



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

Título del tema registrado

**Estudio prospectivo de la industria de mantenimiento  
aeronáutico en Querétaro**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación**

**Presenta:**

Mtro. Moisés Gómez Salazar

**Dirigido por:**

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez

Querétaro, Qro. a, Septiembre del 2024

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación

Título del tema registrado

Estudio prospectivo en la industria de mantenimiento aeronáutico en  
Querétaro

Opción de Titulación

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Doctor en Gestión  
Tecnológica e Innovación

**Presenta:**

Mtro. Moisés Gómez Salazar

Dirigido por:

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez  
Presidente

Dra. Denise Gómez Hernández  
Secretario

Dr. Juan José Méndez Palacios  
Vocal

Dra. Josefina Morgan Beltrán  
Suplente

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Septiembre 2024

México

## RESUMEN

La presente investigación desarrolla un estudio prospectivo sobre la industria del mantenimiento aeronáutico en Querétaro, México., mediante un enfoque de tipo cualitativo, con un diseño de investigación no experimental con estructura transversal. El cual, aporta conocimiento de alto valor agregado sobre la caracterización de un sistema complejo de (MRO), así como de su integración estructural y funcional. Para la interpretación de la posible evolución de un sistema con amplias posibilidades de desarrollo.

En este sentido, la investigación integra la adecuación de una metodología prospectiva, para el contexto nacional, en una industria de alta competitividad y especialización. La cual, mediante la incorporación de un análisis estructural, identificación de actores clave, análisis morfológicos y multicriterio. Permite la identificación de variables o problemáticas clave del sistema. Dentro de las más relevantes se logran evidenciar; a) un desarrollo tecnológico cautivo exacerbado por las grandes organizaciones OEM's, b) limitada inserción de las empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, c) ineficiencia operativa por parte de la autoridad aeronáutica nacional para lograr acuerdos de convalidación de certificaciones, con agencias internacionales como la Federal Aviation Administration y la European Union Aviation Safety Agency, d) ineficiente articulación de la triple hélice (gobierno, academia e industria) para el desarrollo del sistema.

En consecuencia con el estudio prospectivo se integra la técnica por escenarios, para la identificación de las fuerzas de interacción entre los elementos que conforman al sistema de mantenimiento aeronáutico. Así mismo, se incorpora una propuesta estratégica, enfocada en la variable fundamental identificada para generar el dinamismo del sistema. Esta propuesta se orienta hacia la selección de medios y acciones mediante el uso del método multicriterio. Para establecer el camino óptimo hacia la integración de las empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, coadyuvando a la reducción de costos y mejoramiento de la eficiencia operativa. Donde se incluye como aspecto fundamental la colaboración de la industria, la academia y el gobierno, para el desarrollo de acciones conjuntas.

**Palabras clave:** Gestión Tecnológica, Prospectiva, Estrategia, Mantenimiento Aeronáutico, Enfoque Sistémico.

## SUMMARY

This research develops a prospective study on the aeronautical maintenance industry in Queretaro, Mexico, through a qualitative approach, with a non-experimental research design with a cross-sectional structure. It provides high value-added knowledge about the characterization of a complex MRO system, as well as its structural and functional integration. For the interpretation of the possible evolution of a system with wide possibilities of development.

In this sense, the research integrates the adequacy of a prospective methodology, for the national context, in an industry of high competitiveness and specialization. Through the incorporation of a structural analysis, identification of key actors, morphological and multi-criteria analysis. It allows the identification of key variables or problems of the system. The following are evidenced of captive technological development exacerbated by (OEM's). Limited insertion of national companies in the aeronautical value chain. Operational inefficiency on the part of the national aeronautical authority to achieve certification validation agreements with international agencies such as the Federal Aviation Administration and the European Union Aviation Safety Agency. Inefficient articulation of the triple helix (government, academy and industry) for the development of the system.

The prospective study integrates the scenario technique to identify the forces of interaction between the elements that make up the aeronautical maintenance system. The strategic proposal is incorporated, focused on the fundamental variable identified to generate the dynamism of the system. This proposal is oriented towards the selection of means and actions through the use of the multi-criteria method. To establish the optimal path towards the integration of national companies to the aeronautical value chain, contributing to the reduction of costs and improvement of operational efficiency. This includes as a fundamental aspect the collaboration of industry, academy and government, for the development of joint actions.

Key words: Technological Management, Foresight, Strategy, Aeronautical Maintenance, Systemic Approach.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa:

Por todo el amor y apoyo brindados desde el primer momento en que nos conocimos.

A mis padres:

Por ofrecerme siempre todo el apoyo necesario para librar las fuertes batallas de la vida, a mi madre por cuidarme en cada momento y a mi padre (Q.E.P.D.) por motivarme a ser siempre una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todas las personas involucradas que hicieron posible la culminación de mi proceso de investigación, especialmente:

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

Por la beca académica otorgada durante cuatro años para mi proceso de formación profesional.

### **A LA FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN**

Por el apoyo y seguimiento en mi proceso de aprendizaje. Y por ofrecerme un espacio adecuado para el desarrollo del conocimiento.

### **A CONAHCYT**

Por otorgarme una beca de estudio, que me permitió la dedicación exclusiva al programa doctoral. Sin la cual, no sería posible el estudio y una culminación satisfactoria.

### **A DR. IGNACIO ALMARAZ RODRÍGUEZ**

Por su adecuada guía y acompañamiento durante mi proceso de formación doctoral.

### **A DR. JUAN JOSÉ MÉNDEZ / DRA. JOSEFINA MORGAN BELTRÁN / DR. LUIS RODRIGO VALENCIA PÉREZ**

Por su calidad docente en el proceso de enseñanza. Por guiarme y compartirme conocimientos fundamentales para el desarrollo de mi investigación. Y por su excelente calidad humana.

### **A MIS COMPAÑEROS**

Por formar parte de mi red de apoyo en las adversidades de la vida cotidiana.

“Caminante, son tus huellas el camino y nada más; Caminante, no hay camino, se hace camino al andar. Al andar se hace el camino, y al volver la vista atrás se ve la senda que nunca se ha de volver a pisar”

-Antonio Machado.

## ÍNDICE GENERAL

### Índice

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	i
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problemática .....	3
1.2 Preguntas de Investigación .....	6
1.3 Objetivos de Investigación.....	7
1.4 Justificación .....	7
1.5 Postulados de Investigación.....	10
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. Teoría General de Sistemas .....	11
2.1.1. Aportes de la teoría general de sistemas.....	12
2.1.2. Fundamentos de la teoría general de sistemas.....	14
2.1.3. Definición de los sistemas .....	14
2.1.4. Características de los sistemas.....	14
2.1.5. Parámetros de los sistemas .....	15
2.1.6. Análisis de los sistemas hacia afuera de sus fronteras.....	17
2.1.7. Análisis de los sistemas hacia dentro de sus fronteras .....	17
2.1.8. Enfoque sistémico.....	18

2.1.8.1. Características del comportamiento sistémico.....	19
2.1.9. Teoría general de sistemas en las organizaciones.....	20
2.1.1.1. Sistema de Mantenimiento Aeronáutico.....	22
2.2 Gestión Tecnológica .....	23
2.2.1. El valor estratégico de la gestión tecnológica.....	24
2.2.2. Gestión de tecnología: visión sistémica.....	25
2.2.3. Modelo de COTEC .....	27
2.3 Prospectiva (Variable Independiente).....	30
2.3.1. Antecedentes de la prospectiva.....	30
2.3.2. Conceptualización de la prospectiva en áreas tecnológicas.....	31
2.3.3. Escuelas de pensamiento de la prospectiva .....	35
2.3.4. Fases de la prospectiva .....	36
2.3.5. Principales métodos prospectivos.....	38
2.3.6. Modelo prospectivo de Michel Godet .....	38
2.5 Método de Escenarios Prospectivos.....	40
2.5.1. Planeación estratégica por escenarios.....	40
2.5.2 Desarrollo del método por escenarios.....	41
2.5.3. Herramientas del método por escenarios .....	45
2.5.4. Enfoques modulares y contingentes .....	46
2.5.6. Utilidad del método de escenarios .....	47
2.5.7. Una visión panorámica del método por escenarios .....	48
2.5.8. La dinámica de los escenarios .....	49
2.5.9. Determinación de los escenarios .....	49
2.5.1.1. Utilidad y límites de los escenarios .....	51
2.6 Integración Estratégica.....	52

2.6.1. Identidad y cultura .....	52
2.6.2. Finalidades, oficios y vocación.....	53
2.6.3 Estructuras de Organización .....	54
2.6.4. Características del proceso estratégico .....	55
2.6.5. Estrategias contingentes.....	57
2.6.6. Estrategias genéricas y su función de valoración .....	58
2.6.7. Estrategias y sus dilemas .....	61
2.6.8. Identificación y evaluación de las estratégicas .....	63
2.6.9. Árboles de pertinencia .....	66
2.6.1.1. Evaluación de las acciones .....	67
2.6.1.2. Límites de los árboles de pertinencia.....	68
2.6.1.3. Método Multipol .....	69
2.7 Sector de Mantenimiento Aéreo / MRO (Variable Dependiente) .....	70
2.7.1. Antecedentes del sector industrial del Mantenimiento Aéreo .....	70
2.7.2. Conceptualización del Mantenimiento Aéreo (MRO).....	73
2.7.3. Estructuración de la industria MRO en la Región .....	74
2.7.4. Desarrollo de la industria de mantenimiento aeronáutico .....	75
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	76
3.1. Sistema de Análisis .....	76
3.2. Selección del Método.....	78
3.4 Construcción de la Base Analítica .....	79
3.5 Análisis Estructural.....	80
3.6 Análisis de las Estrategias de los Actores.....	81
CAPITULO 4. RESULTADOS .....	82
4.1. Entrevistas Semiestructuradas y Paneles de Expertos .....	82

4.2. Determinación de las Variables o Problemáticas del Sistema .....	85
4.3. Matriz de Relaciones Estructurales.....	86
4.4. Motricidad y Dependencia.....	87
4.5. Variables o Problemáticas Clave .....	89
4.6. Diseño de Hipótesis .....	90
4.7. Resultados del Método SMIC.....	91
4.8. Juego de los Actores Clave del Sistema .....	94
4.9. Escenarios Prospectivos Múltiples .....	98
CAPITULO 5. INTEGRACIÓN DE LA FASE ESTRATÉGICA .....	105
5.1. Diagnostico Estructural del Sistema .....	105
5.2. Análisis FODA.....	108
5.3. Árbol de Pertinencia .....	109
5.3.1 Nivel estratégico 1 (Industria) .....	112
5.3.2 Nivel estratégico 2 (Gobierno) .....	115
5.3.3 Nivel estratégico 3 (Academia) .....	118
5.4. Estrategia Fundamental.....	121
5.4.1 Estrategias complementarias .....	121
CAPITULO 6. CONCLUSIONES .....	122
REFERENCIAS .....	126
ANEXOS .....	132

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Herramientas para el Desarrollo de la Gestión tecnológica .....	29
Tabla 2 Técnicas para el estudio prospectivo .....	39
Tabla 3 Investigación de Ideas Estratégicas .....	64
Tabla 4 Estructura Base de la Industria Aeronáutica .....	72
Tabla 5 Definición de los Problemas de Estudio.....	85
Tabla 6 Escala de relaciones estructurales .....	86
Tabla 7 Matriz de Relación entre Variables .....	87
Tabla 8 Motricidad y Dependencia .....	88
Tabla 9 Variables o Problemas Clave.....	90
Tabla 10 Hipótesis con Horizonte Temporal de 10 años.....	91
Tabla 11 Hipótesis y Probabilidades .....	92
Tabla 12 Escala de Probabilidad .....	93
Tabla 13 Probabilidad Ponderada.....	94
Tabla 14 Tipo de Escenario .....	94
Tabla 15 Matriz de Juegos de Actores Clave (MACTOR) .....	96
Tabla 16 Matriz de Escenarios .....	99
Tabla 17 Estructura Industrial .....	105
Tabla 18 Matriz de Criterios y Alternativas N-1 .....	112
Tabla 19 Criterios de Evaluación N-1 .....	113
Tabla 20 Alternativas de Acción N-1 .....	113
Tabla 21 Escala de Impacto.....	113
Tabla 22 Ponderaciones de Criterios N-1 .....	114
Tabla 23 Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-1 .....	114
Tabla 24 Matriz de Criterios y Alternativas N-2 .....	115
Tabla 25 Criterios de Evaluación N-2 .....	116
Tabla 26 Alternativas de Acción N-2 .....	116
Tabla 27 Ponderaciones de Criterios N-2.....	116
Tabla 28 Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-2 .....	117
Tabla 29 Matriz de Criterios y Alternativas N-3 .....	118
Tabla 30 Criterios de Evaluación N-3 .....	118

Tabla 31 Alternativas de Acción N-3 .....	119
Tabla 32 Ponderaciones de Criterios N-3 .....	119
Tabla 33 Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-3 .....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de Jerarquía de los Sistemas .....	13
Figura 2. Modelo Genérico de Sistema Abierto .....	16
Figura 3. Relaciones de la Gestión de Tecnología .....	26
Figura 4. Modelo de Elementos Clave para el Proceso de Innovación .....	28
Figura 5. Las Cinco Fases de la Prospectiva .....	37
Figura 6. Enfoque Integral de la prospectiva estratégica.....	44
Figura 7. Método de Escenarios .....	50
Figura 8. Tres Estrategias Genéricas .....	59
Figura 9. Gráfico de Pertinencia.....	67
Figura 10. Integración del Sistema (MRO) .....	77
Figura 11. Gráfico de Dispersión de las Variables.....	89
Figura 12. Estructuración Empresarial Aeronáutica.....	107
Figura 13. Tamaño de Organizaciones en la Región Queretana .....	107
Figura 14. Análisis FODA.....	108
Figura 15. Árbol de Pertenencia .....	110

## CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La industria aeronáutica representa una de las industrias con mayor fortaleza a nivel global, prueba de ello es su crecimiento sostenido del tráfico aéreo mundial, el cual incremento en términos reales 60% en el periodo comprendido del año 2010 al 2015, según cifras del reporte Airbus (2017). Así mismo, el valor de producción mundial del sector aeroespacial en dicho periodo ascendió a más de 582.6 mil millones de dólares. Donde la región Norteamericana que incluye a México, es la región con mayor participación del mercado con 51.1 %, seguido de Europa con un 31.02% y la región Asia-Pacífico con 13.93%.

