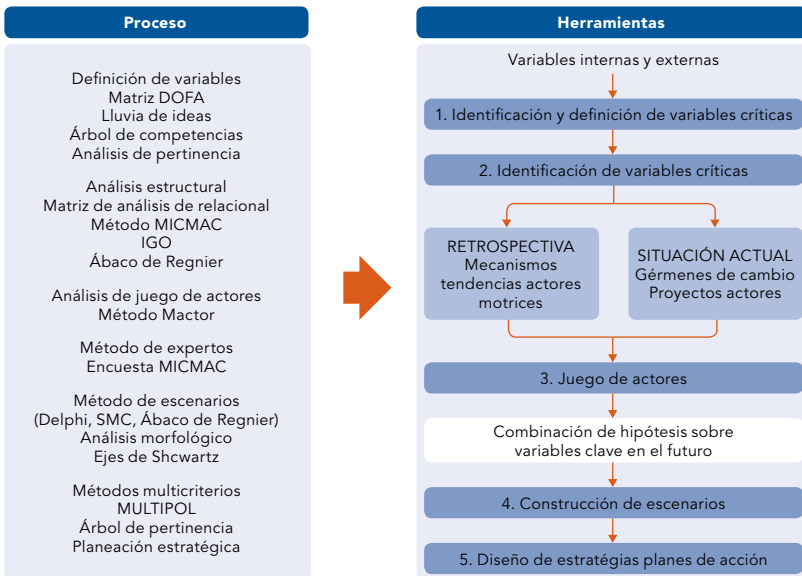


Figura 90. Etapas del proceso prospectivo y herramientas utilizadas.
Fuente: Castellanos, 2007.

La metodología del presente modelo sigue las mismas cuatro etapas de la metodología TRIZ referidas a la determinación de un problema específico (figura 91), un problema general, una solución general y finalmente una solución específica, aunque con las siguientes variantes metodológicas entre etapa y etapa, como es el caso de usar no una



matriz con 39 elementos sino una matriz con características técnicas de inventiva propias al proyecto de ingeniería, incluyendo el concepto de contradicción, pero desde el criterio de diseño desarrollado en la fase de análisis del modelo de gestión y finalmente en lugar de usar una matriz con principios de inventiva, se aplica un cruce de variables para llegar a la mejor solución del diseño.

En principio se hace la homologación de las metodologías desarrolladas en los métodos comunes con los principios de diseño dados en la toma de decisión de la fase de análisis, ya sea por un proyecto enfocado a la innovación, a la investigación netamente o al desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda dar paso a la fase neta de diseño donde con los procedimientos establecidos se le pueda dar cuerpo de ingeniería al proyecto específico.

Posteriormente dar paso a la fase de desarrollo para su operación y asociación, e integrarlo así a la implementación mediante la protección del proyecto y su respectiva difusión, con la cual se complementa y se habilitan todos los mecanismos de la evaluación del proyecto.

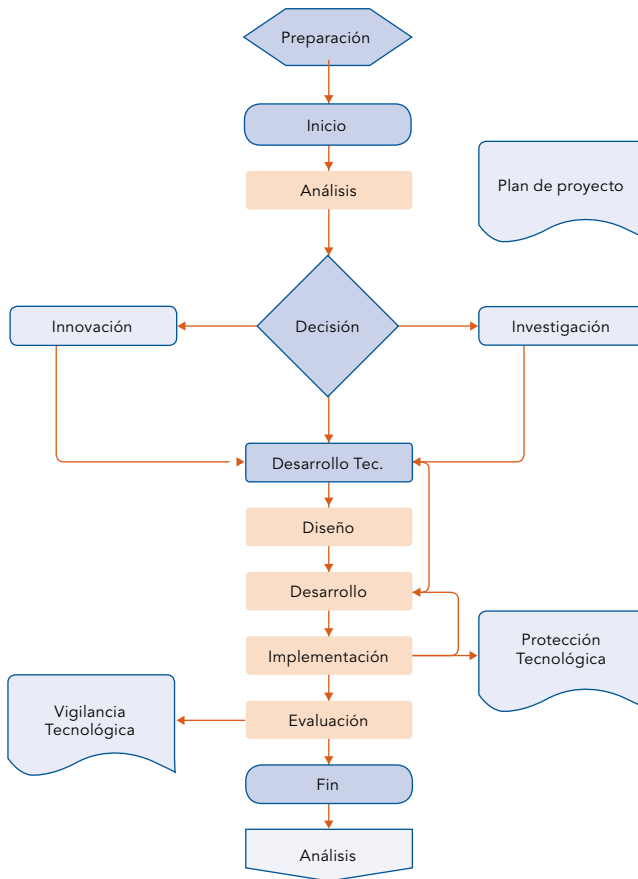


Figura 91. Diagrama de flujo del modelo.

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Selección, definición y argumentación de líneas de acción.

130

Para la determinación de las líneas de acción requeridas en el modelo de gestión es necesario referenciar los factores de éxito más significativos de la organización, mediante los cuales se dé vida práctica a cada una de las líneas de las fases del modelo (figura 92), en la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo con la interacción del modelo y el ciclo Demming, con el que se plasman las acciones de planear, hacer, verificar y actuar, en paralelo con las fases del modelo de gestión tecnológica, de tal manera que se puedan evidenciar las entradas y salidas de información, así como las tomas de decisión más significativas para la trazabilidad y continuidad del proceso de diseño del proyecto.

Empezando por la captación e identificación de las necesidades operativas de la fuerza, en el ámbito de la planeación y la evaluación del proceso, con las que se determinan las posibles estrategias de acción en el contexto detallado de cada solución, posteriormente se elabora la fase de diseño, donde se constituye completamente la caracterización de las posibles soluciones a la necesidad, indagando permanentemente por la factibilidad y pertinencia de las mismas frente a la fase de planeación previa.

Enseguida se da paso a la fase de desarrollo donde se involucran todos los términos de operación y asociación requeridos para dar continuidad a la materialización de las soluciones de ingeniería, a partir del diseño de detalle y las especificaciones requeridas para la cooperación en manufactura y cadenas de producción asociadas, posteriormente se canalizan todas las pruebas, ensayos previos a la difusión e implementación del producto final del proyecto.

Consecuentemente se verifican los estados del proyecto realimentando cada fase del proceso y se da vía a la evaluación general del desempeño del proyecto, validando, actualizando y vigilando el comportamiento de sus resultados no solo frente al actuar en el medio de operación sino también en el marco de la planeación desarrollada y las innovaciones de los efectos generados.

Vale la pena destacar que la interacción del modelo es procedente para que cualquier fase intervenga en las demás, dependiendo de los mismos requerimientos del proyecto, es decir que según sean los efectos en cualquiera de las fases, puede retomar el análisis, el diseño, el desarrollo, la implementación y de por sí la evaluación que finalmente está involucrada permanentemente verificando la pertinencia del proyecto como un todo.



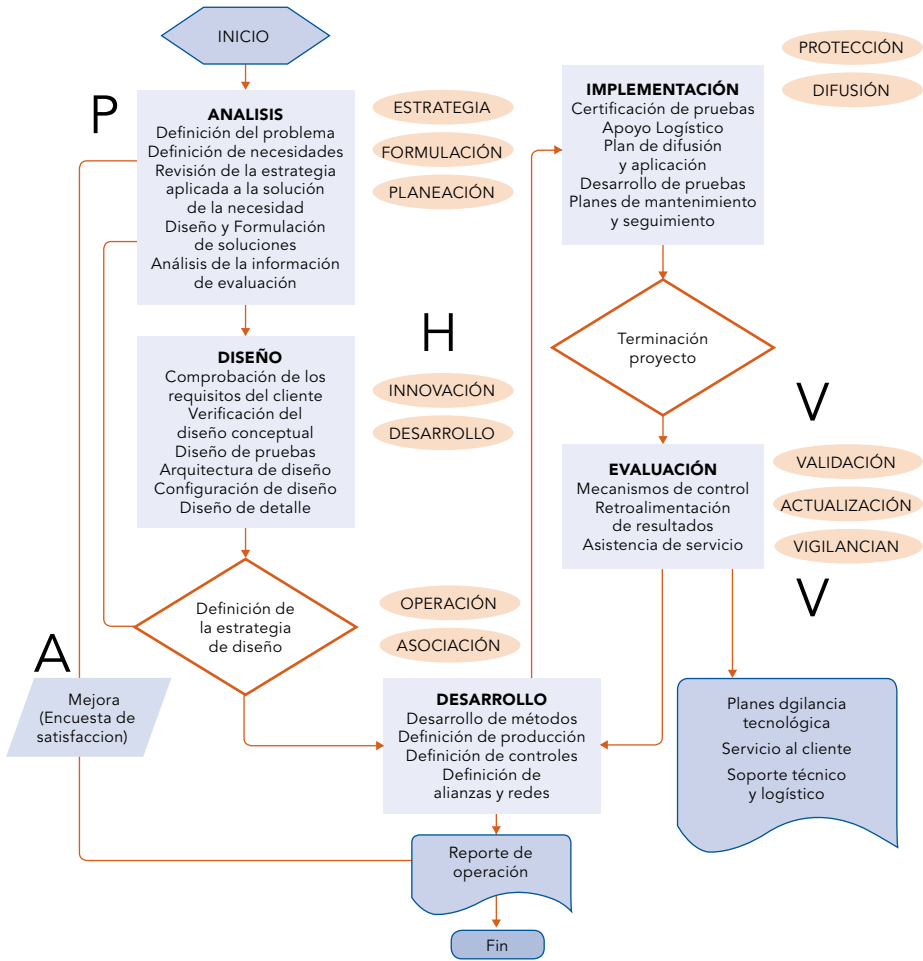


Figura 92. Estructura general del modelo de gestión FAC.

Fuente: adaptado del modelo de gestión FAC.

Factores claves de éxito referidos por el departamento de planeación estratégica de la Fuerza Aérea, requeridos para la presentación de propuestas a los requerimientos de desempeño de la fuerza.

- Incremento de capacidades (creación de centros de investigación específicos, producción de partes, capacidad reparadora, acuerdos *offset*, fortalecimiento de la industria nacional).
- Impulso permanente a la confiabilidad aeronáutica.
- Estructuración del plan calidad aeronáutico.
- Mejoramiento en la gestión proyectos.
- Fortalecimiento de la planeación y ejecución de proyectos.
- Capacidades operativas.



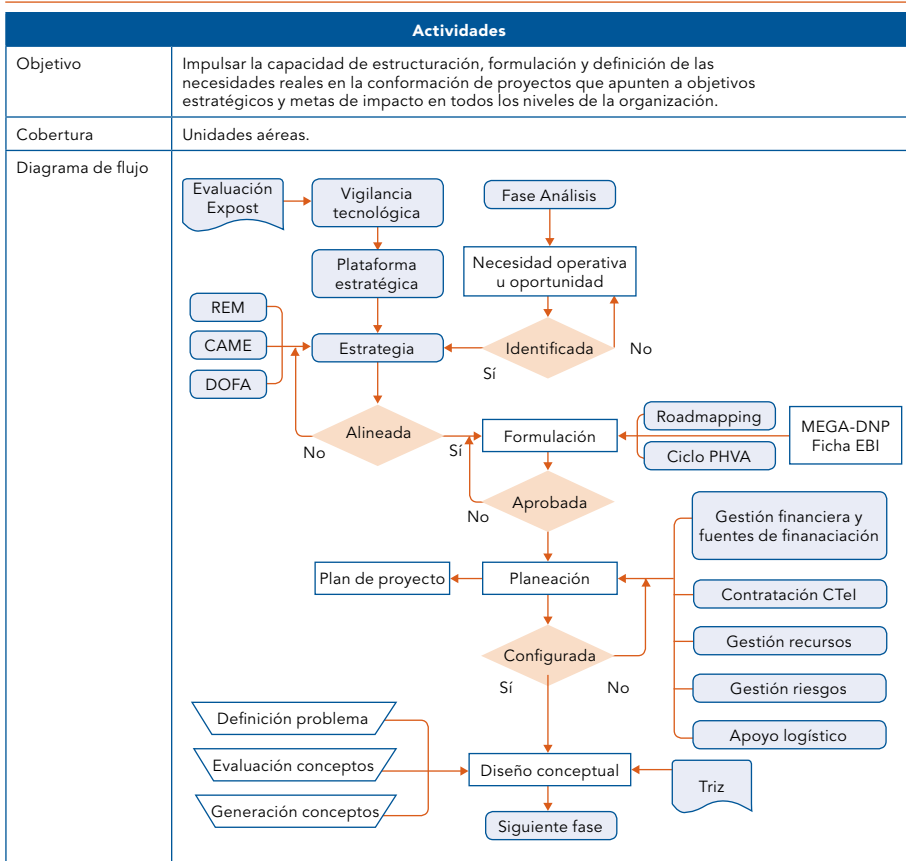
- Responsabilidad social y legitimidad.
- Responsabilidad administrativa.
- Desarrollo humano, científico, tecnológico y cultural.