La industria aeronáutica concentra sus procesos en manufacturas (fabricación y ensamble de componentes y partes de aeronaves), MRO (mantenimiento, reparación y revisión) y D&I (diseño e ingeniería). La tendencia mundial de dichos mercados, según FEMIA (2012), es que la parte de manufactura acapara el 36% del mercado, MRO 54% y a su vez D&I 19%. Cabe destacar que a nivel mundial el mercado de MRO se ha valuado en más de 100 mil millones de dólares, es decir, este segmento del mercado acapara la mayor parte del sector aeronáutico a nivel mundial.

En este sentido la industria aeronáutica en México, también se presenta como una de las industria de mayor crecimiento, debido a que tan solo en el periodo comprendido del 2006 al 2011, las empresas dedicadas a este rubro se duplicaron y en el año 2016 alcanzaron a ser más de 330 unidades económicas, generado más de 50 mil puestos de trabajo. A su vez, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA, 2017), catalogo a México como uno de los países con mayor inversión en manufacturas aeronáuticas, superando un valor en exportaciones de más de 4,500 millones de dólares tan solo en el año 2016.

Así mismo, en la región Queretana esta industria ofrece más de 10 mil puestos de trabajo, es decir, más del 20% del empleo nacional dentro del sector (ProMéxico, 2017), considerando a Querétaro como una de las entidades con mayor potencial para el desarrollo del sector aeronáutico del país, junto con los otros cuatro estados principales donde se registran el mayor número de empresas de este rubro, Baja California, Sonora, Chihuahua y Nuevo León.

En este sentido Querétaro cuenta con amplio soporte e inversión en ciencia y tecnología, ya que cuenta con centros de investigación que apoyan al desarrollo del sector aeronáutico en la región tales como; Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Centro Nacional de Metrología (CENAM), Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), Centro de Alta Tecnología (CAT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional y el Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas (CENTA) (ProMéxico, 2017).

Debido al interés por el desarrollo del sector, es que algunas de las investigaciones dirigidas hacia el sector aeronáutico (Casalet, et al., 2011), se enfocan en analizar a los diferentes actores y redes involucradas en el desarrollo del clúster aeroespacial, ubicado en el estado de Querétaro. Esbozando las redes de tipo multifuncional necesarias para la integración de este agrupamiento sectorial y regional, con múltiples propósitos, como la variabilidad técnica y el desarrollo de nuevos procesos de manufactura para la industria. Estas redes son entonces estructuras de negociación que permiten a los integrantes, la formulación y creación de nuevos productos para el mercado, tal como es el caso de la Red de Investigación e Innovación aeronáutica de Querétaro (RIIAQ).

En esta misma tesitura y pese a las consecuencias que se sufrieron por el virus Sars-Cov 2 (Coronavirus), las perspectivas hacia el desarrollo del sector aún se mantienen, si bien no son tan optimistas como lo eran en épocas de pre-pandemia, aun se consideran en crecimiento, tal como lo muestra el reporte de Boeing (2021) donde se menciona que el crecimiento de la flota aérea internacional solo se verá mermada un 2%, es decir, se espera que para el año 2036 el número de la flota aérea ascienda a 43,110 aeronaves. Mostrando así la alta resiliencia con la que cuenta el sector aeronáutico a nivel mundial.

## 1.1 Problemática

El sector aeronáutico en Querétaro es uno de los sectores industriales más relevantes, ya que se trata de una industria en la cual la inversión extranjera directa (IED) para el año 2015 ascendió a más de 1,300 millones de dólares, convirtiéndose en la región con más (IED) de todo el país (ProMéxico, 2017), demostrando así el gran potencial de crecimiento de la industria dentro de la región Queretana y consolidado la confianza que tienen los inversionistas extranjeros para este rubro. Aunado a esto, existen miles de empleos generados para cubrir las necesidades de las empresas, los cuales generan un mayor bienestar social en la región pues potencian un mejor nivel de vida y desarrollo. Sin embargo, a pesar del gran dinamismo en el que se desarrolla el sector, también se exhiben grandes retos y desafíos por resolver, ya que dicho sector es muy extenso, también sus problemáticas y necesidades lo son.

Debido a que la industria aeronáutica a nivel global según Hernández (2015) se encuentra en una fase de especialización horizontal donde se exigen cada vez mayores niveles de competitividad y calidad, impulsada principalmente por la innovación, nuevos productos y nuevos modelos de servicios. Se hace imperante un análisis estructural del sistema, con la finalidad de dar claridad a las diversas problemáticas que se desarrollan dentro de la industria aeronáutica y en específico del sector de mantenimiento aéreo. Ya que contar con múltiples y variadas problemáticas, puede generar un falta de claridad sobre cuál es el rumbo y direccionamiento apropiados para potenciar el desarrollo de una sector con un alto nivel de complejidad como lo es el aeronáutico.

En este sentido, en la búsqueda de claridad sobre cuáles son las problemáticas clave que atañen al sector aeronáutico de manteamiento, se hace uso de la aplicación de la Metodología de Prospectiva por Escenarios de Godet (1993) en su primera fase de análisis del sistema, en la cual se logra visualizar y comprender la estructura del mismo con la identificación de las problemática clave.

A continuación se describen las problemáticas clave identificadas mediante la metodología de Godet (1993), de acuerdo a la información recopilada en las entrevistas semiestructuradas a expertos en el sector como lo marca el método, para profundizar en la

comprensión del sistema deseado. Estos expertos forman parte de las principales y más grandes compañías del sector, dentro de las más relevantes se encuentran; TechOps México, Safran México, Mexicana MRO, ITR Turboreactores, AeroCharter de México, contando con perfiles enfocados en niveles principalmente gerenciales y directivos.

Dentro de las problemáticas identificadas se encuentra la cadena de suministros, ya que al no contar con proveedores locales desarrollados, el eslabón de la proveeduría ejerce complicaciones en el desarrollo de las operaciones de las empresas dedicadas a servicios aeronáuticos. Debido a que la gran mayoría de las partes y componentes tienen que ser importadas desde países extranjeros, lo cual conlleva un sobre costo para las operaciones. Por ello también se considera que la cadena de suministros es pieza fundamental para el pleno desarrollo de un sector industrial como el aeronáutico, ya que al establecerse nuevas filiales de organizaciones transnacionales en diferentes países alrededor del mundo, suele perderse la visibilidad de dicha cadena, ocasionando incumplimientos de producción y baja competitividad.

Así mismo existe una problemática que emana del modelo de negocios, el cual sugiere que se encuentra desactualizado para atender las demandas reales de servicios de mantenimiento aeronáutico por parte de los talleres reparadores (MRO), ya que los servicios de mantenimiento a terceros no se contemplan como una prioridad para empresas cuyo modelo de negocio está unido al de las líneas aéreas, ya que al no lograr contemplarse como modelos de negocio independientes a la aerolínea del (MRO), este siempre estará a expensas de los ordenamientos de las aerolíneas, limitando su capacidad de acción y generación de ingresos mediante la atención de servicios a terceros, es decir, a compañías externas que no pertenecen al mismo grupo. Esto es relevante debido a que dicho modelo jugará un papel decisivo en el éxito de las organizaciones.

Otra de las problemáticas identificadas tiene que ver con la ineficiencia operativa de la autoridad aeronáutica, para lograr acuerdos de convalidación de certificaciones y capacitaciones con organismos internacionales como la *Federal Aviation Administration* (FAA) y la *European Union Aviation Safety Agency* (EASA), quienes fungen como la autoridad aeronáutica en los Estados Unidos de América y la Unión Europea respectivamente.

Así mismo el fenómeno migratorio de capital humano altamente especializado se exacerbó principalmente en el desarrollo de la pandemia por coronavirus sufrida a nivel global, durante la cual se generaron reclutamientos masivos en las principales ciudades industriales del territorio nacional (Monterrey, Guadalajara y CDMX), para contratar personal capacitado y trabajar principalmente en estados de la Unión Americana en áreas tanto de Manufactura como de Mantenimiento Aeronáutico, dejando así un déficit de especialistas para el desarrollo de las actividades esenciales de las empresas que operan actualmente en México.

Aunado a esto, la mínima inserción de las empresas mexicanas a la cadena de valor aeronáutica en la región y de manera general a nivel nacional, dificultan el desarrollo y crecimiento del sector ya que se requiere de proveedores locales para eficientar las actividades diarias a desarrollar por los talleres especializados en mantenimiento (MRO). Ya que al no contar con aliados locales para el apoyo tanto de proveeduría, como de procesos especializados de pruebas y reparaciones mayores, los tiempos de entrega y costos incrementan, pues los componentes siempre deben ser enviados al extranjero para procesos especializados. Aunado a la importación de piezas requeridas, que en su gran mayoría arriban desde los Estados Unidos de América.

Otro de los aspectos cruciales que se muestran de relieve es el desarrollo tecnológico cautivo exacerbado por las grandes organizaciones OEM's. Ya que según Hernández (2015) la industria aeronáutica se desarrolla dentro de un oligopolio donde solo pocas empresas a nivel global producen la mayoría de los equipos que se integran al sector alrededor del mundo. Lo que genera que el desarrollo tecnológico permanezca dentro de estas instituciones y no logre permear en el contexto de las filiales en otros países. Como ocurre principalmente en México debido a la falta de capacidades y condiciones necesarias para que las empresas transnacionales aporten un verdadero valor agregado en las empresas locales inmersas en su ecosistema.

La diversidad de problemáticas identificadas pone de relieve la importancia de generar un direccionamiento claro y definido para la suma de esfuerzos bien dirigidos, en aras de apoyar al desarrollo de un sector con gran potencial de crecimiento en el país, pero también con profundas limitaciones para su pleno desarrollo. Por ello se plantea la necesidad

de contar con estrategias claras que impulsen el desarrollo de un sector tan relevante como lo es el aeronáutico para nuestro país, ya que al no contar con un direccionamiento actualizado desde hace ya más de 10 años hacia el sector, por parte de la ya extinta ProMexico dependiente en su momento de la secretaria de economía, es que se adolece aún más de esta clara necesidad de rumbo y dirección.

Por ello, optar por un estudio de tipo prospectivo que coadyuve a generar las estrategias clave para el pleno desarrollo del sector es imprescindible. En este sentido, el estudio busca ejercer una prospectiva sobre las variables o problemáticas clave identificadas como; a) desarrollo tecnológico cautivo, b) ineficiencia de los organismos de certificación y autoridad aeronáutica nacional, c) pérdida de capital humano altamente especializado para las empresas operativas en México y d) modelos de negocio poco rentables para el éxito y desarrollo de las organizaciones en la región. Con ello se busca ofrecer una visión sobre la posible evolución de estas problemáticas clave, acompañadas de las estrategias adecuadas para ofrecer el direccionamiento y rumbo del que actualmente se adolece.

Aunado a esto, la necesidad de una prospectiva se basa en los requerimientos de la industria para evaluar sus oportunidades de crecimiento futuro, así como de la evaluación de sus capacidades actuales para lograr la creación de propuestas de negocio que sean líderes en los mercados y así lograr una expansión hacia nuevos sectores. Donde se hace necesario identificar nuevas asociaciones que permitan identificar y explorar rápidamente oportunidades de desarrollo donde la gestión estratégica apoyada de la prospectiva se convierten en elementos claves para el éxito de las organizaciones (KPGM, 2017).