Programas estratégicos en el sistema de ciencia y tecnología de la organización:

- Autosostenimiento de la FAC.
- Ventaja tecnológica.
- Acción espacial militar.
- Tecnologías de apoyo.

Las líneas de acción se materializan en los siguientes planes y para cada una de las fases del modelo, mediante la determinación de objetivos, cobertura, diagramas de flujo que según la doctrina militar son requeridos como listas de chequeo para su revisión y seguimiento permanente, componentes de la fase, periodicidad, métodos o procedimientos, recursos y medios disponibles para la fase, participantes o agentes involucrados, documentos de respaldo o entradas a la fase, acuerdos de servicio requeridos para la operación, resultados esperados por fase, áreas involucradas para la ejecución y desarrollo y finalmente el impacto esperado medido por los resultados de la fase según los programas estratégicos de la organización (tabla 38 y 42).

Tabla 38. Plan de acción de la fase de análisis.



Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia • Planeación • Formulación
Periodicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Permanente
Métodos o procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de necesidades • Análisis estratégico • Análisis financiero • Análisis del mercado • Formulación de diseño conceptual • QFD • PDS • MGA-DNP • Ficha EBI • Evaluación Expost • Metodología de resolución de problemas de inventiva (TRIZ)
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo, fase de análisis • Herramientas de análisis estratégico y categorización de soluciones • Análisis DOFA - CAME • Balance Score Card • Diagrama de Gantt • Método PERT/CPM • Comunicación estratégica • Matriz de contradicción, principios y características de inventiva
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos gerenciales • Departamento de planeación y financiero • Departamento de contratación • Centros de desarrollo tecnológico • Equipo de expertos • Beneficiario del servicio • Experto temático • Diseñador • Representante de calidad • Representante legal y de seguridad • Representante presupuestal • Usuario o cliente • Representante financiero
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de mercado e identificación de necesidades • Definición de requisitos • Plataforma estratégica y objetivos institucionales • Informe de evaluación y vigilancia tecnológica • Análisis presupuestal • Informe de prefactibilidad del proyecto
Acuerdos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Offset • Academia • Industria
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Definición del problema • Generación de información • Generación del concepto de ingeniería • Evaluación de conceptos de ingeniería • Arquitectura del producto • Análisis funcional • Estudio de viabilidad • Lista de verificación • Diseño conceptual
Áreas involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Direccionamiento estratégico, planeación • Gestión administrativa • Tecnologías de la información y las comunicaciones
Enfoque	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad social, autosostenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla 39. Plan de acción de la fase de diseño.

Actividades	
Objetivo	Fortalecer la capacidad de creación, innovación y articulación de ideas, para la producción de proyectos aplicados en las diferentes áreas funcionales de la organización.
Cobertura	Unidades aéreas.
Diagrama de flujo	
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación • Desarrollo tecnológico (adquisición, apropiación, transferencia) • Investigación
Periodicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Permanente
Métodos o procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento para el diseño de proyectos de innovación • Procedimiento para el diseño de proyectos de transferencia • Procedimiento para el diseño de proyectos de apropiación • Instructivo metodología de diseño en ingeniería • Instructivo de generación presupuestal • Instructivo de tipificación de productos



Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo, fase de diseño • Modelamiento CAD, CAM, CAE • Definición de la investigación (básica o aplicada) • Definición de innovación (producto, proceso, gestión o método) • Definición de desarrollo (adquisición, apropiación, transferencia) • Método de ingeniería inversa • Herramientas de diseño y modelamiento • Herramientas de proyección • Comunicación estratégica • DFM • Modelo de restricciones
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de expertos • Equipo de diseño • Representante de calidad • Representante legal y de Seguridad • Representante presupuestal • Usuario o cliente • Representante financiero • Representante producción
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño conceptual • Estudio de viabilidad • Lista de verificación de análisis • Formato actualizado presentación del proyecto • Formato de registro de proyecto • Formato de banco de proyectos/actualización presupuesto + personal
Acuerdos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de producción • Procesos de planeación • Convenio triada (Estado-Universidad-Empresa) • Negociaciones - <i>offset</i>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas • Definición de características • Configuración de diseño • Parámetros de diseño • Diseño de detalle
Áreas involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño, centros I+D+I • Tecnologías de la información y las comunicaciones
Enfoque	<ul style="list-style-type: none"> • Compromisos industriales y académicos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40. Plan de acción de la fase de desarrollo.

Actividades	
Objetivo	Integrar las capacidades de producción para la realización de proyectos de ingeniería, vinculando estándares de producto y proceso, medición, calibración y validación de ciclos y fases de proceso.
Cobertura	Unidades aéreas.
Diagrama de flujo	
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Operación • Asociación
Periodicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Permanente
Métodos o procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Convenios de asociación y offset • Procedimiento de medición y registro de datos • Procedimiento de operación • Procedimiento de asociación • Manuales de operación de equipos
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo, fase de desarrollo • Comunicación estratégica • Hoja de vida del producto • Hoja de procesos por fases
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Experto temático • Diseñador • Representante de calidad • Representante legal y de seguridad • Representante presupuestal • Usuario o cliente • Representante producción
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de diseño • Parámetros de diseño • Diseño de detalle • Planificación de la manufactura • Plan y procedimiento de pruebas • Manuales de operación • Manual de usuario



Acuerdos de servicio	Sistemas de medición y pruebas Convenios Asociación interinstitucional Logística de apoyo
Resultados	Verificación de requisitos Test de procedimientos Diseño de pruebas Diseño de operación Especificaciones de producción Reporte de chequeo en Ingeniería
Áreas involucradas	Gestión de recursos y material Gestión administrativa Tecnologías de la información y las comunicaciones
Enfoque	Vinculación industria nacional

Fuente: elaboración propia.

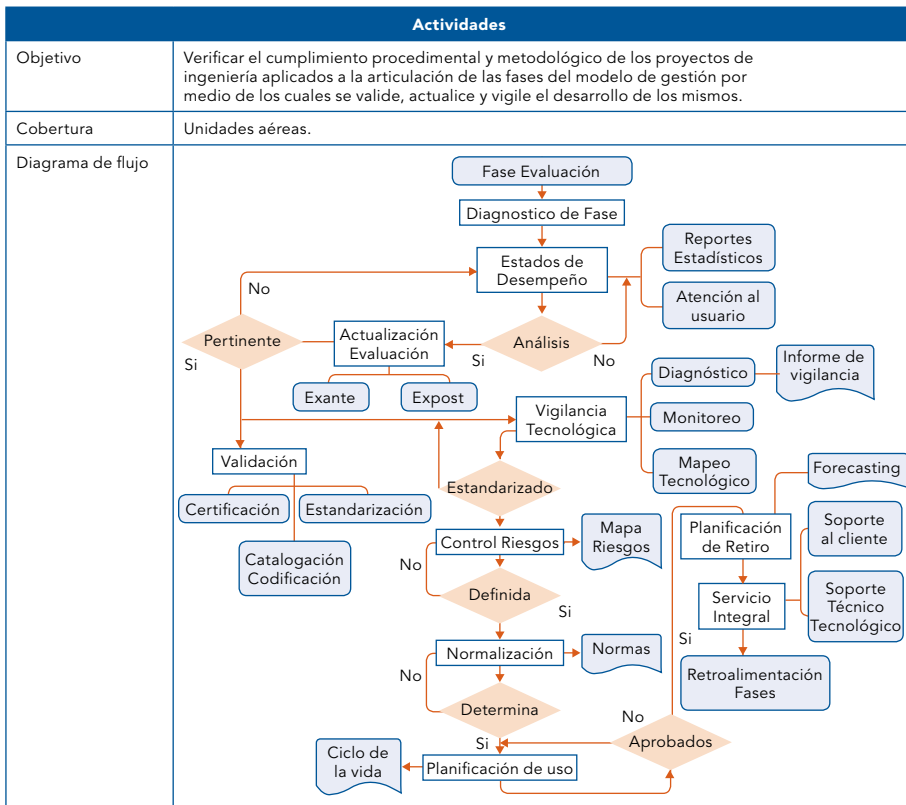
Tabla 41. Plan de acción de la fase de Implementación.

Actividades	
Objetivo	Proyectar la materialización y puesta en marcha de los proyectos de ingeniería, teniendo en cuenta su protección, ciclo de vida, usos, optimización de entradas y salida de resultados desde y para la organización, pasando por su sector de injerencia y apuntando al desarrollo de la nación.
Cobertura	Unidades aéreas.
Diagrama de flujo	
Componentes	Protección Difusión
Periodicidad	Permanente
Métodos o procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de propiedad • Procedimiento de uso y retiro de producto • Procedimiento de inspección y control • Manuales de operación de equipos • Metodologías de valoración de activos intangibles

Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo, fase de implementación • Ensayos y pruebas • Inspecciones • Comunicación estratégica • Trazabilidad del producto y procesos
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Experto temático • Diseñador • Representante de calidad • Representante de seguridad y ambiente • Representante de protección tecnológica • Representante de control y seguimiento • Usuario o cliente
Documentos de respaldo	Documentos de soporte y mantenimiento
Acuerdos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de cooperación • Alianzas estratégicas
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de pruebas • Planificación de la distribución • Planificación del uso • Planificación para el retiro del producto • Protección tecnológica • Difusión y seguimiento del producto, inteligencia competitiva
Áreas involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento, • Logística de apoyo • Tecnologías de la información y las comunicaciones
Enfoque	Servicio y soporte

Fuente: elaboración propia.

Tabla 42. Plan de acción de la fase de evaluación.



Componentes	Validación, certificación, estandarización, codificación Actualización Vigilancia
Periodicidad	Permanente
Métodos o procedimientos	Manuales de operación de equipos Procedimiento de vigilancia tecnológica y monitoreo Procedimiento de validación y actualización Sistema de evaluación Expost
Recursos	Lista de chequeo, fase de evaluación Comunicación estratégica Gestión de riesgos, plan de acción del proceso
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Experto temático • Diseñador • Representante de calidad • Representante de seguridad y ambiente • Representante de vigilancia tecnológica • Representante de control y seguimiento • Usuario o cliente
Documentos de respaldo	Políticas y requisitos de la OTAN Documentos de validación, certificación y estandarización
Acuerdos de servicio	Organismos internacionales, europeos, OTAN
Resultados	Servicio y soporte Informe de vigilancia tecnológica Validación Control de riesgos Normalización Catalogación Codificación
Áreas involucradas	Gestión riesgos Logística de apoyo Tecnologías de la información y las comunicaciones
Enfoque	Realimentación de procesos, control y seguimiento

Fuente: elaboración propia.



Capítulo 6.

Aplicación del diseño ADDIE

6.1. Adaptaciones de diseño y ajuste metodológico

6.2. Proyecto del modelo, verificación de resultados y comprobación de datos

La aplicación o proyección del modelo se basa en la selección de un proyecto de ingeniería de gran impacto en la organización, mediante el cual se pueda demostrar la consistencia del modelo de gestión junto con el seguimiento de la metodología propuesta, de tal forma que se pueda evidenciar la integración de los conceptos de la gestión tecnológica, la simplificación de procesos, la agilidad en la obtención de resultados y la funcionalidad en la optimización de recursos aplicados a la generación de proyectos de ingeniería en la organización.

En este sentido, el proyecto de ingeniería seleccionado para la proyección del modelo consiste en la fabricación de partes aeronáuticas (Rodríguez, Q., 2012), el cual está vinculado al programa estratégico de autosostenimiento de la Fuerza Aérea y con el que se puede presentar el estado de los procesos para la realización de proyectos, comparando el uso integrado del modelo de gestión mediante los procedimientos y metodología planteados.

6.1. Adaptaciones de diseño y ajuste metodológico

Al comparar de manera directa la materialización del proyecto de fabricación de partes aeronáuticas, se quiere demostrar que la estructura de las cinco fases puede mejorar significativamente la inversión de recursos y tiempos requeridos en el proyecto, así como permitir la observancia de aspectos relevantes que a simple vista no hayan sido tenidos en cuenta en el proceso de diseño del proyecto.

El proyecto de fabricación de partes aeronáuticas requiere además el desarrollo de un proceso estandarizado para la aprobación de componentes menores estructurales aeronáuticos fabricados por la industria nacional, considerando que la Fuerza Aérea Colombia no cuenta con un procedimiento estandarizado que unifique los conceptos de aseguramiento de las propiedades mecánicas de los componentes, ni un soporte para la evaluación de la aeronavegabilidad de los mismos. El cual se debe desarrollar una vez haya finalizado la fabricación del componente aeronáutico, para asegurar la aeronavegabilidad y la certificación internacional del componente.

En este sentido se procede a establecer un paralelo entre cada una de las fases del modelo, con respecto a la organización del proyecto, para visualizar el cuerpo formal de planeación, diseño y despliegue del proyecto, con el fin de definir las variables requeridas para la optimización del proceso.



6.2. Proyección del modelo, verificación de resultados y comprobación de datos

Luego de la descripción del proyecto de fabricación de partes aeronáuticas enmarcado en el programa de autosostenimiento de la Fuerza Aérea (Rodríguez, Q., 2012), a continuación se presenta la proyección del modelo mediante una estructura (figura 93), donde se traza la formalidad de seguimiento del modelo de gestión tecnológica.

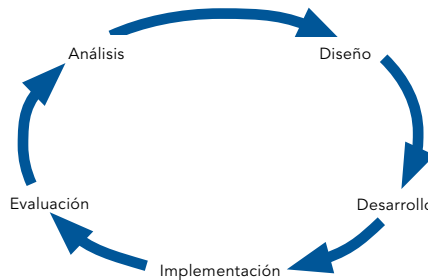


Figura 93. Ruta de proyección del modelo.
Fuente: elaboración propia.

La proyección del modelo se detalla desde cada una de las fases hasta sus propios componentes y actividades, mediante las cuales se compara el proyecto de fabricación de partes aeronáuticas, con cada uno de los planes de acción del modelo, detallando su correspondencia y sus asignaciones en caso de requerirse para completar los niveles de especificación de la fase (tabla 43 y 47).

Tabla 43. Seguimiento de la fase de análisis.

Actividades	
Objetivo del proyecto	<p>Fabricación y certificación de partes aeronáuticas mediante un proceso estandarizado para la aprobación de componentes menores estructurales aeronáuticos fabricados por la industria nacional.</p> <p>Objetivo general: estructurar el proceso de fabricación de partes aeronáuticas apoyado de un procedimiento estandarizado para la aprobación de las propiedades mecánicas de los componentes menores estructurales aeronáuticos fabricados por la industria nacional, que sean requeridos para el mantenimiento y recuperación de las aeronaves, en los casos que no se cuente con el soporte técnico del fabricante de la parte o la autoridad competente que pueda certificar su calidad.</p> <p>Origen: de acuerdo con la permanente necesidad de la Fuerza Aérea Colombiana por mantener sus aeronaves bajo condiciones de calidad, operación y aeronavegabilidad según el tipo de misión que cumple y teniendo en cuenta que la flota tiene un alto porcentaje de aeronaves con un tiempo de operación mayor a 20 años, el cual afecta el desempeño de los componentes mecánicos, estructurales y electrónicos. Se hace necesario alinear las necesidades de fabricación de partes aeronáuticas a la gestión del mantenimiento con calidad total.</p>



<p>Cobertura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los parámetros que determinan la validez de los componentes fabricados con el fin de asegurar su aeronavegabilidad. • Con base en las actividades y los parámetros seleccionados, diseñar el procedimiento que permita aprobar la fabricación de los componentes menores estructurales aeronáuticos. • Adaptar reglamentos nacionales e internacionales que permitan el desenvolvimiento normal del proceso de selección de componentes, aumentando la confiabilidad. 																
<p>Diagrama del proceso</p>																	
<p>Componentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia • Planeación • Formulación 																
<p>Periodicidad</p>	<p>Según requerimiento de la fabricación.</p>																
<p>Métodos o procedimientos</p>	<p>Instrucciones para elaborar una solicitud de fabricación de partes aeronáuticas. La solicitud de fabricación de parte aeronáutica debe ser presentada mediante un oficio remitido por el comandante de la Unidad a la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento de la FAC, y debe contener la forma FAC4-290T, debidamente diligenciada.</p> <p>Información general.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la pieza: este campo se debe diligenciar con el nombre de la pieza que aparece en el Manual de la Aeronave. • P/N: en este campo se debe escribir el número o código de identificación del componente o de la parte a fabricar, que corresponde al seriado dado por el fabricante y que se encuentra en el Manual de la Aeronave: <table border="1" data-bbox="350 1281 1038 1536"> <thead> <tr> <th>Lineas de acción</th> <th>Objetivos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Planeación de recursos</td> <td>a. Optimizarla planeación de recursos</td> </tr> <tr> <td>Ejercicio de la responsabilidad administrativa</td> <td>a. Incrementar la eficiencia del Sistema Administrativo</td> </tr> <tr> <td>Aseguramiento y sostenimiento del alistamiento</td> <td>a. Asegurar la calidad del Mantenimiento Programado b. Optimizar la respuesta del Mantenimiento Imprevisto c. Disminuir la remoción de componentes en aeronaves</td> </tr> <tr> <td>Integración de la cadena logística</td> <td>a. Mejorar la planeación del soporte logístico b. Proveer el soporte logístico oportuno</td> </tr> <tr> <td>Fomento a la investigación y desarrollo tecnológico</td> <td>a. Fortalecer la aplicación de la Ingeniería Aérea Logística Aeronáutica</td> </tr> <tr> <td>Desarrollo Humano orientado a las necesidades logísticas aeronáuticas</td> <td>a. Optimizar la administración del Talento Humano b. Fortalecer el nivel de pericia del personal técnico</td> </tr> <tr> <td>Fortalecimiento del SAP como plataforma informática de la Logística Aeronáutica</td> <td>a. Potencializar el SAP</td> </tr> </tbody> </table>	Lineas de acción	Objetivos	Planeación de recursos	a. Optimizarla planeación de recursos	Ejercicio de la responsabilidad administrativa	a. Incrementar la eficiencia del Sistema Administrativo	Aseguramiento y sostenimiento del alistamiento	a. Asegurar la calidad del Mantenimiento Programado b. Optimizar la respuesta del Mantenimiento Imprevisto c. Disminuir la remoción de componentes en aeronaves	Integración de la cadena logística	a. Mejorar la planeación del soporte logístico b. Proveer el soporte logístico oportuno	Fomento a la investigación y desarrollo tecnológico	a. Fortalecer la aplicación de la Ingeniería Aérea Logística Aeronáutica	Desarrollo Humano orientado a las necesidades logísticas aeronáuticas	a. Optimizar la administración del Talento Humano b. Fortalecer el nivel de pericia del personal técnico	Fortalecimiento del SAP como plataforma informática de la Logística Aeronáutica	a. Potencializar el SAP
Lineas de acción	Objetivos																
Planeación de recursos	a. Optimizarla planeación de recursos																
Ejercicio de la responsabilidad administrativa	a. Incrementar la eficiencia del Sistema Administrativo																
Aseguramiento y sostenimiento del alistamiento	a. Asegurar la calidad del Mantenimiento Programado b. Optimizar la respuesta del Mantenimiento Imprevisto c. Disminuir la remoción de componentes en aeronaves																
Integración de la cadena logística	a. Mejorar la planeación del soporte logístico b. Proveer el soporte logístico oportuno																
Fomento a la investigación y desarrollo tecnológico	a. Fortalecer la aplicación de la Ingeniería Aérea Logística Aeronáutica																
Desarrollo Humano orientado a las necesidades logísticas aeronáuticas	a. Optimizar la administración del Talento Humano b. Fortalecer el nivel de pericia del personal técnico																
Fortalecimiento del SAP como plataforma informática de la Logística Aeronáutica	a. Potencializar el SAP																
<p>Recursos</p>	<p>Método para las Unidades Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana, en cuanto a la documentación y elaboración de la solicitud de fabricación de partes y componentes aeronáuticos, para la aprobación por parte de la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento de la Jefatura de Operaciones Logísticas.</p>																



<p>Participantes</p>	<p>Para la elaboración de la solicitud de fabricación de partes aeronáuticas, se debe tener presente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipo afectado: todas las aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, así como las que sean asignadas en forma provisional. (Aeronaves en leasing y las que ordene el Comando General de la Fuerza). • Unidad afectada: todas las unidades aéreas de la organización colombiana. 								
<p>Documentos de respaldo</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="393 298 589 396"> <p>Información general</p> </td> <td data-bbox="602 298 1043 396"> <p>Nombre Equipo Motivo de la fabricación Descripción, modo de funcionamiento Características especiales</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="393 407 589 487"> <p>Elementos entregados</p> </td> <td data-bbox="602 407 1043 487"> <p>N/S, Cant Material Anexos (manual, planos, esquema, etc.) Condición</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="393 498 589 578"> <p>Trabajos a realizar</p> </td> <td data-bbox="602 498 1043 578"> <p>Cantidad Prioridad (AOG, PPA o Stock) Caracterización (dimensional, modelo, fabricación) Fabricación (método, recubrimiento, tratamiento, etc.)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="393 589 589 651"> <p>Esquemas y planos</p> </td> <td data-bbox="602 589 1043 651"> <p>Esquemas geométricos Planos, gráficos, digitales Uso y aplicación en la aeronave</p> </td> </tr> </table>	<p>Información general</p>	<p>Nombre Equipo Motivo de la fabricación Descripción, modo de funcionamiento Características especiales</p>	<p>Elementos entregados</p>	<p>N/S, Cant Material Anexos (manual, planos, esquema, etc.) Condición</p>	<p>Trabajos a realizar</p>	<p>Cantidad Prioridad (AOG, PPA o Stock) Caracterización (dimensional, modelo, fabricación) Fabricación (método, recubrimiento, tratamiento, etc.)</p>	<p>Esquemas y planos</p>	<p>Esquemas geométricos Planos, gráficos, digitales Uso y aplicación en la aeronave</p>
<p>Información general</p>	<p>Nombre Equipo Motivo de la fabricación Descripción, modo de funcionamiento Características especiales</p>								
<p>Elementos entregados</p>	<p>N/S, Cant Material Anexos (manual, planos, esquema, etc.) Condición</p>								
<p>Trabajos a realizar</p>	<p>Cantidad Prioridad (AOG, PPA o Stock) Caracterización (dimensional, modelo, fabricación) Fabricación (método, recubrimiento, tratamiento, etc.)</p>								
<p>Esquemas y planos</p>	<p>Esquemas geométricos Planos, gráficos, digitales Uso y aplicación en la aeronave</p>								
<p>Acuerdos de servicio</p>	<p>Descritos por la participación de las dos fases misionales del proceso de logística aeronáutica, como lo son la gestión de materiales y la gestión de mantenimiento.</p>								
<p>Resultados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de aprobación, componentes fabricados localmente. • Revisión de órdenes de ingeniería aprobadas por la Dirección de Ingeniería que involucren la fabricación de componentes menores por la industria nacional. • Formatos para estandarizar los requisitos técnicos necesarios para la fabricación de componentes, asegurando su aeronavegabilidad. 								
<p>Áreas involucradas</p>	<p>Gestión humana, gestión logística, gestión administrativa.</p>								

<p>Diagrama de vinculación del proceso</p>	<p>RAC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artículo 77. El certificado de aeronavegabilidad es el documento que certifica que la aeronave se encuentra en condiciones óptimas tanto mecánicas como técnicas para operar de manera segura, conforme con las especificaciones establecidas en el certificado tipo o documento equivalente. Contendrá los términos, condiciones y limitaciones que establezca la autoridad aeronáutica. • Artículo 78. Las aeronaves civiles, motores, hélices, componentes, productos y accesorios que se fabriquen, reparen, modifiquen o alteren, no podrán ser puestos en servicio sin cumplir con los requisitos exigidos por parte de la autoridad aeronáutica. • Corresponderá a la autoridad aeronáutica llevar un registro de las industrias dedicadas a la fabricación, armaduría y reparación de aeronaves o de sus partes o piezas. <p>FAA</p> <p>En el caso de la FAA, el fabricante remitirá la solicitud de autorización TSO al director de la Oficina de Certificación de Aeronaves (ACO) que le corresponda junto con la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una declaración de conformidad donde se cumplen los requisitos de la subparte O. • Una copia de los datos técnicos requeridos en la TSO aplicable. • Una descripción del sistema de control de calidad seguido bajo un certificado de producción. <p>EASA</p> <p>EASA establece de forma clara la manera en la que el solicitante debe demostrar la capacidad, así:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para la producción, siendo titular de una aprobación de organización de producción (subparte G) o mediante conformidad con lo descrito en la subparte F para la producción sin aprobación como organización de producción. <p>Para el diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para una APU, mediante la titularidad de una aprobación como organización de diseño (subparte J). • Para el resto de los artículos, utilizando procedimientos que expongan las prácticas de diseño específicas, los recursos y la secuencia de actividades necesarias para el cumplimiento de la subparte O. 								
<p>Fase de análisis</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>% de Incidencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estrategia</td> <td>75 %</td> </tr> <tr> <td>Planeación</td> <td>65 %</td> </tr> <tr> <td>Formulación</td> <td>95 %</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	% de Incidencia	Estrategia	75 %	Planeación	65 %	Formulación	95 %
Componente	% de Incidencia								
Estrategia	75 %								
Planeación	65 %								
Formulación	95 %								
<p>Requerimientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de pertinencia en la alineación de la estrategia del proyecto. • Vinculación de expertos técnicos en la revisión y formalización de la necesidad de las partes aeronáuticas. • Formalización documental de los recursos. • Formalización documental de los antecedentes del proyecto mediante la vigilancia tecnológica. • Definición de la estrategia de diseño a ser desarrollada en el proyecto. 								