## **1.2 Preguntas de Investigación**

La pregunta central de investigación que busca dar direccionamiento al ejercicio investigativo es la siguiente:

- ¿Cuáles son las estrategias más adecuadas para potenciar el desarrollo del sector de mantenimiento aéreo en Querétaro, México?

### 1.3 Objetivos de Investigación

#### *Objetivo general*

- Desarrollar una propuesta estratégica que coadyuve a potenciar el crecimiento del sector de mantenimiento aéreo tipo (MRO). Enfocado en motores, componentes, aeroestructuras y modificaciones en Querétaro, Mex.

#### *Objetivos específicos*

- Analizar la estructura y funcionamiento del sistema conformado por las empresas de mantenimiento aéreo y su entorno, en el estado de Querétaro, México.
- Determinar los escenarios más probables de desarrollo en el sector de mantenimiento aéreo MRO de Querétaro, Mex., para los próximos 10 años.
- Adecuar una metodología prospectiva que coadyuve al sector de mantenimiento aéreo de Querétaro en la generación, evaluación y selección de estrategias competitivas.

### 1.4 Justificación

Desde hace más de 15 años la región Queretana ha presentado un constante crecimiento hacia el sector aeronáutico. Consolidándose como un polo principal para el desarrollo de la industria aeronáutica en México. Como resultado de la implementación de programas de atracción de inversión, generación de empleo, mejoramiento de la infraestructura y vías de comunicación. Así mismo esta industria en la región paso de 20 a 80 empresas en un lapso de seis años, es decir, un crecimiento del 400%. La inversión creció a más 1,300 millones de dólares y mantiene una ocupación de más de 8,000 empleos directos (FEMIA, 2017).

En este sentido el desarrollo del sector de mantenimiento aéreo dentro de la industria, también se mantiene en constante crecimiento, al representar más del 11% de las empresas dedicadas a este rubro en el ámbito comercial (ProMéxico, 2017). Donde se exhibe que las organizaciones dedicadas a este tipo de servicios son altamente especializadas, para atender a una diversidad de aeronaves, partes y componentes, lo que representa una gran

inversión en regulaciones y certificaciones para su operación. De manera general dichos servicios de mantenimiento son recomendados por los fabricantes de equipo original (OEM's) por sus siglas en inglés, en un programa de mantenimiento ideal para los operadores de equipos (principalmente líneas aéreas) y centros de mantenimiento.

Debido a la relevancia con la que cuenta el sector, es que diferentes organismos tanto privados como públicos muestran un gran interés por lograr una potenciación del crecimiento y desarrollo del sector. Prueba de ello es el Mapa de Ruta para la Industria Aeroespacial propuesto por ProMexico (2014), una dependencia coordinada por la secretaria de economía de México, en colaboración diversos actores del sector privado, dentro del cual se propone como uno de los objetivos primordiales el convertir al país en uno de los principales centro de mantenimiento aeronáutico del mundo, es decir, un HUB del tipo (MRO), tratando de generar centros de desarmado de aeronaves para el reciclaje de partes y motores. En este sentido parte de la justificación del estudio se debe a que busca coadyuvar en el desarrollo del sector en aspectos clave establecidos en el último mapa de ruta nacional, con la aportación de estrategias enfocadas en las problemáticas clave identificadas como prioritarias para dinamizar al sector de mantenimiento aeronáutico de la región Queretana.

Así mismo, la gran dinámica de desarrollo aeroespacial en la región ha despertado el interés de algunos investigadores, como Villavicencio, et al. (2013) quien analiza las capacidades con las que cuentan las empresas instaladas actualmente en el territorio nacional, así como, sus oportunidades de incursionar en la industria aeroespacial. Señalando tres importantes aspectos para que dicho desarrollo se genere en la región; el papel de las empresas tractoras como Bombardier, la integración industrial ya existente para la fabricación de piezas provenientes de otro tipo de industrias (metalmecánica, electrónica, química y autopartes), así como del conjunto de instituciones de educación y centros de investigación en áreas de ingeniería, como la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) que aporta personal calificado para la industria y ofrecen los servicios de capacitación a personal especializado.

En este sentido pese a la relevancia con la cuenta el sector, las investigaciones y aportación al conocimiento, son limitadas y muy asiladas, es decir, carecen de un carácter integrador que evidencie el funcionamiento real del sistema de estudio y su interacción con

el entorno analizado. Esto trae consigo una visión un tanto insipiente sobre los verdaderos requerimientos y necesidades para el desarrollo (Macías et al., 2013).

Es por esto que uno de los principales retos para esta investigación es lograr analizar de manera sistémica el fenómeno de estudio y como este se desarrolla en su contexto. Esto debido principalmente, a que las problemáticas que atañen al sector son muy diversas y variadas según la FEMIA (2017). Debido a esto, es que la integración de un direccionamiento claro y actualizado coadyuvaría a la suma de esfuerzos conjuntos por parte de los actores clave dentro del sector, con la finalidad de dar solución a las problemáticas existentes en el sistema de mantenimiento aeronáutico.

Por ello una investigación de tipo sistémica, como la que se contempla en los estudios prospectivos se justifica, debido a que este tipo de estudios ayudan en comprender de una mejor manera la dinámica de desarrollo de un sistema analizado, en el cual las problemáticas son de carácter multifactorial y de naturaleza amplia. Donde se aporta una imagen actual de dicho sistema, constituido por el fenómeno de estudio y su contexto (Godet, 1993).

En este sentido, una de las problemáticas más representativas que atañen al sistema de Mantenimiento Aéreo de la región Queretana tiene que ver con la debilidad de la cadena de proveeduría a nivel no solo regional sino nacional, lo cual limita fehacientemente el desarrollo y crecimiento de las unidades económicas dedicadas a este tipo de servicios en nuestro país. Tal como se muestra en análisis estructural previamente realizado para esta investigación mediante la metodología de estudios prospectivos propuesta por Michel Godet (1993), la cual se apoya en la conformación de paneles de expertos, quienes analizan cada una de las posibles y más relevantes problemáticas en el sistema de análisis. Encontrando de esta forma que la cadena de proveeduría, así como la mínima inserción de empresas mexicanas a la cadena de valor de la industria aeronáutica limita el desarrollo de la misma. Motivo por el cual, el presente estudio cobra fortaleza ya que plantea las posibles estrategias para hacer frente al gran reto de lograr desarrollar un fortalecimiento de la cadena de suministros del sector MRO.

Así mismo la finalidad de realizar estudios prospectivos tiene que ver con la generación de estrategias para promover el desarrollo de algún sector en específico, por ello los estudios de esta naturaleza tienen amplias implicaciones en la dimensión estratégica de

las organizaciones, ya que representan un complemento. Esto debido a que la prospectiva y la estrategia participan en conjunto para lograr anticiparse a eventualidades. Dicha relación entre ambas prácticas es necesaria para lograr una verdadera movilización colectiva, donde la reflexión y anticipación se canalizasen adecuadamente hacia una acción estratégica eficaz. Esta anticipación, apropiación y acción, forman parte de las reglas imperantes de la prospectiva, pues unen de manera sistemática ambas vertientes.

Finalmente el estudio de investigación se justifica no solo por la gran relevancia con la que cuenta el sector, tanto económicamente por su valor de mercado y socialmente por los miles de empleos que genera para el bienestar en nuestro país, sino también por el aporte al conocimiento hacia un sector nacional limitado, en cuanto al desarrollo de investigaciones enfocadas a los sistemas de (MRO) con grandes implicaciones de crecimiento exponencial a nivel mundial, en el cual se visualizan amplias oportunidades de desarrollo para la industria por parte de los principales organismos públicos y privados, para potenciar la incursión de nuevas empresas.

Así mismo el principal propósito del estudio tiene que ver con ofrecer una herramienta de tipo prospectiva para el desarrollo de estrategias adecuadas al sector, ofreciendo así un rumbo claro y direccionamiento para las organizaciones, logrando coadyuvar con información de verdadero valor agregado para los tomadores de decisión al momento de identificar, evaluar y seleccionar entre diversas estrategias que consideren pertinentes, prioritarias y principalmente aplicables a sus planes y perspectivas de negocio.

### **1.5 Postulados de Investigación**

Los postulados o supuestos que ayudan a dar guía al trabajo de la investigación son los siguientes:

- S1: El desarrollo del sector de mantenimiento aéreo en Querétaro, México, se encuentra principalmente condicionado por la cadena de suministros de los MRO's, debido principalmente a la baja integración de las empresas de capital mexicano a la cadena de valor de la industria aeronáutica.

## CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Teoría General de Sistemas

La Teoría general de Sistemas (TGS), fue establecida por el biólogo Ludwing Von Bertalanffy (1986), quien afirmaba que el primero en generar el dialogo sobre los sistemas fue el filósofo griego Aristóteles, pues fue el quien afirmo que el todo era más que la suma de sus partes. En este sentido se puede decir que la génesis de la (TGS) comienza desde los inicios de la filosofía como una forma de aproximarse a la realidad.

El desarrollo de la (TGS) se remonta hasta la época de los antiguos griegos, quienes trataron de explicar la realidad del universo con las bases materiales que tenían a su alcance como el agua, aire y fuego, utilizando un método racional. Hasta el pensamiento moderno con su orientación analítica, basada en Rene Descartes quien recomendó dividir el problema tantas veces como fuera posible, para tener conocimiento de cada elemento y de esta forma conocer el objeto completo. Ambas aproximaciones son incompletas para el entendimiento de una realidad compleja (Gutiérrez, 2013).

Debido a la limitada capacidad de respuesta del pensamiento reduccionista de la época utilizado para comprender procesos complejos como la biología, es que el biólogo australiano Bertalanffy (1986) se dio a la tarea de cuestionar los métodos preestablecidos, ya que se descubrió que los fenómenos biológicos cuando son desagregados en cada uno de elementos físicos y químicos más simples, no era posible explicar el fenómeno propiamente biológico.

Por ello Bertalanffy (1986) considero que la realidad no era estática, ni se conforma por partes individuales, pues la realidad se constituye de una serie de elementos interactuantes entre sí, lo que trae como consecuencia que el sistema se modifique iterativamente por esta interacción entre los elementos.

En este sentido la Teoría General de Sistemas según Bertalanffy (1986) está constituida por múltiples teorías y enfoques tales como: la teoría de redes, la teoría de juegos, la cibernética, la teoría de la información entre las más importantes. Por ello la (TGS) se considera como una meta-teoría en la cual, se vuelve necesario tomar los enfoques acordes al fenómeno de estudio, considerando sus características naturales, así como, los criterios operacionales distintivos de cada investigación (Gutiérrez, 2013).

### ***2.1.1. Aportes de la teoría general de sistemas***

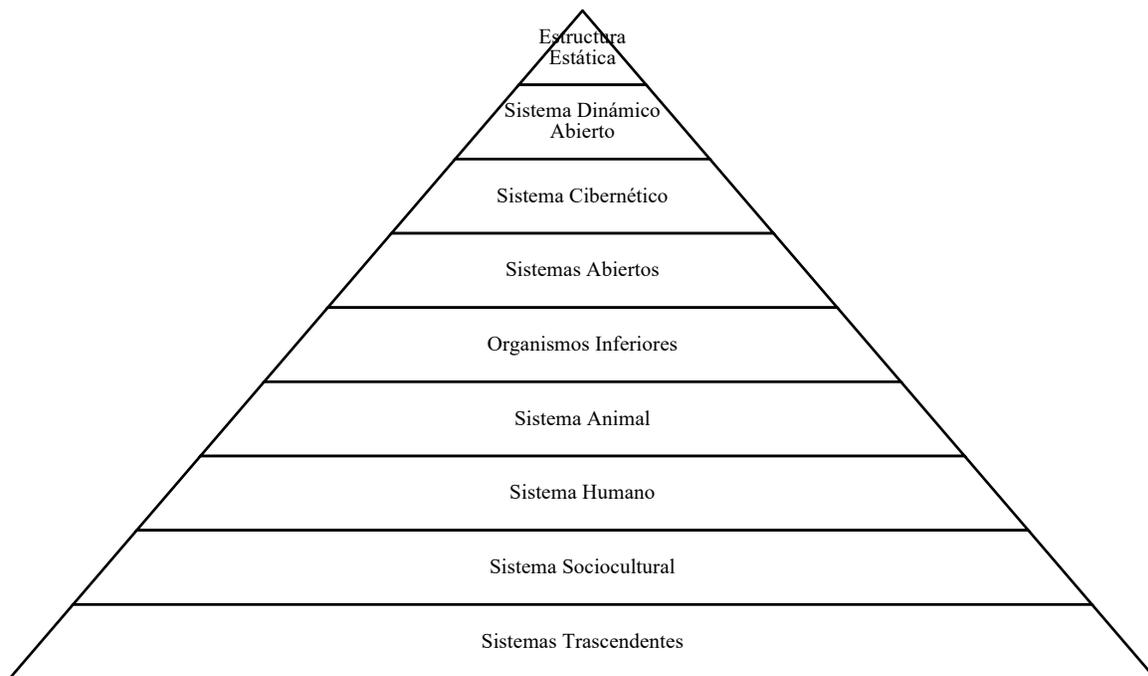
Uno de los grandes aportes de la (TGS) se da en aspectos metodológicos, ya que esta teoría tiene entre sus principales objetivos, aportar una metodología multidisciplinaria. Ya que busca estudiar la realidad desde un enfoque totalizador, con una visión integradora donde existe una relación entre el todo y las partes del sistema.

En este sentido se genera la idea de estudiar a la realidad desde diversos sistemas que pueden conformarla, agrupando jerárquicamente cada uno de estos sistemas en forma vertical, donde los sistemas que se encuentran en la parte inferior están inmersos en los sistemas superiores. Estas ideas están sustentadas a su vez por tres grandes teorías; la teoría analógica de los sistemas, la teoría del rango de las estructuras de los sistemas y el modelo procesal (Gutiérrez, 2013).

La Teoría Analógica de los Sistemas comprende la búsqueda de semejanzas o relaciones entre sistemas de diferentes ciencias, tal es el caso del cuerpo humano analizado como un sistema, que comprende a su vez de varios subsistemas vinculados mutuamente (óseo, circulatorio, nervioso digestivo, etc.). Así mismo, en la administración una ciencia considerada distante de las ciencias médicas, pero que en el fondo contiene rasgos de semejanzas a nivel sistémico, ya que una organización también puede ser definida como un sistema, el cual contiene dentro de sí a subsistemas tales como la estructura funcional, el cual funge de manera análoga al sistema óseo como el sostén del sistema, uno del cuerpo humano y el otro de la organización, así mismo sucede con el resto de subsistemas como el financiero, presupuestal y de planificación, estos tienen sus análogos con los subsistemas nerviosos, circulatorio y digestivo (Gutiérrez, 2013).

Por su parte la Teoría del Rango de las Estructuras de los Sistemas de Boulding (1956), considera que las estructuras del universo están estratificadas en nueve niveles según su grado de complejidad, agrupados a su vez en tres principales subgrupos (sistemas no vivientes, vivientes y meta-vivientes), tal como se muestra en la siguiente figura (1).

Figura 1. Niveles de Jerarquía de los Sistemas



Fuente: Elaboración propia, basado en Bertalanffy (1986).

En este sentido los niveles superiores están inmersos en los niveles inferiores, es decir, los niveles más cercanos a la base de la pirámide comprenden un nivel de complejidad mayor en contraste con los más alejados de la base, tal como sucede con el nivel del sistema humano, este presupone y muestra las características de los niveles 1 al 6 y a su vez este mismo será la propiedad inicial del siguiente nivel, como si de un encadenamiento entre los niveles se tratase.

Así mismo la Teoría del Modelo Procesal de Buckley (1973) propone que existen dos principales modelos o tipos de sistemas:

- Los modelos de equilibrio: son sistemas que presentan una desestabilización al acercarse a puntos de equilibrio, pero que logran mantener altos niveles de organización ante fuertes perturbaciones.
- Por su parte el modelo homeostático: son considerados como los sistemas que alcanzan altos niveles de estabilización a pesar de cualquier intento del medio por desestabilizarlos.

### ***2.1.2. Fundamentos de la teoría general de sistemas***

La (TGS) estipula que un fenómeno de estudio solo puede comprenderse en su totalidad, si se concibe como un sistema conformado por múltiples áreas disciplinares. Solo de esta manera podría comprenderse su verdadera complejidad, es decir, entender la interrelación entre los elementos que lo conforman (Van Gigch, 1998).

En este sentido, según Rodríguez (2003) las proposiciones más relevantes realizadas por Bertalanffy son las mostradas a continuación:

- El todo determina la naturaleza de las partes.
- Las partes están dinámicamente interrelacionadas y a su vez pueden ser independientes entre sí.
- Las partes no pueden comprenderse, si se consideran aisladas del todo.
- El todo es mayor que la suma de sus partes.

### ***2.1.3. Definición de los sistemas***

Según el acercamiento que ofrece Gutiérrez (2013) hacia el entendimiento de los sistemas, indica que estos son un grupo de elementos que interactúan entre sí y que a su vez se encuentran determinados por un entorno específico. La relación entre los elementos de un sistema y su contexto son imprescindibles para darle sentido a la totalidad del mismo.

En este sentido existen varias definiciones de sistema como la de Bertalanffy (1986) donde hace mención que un sistema es un conjunto de unidades o elementos mutuamente interactuantes.

Bajo este entendimiento, el sistema entonces puede ser entendido como un conjunto de elementos inmersos en un contexto, donde dichos elementos interactúan entre sí y provocan que el sistema sea concebido como dinámico, ya que las interacciones entre los elementos del sistema, provocan que este se modifique así mismo.

### ***2.1.4. Características de los sistemas***

Según Gutiérrez (2013) de la percepción generada por Ludwig Von Bertalanffy en la (TGS) se desprenden cuatro conceptos fundamentales para comprender a los sistemas:

- Propósito: todo sistema tiene al menos un propósito, donde cada una de las relaciones entre los elementos busca alcanzar metas comunes.
- Globalismo: se refiere a que el cambio en uno solo de los elementos tiene la capacidad de producir cambios y movimientos en el resto de los elementos que conforman el sistema.
- Entropía: todo sistema tiende al colapso del mismo o a su degradación en cierto periodo de tiempo.
- Homeostasis: es un estado de equilibrio donde el sistema busca la adaptación al entorno donde se desarrolla.

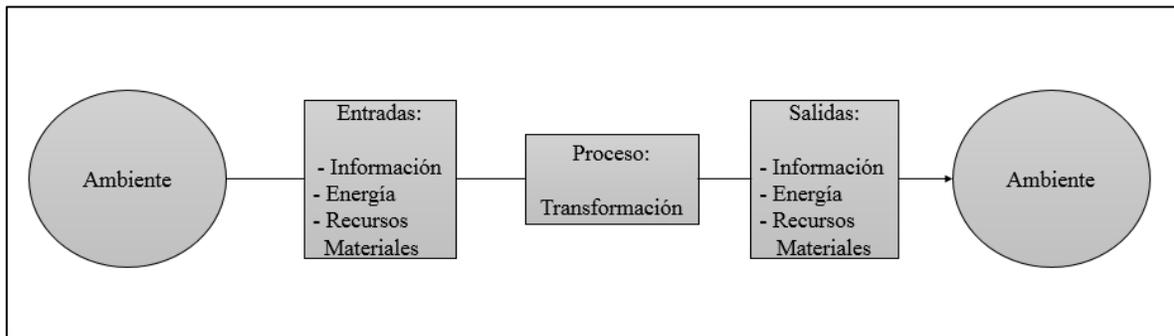
Así mismo, existen varios tipos de sistemas según Bertalanffy (1986) ordenados por su constitución (física o abstracta) y por su naturaleza (cerrada y abierta) tal como se describe a continuación:

- Sistemas físicos: compuestos por elementos materiales, como equipos u objetos.
- Sistemas abstractos: estos se encuentran únicamente en el pensamiento humano, es decir, son ideas o conceptos.
- Sistemas cerrados: no cuentan con ningún intercambio con su entorno, son discretos a cualquier influencia ambiental. Estrictamente hablando, no hay un sistema cerrado, son usados solo para delimitar modelos teóricos de análisis.
- Sistemas abiertos: son considerados como los más usuales, ya que en su gran mayoría todos estos sistemas tienen intercambios entre sus elementos y el medio ambiente en el que se desarrollan, ya sea de materia o energía.

### ***2.1.5. Parámetros de los sistemas***

Los sistemas pueden llegar a ser muy variados, sin embargo, para la presente investigación es preciso mencionar, que el sistema de análisis es considerado como un sistema abierto en relación con su contexto, motivo por el cual es necesario enfocarse en los parámetros concernientes a dichos sistemas, tal como se muestra en la siguiente figura (2).

Figura 2. Modelo Genérico de Sistema Abierto



Fuente: Elaboración propia, basado en Gutiérrez (2013).

Las entradas (input) son la fuerza necesaria para el funcionamiento inicial del sistema, donde se provee de los materiales, energía y recursos necesarios para el adecuado funcionamiento.

La salida (output) es considerado como el resultado generado por el sistema, es decir, se considera como el propósito u objetivo último que tienen los elementos interactuantes del sistema.

La transformación (throughput) es la parte del sistema donde se generan los cambios, entre los insumos que entran al sistema y los que salen del mismo.

La retroalimentación (feedback) es considerado como el proceso de iteración que vive el ciclo del sistema para volver a generar entradas y salidas.

El ambiente es el medio donde se desarrolla el sistema de manera externa, está en constante interacción con el sistema y sus elementos, pues se reciben entradas que son procesadas y efectúan salidas a dicho ambiente.

Por consiguiente un sistema abierto es considerado como un organismo que es afectado por el entorno en el que se desarrolla, en este sentido, recibe y envía información al ambiente y de esta forma se nutre de una manera simbiótica el uno del otro (sistema y ambiente) (Gutiérrez, 2013).

### ***2.1.6. Análisis de los sistemas hacia afuera de sus fronteras***

Existen tres conceptos claves para el entendimiento de los sistemas hacia afuera de las fronteras definidas, estos son el concepto de meta-sistemas, el contexto y los límites de interés.

En este sentido un meta-sistema pueden ser entendido como un tipo de sistema muy característico que va más allá de la concepción de un sistema convencional, una de sus principales características es que generalmente se adaptan a su entorno, es decir, son subyacentes y externos a otros sistemas, por lo cual su entendimiento será imprescindible para la comprensión de los sistemas conexos (Gutiérrez, 2013).

Por su parte el contexto se refiere a la área y condiciones que afectan e influyen al comportamiento del sistema analizado, por ello es de vital importancia tomar en consideración al contexto en el estudio de sistemas abiertos.

Así mismo los límites de interés son el foco de atención del sistema, es todo aquello que se delimita para ser analizado, ya que en un mismo sistema pueden existir diversos enfoques y elementos, es preciso definir dichos límites al realizar una investigación de sistemas.

### ***2.1.7. Análisis de los sistemas hacia dentro de sus fronteras***

Para el análisis de los sistemas existen al menos nueve conceptos de vital importancia según Gutiérrez (2013) los cuales se encuentran descritos a continuación:

**Elemento:** son las partes que conforman un sistema, de esta forma si un elemento se logra identificar a plenitud, entonces puede pasar a ser organizado en un modelo.

**Atributo:** son las características con las que cuentan cada uno de los elementos del sistema.

**Modelo:** los modelos pueden ser considerados como constructos diseñados por un observador con la finalidad de identificar las relaciones sistémicas complejas, así mismo, son considerados abstracciones de la realidad.

**Rango:** puede referirse a valores establecidos para la delimitación de los sistemas, tales como la jerarquía de la complejidad de Boulding (1956).

Subsistema: se refiere a un grupo de elementos pertenecientes a un sistema mayor o de mayor grado de complejidad, es decir, los elementos de los subsistemas son un todo en sí mismos y a la vez forman parte de otro sistema más desarrollado.

Variables: una variable puede ser considerada como un identificador que puede ser utilizada como una representación de un dato individual, estas pueden ser de tipo cualitativas, cuantitativas, ordinales, discretas o continuas.

Parámetros: son considerados como valores constantes dentro del sistema caracterizado, dichos datos permanecen inmodificables durante dicho proceso de caracterización.

Estructura: se refiere a las interrelaciones que presentan algún grado de estabilidad entre los elementos de un sistema de análisis, según Buckley (1973) estas interrelaciones entre los elementos de un sistema se presentan en un momento dado, alcanzando un grado de totalidad con cierto nivel de continuidad y limitación, distinguiéndose principalmente las estructuras primarias (relaciones internas) e hiperestructuras (relaciones externas).

Complejidad: la complejidad puede ser entendida como el entrelazamiento entre elementos que conforman un sistema o sistemas y esto a su vez exhibe propiedades que no serían notables sin la interrelación de los elementos como parte de un todo mayor, de tal manera, que al tratar de explicar un sistema complejo se orientan los esfuerzos a una explicación simple y como consecuencia de esto se genera una complejidad añadida al analizar sistemas interrelacionados.