Fuente: elaboración propia.



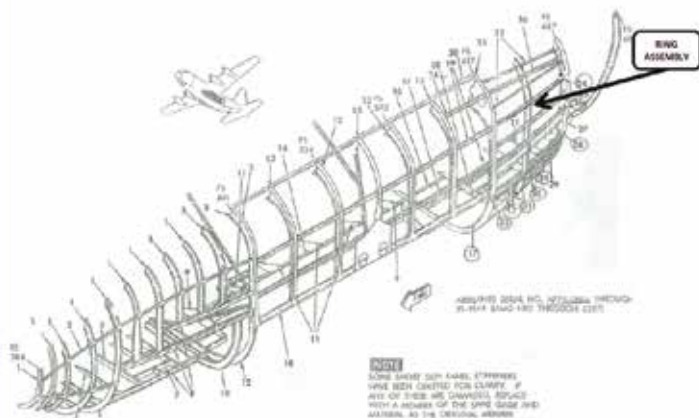
Tabla 44. Seguimiento de la fase de diseño.

Actividades	
Objetivo	<p>Aplicable al equipo: se mencionarán el o los equipos a los cuales afecte la fabricación de la parte aeronáutica contenida en esta forma FAC.</p> <ul style="list-style-type: none"> Motivo fabricación: en este campo se justifica por qué se hace necesaria la fabricación de la parte o componente aeronáutico. Descripción funcionabilidad: en este campo se debe mencionar en forma clara y concreta la función de la parte o componente aeronáutico. Características especiales: se debe hacer referencia a cada una de las condiciones relevantes a tener en cuenta en los procesos de fabricación y ensamblaje, por ejemplo: rodamientos, bujes, remaches, pernos haciendo referencia al esquema.
Cobertura	Equipos de diseño y unidades aéreas demandantes del servicio.
Diagrama de flujo	
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> Innovación Desarrollo Investigación
Periodicidad	Permanente.
Métodos o procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> Soporte tren aterrizaje Schweizer Costilla tipaleta compensadora avión A29 Tubería hidráulica aviones T-27 Tubo de torsión del elevador Schweizer Caja de retracción tren principal T-34



Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Software de diseño CATIA • Sistema de información de documentación de partes aeronáuticas (SAP y SIIO) • Manuales de operación de los equipos de vuelo • Fichas técnicas de la pieza • Esquemas de normalización de la parte aeronáutica 																																																																																																																										
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de diseño, logística aeronáutica 																																																																																																																										
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de diseño de la parte aeronáutica • Formato de características técnicas de la pieza • Matriz de contradicción de la pieza • Hoja de ruta del diseño de la pieza 																																																																																																																										
Acuerdos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios de metrología y verificación de tolerancias para fabricación y montaje • Producción de recubrimientos superficiales y procesos de mecanizado 																																																																																																																										
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de las piezas • Diseño de detalle y producción de la pieza • Especificaciones de producción para los talleres de fabricación y controles 																																																																																																																										
Áreas involucradas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión humana, gestión logística, gestión administrativa 																																																																																																																										
Diagrama de vinculación del proceso	<p>1. INFORMACION GENERAL</p> <table border="1"> <tr> <td>NOMBRE DE LA PIEZA:</td> <td>BRIG ASSEMBLY</td> </tr> <tr> <td>PIN:</td> <td>338744</td> </tr> <tr> <td>APLICABLE AL EQUIPO:</td> <td>C-130M</td> </tr> <tr> <td>MOTIVO FABRICACIÓN:</td> <td>NO STOCK EN EL ALMACEN / DEFORMACIÓN DEL MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCION FUNCIONALIDAD:</td> <td>ELEMENTO ESTRUCTURAL DEL MAIN LANDING GEAR (WHEEL WELL FARING STRUCTURE) EL CUAL SIRVE COMO UN SUPERFICIE AERODINAMICA DEL ANCHAMIENTO DEL TIEN PRINCIPAL IZQUIERDO ENTRE ESTACIONES FS 617 Y 657</td> </tr> <tr> <td>CARACTERISTICAS ESPECIALES:</td> <td>ELEMENTO ESTRUCTURAL COMPUESTO POR DOS PERFILES DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO "C" Y "L"</td> </tr> </table> <p>2. ELEMENTOS ENTREGADOS</p> <table border="1"> <tr> <td>S/R:</td> <td>NO APLICA</td> <td>ESTADO FISERIBLE</td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD:</td> <td>1</td> <td>DESTRUIBLE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL:</td> <td colspan="2">POR DETERMINAR</td> </tr> <tr> <td>ANEXOS:</td> <td>MANUAL: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>PLAYOS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ESQUEMA: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</td> <td>VER VISTA GENERAL DE LA PIEZA EN EL ITEM No 5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OTROS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONDICION:</td> <td colspan="2">Especificar si los agujeros o características actuales son o no requeridas LAS CONDICIONES REQUERIDAS DEBEN OBEDECER A LA PIEZA FISICA ENTREGADA Y A LA PLANTILLA TOMADA POR PERSONAL DE INGENIERIA DIMMI</td> </tr> </table> <p>3. TRABAJOS A REALIZAR</p> <table border="1"> <tr> <td>CANTIDAD:</td> <td colspan="2">1</td> </tr> <tr> <td>PRIORIDAD DE ENTREGA:</td> <td colspan="2">Definir si es AOG, PFA o Stock AOG</td> </tr> <tr> <th rowspan="2">ETAPA</th> <th rowspan="2">CARACTERISTICA</th> <th colspan="2">REQUERIDO</th> <th rowspan="2">ENTREGABLE</th> </tr> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> <tr> <td rowspan="5">CARACTERIZACION DE MATERIAL</td> <td>MATERIAL</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>SE REQUIERE DETERMINAR EL MATERIAL DE LA PIEZA BASADO EN EL ELEMENTO DE MUESTRA ENTREGADO TENIENDO EN CUENTA QUE ESTE NO SE ESPECIFICA EN EL SISTEMA FED-LOG NI EL MANUAL DE ESTRUCTURAS T.O 130A-3</td> </tr> <tr> <td>DIRECCION DEL GRANO</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>DUREZA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>TRATAMIENTO SUPERFICIAL</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TRATAMIENTO TERMICO</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">CARACTERIZACION DIMENSIONAL</td> <td>SOLDADURA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>ANALISIS DE FALLA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAD</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">MODELO PRELIMINAR</td> <td>CARACTERIZACION GEOMETRICA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROTOTIPO</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>SE REQUIERE LA MUESTRA DEL ELEMENTO, TENIENDO EN CUENTA QUE LAS DIMENSIONES HAN SIDO TOMADAS EN CAMPO Y PUEDEN TENER ERRORES EN SU MEDICION</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA PARA ENSAYO</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ANALISIS CAE</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="5">FABRICACION</td> <td>PRUEBA FUNCIONAL</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>RECURBIMIENTO</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>ALCORRE 5705, APLICAR PRIMER EPOXICO NORMA MIL-PRF-23377 CON ESPESOR 0.01 A 1.8 MILS</td> </tr> <tr> <td>RESULTADOS NDT</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>TINTAS PENETRANTES</td> </tr> <tr> <td>CONTROL CALIDAD</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>EL FABRICANTE DEBE PRESTAR CERTIFICADO DE CALIDAD TRAZABILIDAD DEL MATERIAL UTILIZADO, ASI COMO DE PROCESO DE MANUFACTURA Y EL REPORTE DE CONTROL DIMENSIONAL</td> </tr> <tr> <td>NUMERO DE PARTE PROVEEDOR</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	NOMBRE DE LA PIEZA:	BRIG ASSEMBLY	PIN:	338744	APLICABLE AL EQUIPO:	C-130M	MOTIVO FABRICACIÓN:	NO STOCK EN EL ALMACEN / DEFORMACIÓN DEL MATERIAL	DESCRIPCION FUNCIONALIDAD:	ELEMENTO ESTRUCTURAL DEL MAIN LANDING GEAR (WHEEL WELL FARING STRUCTURE) EL CUAL SIRVE COMO UN SUPERFICIE AERODINAMICA DEL ANCHAMIENTO DEL TIEN PRINCIPAL IZQUIERDO ENTRE ESTACIONES FS 617 Y 657	CARACTERISTICAS ESPECIALES:	ELEMENTO ESTRUCTURAL COMPUESTO POR DOS PERFILES DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO "C" Y "L"	S/R:	NO APLICA	ESTADO FISERIBLE	CANTIDAD:	1	DESTRUIBLE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	MATERIAL:	POR DETERMINAR		ANEXOS:	MANUAL: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			PLAYOS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			ESQUEMA: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	VER VISTA GENERAL DE LA PIEZA EN EL ITEM No 5		OTROS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		CONDICION:	Especificar si los agujeros o características actuales son o no requeridas LAS CONDICIONES REQUERIDAS DEBEN OBEDECER A LA PIEZA FISICA ENTREGADA Y A LA PLANTILLA TOMADA POR PERSONAL DE INGENIERIA DIMMI		CANTIDAD:	1		PRIORIDAD DE ENTREGA:	Definir si es AOG, PFA o Stock AOG		ETAPA	CARACTERISTICA	REQUERIDO		ENTREGABLE	SI	NO	CARACTERIZACION DE MATERIAL	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SE REQUIERE DETERMINAR EL MATERIAL DE LA PIEZA BASADO EN EL ELEMENTO DE MUESTRA ENTREGADO TENIENDO EN CUENTA QUE ESTE NO SE ESPECIFICA EN EL SISTEMA FED-LOG NI EL MANUAL DE ESTRUCTURAS T.O 130A-3	DIRECCION DEL GRANO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL	DUREZA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TRATAMIENTO TERMICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL	CARACTERIZACION DIMENSIONAL	SOLDADURA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	ANALISIS DE FALLA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		CAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			MODELO PRELIMINAR	CARACTERIZACION GEOMETRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		PROTOTIPO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SE REQUIERE LA MUESTRA DEL ELEMENTO, TENIENDO EN CUENTA QUE LAS DIMENSIONES HAN SIDO TOMADAS EN CAMPO Y PUEDEN TENER ERRORES EN SU MEDICION	MUESTRA PARA ENSAYO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		ANALISIS CAE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FABRICACION	PRUEBA FUNCIONAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		RECURBIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ALCORRE 5705, APLICAR PRIMER EPOXICO NORMA MIL-PRF-23377 CON ESPESOR 0.01 A 1.8 MILS	RESULTADOS NDT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TINTAS PENETRANTES	CONTROL CALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EL FABRICANTE DEBE PRESTAR CERTIFICADO DE CALIDAD TRAZABILIDAD DEL MATERIAL UTILIZADO, ASI COMO DE PROCESO DE MANUFACTURA Y EL REPORTE DE CONTROL DIMENSIONAL	NUMERO DE PARTE PROVEEDOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
NOMBRE DE LA PIEZA:	BRIG ASSEMBLY																																																																																																																										
PIN:	338744																																																																																																																										
APLICABLE AL EQUIPO:	C-130M																																																																																																																										
MOTIVO FABRICACIÓN:	NO STOCK EN EL ALMACEN / DEFORMACIÓN DEL MATERIAL																																																																																																																										
DESCRIPCION FUNCIONALIDAD:	ELEMENTO ESTRUCTURAL DEL MAIN LANDING GEAR (WHEEL WELL FARING STRUCTURE) EL CUAL SIRVE COMO UN SUPERFICIE AERODINAMICA DEL ANCHAMIENTO DEL TIEN PRINCIPAL IZQUIERDO ENTRE ESTACIONES FS 617 Y 657																																																																																																																										
CARACTERISTICAS ESPECIALES:	ELEMENTO ESTRUCTURAL COMPUESTO POR DOS PERFILES DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO "C" Y "L"																																																																																																																										
S/R:	NO APLICA	ESTADO FISERIBLE																																																																																																																									
CANTIDAD:	1	DESTRUIBLE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO																																																																																																																									
MATERIAL:	POR DETERMINAR																																																																																																																										
ANEXOS:	MANUAL: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO																																																																																																																										
	PLAYOS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO																																																																																																																										
	ESQUEMA: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	VER VISTA GENERAL DE LA PIEZA EN EL ITEM No 5																																																																																																																									
	OTROS: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO																																																																																																																										
CONDICION:	Especificar si los agujeros o características actuales son o no requeridas LAS CONDICIONES REQUERIDAS DEBEN OBEDECER A LA PIEZA FISICA ENTREGADA Y A LA PLANTILLA TOMADA POR PERSONAL DE INGENIERIA DIMMI																																																																																																																										
CANTIDAD:	1																																																																																																																										
PRIORIDAD DE ENTREGA:	Definir si es AOG, PFA o Stock AOG																																																																																																																										
ETAPA	CARACTERISTICA	REQUERIDO		ENTREGABLE																																																																																																																							
		SI	NO																																																																																																																								
CARACTERIZACION DE MATERIAL	MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SE REQUIERE DETERMINAR EL MATERIAL DE LA PIEZA BASADO EN EL ELEMENTO DE MUESTRA ENTREGADO TENIENDO EN CUENTA QUE ESTE NO SE ESPECIFICA EN EL SISTEMA FED-LOG NI EL MANUAL DE ESTRUCTURAS T.O 130A-3																																																																																																																							
	DIRECCION DEL GRANO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL																																																																																																																							
	DUREZA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL																																																																																																																							
	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
	TRATAMIENTO TERMICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DE ACUERDO A ANALISIS DE MATERIAL																																																																																																																							
CARACTERIZACION DIMENSIONAL	SOLDADURA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A																																																																																																																							
	ANALISIS DE FALLA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
CAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																									
MODELO PRELIMINAR	CARACTERIZACION GEOMETRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
	PROTOTIPO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SE REQUIERE LA MUESTRA DEL ELEMENTO, TENIENDO EN CUENTA QUE LAS DIMENSIONES HAN SIDO TOMADAS EN CAMPO Y PUEDEN TENER ERRORES EN SU MEDICION																																																																																																																							
	MUESTRA PARA ENSAYO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
	ANALISIS CAE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
FABRICACION	PRUEBA FUNCIONAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								
	RECURBIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ALCORRE 5705, APLICAR PRIMER EPOXICO NORMA MIL-PRF-23377 CON ESPESOR 0.01 A 1.8 MILS																																																																																																																							
	RESULTADOS NDT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TINTAS PENETRANTES																																																																																																																							
	CONTROL CALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EL FABRICANTE DEBE PRESTAR CERTIFICADO DE CALIDAD TRAZABILIDAD DEL MATERIAL UTILIZADO, ASI COMO DE PROCESO DE MANUFACTURA Y EL REPORTE DE CONTROL DIMENSIONAL																																																																																																																							
	NUMERO DE PARTE PROVEEDOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																								