### ***2.1.8. Enfoque sistémico***

Se considera que el enfoque sistémico se origina cuando los problemas comienzan a incrementar su grado de complejidad, uno de los primeros filósofos en abordar problemas de esta naturaleza fue Rene Descartes, quien sugirió que dado un problema, este puede ser dividido en pequeñas partes y entonces en consecuencia se pueden solucionar cada una de las partes, con la intención de solucionar el problema completo al finalizar la solución de cada parte.

En este sentido, la siguiente aportación al pensamiento sistémico vino de Adam Smith, quien agregó algo adicional a lo propuesto por Descartes, pues considero que si un

individuo logra su máximo potencial dentro de una sociedad, esto generara a su vez un beneficio para la sociedad en general (López, 2016).

El siguiente aporte hacia este tipo de pensamiento sistémico se generó por parte de Jhon Nash, pues considero incompleto lo propuesto por Adam Smith, al tomar en cuenta que no solo es importante el máximo desempeño de las partes, sino también buscar el máximo desempeño del grupo o sistema, es decir, se deberá analizar cada parte como un todo para generar un verdadero beneficio para todo el grupo.

Así mismo, otra gran aportación es generada por Edwards Deming, ya que contempla la necesidad de analizar no solo el mayor beneficio de las partes y del grupo, sino de las fuerzas intervienes en las interacciones con cada una de los elementos, lo cual traerá una mejor comprensión del mismo y mayores beneficios en general (López, 2016).

#### ***2.1.8.1. Características del comportamiento sistémico***

Los características del comportamiento de un sistema son múltiples y muy variados, sin embargo, existen de manera general conceptos clave que deben ser comprendidos para lograr establecer un mecanismo de identificación en el comportamiento de dicho sistema. Por ello, a continuación se mencionan los más relevantes para el caso de estudio de la presente investigación. En este sentido, la teoría general de sistemas proporciona las bases para un consenso y entendimiento más amplio sobre los macro-sistemas.

**Adaptabilidad:** se refiere a la capacidad con la que cuenta un sistema de modificar su estructura en base a las necesidades de su entorno, esto con la finalidad de responder a cambios externos en el medio y a cambios internos en el mismo sistema. Según Gutiérrez (2013), de manera práctica en las organizaciones, existen tres capacidades complementarias para lograr dicha adaptabilidad: esfuerzo, voluntad y creatividad.

**Homeoquinesis:** es considerado un estado de desequilibrio dinámico temporal, es decir, al momento previo del cambio de un sistema, se le considera estático, el cual para alcanzar un objetivo o meta deberá ponerse en movimiento, sin embargo, en el lapso intermedio de tiempo entre el momento estático y lograr el objetivo, producirá un desequilibrio temporal, que finalmente terminara dando paso a un estado homeostático nuevamente de equilibrio sistémico.

Equifinalidad: se refiere principalmente a que los sistemas pueden lograr los mismos resultados partiendo de condiciones iniciales diferentes, en el mundo mecanicista un proceso industrial bien establecido, cambiara sus resultados si este es modificado en alguna parte de su proceso, sin embargo, en el ámbito biológico, el mismo resultado se puede alcanzar, a pesar de que el proceso sea modificado de alguna manera dentro del sistema.

Información: hace referencia a la interpretación de los datos que entran al sistema, generando a su vez un cambio en el comportamiento del mismo, debido a dicha información. En este sentido, la información que entra al sistema no es eliminada, por el contrario permanece inmensa dentro del mismo sistema.

Retroalimentación negativa: se genera cuando el sistema se opone relativamente a un cambio incitado por algún estímulo, de manera que este busca preservar los valores estáticos previos a la incidencia de dicho estímulo.

Retroalimentación positiva: existe cuando se genera una variación del sistema, que a su vez desencadena una inestabilidad de los componentes internos, que favorecen el crecimiento en conjunto de los elementos.

Recursividad: se refiere a la calidad de adaptación y cambio con el que cuentan los sistemas, pertenecientes a un sistema de mayor complejidad, es decir, que si los sistemas que conforman un sistema mayor, cuentan con dicha capacidad de adaptación, en consecuencia lógica el sistema macro o mayor también contara con esta capacidad.

Caja negra: se presenta cuando en un sistema se conocen las entradas y los resultados que arroja dicho sistema, es decir, sus salidas, pero no se tiene conocimiento del proceso intermedio que se desarrolla para obtener dichos resultados.

### ***2.1.9. Teoría general de sistemas en las organizaciones***

La (TGS) trae consigo una nueva forma de analizar la realidad, dejando de lado la individualidad de los elementos de un sistema, para integrarlos en un análisis profundo de interrelaciones entre cada uno de sus elementos y el medio en el cual se desarrollan, de esta manera trae consigo grandes cambios dentro de las ciencias de manera general, pero

incidiendo fuertemente en las áreas administrativas y organizacionales, dejando de lado la especialización y optando por estudios multidisciplinarios para la comprensión de problemáticas verdaderamente complejas.

En este sentido la teoría general de sistemas cuenta con una aplicación más operacional que puede ser aplicada en cualquier campo de las ciencias, considerado en sí mismo un subsistema del macro que representa la (TGS), este es conocido como el enfoque de sistemas, el cual trae consigo una nueva perspectiva para las ciencias sociales y naturales. Por ello, trata de estudiar a los organismos como agrupaciones funcionales con un fin común, es decir, plantea la posibilidad para caracterizar un sistema mediante el análisis de cada uno de sus elementos determinando las interrelaciones existentes entre cada uno de ellos y de su razón de ser, o del propósito de la generación de ese sistema considerado como abierto.

En este sentido las organizaciones son consideradas como sistemas abiertos según Gutiérrez (2013), ya que contemplan las siguientes características:

1). Comportamiento no determinístico: las organizaciones se desarrollan en un entorno sin fronteras, por lo cual la totalidad de las variables relacionadas con las mismas son desconocidas y por tanto indeterminadas.

2). Las organizaciones como un todo: las organizaciones pueden ser consideradas como sistemas complejos conformados por elementos interactuantes, donde el todo no pueden ser comprendido de manera individual sino global, es decir, las organizaciones son sistemas que se encuentran inmersos en otros sistemas de mayor complejidad.

3). Interdependencia de las partes: cuando un elemento que conforma un sistema se ve afectado, esto a su vez afecta en su totalidad al sistema, de tal manera que las interacciones internas del sistema, así como las externas reflejan la capacidad de autonomía y control con la que se cuenta.

4). Estado firme: las organizaciones pueden alcanzar un estado firme o de homeostasis, cuando se presenta la unidireccionalidad que se refiere a lograr los resultados establecidos aun cuando existan perturbaciones hacia el sistema. Así como también debe presentarse el progreso, el cual es referido como el grado de desarrollo tolerable o permitido para el sistema.

5). Morfogénesis: un sistema organizacional tiene la capacidad de modificar su estructura base por el bien del sistema completo.

#### ***2.1.1.1. Sistema de Mantenimiento Aeronáutico***

El sistema de mantenimiento aeronáutico presenta varias de las características identificadas en la (TGS) para los sistemas abiertos, es decir, que el mantenimiento aeronáutico podría ser visualizado como un sistema donde sus elementos tienen relación con su contexto. Algunas de las características a las que obedece el sistema (MRO) son:

- a) Los elementos del sistema de mantenimiento aeronáutico desarrollan un comportamiento interactuante y estos a su vez se encuentran determinados por un entorno específico. Por ello la relación entre los elementos y su contexto es imprescindible para darle un sentido de totalidad.
- b) Los elementos que interactúan dentro del sistema (MRO), logran provocar el dinamismo del mismo, ya que al generarse la interacción entre los elementos internos, esto hace que dichos elementos sean modificados de manera sistemática.
- c) El sistema de mantenimiento es considerado como un organismo que se ve afectado por el contexto donde se desarrolla, es decir, recibe y envía información al entorno, y de esta forma se nutre de manera simbiótica entre el sistema y el entorno.
- d) Así mismo el sistema (MRO), ejerce un proceso de transformación de las entradas del sistema, ya sea información y recursos, para posteriormente realizar el tratamiento de dichas entradas. Con la finalidad de ejecutar salidas, de productos o servicios terminados.
- e) El sistema cuenta con características de adaptabilidad. Ya que su estructura puede ser modificada, si bien no es concebida como flexible, si cuenta con cierto grado de adaptabilidad a entornos dinámicos. Logrando así responder a cambios externos en el medio y cambios internos en el sistema mismo.
- f) Se considera que el mantenimiento aeronáutico transita por un periodo de homeoquinesis, ya que se encuentra en un desequilibrio dinámico temporal.

Pues vive un momento intermedio entre lo estático y el cambio del sistema hacia la alta especialización, Lo que finalmente traerá un estado homeostático de equilibrio sistémico.

- g) El sistema (MRO) es considerado como complejo, ya que está conformado por organizaciones que integran a elementos interactuantes, y dicho sistema no puede ser comprendido de manera individual y aislada. Por ello el entendimiento del mismo deberá ser global, donde las organizaciones forman partes de sistemas de mayor complejidad.

En este sentido el sistema de mantenimiento aeronáutico muestra rasgos no determinísticos, ya que las organizaciones que lo conforman se desarrollan en un entorno sin fronteras, por lo cual la totalidad de las variables relacionadas podrían ser desconocidas. Por ello es necesario realizar una delimitación del sistema, distinguiendo el foco de interés que limita todo aquello para ser analizado.

En el caso específico de la presente investigación el sistema se delimita de manera temporal y espacial; De tal manera que la caracterización del (MRO) se enfoca en las organizaciones de servicios aeronáuticos de mantenimiento de tipo comercial, integradas a la cadena de valor de la industria del estado de Querétaro, del año 2020 al año 2023.

## **2.2 Gestión Tecnológica**

La importancia de la gestión de tecnología en la época actual, radica en que es una herramienta organizacional importante, que avanza de forma acelerada, motivo por el cual la gestión tecnológica no debe desligarse de los avances en esta área. Además debe estar en constante sincronía con el mercado, el cual cada vez es más dinámico y exige mayores niveles de agilidad, de calidad y menores precios, sin que se vea afectada la productividad empresarial.

Según Ortiz y Nagles (2014) la gestión de la tecnología se ha vuelto una necesidad imprescindible dentro de las empresas productivas, ya que en su gran mayoría, los sectores industriales requieren incrementar la productividad, aumentar la calidad, desarrollar nuevos productos y servicios para el mercado, lo cual exige la implementación de nuevos procesos.

El efecto tecnológico en las economías globalizadas tiene una influencia en todos los sectores de desarrollo para un país, tal como el nivel de apropiación tecnológica, el cual si se desarrolla adecuadamente puede mostrar mejores niveles de desarrollo y facilidad para acceder a servicios educativos de calidad (Ortiz y Nagles, 2014).

En este entendido, según el concepto manejado por Ortiz y Nagles (2014) se considera que la gestión tecnológica es un proceso de administración, adquisición, implementación y difusión en diversos campos, incluyendo la industria y los servicios. Esto implica gestionar procesos de innovación, investigación y desarrollo, y es la mejor forma en que se introducen y utilizan tecnologías para apoyar el desarrollo de productos y la optimización de procesos industriales, estructurales y funcionales de las organizaciones.

### ***2.2.1. El valor estratégico de la gestión tecnológica.***

Según Ortiz y Nagles (2014) cuando una empresa gestiona adecuadamente la tecnología, podrá estar más segura de alcanzar sus objetivos, independientemente de su estrategia o la ambición de sus objetivos, por ejemplo, si una organización requiere ofrecer una gama más amplia de productos o servicios, amplía su mercado objetivo o centra sus actividades en innovación de alto nivel, y todo esto se puede lograr a través de una buena gestión en este campo. A continuación se muestran algunos ejemplos del aporte tecnológico según Ortiz y Nagles (2014) para el cumplimiento de objetivos estratégicos en las organizaciones:

- Una vez que se elige una estrategia de diferenciación, el objetivo es establecer una ventaja competitiva sostenible en múltiples segmentos del mercado donde la tecnología permitirá cambios en nuevos productos, incrementando así su funcionalidad y calidad, así como, generar cambios en la infraestructura de costos.
- La gestión de la tecnología (GT) en el proceso de desarrollo de una organización, logra generar una sinergia que es capaz de mejorar la calidad de los productos o servicios, así como lograr mejorar los tiempos de entrega y eficientar los costos.
- Las organizaciones que eligen una estrategia del tipo de liderazgo por costos buscan crear ventajas competitivas sostenibles en una amplia gama de segmentos, donde se cuenta con productos o servicios a precios más bajos que los

competidores. Aquí, los cambios tecnológicos en el producto pueden orientarse para optimizar el uso de materiales y simplificar los requisitos de producción para lograr economías de escala.

- Así mismo si, elige atender a segmentos de mercado más pequeños con una estrategia de costo similar. Se necesita poder mantener esos costos bajos, con una perspectiva de producto. La tecnología permite hacer esto, a través del desarrollo de procesos de gestión para optimizar la producción y sistemas de distribución.

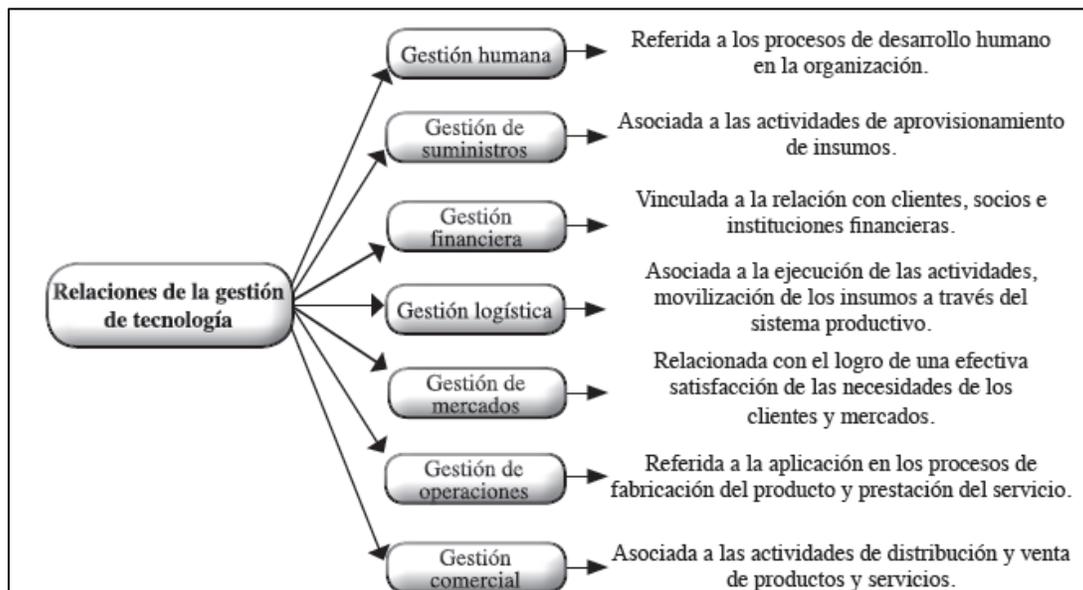
### ***2.2.2. Gestión de tecnología: visión sistémica.***

La gestión de la tecnología en el campo organizacional está constituida por un enfoque de sistemas, que permite, entre otras cosas, comprender el funcionamiento de una empresa o una organización como un todo incluyendo sus elementos, considerándolos como subsistemas dentro de un macro-sistema, es decir, están diseñados como subsistemas que interactúan, con una secuencia lógica que vincula diversos objetivos con un objetivo común.

En este sentido, las organizaciones o las empresas son consideradas como un sistema abierto, ya que estas tienen interacción con el entorno externo en el que se desarrollan. Donde su principal objetivo es reducir el tiempo de desarrollo de las operaciones y así mismo la estandarización de los resultados de las operaciones

Las relaciones dentro de las organizaciones más comunes existen entre los departamentos de producción, con el de control y calidad. Estos a su vez tienen una gran relación con los departamentos de finanzas y compras. Para finalmente integrarse en un todo conocido y entendido por la gestión tecnológica. Esta lógica de interconexión entre los elementos y sus dependencias, es lo que genera que la (GT) esté completamente cargada con una visión de tipo sistémica, ya que debería considerarse a la vez parte y a la vez un todo dentro de la organización. A continuación se ilustra este tipo de interrelación con la gestión de la tecnología y las áreas que más tienen relación con esta.

Figura 3. Relaciones de la Gestión de Tecnología



Fuente: Ortiz y Nagles (2014, p. 119).

Las relaciones más comunes en las organizaciones se orientan en torno a subsistemas como la gestión comercial, la gestión de mercados, la gestión de suministros y estas relaciones a su vez con el subsistema de gestión de tecnología.

De esta manera la gestión tecnología en las organizaciones funge como piedra angular de interconexión entre el sistema y el medio donde se desarrolla. Donde el sistema está formado por subsistemas interactuantes de un sistema de mayor complejidad. En este sentido, la relación con la que cuenta dicha gestión tecnológica y los subsistemas, es descrita de manera general a continuación:

**Gestión humana.** El proceso de desarrollo humano continuo se relaciona con las variables tecnológicas inmersas en la organización, es decir, cuando una entidad organizacional presenta planes para el desarrollo del personal, en busca de elevar las competencias de sus empleados.

**Gestión de suministros.** En una organización cuando es necesario gestionar compras, proveedores e insumos, la implementación o desarrollo de conocimiento y tecnologías se vuelve indispensable para aportar mayor valor al sistema y mejorar los niveles de productividad del mismo.

Gestión financiera. Cuando se trata de desarrollar conexiones entre clientes, socios e instituciones financieras, la gestión tecnológica funge como pilar para la selección de herramientas pertinentes en busca de cumplir con tales objetivos.

Gestión logística. En las organizaciones de tipo logísticas, se puede detonar un incremento de las capacidades tecnológicas, ya que para su operación requieren un alto nivel de integración de este tipo de conocimiento.

Gestión de mercadeo. Son actividades que van más allá de los planes de mercadeo y que se introducen directamente en la gestión tecnológica, debido al desarrollo de nuevas herramientas para tales fines.

Gestión de Operaciones. Las actividades y procesos de manufactura o de servicios, requieren ahora más que nunca de las tecnologías adecuadas para el correcto funcionamiento de la organización. Sin embargo, se debe ser muy cauteloso en el proceso de implementación tecnológica, ya que para lograrlo de manera ordenada y planificada es necesario apoyarse de la gestión tecnológica, quien se encarga de marcar los planes tecnológicos necesarios para tal fin.

Gestión comercial. Los procesos de distribución y ventas se encuentran altamente relacionados con la gestión tecnológica, ya que actualmente el uso intensivo de tecnologías de información funge como el soporte principal para este tipo de actividades. Por ello, la elección de estrategia tecnológica de la organización exige a su vez la alineación de manera general de los procesos de la organización.

### ***2.2.3. Modelo de COTEC***

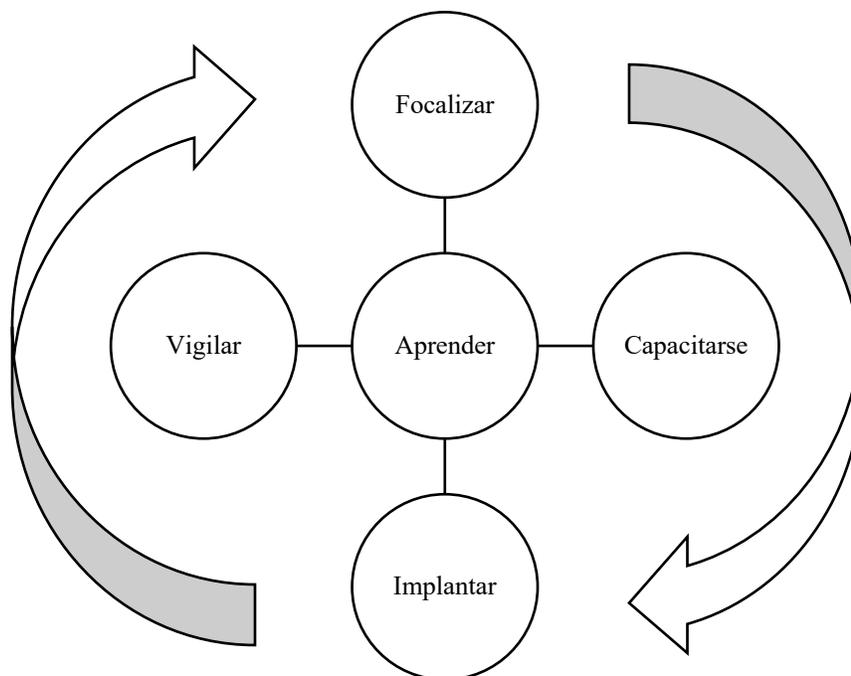
La gestión tecnológica puede llegar a ser muy amplia, pero el modelo de COTEC permite visualizar como dicha gestión se encuentra desarrollada en el sistema macro de la organización. Lo cual ayuda a comprender en qué fase se encuentra una investigación y hacia donde se podría dirigir, es decir, se utiliza de modelo referencial para el entendimiento y caracterización de los subsistemas que se interrelacionan con la gestión tecnológica.

En este sentido el modelo de COTEC conocido principalmente como Temaguide es un modelo conceptual que ayuda en focalizar lo que las organizaciones requieren gestionar sobre los aspectos tecnológicos, donde los elementos que lo caracterizan, toman en

consideración la filosófica de la organización que aprende. Así mismo, para fines de la presente investigación aporta el enfoque de los procesos de gestión tecnología en las organizaciones.

Se compone de cinco principales elementos que se encuentran interrelacionados: Vigilar, Focalizar, Capacitarse, Implantar y Aprender.

Figura 4. Modelo de Elementos Clave para el Proceso de Innovación



Fuente: Elaboración propia, basado en COTEC (1998).

El primer elemento sobre vigilar, centra su atención en buscar en los ambientes externos información o señales que indiquen algún indicio de posibles modificaciones del entorno, estos indicios pueden ser muy diversos, desde nuevos competidores en el mercado, pasando por desarrollos de investigaciones que impliquen un impacto para el medio donde se desarrolla la organización como sistema, e incluso presiones por parte de los entes del direccionamiento organizacional.

Por su parte el elemento que se refiere a focalizar hace énfasis en determinar estrategias de respuesta a los estímulos que sufre el sistema, en este caso las organizaciones, de tal manera que se inviertan recursos en estas líneas de acción preferentes donde las

empresas traten de incidir con mayor fuerza, logrando ventajas competitivas en estas áreas de desarrollo.

Para el elemento de capacitarse se hace referencia a la adquisición del conocimiento necesario para entrar en las líneas de acción previamente seleccionadas. Esto mediante múltiples fases, ya sea por medio de licenciamientos de tecnología ya establecida, o por el desarrollo propio de la tecnología por parte de la misma organización, así como, por el desarrollo conjunto de tecnologías en convenios con otras organizaciones circundantes dentro del sistema. Todo ello con la finalidad de lograr la adecuada transferencia tecnológica para el desarrollo.

En la parte de implantación el modelo de COTEC se refiere a introducir una solución, es decir, las organizaciones deben implantar la innovación partiendo de las ideas y siguiendo las fases del desarrollo hasta llegar al producto terminal o servicio final, el cual deberá ser lanzado al mercado para su consumo.

Finalmente para el elemento de aprender se hace referencia al momento de reflexión de los elementos previos, así como de los éxitos y fracasos que se presentan en el sistema. Esto con la finalidad de generar mejoras a través de las experiencias vividas, es decir, funge como el apartado de la retroalimentación del sistema, con el propósito de mejorar y controlar de maneras más adecuadas a las organizaciones.

A continuación se muestran las principales herramientas y técnicas sugeridas por la asociación COTEC para el desarrollo adecuado de las actividades requeridas para la gestión tecnología en las organizaciones.

**Tabla 1**  
*Herramientas para el Desarrollo de la Gestión tecnológica*

Elemento	Herramientas
Vigilar	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Investigación de Mercado</li> <li>— Análisis FODA o DOFA</li> <li>— Prospectiva Tecnológica</li> <li>— Análisis de Competencias</li> <li>— Benchmarking</li> </ul>
Focalizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Análisis Estratégico</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Elección de Estrategias</li> <li>— Planificación Estratégica</li> </ul>
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gestión de Proyectos</li> <li>— Gestión de Propiedad Industrial</li> <li>— Gestión de Interfaces</li> </ul>
Implantar	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Análisis de Valor</li> <li>— Trabajo en Red</li> <li>— Gestión del Cambio</li> <li>— Mejora continua</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en COTEC (1998).

Tomando como referencia el modelo Temaguide que utiliza el enfoque sistémico para determinar los elementos interactuantes dentro del sistema de gestión tecnología de las organizaciones, se considera que dicho modelo funge como un marco referencial para la presente investigación. Ya que ayuda a focalizarla dentro de la fase de Vigilancia, pues se pretende generar una prospectiva tecnológica sobre el posible desarrollo del sistema de mantenimiento aéreo de Querétaro, Mex. Esto conlleva al desarrollo de las actividades necesarias para cumplir con los objetivos de dicha fase, los cuales serán los insumos de entrada para la fase consecuente en el ciclo que representa este sistema.