	<p>4. OBSERVACIONES</p> <p>TODAS LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA DEBEN SER REVISADAS EN LOS TOROS DE OMPRO EFECTUADAS POR EL PERSONAL DE INGENIERIA DIBIJA. ASI MISMO SE REQUIERE QUE LA PIEZA SEA PROCEIDA EN LA AERONAVE SIN TRATAMIENTO TERMICO, VERIFICANDO POSIBLES CAMBIOS DE FORMA. ASI MISMO, SE REQUIERE QUE LA PIEZA NO CONTIENDA PERFORACIONES, YA QUE LOS AGUJEROS SERIAN ESPECTACULOS DURANTE EL PROCESO DE INSTALACION.</p>	
	<p>5. ESQUEMA:</p>  <p>RESERVED DATA INC. ATTORNEYS THROUGH PL-104 5140-110 THRODGE 0271</p> <p>NOTE SOME LAMINATE GUN ANGLE STRIPPERS HAVE BEEN CHECKED FOR CLARITY. IF ANY OF THESE ARE DAMAGED, REPLACE WITH A NUMBER OF THE SAME QUOTE AND MATCHED TO THE ORIGINAL NUMBER.</p>	
<p>Fase de diseño</p>	<p>Componente</p>	<p>% de Incidencia</p> <p>Innovación 10 % Desarrollo 85 % Investigación 30 %</p>
<p>Requerimientos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acompañamiento del usuario final • Definición de la estrategia de diseño a implementar • Documentos de investigación y trazabilidad de la pieza • Articulación del proyecto con aporte a una línea de investigación • Informes de metrología y procesos adscritos 	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 45. Seguimiento de la fase de desarrollo.

Actividades	
Objetivo	Efectuar la operación de piezas aeronáuticas mediante el seguimiento del diseño y aplicación de normas específicas para su certificación y aprobación de aeronavegabilidad.
Cobertura	Unidades aéreas.
Diagrama de flujo	
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Operación • Asociación
Periodicidad	<ul style="list-style-type: none"> • Según requerimientos de producción
Métodos o procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> • La necesidad • Caracterización • Prototipo • Fabricación • Control calidad • Instalación
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de producción en talleres de mecanizado y recubrimientos • Sistema de medición y verificación de cada mecanizado • Software de producción para la operación de equipos CNC y PLC
Participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión humana, gestión logística, gestión administrativa
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de la pieza con especificaciones de producción por partes • Estudio de producción de la pieza • Especificaciones técnicas de diseño e ingeniería de detalle
Acuerdos de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de medición y calibración • Centro de desarrollo tecnológico • Alianzas con la Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana (CIAC)



Resultados	<p>Modelamiento CAD CAM</p>  <p>Modelamiento CAE, análisis de elementos finitos</p> 						
Áreas involucradas	Gestión humana, gestión logística, gestión administrativa						
Diagrama de vinculación del proceso							
Fase de desarrollo	<table border="0"> <tr> <td>Componente</td> <td>% de Incidencia</td> </tr> <tr> <td>Operación</td> <td>95 %</td> </tr> <tr> <td>Asociación</td> <td>60 %</td> </tr> </table>	Componente	% de Incidencia	Operación	95 %	Asociación	60 %
Componente	% de Incidencia						
Operación	95 %						
Asociación	60 %						
Requerimientos	<p>Determinación de procesos y operaciones de producción</p> <p>Determinación de convenios y alianzas estratégicas para la producción</p> <p>Listas de chequeo de la producción y verificación de características técnicas</p>						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 46. Seguimiento de la fase de implementación.

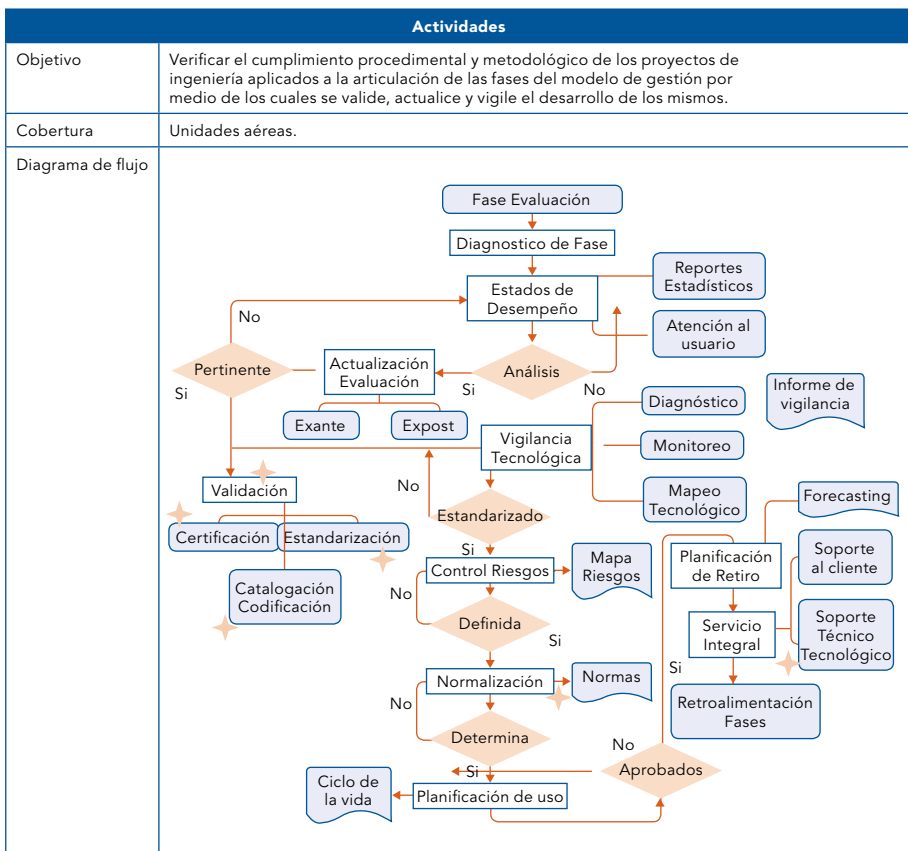
Actividades	
Objetivo	Proyectar la materialización y puesta en marcha de los proyectos de ingeniería teniendo en cuenta su protección, ciclo de vida, usos, optimización de entradas y salida de resultados desde y para la organización, pasando por su sector de injerencia y apuntando al desarrollo de la nación.
Cobertura	Unidades de fabricación, instalación y comercialización.
Diagrama de flujo	
Componentes	Protección Difusión
Periodicidad	Permanente.
Métodos o procedimientos	Verificación de sistemas de protección Proceso de comercialización y revisión del producto
Recursos	Manuales de operación.
Participantes	Procesos gerenciales.
Documentos de respaldo	Método estandarizado Definición de parámetros básicos Controles aplicables Menor tiempo de respuesta, más alistamiento Uso de herramientas tecnológicas Recomendaciones Se recomienda guiarse a través de la formulación de técnicas requeridas para la estandarización eficiente de cada una de las partes mecánicas a desarrollar, es importante analizar los procesos mecánicos desarrollados dentro de la Fuerza Aérea, permitiendo visualizar la forma en que se llevan a cabo y de esta misma manera mirar las herramientas y partes mecánicas requeridas para su eficiente funcionamiento.
Acuerdos de servicio	Laboratorios de medición Universidad Nacional de Colombia Talleres e industria nacional (CIAC)

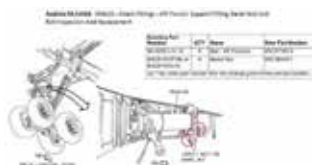


Resultados	<p>Sistema lanzamiento UAV Terminal OV-10 Fitting SA2-37 Terminal KFIR Fitting T-27</p>						
Áreas involucradas	Operaciones logísticas, gestión administrativa.						
Ejemplo:	Análisis, espectrofotómetro RX						
Diagrama de vinculación del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Control de caracterización de materiales; • Control de caracterización de procesos; • Control de caracterización dimensional y geométrica • Control de cambios; • Control de calidad • Control de trazabilidad 						
Fase de implementación	<table border="1"> <tr> <td>Componente</td> <td>% de Incidencia</td> </tr> <tr> <td>Protección</td> <td>75 %</td> </tr> <tr> <td>Difusión</td> <td>65 %</td> </tr> </table>	Componente	% de Incidencia	Protección	75 %	Difusión	65 %
Componente	% de Incidencia						
Protección	75 %						
Difusión	65 %						
Requerimientos	Hoja de vida de cada parte aeronáutica Estrategias de comercialización Estandarización de pruebas						

Fuente: Dirección de Ciencia y Tecnología FAC

Tabla 47. Seguimiento de la fase de evaluación.



Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia • Planeación • Formulación 								
Periodicidad	Permanente.								
Métodos o procedimientos	Inspecciones a los equipos de vuelo y medición de uso de la parte aeronáutica.								
Recursos	Modelo de riesgos del diseño, producción y montaje de las partes aeronáuticas.								
Participantes	Procesos gerenciales.								
Documentos de respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Parte dos, 1.2 autoridad reguladora La Fuerza Aérea Colombiana para el cumplimiento de su misión asignada constitucionalmente, cuenta con una infraestructura aeronáutica que requiere para su ordenamiento, control y doctrina de una autoridad reguladora aeronáutica, siendo la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento a quien se le ha delegado esta responsabilidad. • Parte dos, 1.3.1.2 certificado de aeronavegabilidad El documento público otorgado por la Jefatura de Operaciones Logísticas a través de la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento, mediante el cual se acredita que a la fecha de su otorgamiento, la aeronave en él descrita se encuentra apta para ser operada en forma segura de acuerdo con las especificaciones de su certificado tipo, y las modificaciones que por su condición militar y de acuerdo con su misión estén sustentadas en estudios de ingeniería avalados por la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento. <p>Descripción de normas para el desarrollo de actividades tales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aprobación para fabricación de piezas, partes y componentes (PMA-por sus siglas en inglés). Aprobación para fabricación de componentes o partes bajo una Orden Técnica Estándar (TSO - por sus siglas en inglés). Marcas de identificación del material aeronáutico. 								
Acuerdos de servicio	Es importante controlar de manera continua cada proceso para que se disminuyan las fallas de los mismos, y además se potencialice los servicios prestados por el área de ingeniería encargada del mantenimiento y reparación de las aeronaves.								
Áreas involucradas	Logística aeronáutica								
Diagrama uso de la tecnología									
Fase de Evaluación	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>% de Incidencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Validación</td> <td>75 %</td> </tr> <tr> <td>Actualización</td> <td>65 %</td> </tr> <tr> <td>Vigilancia</td> <td>95 %</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	% de Incidencia	Validación	75 %	Actualización	65 %	Vigilancia	95 %
Componente	% de Incidencia								
Validación	75 %								
Actualización	65 %								
Vigilancia	95 %								
Requerimientos	Vinculación de expertos técnicos en la revisión y formalización de la necesidad de las partes aeronáuticas.								

Fuente: elaboración propia.



En términos generales, el modelo de gestión tecnológica trae consigo la posibilidad de acceder a múltiples beneficios que pueden ser de orden tangible e intangible, desde la economía de escala, pasando por la optimización de recursos, la austeridad del gasto público, la protección del conocimiento y los mejores rendimientos de los recursos públicos, adicional de la posibilidad de ofrecer un servicio con mayor impacto social, que aporte al desarrollo tecnológico y fomente la cultura de la innovación, con el fundamento técnico y científico que ofrece la ingeniería para las ciencias de la administración y la gestión pública (DNP, 2006).

Algunos de estos beneficios que se traducen desde el mismo uso y optimización de recursos y activos de la organización, pueden ser:

- Tangibles

Rendimiento de la maquinaria y equipo, materiales e insumos, repuestos, combustibles, disponibilidad del talento humano con nivel de especialización técnica y administrativa, adecuada administración de los activos, adecuación de equipos de última tecnología y el uso eficiente de los recursos para la obtención de patentes, modelos de utilidad, diseños industriales y adecuados niveles en el manejo de los recursos públicos en general.

- Intangibles

Nivel de reconocimiento y confianza en el sector defensa, protección del conocimiento y la doctrina, ampliación de relaciones y redes de cooperación, alianzas estratégicas, convenios interinstitucionales, optimización de los procesos de gestión administrativa, adecuado uso de las tecnologías de la información y mejoramiento de las competencias y habilidades del talento humano, normalización, codificación, estandarización, entre otros.

Todos estos beneficios son brindados por la aplicación del modelo que precisamente busca minimizar los tiempos y maximizar el rendimiento de los recursos desde el punto de vista de la gestión tecnológica y el diseño de proyectos de ingeniería en la Fuerza Aérea Colombiana.



Apreciaciones finales

- Se desarrolló una propuesta de aplicación de gestión tecnológica para el diseño de proyectos de ingeniería, mediante la combinación de técnicas de diseño en ingeniería, metodologías ágiles y el desarrollo de las funciones de la gestión tecnológica, aplicadas a los proyectos de innovación y desarrollo tecnológico requeridos en la organización.
- Se establecieron las bases conceptuales con un enfoque basado en procesos de diseño en ingeniería y se presentaron las bases normativas aplicadas al sector defensa en el ámbito aeronáutico, todo con el objeto de articular la plataforma documental y así encausar sus fines a la generación de soluciones en el marco de la ingeniería y la gestión tecnológica.
- A través de la recopilación de estrategias desarrolladas en los proyectos de ingeniería de la organización, se lograron establecer las funciones comunes, procedimientos típicos y metodologías de acción para la formulación y desarrollo de los proyectos, con los cuales se estableció un paralelo de los aspectos más relevantes en el manejo de la información de los proyectos, a fin de extraer las mejores prácticas y fases metodológicas de gestión aplicadas en el diseño de ingeniería.
- Mediante la proyección del diseño con el proceso de fabricación de partes aeronáuticas, se dio vía a la obtención de soluciones de inventiva desde el diseño en ingeniería, de tal manera que se establecieron las fases guía para la fabricación de los componentes, cumpliendo con los estándares y análisis de rigor en la implementación de un producto finamente concebido.
- Se presentó la estructura del diseño incluyendo los componentes homólogos a las funciones de la gestión tecnológica con un hilo conductor basado en la metodología de diseño en ingeniería, útil para la materialización de las soluciones propuestas a las necesidades operativas de la organización.
- La metodología de diseño planteada dentro de la propuesta de gestión tecnológica, promueve el seguimiento de parámetros para la inversión de recursos en soluciones de ingeniería, así como la posibilidad de vincular la industria nacional y la academia en la obtención de productos de calidad conducentes al crecimiento de la capacidad tecnológica y el desarrollo integral de la industria colombiana.
- La integración de las metodologías ágiles con la metodología de diseño y las metodologías tradicionales como la del PMI, interrelaciona la definición de pautas de gestión y



de trabajo en equipo con el mejoramiento del proceso de desarrollo de los proyectos, en torno a las cinco fases del diseño Π con los cuales se simplifica el proceso de diseño de los proyectos de ingeniería en la organización, vinculando equipo de expertos, áreas del conocimiento, definición de principios y características de invención, gestión de riesgos, apoyo logístico, acompañamiento del usuario final en todas las etapas y la comunicación estratégica requerida en el proceso.

- Con la proyección del diseño Π se aplicó un método robusto, ágil y preciso, que enfocado al análisis, al diseño y a la determinación de características técnicas, junto con la iteración de las fases y el trabajo en equipo mediante la vinculación de expertos y la participación permanente del usuario final, posibilita un efecto de desarrollo de rápida aplicación en el sector defensa, sin obviar la rigurosidad técnica e innovadora de las soluciones en ingeniería.
- La aplicación del diseño ADDIE, permite el fortalecimiento de los procesos de innovación tecnológica, desarrollo tecnológico, e incorporación de tecnologías, evidenciado en el aumento de la atención e importancia en estos temas, el nivel de compromiso en el desempeño de la institución y la posibilidad de alinear esfuerzos y seguir métodos específicos para optimizar los recursos necesarios para cada intención de proyecto en ingeniería.
- La propuesta del diseño ADDIE desde gestión tecnológica ofrece a la institución una alternativa funcional para poder maximizar sus capacidades y organizar de forma sistemática las necesidades y soluciones a los problemas de ingeniería, relevantes a los cambios permanentes requeridos en la organización. Así mismo permite implementar soluciones en corto plazo y con mecanismos ágiles para ajustarse a los nuevos retos que demanda la seguridad y la soberanía.
- Se da pie a la presentación de una propuesta con una aplicación de la gestión tecnológica, con la cual la planeación estratégica de la organización, por intermedio de sus jefaturas y departamentos junto con las extensiones de Centros de Investigación y Unidades Educativas, pueda coordinar un equipo de trabajo dedicado, al análisis y pertinencia de cada una de las fases del modelo, con lo cual se puedan evaluar y contrastar los componentes frente a las necesidades de gestión específicas de los desafíos en seguridad y soberanía.



Recomendaciones

- Proyectar la implementación del diseño ADDIE, para la obtención de pruebas y aprobación de uso, con el fin de maximizar la efectividad de los resultados en materia de las funciones de la gestión tecnológica y la metodología de diseño para su aplicación e inserción dentro del sistema gerencial de la organización.
- Socializar y difundir el diseño ADDIE como recurso de la gestión tecnológica en las distintas instancias gerenciales, operativas y tácticas, a fin de sensibilizar e iniciar la implementación del diseño π para la unificación de criterios en materia de proyectos de ingeniería e innovaciones desarrolladas en la organización.
- Desarrollar la Instrumentación y ejecución del diseño π mediante la difusión de la guía de uso, las listas de chequeo, los formatos requeridos y la integración de conceptos en materia de innovación y desarrollos de ingeniería, provistos en las diferentes dependencias.
- Conformar los diferentes equipos de trabajo de acuerdo a la formulación del diseño π para la ejecución y puesta en marcha del diseño de nuevos proyectos y desarrollos para la solución de necesidades operativas en las diferentes especialidades.
- Promover la aplicación del diseño π como herramienta de la gestión tecnológica, para el fomento y desarrollo de la cultura, en mejores prácticas aplicadas a la ingeniería y al autosostenimiento de la organización frente a su misión de seguridad y soberanía nacional.



Referencias

- Amaya, P. (1999). *Perfil tecnológico de la industria manufacturera*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá e Instituto SER.
- Ávalos, I. (1990). Papel del Estado en el proceso de innovación tecnológica. *Colección Ciencia y Tecnología, conceptos generales de gestión tecnológica*.
- Beck, K. (1999). *Extreme programming explained: Embrace change*. Reading, Addison Wesley.
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. V., & Cockburn, A. (2001). *Agile manifesto*. Retrieved from <http://agilemanifesto.org/>
- Bernal, C. E., y Laverde, J. (1995). *Proyecto de modernización de las PYME - Gestión tecnológica*. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.
- Bioul, G., Escobar, F., Álvarez, M., Nerdin, A., y Ricci, E. (2010). *Metodologías ágiles, análisis de su implementación y nuevas propuestas*. Mar del Plata, Argentina: Universidad CAECE, Sede Mar del Plata, Olavarría. 2464, XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion.
- Bowers, G. H. (1988). The management of development projects, *Int. J. of Technology Management*, 3(6), 675-684.
- Campos, J. I. (2006). Modelo de gestión tecnológica frente a los cambios del mercado globalizado en las pymes de Bogotá. *Avances Investigación en Ingeniería*, (5).
- Cañas, R. (1989). *Gestión tecnológica y desarrollo, Proyecto de Gestión Tecnológica*. Chile: Serie de Manuales de I&D. CINDA- PNUD - SECAB.
- Cárdenas, H. (Abril de 2009). *Diseño conceptual de un modelo de gestión de la innovación colaborativa para una empresa de telecomunicaciones*. (Tesis maestría en Ingeniería Administrativa, Ingeniería de Minas). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O. (2007). *Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia*. Bogotá: Gestión Tecnológica Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Castellanos, O., Montoya, A., y Jiménez, C. (2002). *Estrategias de gestión en transferencia de tecnología. Concaribe. 2002*. Concaribe: Primer Congreso Internacional Ambiental del Caribe.
- Cooper, R. (March, april of 2009). How companies are reinventing their Idea-To-Launch methodologies. Product innovation best practices series, Stage-Gate international and product development institute Inc. *Technology Management*, 52(2), 47-57.
- COTEC. (2010). *La innovación en sentido amplio: un modelo empresarial. Análisis conceptual y empírico*. Madrid, España: Fundación COTEC para la innovación tecnológica, Gráficas Árias Montano.
- Dehaghi, M. R., & Goodarzi, M. (December of 2011). Reverse engineering: A way of technology transfer in developing countries like Iran. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 1(5). Unites States.
- Dieter, G. E., & Schmidt, L. (2009). *Engineering desing fourth edition*. New York: McGraw-Hill.
- DNP. (Noviembre de 2004). *Metodología de evaluación Expost de programas y proyectos de inversión*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeacion, grupo asesor de la gestión de programas y proyectos de inversion (GAPI).