## 2.3 Prospectiva (Variable Independiente)

### 2.3.1. Antecedentes de la prospectiva

La prospectiva surge en el ámbito militar, a partir de la segunda guerra mundial, debido a que Estados Unidos (EE.UU.) toma la decisión de integrarla en áreas de planeación y estrategia bélica. El primer país que aplicó la metodología y arrojó resultados de una prospectiva fue Japón en 1971. Aunque el verdadero crecimiento de la prospectiva ocurrió solo entre 1980 y 1990. Es necesario aclarar que hasta la década de 1990 el término se aplicaba solo a cuestiones del pasado, y ahora se habla de aspectos del futuro.

En este sentido, con la dinámica de globalización que impera actualmente, donde las organizaciones se ven forzadas a ser más competitivas e innovadoras, es que la

prospectiva sufrió una transformación. Ya que en la actualidad la prospectiva busca aportar información de verdadero valor agregado a los tomadores de decisión de las áreas estratégicas de las organizaciones. Mediante una serie de métodos y técnicas aplicados de manera sistemática que logren construir ventajas competitivas para las industrias, aumentando así el aprendizaje y el conocimiento de cada una de las empresas involucradas en el proceder prospectivo (Medina, et al., 2010).

Así mismo, las inversiones de las organizaciones en temas de prospectiva se han incrementado ya que los procesos prospectivos generan una toma de decisiones con un menor grado de incertidumbre. Sin embargo, según Miklos y Tello (2007) debido a la popularización de estrategias genéricas de las organizaciones globales, se ha generado una pérdida de maniobra en las empresas, ya que solo impera la imitación estratégica, dejando de lado el propio proceso contextualizado que debe generarse en una adecuada prospectiva. La falta de un proceso adecuado puede traer consigo, consecuencias graves ya que el futuro podría llegar de manera paralizante a las organizaciones.

En este sentido, se considera que la prospectiva es contemplada como una serie de métodos y técnicas utilizadas en aras de dar certidumbre a la toma de decisiones para las organizaciones que integran al sistema. Donde su principal objetivo es proponer un amplio panorama de posibilidades futuras, es decir, no se trata de definir en específico que podría suceder, sino generar un amplio espectro para considerar varias alternativas a un futuro venidero.

### ***2.3.2. Conceptualización de la prospectiva en áreas tecnológicas***

La prospectiva cuenta con múltiples y variadas definiciones, dentro de las más relevantes de los últimos años se encuentra la de Gabiña (1998), quien considera que la prospectiva debe ser considerada fundamentalmente de manera previa a la toma de las decisiones. Ya que dicha prospectiva te prepara para tomar una actitud hacia la acción en el sentido adecuado según el futuro prospectado, es decir, te permite tener una actitud flexible ante varias posibilidades de materialización de futuros probables.

Así mismo Miklos y Tello (2007) consideran que el actuar prospectivo es antes que nada del tipo imaginativo, ya que te hace pensar sobre el entorno actual y posteriormente utilizar todas las herramientas necesarias para determinar las probabilidades de ocurrencia de

futuros deseables, es decir, es el proceso previo a la toma de acciones concretas para tomar ventaja de un futuro imaginable.

En este sentido, los autores mencionados destacan principalmente el lado bondadoso de la prospectiva, el cual tiene que ver con el carácter creativo que debe poseer, así como de los elementos de cambio, y las actitudes que deben tomarse hacia la acción para llegar a un futuro deseable. Donde la voluntad humana es un factor imprescindible para un verdadero cambio en la dirección deseada. Así mismo, la prospectiva te permite realizar planificaciones y tomar decisiones mejor orientadas, ya que logra detectar peligros y amenazas, así como, nuevas oportunidades. Ofreciendo así estrategias y políticas encaminadas hacia el cumplimiento de los objetivos en las organizaciones.

Estas bondades de la prospectiva según Regner (2001) tienen que ver con las funciones y facultades principales de dicha prospectiva:

- Mantener e incrementar la competitividad de las organizaciones
- No obviar nuevas tendencias tecnológicas
- Analizar las tendencias tecnológicas sin exclusión
- Desarrollar novedosos negocios tecnológicos
- Crear organizaciones diferenciadas
- Aportar conocimiento en ciencia y tecnología
- Detectar conocimientos emergentes

A pesar de las grandes bondades, funciones y objetivos que tiene la prospectiva, los autores anteriormente mencionados ignoran según Gabiña (1998), que muchas empresas a nivel mundial aun hoy en día desconocen el valor que tienen los estudios prospectivos. Ya que toman la decisión de optar por estrategias del tipo reactivo, las cuales consisten en utilizar estrategias generalizadas ante un agravamiento de la crisis, lo que conlleva a una falta de entendimiento del fenómeno materializado. Esto finalmente desencadena en malas decisiones y pérdidas monetarias para las organizaciones, es decir, a falta de una buena prospectiva y planificación consecuente, las empresas no solo toman caminos aleatorios no diseñados para ser seguidos por su organización, sino que imitan modelos de empresas más desarrolladas. Donde finalmente esto les resulta contraproducente ya que cada organización cuenta con características únicas para afrontar los retos futuros.

En este sentido la prospectiva tiene como uno de sus principales propósitos, aportar información de verdadero valor agregado para tomar una actitud encaminada hacia la acción. Por ello, trata de esbozar los futuros posibles que deparan a cierto sistema que sea foco de análisis. De esta manera no solo las empresas, sino todo tipo de organizaciones puede desarrollar estudios prospectivos, ya que en la actualidad nos encontramos inmersos en un entorno extremadamente interconectado, donde los pequeños cambios que se pueden producir en un subsistema pueden generar grandes cambios en todo el sistema completo.

Debido a la gran amplitud con la que se abordan los estudios prospectivos, es preciso mencionar que cuando se habla específicamente de prospectiva tecnológica, esta tiene que ver con temas tecnológicos, es decir, temas que involucran la parte tecnológica con problemáticas sociales (Rincón y Mujica (2004). Así mismo, para Bañuls y Salmeron (2008) la prospectiva tecnológica trata más sobre los procesos que se desarrollan, que sobre el resultado mismo. Ofreciendo así, este tipo de prospectiva un amplio panorama de posibilidades desencadenadas por las nuevas tecnologías.

Así mismo Fernández (1992) hace un llamado de atención para cuidar el proceso de la prospectiva tecnológica, ya que menciona que los aspectos tecnológicos no deben considerarse como aislados en un sistema organizacional, sino que estos deben estar incluidos en todos los niveles organizacionales dentro de las empresas productivas. Solo de esta manera es que el componente tecnológico podría comenzar a permearse a toda la organización.

Actualmente, la prospectiva se usa en muchos campos incluidos: el economista, el mercadeo, en la psicología, etcétera. Así mismo, según Pereda (2005) los principales motivos para realizar una prospectiva son:

- Minimizar la pérdidas en términos de costos de operación
- Maximizar las ganancias en términos de la eficiencia operacional
- Predicción de posibles demandas sobre nuevos productos o servicios
- Minimizar el impacto de posibles competidores
- Predicción de posibles demandas que generen desarrollo interno
- Aseguramiento para el cumplimiento de posibles demandas en el mercado
- Desarrollo de adecuadas planificaciones organizacionales

En este sentido, Pereda (2005) también menciona que la prospectiva tiene un papel preponderante en el área de la toma de decisiones a nivel empresarial. Tales como:

- Identificación de los límites y capacidades de las organizaciones
- Desarrolla un amplio abanico de posibilidades a seleccionar
- Determina una velocidad para del desarrollo sistema
- Plantea nuevos horizontes para las organizaciones
- Aporta un marco estructural para el desarrollo
- Se contempla como un sistema de alertas, ante posibles cambios futuros

En este sentido, según Godet (1993) el hablar de temas de prospectiva requiere de un acto de pensamiento complejo, ya que se habla sobre lo que está por venir, es decir, un futuro que podría considerarse incierto, pero que a su vez depende de la voluntad del ser humano para que ocurra o se materialice. Por ello, la prospectiva se encamina hacia la acción, como un acto de voluntad donde se desea alcanzar ese futuro anhelado.

Así mismo, Godet (1993) hace alusión a que existen principalmente tres tipos de actitud que se pueden tomar ante este tipo de futuros inciertos, las cuales tiene que ver con:

Una actitud del tipo lineal, la cual consiste en contemplar al pasado, el presente y el futuro de la misma forma, es decir, no existe cambio alguno a través del tiempo y lo que paso está condenado a repetirse, sin importa las intervenciones del ser humano.

La actitud de tipo determinista considera que el futuro ya está escrito y determinado, es decir, el ser humano es un simple espectador en el mundo y no debería perder su tiempo al tratar de modificar dicho futuro. De esta forma los seres humanos son simplemente reaccionarios a las circunstancias, pero no incide sobre ellas.

Tomar una actitud del tipo Homu Historicus contemplaría reconocer que el futuro debe construirse con acciones en el presente. Esta actitud entonces contempla a la voluntad del ser humano como elemento central de un verdadero cambio de tipo trascendental. Por ello las acciones que se hacen hoy, deberían ir encaminadas a lograr el futuro deseable del mañana. Este enfoque está cargado de creatividad humana para diseñar esos futuros anhelados, por lo cual, se logra aportar un amplio espectro de posibilidades y caminos para llegar a dicho futuro.

En este sentido es preciso denotar que el futuro traerá consigo incertidumbre, y es precisamente ese tratamiento de la incertidumbre lo que hace tan valiosa a la prospectiva ya que según Mojica (2006) es su principal finalidad. Por lo cual, a la prospectiva no le interesa medir el fenómeno estudiado, sino interpretarlo. Donde su intención principal no es contemplar el futuro sino construirlo.

### ***2.3.3. Escuelas de pensamiento de la prospectiva***

Para la construcción de los estudios de prospectivos, existen múltiples métodos y técnicas para realizarlos. Incluso diversas escuelas de pensamiento alrededor del mundo que se dedican a estudios de esta naturaleza, que con el paso del tiempo han logrado desarrollar metodologías bastante robustas para realizar este tipo de investigaciones.

Tal es el caso de las tres predominantes escuelas de pensamiento prospectivo; Francesa, Americana y Nórdica. Así mismo, existen variantes muy singulares entre ellas, ya que las escuela Americana y Nórdica se enfocan principalmente en determinar el escenario más probable de ocurrencia en un fenómeno de estudio (Forecasting), es decir, tratan de encontrar el escenario que más probabilidades tiene de suceder y bajo este escenario generar una planeación de tipo estratégica para dar cara al futuro. Sin embargo esta forma de pensamiento es limitativa ya que consideran al futuro como simple y único, y no como algo múltiple y complejo.

Por otro lado tenemos a la escuela francesa, de la cual su principal exponente es Michel Godet, quien logra dotar de un método y una base matemática bastante robusta a la prospectiva, generando así una mayor validación para los estudios de naturaleza prospectiva.

La metodología propuesta por Godet (1993) es de tipo voluntarista, pues considera que el futuro se construye no se predice, así mismo estima que el futuro es múltiple y por lo tanto no es único. Existen distintos métodos para realizar este tipo de estudios, sin embargo no todos cuentan con un robusto sustento metodológico como lo tiene la escuela de pensamiento francés, principalmente con la metodología prospectiva de Godet (1993).

Existen múltiples formas de realizar un abordaje de tipo prospectivo, sin embargo, la elección de cada método y técnica para utilizar dependerá del conocimiento profundo que se tenga del fenómeno de estudio y del acceso a información clave dentro del sistema que será analizado. Es por esto que el reconocimiento de la escuela de pensamiento Francesa

llega a resaltar sobre las demás en un entorno como el Latinoamericano según Rincón y Mujica (2004), ya que contempla el uso de paneles de expertos como parte primordial para subsanar la posible falta de información por parte de las empresas en un contexto de desconfianza y de alta competencia de los sectores productivos para compartir dicha información libremente.