- DNP. (Octubre de 2006). *Metodología general ajustada, para la identificación, preparación y evaluación de proyectos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, grupo asesor de la gestión de programas y proyectos de inversión (GAPI).
- Drejer, A. (1997). The discipline of management of technology, based on considerations related to technology. *Technovation*, 17, 253-265.
- Durán, X. (2000). *La innovación tecnológica en Colombia: características por sector industrial y región geográfica*. Bogotá: Colciencias, Departamento Nacional de Planeación, Observatorio de Ciencia y Tecnología.
- EAN, Escuela de Administración de Negocios. (16 y 27 de septiembre de 2013). *Diplomado en Gerencia de Proyectos bajo lineamientos del PMI®*. [Diapositivas]. Bogota: EAN.
- Escorsa, P. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Madrid: Prentice Hall.
- FAC PEI. (2011). *Plan Estratégico Institucional (PEI-FAC) 2011-2030*. Bogotá: Fuerza Aerea Colombiana, Exprescard'S C.I. S.A.S.
- Fundación Innova. (2014). *Curso de gestión de proyectos de defensa, gestión de la ciencia y la tecnología y normativa de referencia*. [Diapositivas]. Bogotá: Cátedra Innova, Universidad Politécnica de Madrid.
- Garavito, S., y Suárez, E. (2004). Evaluación de la gestión tecnológica orientada al manejo de la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología. *Umbral científico*, 4, 50-64.
- García, A. (1997). *Conceptos básicos en tecnología y gestión tecnológica*. Memorias del posgrado en Gestión Tecnológica. Bogotá.
- García, A., & Vega, J. (2012). External knowledge sourcing and innovation performance: The role of managerial practices. *University of Cambridge*, 19-21.
- García, M. T., Santos, M. V., & Pereira Do, M. (2008). Characterization of technological innovation management journals. In U. d. Valladolid (Ed.). *J. Technol. Manag. Innov. Issue*, 3.
- García, T., Santos, M., & Pereira, L. (2008). Characterization of technological innovation management. *Journal Technology Innovation*, (3), 1-10. Universidad de Valladolid Departamento de Organización de Empresas y CIM.
- Gaynor, G. (1996). *Manual de gestión de tecnología*. McGraw-Hill.
- Henríquez, L. y Vega J. (2012). *La gestión de la innovación en la empresa: evolución de su campo de estudio*. En D. Empres (Ed.), 10(1).
- Hernández, A., Díaz, B., y Baquero, F. (Enero de 2011). *Visión compartida de futuro en ciencia, tecnología e innovación*, Ministerio de Defensa Nacional, Viceministerio para la Estrategia y la Planeación, Dirección de Gestión de Información y Tecnología. Bogotá: Colciencias, Universidad del Valle, Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del Conocimiento.
- Hernández, J., Vélaz, D., y De la Torre, J. A. (2008). *Guía práctica. La gestión de la innovación en 8 pasos*. Pamplona: Asociación de la Industria Navarra (AIN)- Agencia Navarra de Innovación (ANAIN).
- Hierro, S. R., & Vasconcellos, E. (February of 2013). Barriers and facilitators of collaborative management in technological innovation projects. *J. Technol. Manag Innov*, 8.
- ISO 21500. (2012). *Directrices para la dirección y gestión de proyectos*. International Organization for Standardization, Comité ISO/PC 236, first edition.
- ISO 9001. (2008). *Sistemas de gestión de la calidad - requisitos*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- Kropsu, H., Haapasalo, H., & Rusanen, J. (2009). Analysis of technology manage-



- ment functions in finnish high tech. *The Open Management Journal*, 2, 1-10. Finland: Department of Industrial Engineering and Management, University of Oulu.
- Laurie, W., Kessler, R. R., & Cunningham, W. (2000). *Strengthening the*. IEEE Software.
- Ley 038. (21 de abril de 1989). Normativo del presupuesto general de la Nación. *Diario Oficial* n.º 38.789. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14811>
- Ley 1286. (23 de enero de 2009). Por la cual se modifica la ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* n.º 47.241. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34850>
- Liberona, D. (2011). *Revisión de investigación de gestión del conocimiento*. Knowledge Management Research. Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=1986195>
- López, H. A. (2011). *Los efectos del proceso complejo de innovación sobre las capacidades desarrolladas por la empresa. El caso de cuatro empresas agroindustriales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Malaver, F. (2009). *Las capacidades de absorción tecnológica: una mirada centrada en la adquisición de tecnología*. Bogotá: Javegraf.
- Malaver, F. (2003). *La innovación tecnológica en la industria colombiana*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano - Ceja.
- Maldonado, A. (2005). *Innovación Sistemática Mediante TRIZ*.
- Martínez, D. (2007). *Alcances y aplicaciones en la fase de diseño conceptual de TRIZ, teoría de resolución acelerada de problemas del ámbito mecánico en Chile*. Chile: Octavo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica.
- Medina, V., y Torres, J. (Junio 2007). *Modelo de gestión del conocimiento para proyectos de ingeniería*. Tampico, Mexico: Fifth LACCEL International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Mejía, F. (1998). *Gestión tecnológica. Dimensiones y perspectivas*. Bogotá: Editora Guadalupe Ltda.
- Mesa, G. S. (2012). *Medición de los activos intangibles, retos y desafíos. Cuadernos de Contabilidad*. Universidad de los Andes.
- Moya, J., Machado, A., y Robaina, R. (2010). *Uso de la metodología TRIZ para el diseño de engranajes*. Cuba: Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Central de Las Villas.
- Nadler, D., y Tushman, M. (1999). *El diseño de la organización como arma competitiva: el poder de la arquitectura organizacional*. Oxford, Estados Unidos.
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1995). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Nueva York, USA.: Oxford University, M. H. Kocka, Trans. 1.
- NTC 5800. (2008). *Terminología y definiciones*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- NTC 5801. (2008). *Requisitos del sistema de gestión de la I+D+I*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- NTC 5802. (2008). *Requisitos de un proyecto de I+D+I*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- NTC-ISO 10006. (1997). *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la calidad en la gestión de proyectos*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- NTC-ISO 9004. (2009). *Gestión para el éxito sostenido de una organización, Un enfoque*

- que basado en la gestión de la calidad. Bogotá: Instituto Colombiano de Normalización y Certificación - Icontec.
- OCDE. (1997). *Oslo Manual: Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Paris: OECD Publications 2 edition.
- OCDE. (2002). *Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental, manual de Frascati*. Italia: VI Editores.
- OCDE. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation*. Francia: OECD Publications 3 edition.
- Orloff, A. (2006). *Inventive thought through TRIZ*. New York: Springer 2 edition.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. (2005). *Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept*. Communications of the Association for Information Systems.
- Park, S. H., & Lee, Y. G. (2011). Park, Seung-Ho, Lee Yong-Gil, perspectives on technology transfer strategies of Korean companies in point of resource and capability based view received. *J. Technol. Manag Innov*, 6, Issue 1.
- Pavón, J. & Hidalgo, A. (1999). *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*. Madrid: Piramide
- Pelz, D., & Andrews, F. (1966). *Scientists in organizations: Productive climates*. United States: Wiley.
- Pilkington, A., & Teichert, T. (2005). Management of technology: Themes, concepts and relationships. *Technovation*, 26, 288-299.
- PMI, PMBOKR. (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge (guía del PMBOKR) 4.ª ed., PMI.
- PMI, PMBOKR. (2012). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Project Management Institute, Project Management Body of Knowledge (guía del PMBOKR) 5.ª ed., PMI.
- Rather, M. (1990). Revolución científica y tecnológica. En *Tecnología* (Ed.), 26.
- Rivadeneira, S. (2012). *Metodologías ágiles enfocadas al modelado de requerimientos*. Argentina: Unidad Académica Río Turbio, Universidad Nacional de la Patagonia Austral Avda. de los Mineros.
- Rodríguez, J. (2006). *La dinámica de la innovación tecnológica. Modelo HIPER 666*. Bogotá: Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Rodríguez, G., y Cordero, B. (1999). *La gestión de la tecnología. Elementos fundamentales y la transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, J. M. (2002). *La gestión de la tecnología. Elementos fundamentales y transferencia de tecnología entre la universidad y la empresa*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, L., y Gaitán, C. (2006). *Propuesta de diseño del proceso para la gestión de proyectos de innovación tecnológica en la Fuerza Aérea Colombiana*. Bogotá: Instituto Militar Aeronáutico.
- Rodríguez, Q. (2012). *Propuesta de un procedimiento estandarizado para estudiar la aprobación de componentes menores estructurales aeronáuticos, fabricados por la industria nacional*. (Tesis especialización en Logística Aeronáutica). Bogotá: Instituto Militar Aeronáutico.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7-31. USA.
- Rothwell, R. (1992). *Successful industrial innovation: Critical factors for the 1990*. United Kingdom: Science Policy Research.
- Sábato, J. A. & Mackenzie, M. (1988). La producción de tecnología: autónoma o transnacional. México: Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales: Editorial Nueva Imagen



- Sábato, J. (1997). Bases para un régimen de tecnología. *Revista Redes*, IV, 122-123.
- Schilling, M. (2008). Dirección estratégica de la innovación tecnológica. España: McGraw-Hill / Interamericana de España.
- Shulyak, L. (2000). *The innovation algorithm*, Worcester, Mass. Technical Innovation Center.
- Sumanth, J. (1999). *El enfoque de ciclo de la tecnología a la gestión tecnológica*. Colombia: Manual de gestión tecnológica.
- Tirado, G., & Rodríguez, G. (2016). *Modelo Pi. Modelo para la Producción Intelectual, una propuesta para las instituciones de educación superior*. Bogotá: Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.
- Vargas, M. y Malaver, F. (2003). *La innovación tecnológica*. Bogotá: CEJA, OCYT, Colciencias.
- Vega, B. (2012). *Los proyectos de transferencia de conocimiento: un análisis según la teoría de las dimensiones del proyecto*. Instituto de Gestión de la Innovación y del conocimiento (CSIC-UPV).
- Vélez, I. (2013). Métodos de valoración de intangibles. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 9(17). Universidad de los Andes.



Anexos

Lista de Chequeo para el ANÁLISIS DEL PROYECTO

PROYECTO: Productos de la fase de Análisis (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
ESTRATEGIA				
1.	El equipo para el análisis del proyecto fue formado con los miembros apropiados (ver la lista de recomendada abajo)			
2.	El Análisis del proyecto incluye referencias a la Estrategia, la Misión, la dirección del Mando, etc.			
3.	Se recibieron los datos de la vigilancia tecnológica en referencia a la necesidad analizada.			
4.	Se establecieron los planes, debilidades, oportunidades, fortalezas, amenazas y estrategias para abordar las soluciones de ingeniería.			
5.	Se verificaron las líneas de conexión del proyecto con la estrategia y objetivos institucionales de la organización			
6.	Las necesidades u oportunidades fueron identificadas a través de encuestas, observaciones, entrevistas, lecciones aprendidas y reportes del campo operativo			
7.	Las evaluaciones de la necesidad fueron conducidas e integradas a lo que se debe producir			
8.	Cambios Organizacionales actuales y anticipados fueron estudiados e integrados en la identificación de la necesidad.			
9.	Cambios de personal actuales y anticipados (política o personas) fueron estudiados e integrados en la identificación de la necesidad			
10.	El campo de aplicación final fue totalmente identificado.			
11.	Se formo un equipo para determinar y seleccionar las posibles soluciones			
12.	La lista de soluciones fueron aprobadas por las autoridades apropiadas			
PLANEACION Y PRESUPUESTACION				
13.	Las especificaciones para el desempeño de las soluciones fueron escritas en el formato adecuados			
14.	El análisis del contenido de las soluciones está técnicamente correcto			
15.	La declaración de la solución de ingeniería es clara, completa y precisa			
16.	La declaración de la solución describe las condiciones bajo la cual serán ejecutadas en el campo de operaciones			
17.	La declaración de la condiciones están escritas en el lenguaje preciso del usuario			
18.	Fueron identificados todos los factores presupuestales de las soluciones, junto con sus negociaciones y análisis económico de las soluciones			
19.	Los pasos del desempeño de la solución son secuenciales y progresivos			
20.	Se establecieron los acuerdos de servicio requeridos para el desarrollo de la solución en ingeniería			
21.	Los factores de seguridad y ambientales para la ejecución de los pasos fueron identificados y listados			
22.	Se realizaron los planes de acción del proyecto			
23.	Se identificaron los mecanismos de factibilidad del proyecto			
24.	Se identificaron las restricciones para la ejecución de cada paso			



PROYECTO: Productos de la fase de Análisis (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
	FORMULACION			
25.	Todos los pasos para la solución requerida fueron listados			
26.	Se definió el ciclo de mejora del proyecto PHVA.			
27.	Se determinaron las bases conceptuales de Roadmapping del proyecto			
28.	Se establecieron las metas, indicadores y análisis de resultados en el proceso de formación del proyecto.			
29.	Las medidas de control son acciones que pueden ser observadas y medidas objetivamente para determinar si el producto cumplió con la norma especificada			
30.	Las medidas para la solución son derivadas de los pasos de ejecución que se definieron durante el análisis de la necesidad (puede cubrir un paso más de un paso o parte de un paso)			
31.	Fueron identificados todos los recursos requeridos			
32.	Se condujo una revisión legal.			
33.	Se condujo una revisión a la aplicación de la protección tecnológica			
34.	Fueron identificados los actores que potencialmente se podrían utilizar para las alianzas estratégicas			
35.	Se mantienen los archivos históricos para todas las actividades, decisiones y modificaciones			
36.	El análisis de las soluciones se mantiene vigente			
37.	El plan de mitigación de riesgo fue escrito y un código de nivel de riesgo fue asignado para cada solución			
<p>El Equipo de trabajo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Experto temático 2. Diseñador 3. Representante de calidad 4. Representante legal y de Seguridad 5. Representante presupuestal 6. Usuario o cliente 7. Representante financiero 				



Lista de Chequeo para el DISEÑO DEL PROYECTO

Productos de la fase de Diseño (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
	DISEÑO			
1.	Los miembros del equipo de Diseño y revisión del proyecto son los mismos de la fase de análisis			
2.	Los productos de la fase de análisis, especialmente la lista de soluciones, fueron revisadas y la revisión fue documentada en los archivos históricos			
3.	Las soluciones fueron convertidas en proyectos con viabilidad técnica y económica			
4.	Se comprobaron los requisitos del cliente en comparación con las características de diseño			
5.	Se definieron los principios de inventiva, características de invención y el concepto de idealidad de la solución de ingeniería.			
6.	Se definió claramente el componente de innovación, desarrollo e investigación del proyecto.			
7.	El diseño conceptual de las soluciones fue desarrollado incluyendo:			
8.	a. Formulación del problema			
9.	b. Base documental, fuentes de información y estado del arte requerido			
10.	c. Evaluación de los conceptos y arquitectura del producto			
11.	d. Se identificaron los métodos más apropiados en la configuración del diseño			
12.	e. Se identificaron los medios y la técnica más apropiados en los parámetros de diseño			
13.	f. Se establecieron claramente las especificaciones de diseño e ingeniería de detalle del proyecto			
14.	El mapa del proyecto identifica secuencias alternas aceptables			
15.	Los prerrequisitos para el desarrollo del proyecto fueron establecidos			
16.	El plan de mitigación de riesgo fue escrito y un código de nivel de riesgo fue caracterizado para la soluciones escogida			
17.	El plan de mitigación del impacto al medio ambiente fue desarrollado			
18.	Tienen todas las publicaciones y referencias actualizadas necesarias para el diseño			
19.	Los sitios y agentes de producción han sido identificados y aprobados			
20.	Se desarrollaron los ítems de prueba, las pruebas y los planes de evaluación del producto			
21.	a. Se escribieron los ítems necesarios referentes al criterio que miden el desempeño del producto final			
22.	b. Fueron desarrollados los instrumentos, ensayos y métodos de pruebas			
23.	c. Las pruebas y ensayos fueron validados			
24.	d. Se desarrolló un plan de evaluación del producto que incluye el criterio para la validación y certificación			
25.	e. La evaluación del producto debe determinar si el proyecto puede alcanzar las necesidades del usuario			
26.	El tiempo de desarrollo del proyecto y el producto fue determinado			



Productos de la fase de Diseño (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
DISEÑO				
27.	Los recursos requeridos fueron identificados			
28.	Se mantienen los archivos históricos para todas las actividades, decisiones y modificaciones			
29.	Se recopilan los datos necesarios para preparar el Programa desarrollo			
30.	El diseño detallado ha sido aprobado por las autoridades apropiadas			
INNOVACIÓN				
1.	Innovación de producto			
2.	Innovación de proceso			
3.	Innovación de gestión			
DESARROLLO				
1.	Desarrollo			
2.	Adquisición			
3.	Apropiación			
	Investigación			
1.	Investigación Básica			
2.	Investigación Aplicada			
El Equipo de Diseño 1. Experto temático 2. Diseñador 3. Representante de calidad 4. Representante legal y de Seguridad 5. Representante presupuestal 6. Usuario o cliente 7. Representante financiero 8. Representante produccion				



Lista de Chequeo para el DESARROLLO DEL PROYECTO

Productos de la fase de Desarrollo (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
DESARROLLO				
1.	Los miembros del equipo de desarrollo y revisión del curso son los mismos de la fase de diseño			
2.	Los productos de la fase de análisis y diseño fueron revisados e integrados en la fase de desarrollo para ser documentados en los archivos históricos			
3.	Los planes de producción fueron finalizados (finalizar el bosquejo del desarrollo con todos los detalles necesarios para su implementación)			
4.	Los materiales de desarrollo han sido validados			
5.	Los materiales para el desarrollo fueron enviados para ser reproducidos			
6.	Los materiales de referencias (Guía del proyecto, evaluación, extracto de referencias, hojas de información y asignación, lista de equipos y materiales para la producción) fueron desarrollados			
7.	Se validaron todos los materiales para el proyecto			
8.	Los materiales para el desarrollador han sido producidos/adquiridos			
9.	Los materiales requeridos para el desarrollador fueron validados			
10.	Las pruebas fueron desarrolladas, validadas y producidas			
11.	El producto aprobado ha sido dado a las agencias apropiadas			
12.	Tienen todos los recursos necesarios para el desarrollo			
13.	Todos los desarrolladores han sido entrenados y certificados			
14.	Se mantienen los archivos históricos para todas las actividades, decisiones y modificaciones			
OPERACIÓN				
1.	Se desarrollaron las pruebas y métodos de ensayo y medición del proceso			
2.	Los controles de producción y calidad fueron determinados para cada etapa del proyecto			
3.	Se desarrollaron las estrategias de mantenimiento y reparación de los equipos para el proceso de producción			
ASOCIACIÓN				
1.	Se establecieron las alianzas y protocolos con las redes de cooperación para la fabricación del producto			
2.	Se establecieron redes de comunicación con los centro de desarrollo tecnológico para la vinculación de procesos			
3.	Se establecieron las alianzas y protocolos con los clúster de servicios para la producción			
El Equipo de Desarrollo 1. Experto temático 2. Diseñador 3. Representante de calidad 4. Representante legal y de Seguridad 5. Representante presupuestal 6. Usuario o cliente 7. Representante produccion				



Lista de Chequeo para el IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

176

Productos de la fase de Implementación (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
IMPLEMENTACIÓN				
1.	Las pruebas y certificación del proyecto fueron aprobadas y validadas			
2.	Los planes de mantenimiento y verificación del producto fueron avalados y documentados			
3.	La gestión de apoyo logístico y soporte del proyecto ha sido establecida para todo el ciclo de vida			
4.	Todos los recursos, materiales y apoyo a la producción fueron determinados y provistos para la ejecución			
5.	Los ensayos y pruebas del proceso fueron estandarizados y procesados para su retroalimentación			
6.	Se establecieron los registros de utilidad y renovación del proyecto			
7.	Se realizó retroalimentación del desempeño de los proyectos en su campo de aplicación.			
PROTECCIÓN				
1.	Los trámites para la obtención de derechos de propiedad fueron gestionados según la tipología del producto			
2.	Se determinaron los patrones de protección del proyecto			
3.	Los sistemas de información fueron respaldados y asegurados para la producción del proyecto			
DIFUSION				
1.	Se estableció el plan de difusión y/o comercialización del proyecto			
2.	Se verificación los planes de desarrollo para la competitividad y determinación del mercado			
El Equipo de Desarrollo de Implementacion 1. Experto temático 2. Diseñador 3. Representante de calidad 4. Representante de Seguridad y ambiente 5. Representante de proteccion tecnológica 6. Representante de control y seguimiento 7. Usuario o cliente				



Lista de Chequeo para la EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Productos de la fase de Evaluación (formato para los requerimientos de Acciones validas)				
Item	Acciones	Completadas?		Comentarios
		SI	NO	
EVALUACIÓN				
1.	Se establecieron los mecanismos de control, impacto y probabilidad de riesgos			
2.	Se establecieron los mecanismos de control y seguimiento del ciclo de vida del producto y del proyecto			
3.	Se realizaron los patrones de retroalimentación de resultados y determinación de cambios del proceso			
4.	Se establecieron los factores comunes de uso del producto y soporte de respaldo del proyecto			
5.	Se determinaron los medios de asistencia para el servicio del proyecto			
6.	Los medios de seguimiento al soporte técnico y comercial están formulados			
VALIDACION				
1.	Los requerimientos de validación del proyectos fueron identificados y formalizados			
2.	Los componentes de certificación del proyecto fueron revisados y aplicados			
3.	Las fases del proyecto fueron determinadas mediante la estandarización y normalización			
4.	Los productos del proyecto tienen codificación y son verificados			
5.	Se determinaron los criterios de compatibilidad, intercambiabilidad, interoperabilidad e identidad en los campos operativo, administrativo y de materiales			
ACTUALIZACION				
1.	Se mantienen vigentes todas las marcas de referencia en el camino del proyecto			
2.	Se establecieron los factores críticos de éxito o de cambio del proyecto			
3.	Se hizo la alineación de las variables estrategias o escenarios de acción del proyecto respecto a su pertinencia en los estudios prospectivos y la evolución de tecnologías			
4.	Se establecieron las bases para el eje de análisis donde se aporte la evolución de las amenazas y requerimientos adicionales del campo de aplicación del proyecto			
VIGILANCIA				
1.	Existen los mecanismos para el cumplimiento de las funciones de monitoreo, diagnóstico y mapeo tecnológico			
2.	Se mantienen los recursos y etapas del proyecto en un nivel óptimo de vigencia y consistencia competitiva			
El Equipo de Desarrollo de Evaluación 1. Experto temático 2. Diseñador 3. Representante de calidad 4. Representante de Seguridad y ambiente 5. Representante de vigilancia tecnológica 6. Representante de control y seguimiento 7. Usuario o cliente				





Suscripciones o canjes, diríjase a:

Ciencia y Poder Aéreo / Science and Air Power
 Correos electrónicos / E-mails
 cienciaypoderaereo@gmail.com
 cienciaypoderaereo@epfac.edu.co

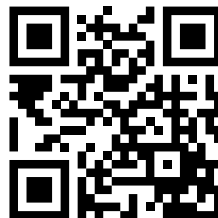
Biblioteca Escuela de Postgrados de
 la Fuerza Aérea Colombiana
 Correo electrónico / E-mail
 biblioteca@epfac.edu.co

Para mayores informes

Dirección postal / Mailing Address
 Cra. 11 No. 102-50 Edificio ESDEGUE.
 Escuela de Postgrados de la
 Fuerza Aérea Colombiana
 Departamento de Investigación.
 Oficina 411. A.A. 110111
 Teléfonos (057-1) 637 8927 – 6206518
 Ext. 1700, 1719, 1722.
 Bogotá D.C., Colombia (Suramérica)

Sitio web (versión electrónica) / Website (Electronic Version)

<https://libros.publicacionesfac.com>



La evolución de las tecnologías y la aplicación de soluciones a problemas cotidianos es ilustrada mediante la propuesta de un modelo de gestión tecnológica para el diseño de proyectos basados en innovación y desarrollo, que sirve como guía metodológica para la formulación, planeación y ejecución de proyectos en I+D+I, descrito mediante fases, componentes, líneas de acción y estrategias de diseño más significativas en la gestión tecnológica aplicadas a la ingeniería. Tomando como referencia el estudio descriptivo de proyectos ya implementados o en ejecución en la organización de estudio, con el fin de relacionar mejores prácticas en el diseño de soluciones de ingeniería, trazabilidad, optimización de costos, tiempos y recursos en general, para finalmente proyectar el proceso de fabricación de partes aeronáuticas con los parámetros del modelo, donde se pueda presentar su estructura como un recurso sistémico en la gestión de la innovación tecnológica dentro del marco de la gestión del conocimiento y la implementación de proyectos para el cubrimiento de las necesidades operativas y administrativas de la organización.

Germán Wedge Rodríguez Pirateque

Magíster en Ingeniería Mecatrónica, Especialista en Gerencia Educativa, Ingeniero Electrónico, y Licenciado en Diseño Industrial, con estudios complementarios en Ingeniería Mecánica y automatización industrial, gestión de proyectos, desarrollo y apropiación de tecnologías, protección de la propiedad intelectual, valoración de tecnologías, vigilancia tecnológica entre otros. Con experiencia en sistemas de gestión, procesos de planeación, inspección y control de la función pública y actualmente ejerce como líder del Grupo de Investigación Ciencia y Poder Aéreo (CIPAER), Director de la Revista Científica Ciencia y Poder Aéreo, así como docente investigador y oficial Jefe del Departamento de Investigación de la Escuela de Postgrados de la Fuerza Aérea Colombiana.



COLECCIÓN
C&PA

ISBN: 978-958-99406-9-3
E-ISBN: 978-958-99406-8-6