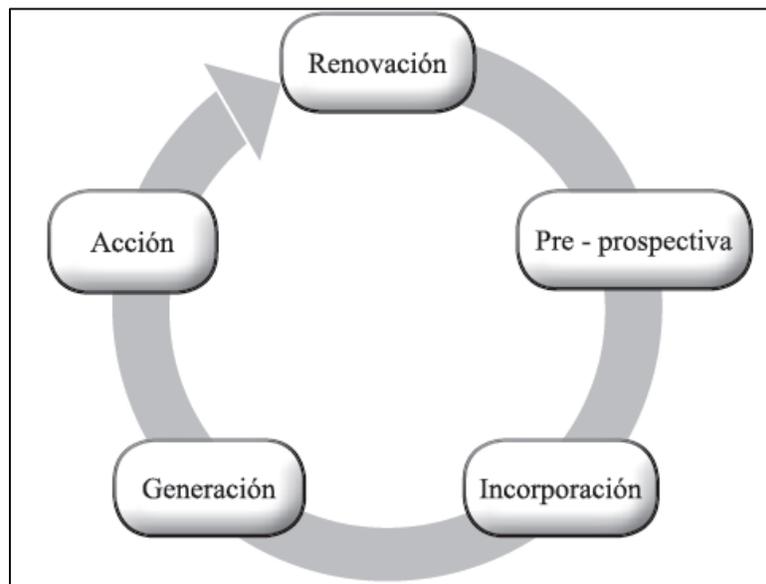
Así mismo varios estudios de carácter prospectivo realizados en el contexto Latinoamericano, avalan la alta funcionalidad con la que cuenta la metodología de Godet (1993), tales como los realizados por Rincón y Mujica, (2004) en el sector metal mecánico de Venezuela para evaluar el papel a futuro sobre el desarrollo de la gestión tecnológica y su importancia para el incremento competitivo. También se encuentra el realizado por León, Bravo y Ugando (2021) en Ecuador, para determinar los posibles escenarios de desarrollo del sector de producción de aceite a nivel nacional, detectando actores clave y estrategias a seguir para dicho desarrollo. Así mismo, el trabajo de investigación realizado por Velásquez, Giraldo y Botero (2020) en Colombia sobre las mesas de diseño, confección y moda para determinar directrices claves de gestión en el sector e impulsar su crecimiento y desarrollo dentro del país.

Debido a lo anteriormente mencionado es que la metodología prospectiva de la escuela Francesa, específicamente la metodología de Michel Godet (1993) presentan para el contexto Latinoamericano una gran herramienta para desarrollar estudios de tipo prospectivo, mediante la elaboración de escenarios que se enriqueciesen con información del contexto para lograr ser funcionales para los tomadores decisión de las organizaciones

#### ***2.3.4. Fases de la prospectiva***

El proceso que conlleva una prospectiva bien desarrollada según Georghiou, et al. (2008), sugiere que debe existir un punto de vista sistémico para su abordaje. Por ello, propone cinco etapas para el desarrollo de la misma; Pre-Prospectiva, Fusión, Generación, Acción e Innovación, donde cada etapa aporta complementariamente al resto, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. Las Cinco Fases de la Prospectiva



Fuente: Ortiz y Nagles (2014, p. 223).

La fase pre-prospectiva comprende el inicio, durante el cual se definen los objetivos y alcances, y se diseña la metodología. Así como, el grupo de trabajo y su planificación.

Por su parte, la fase de incorporación incluye la identificación de partes interesadas y actores clave para la investigación. Donde se suele utilizar la bibliometría y el análisis de patentes, especialmente para identificar investigadores y grupos clave.

La fase de generación se divide en tres sub-etapas (exploración, análisis y previsión), enfocadas en incorporar, analizar y sintetizar los conocimientos existentes, codificar el conocimiento tácito, generar nuevo conocimiento y nuevas visiones de futuro.

La fase de acción incluye la selección de las estrategias para el desarrollo del sistema, es decir, es la fase donde se toma el camino señalado y se comienza a ejecutar lo planificado.

Con la última fase sobre la renovación, se evalúa el verdadero impacto de las estrategias seleccionadas. Así como, el direccionamiento del sistema hacia los objetivos planteados.

### ***2.3.5. Principales métodos prospectivos***

Existen dos métodos principales para el desarrollo de una prospectiva tecnológica según Escorsa, (2003); el primero se llama proyectivo y el segundo prospectivo.

Los métodos de tipo proyectivo se enfocan en analizar un fenómeno en el presente, para de esta manera proyectar el comportamiento de este fenómeno en el futuro. Donde se asume que el pasado tiene una incidencia importante sobre los futuros planteados. En este sentido, existen múltiples técnicas de apoyo para este tipo de métodos. Tales como: las curvas (S) y la correlación.

Así mismo, contamos con los métodos de tipo prospectivos. Tales como los de la presente investigación. Los cuales, se basan en proporcionar una imagen del futuro deseado y traerla hacia el presente, analizando todas las posibilidades de materialización de dichos futuros. En este sentido, las principales técnicas que apoyan a los estudios de este tipo son el análisis morfológico, el análisis estructural, MICMAC, MACTOR y árboles de relevancia por mencionar algunos (Escorsa, 2003).

### ***2.3.6. Modelo prospectivo de Michel Godet***

Para comprender el funcionamiento de la prospectiva es necesario denotar que para lograr proyectar un futuro verosímil, se requiere analizar el pasado y el futuro tal como lo menciona Lindgren (2009). Ya que es necesario detectar las relaciones entre las variables encontradas del fenómeno de estudio. Esto generara un mapeo sobre el cual se podrá iniciar un estudio del tipo prospectivo, para realizar proyecciones asequibles. Donde el análisis del entorno forma parte fundamental para tal propósito.

En este sentido se muestra la importancia de situarse en el contexto específico del sistema de estudio, para determinar el método y herramientas a utilizar. En este caso específico al seguir la metodología de Godet (1993) para la presente investigación, se hace uso de escenarios del tipo anticipatorios que se construyen a partir de situaciones del pasado y del presente. Dicha metodología se desarrolla en tres fases principales, las cuales se describen a continuación:

Construcción de la base analítica: esta fase es considerada como una de las más complejas, ya que es necesario utilizar el enfoque sistémico para analizar al fenómeno

deseado, es decir, en esta parte será necesario representar una imagen actual de todo el sistema y el medio en el que se desarrolla. Donde será preciso caracterizar al sistema, identificando los múltiples elementos internos y externos que lo conforman. Así como desarrollar un análisis más profundo y totalizador, para generar un mayor entendimiento sobre el funcionamiento del sistema.

Análisis de la estrategia de los actores clave: los actores o entidades que constituyen el sistema son en gran parte los responsables de dinámica que sigue un fenómeno estudiado, es decir, representa un eslabón clave para la prospectiva de futuros plausibles. Ya que al analizar los objetivos y metas de estos actores clave, se obtiene un marco referencial de las voluntades inmersa en dichos objetivos. Esto permite identificar posibles caminos a tomar por parte de estas entidades esenciales del sistema.

Construcción de los Escenarios: Existen múltiples formas de desarrollar estudios prospectivos, todas ellas muy variadas y diferentes unas de otras, sin embargo, a través del tiempo se ha generado un mayor reconocimiento hacia el método de los escenarios múltiples, ya que consisten en una serie de múltiples técnicas aplicadas que conllevan un análisis profundo del fenómeno estudiado.

En este sentido existen múltiples técnicas propuestas para lograr la culminación de cada una de las etapas necesarias en un estudio de tipo prospectivo. En la siguiente tabla (2) se muestran algunas de las más representativas de acuerdo a cada una de las fases estipuladas en la metodología de Godet (1993).

**Tabla 2**  
*Técnicas para el estudio prospectivo*

<b>Etapas</b>	<b>Finalidad de la Técnica</b>	<b>Técnica</b>
Variables	Hacer una aproximación de las posibles variables	Arboles de competencia de Marc Giget
	Hallar las variables estratégicas	Matriz DOFA
Actores	Precisar el poder y las jugadas de los actores sociales	Actores y Objetivos
Escenarios	Determinar escenarios múltiples	Delphi
		Abaco de Francois Régnier
		Sistema de Matrices de Impacto Cruzado

		Ejes de Peter Schwartz
		Análisis Morfológico
		Sistema de Matrices de Impacto Cruzado
Estrategias	Determinar objetivos, metas y priorizar las acciones con las que se lograrían	IGO; Importancia y Gobernabilidad
		Abaco de Francois Régnier
		Análisis multicriterios
		Arboles de pertinencia

Fuente: Elaboración propia con base en Godet (1993).

El modelo propuesto por Michel Godet (1993) funge como uno de los pilares de esta investigación. Ya que el desarrollo de la misma, conlleva gran parte de los elementos y actividades sugeridas para el desarrollo adecuado de un estudio prospectivo. Si bien, es necesario realizar adecuaciones de contextualización. Sirven como marco referencial para el sustento y desarrollo de esta investigación con enfoque sistémico.

## 2.5 Método de Escenarios Prospectivos

### 2.5.1. Planeación estratégica por escenarios

La prospectiva mediante sus análisis profundos de los contextos y entornos que pueden cambiar abruptamente en el futuro, genera una revolución en el presente ya que este tipo de análisis prospectivos son considerados una herramienta fundamental para el tratamiento de la incertidumbre en tiempos bastante volátiles. Así mismo la prospectiva genera una llamada hacia el desarrollo del proceso estratégico. Ya que si bien, frecuentemente la prospectiva y la estrategia, así como sus herramientas y métodos son considerados por separado, estas son indisociables para el éxito pleno de las organizaciones y sistemas industriales.

En este sentido, la prospectiva estrategia surge como la síntesis lograda entre el enfoque prospectivo y el estratégico, ya que pone a disposición la posibilidad de desarrollar planes estratégicos por escenarios. Donde la principal característica de este tipo de

planificación es la orientación estratégica, con base en las capacidades y posibles acciones de ejecución de las organizaciones, tomando en consideración la evolución del entorno.

### ***2.5.2 Desarrollo del método por escenarios***

El desarrollo del método por escenarios no es único, ya que alrededor del mundo existen múltiples y muy variadas formas de generalos. Ya que desde su concepción en los años de 1968, por Kahn y Weiner, seguidos por la DATAR en Francia y la *RAD Corporation* en Washington, D.C., el concepto de escenario ha evolucionado al paso de los años, llegando a un consenso relativo en considerar al escenario, como un serie hipotética de sucesos contruidos con la finalidad de encontrar en ellos nodos de decisiones y secuencias de causas y efectos.

Así mismo, para Michel Godet (1993) uno de los referentes más aclamados a nivel global en materia de prospectiva, un escenario puede ser considerado como la descripción de algún suceso futuro y la secuencia de acciones requeridas para llegar a la concepción de ese futuro deseado. Así mismo, hace mención de la vulgarización del termino escenario, ya que en la actualidad es utilizado para casi cualquier situación. Sin embargo, para ser considerado como escenario prospectivo, este deberá reunir al menos cinco requisitos tales como; la pertinencia, importancia, verosimilitud y transparencia.

Debido a esto es que los escenarios se pueden distinguir principalmente entre dos grandes facciones. Primero tenemos los escenarios exploratorios, los cuales parten del análisis de la situación actual y situaciones pasadas para proyectar una imagen a futuro, y los escenarios anticipatorios, los cuales se construyen a partir de la descripción de una imagen a futuro y diseñan de forma retro-proyectiva las acciones requeridas para la materialización de la imagen descrita.

Así mismo los escenarios pueden ser tendenciales o contrastados, según su espectro de consideración sobre las probabilidades, ya sean estas más probables o extremas. Donde los escenarios más utilizados a nivel global son los del método Americano SRI, así como los desarrollados por el CNAM en Francia. Ambos métodos comparten etapas y proceso similares para su ejecución.

En este sentido las etapas generales y amplias con las que cuenta el método por escenarios (reflexión colectiva, toma de decisiones y la acción) es explicada de manera extensa a continuación:

a) La reflexión colectiva se considera la fase inicial del proceso de desarrollo de los escenarios de tipo prospectivos y está conformada a su vez por seis etapas; mediante las cuales se logran identificar las variables clave del problema de análisis, estas variables clave son consideradas como los elementos más relevantes dentro de un sistema de estudio deseado, ya que se considera que si alguno de estos elementos se dinamiza en algún sentido, su movimiento podría afectar a otro de los elementos que integran al sistema, de tal modo que existe una sinergia entre los elementos y el sistema que podrá ser visualizado mediante el estudio por escenarios y de esta forma, lograr determinar cuáles de estos elementos podrían potenciar un cambio en el resto del sistema en el sentido deseado por las organizaciones.

Otra de las etapas complementarias es el análisis de los actores clave, con la finalidad de identificar sus planes y anhelos a futuro, ya que la participación y toma de acciones por parte de algún actor clave podría detonar en la materialización de alguno de los escenarios planteados o aumentar ampliamente la probabilidad de materialización de dichos escenarios. En este sentido, este análisis es de corte estratégico ya que permite identificar fuerzas y voluntades que podrían marcar el rumbo de un sector, una empresa o de cualquier tipo de organización.

Las últimas etapas del desarrollo de los escenarios, conllevan la integración de paneles de expertos para lograr identificar las variables clave, así como la identificación de los factores de riesgos o ruptura para cada uno de los escenarios postulados. Para finalmente dar pie al desarrollo de las estrategias coherentes, que sean compatibles con la naturaleza de las organizaciones y sus capacidades de acción según los escenarios más probables de evolución en su contexto.

b) La preparación de las decisiones se considera como una de las fases primordiales en los métodos de escenarios prospectivos, ya que se pretende evaluar las posibles estratégicas y acciones a ejecutar para lograr los objetivos propuestos por las organizaciones. Sin embargo, este proceso rara vez es ejecutando con la profundidad y el nivel de reflexión

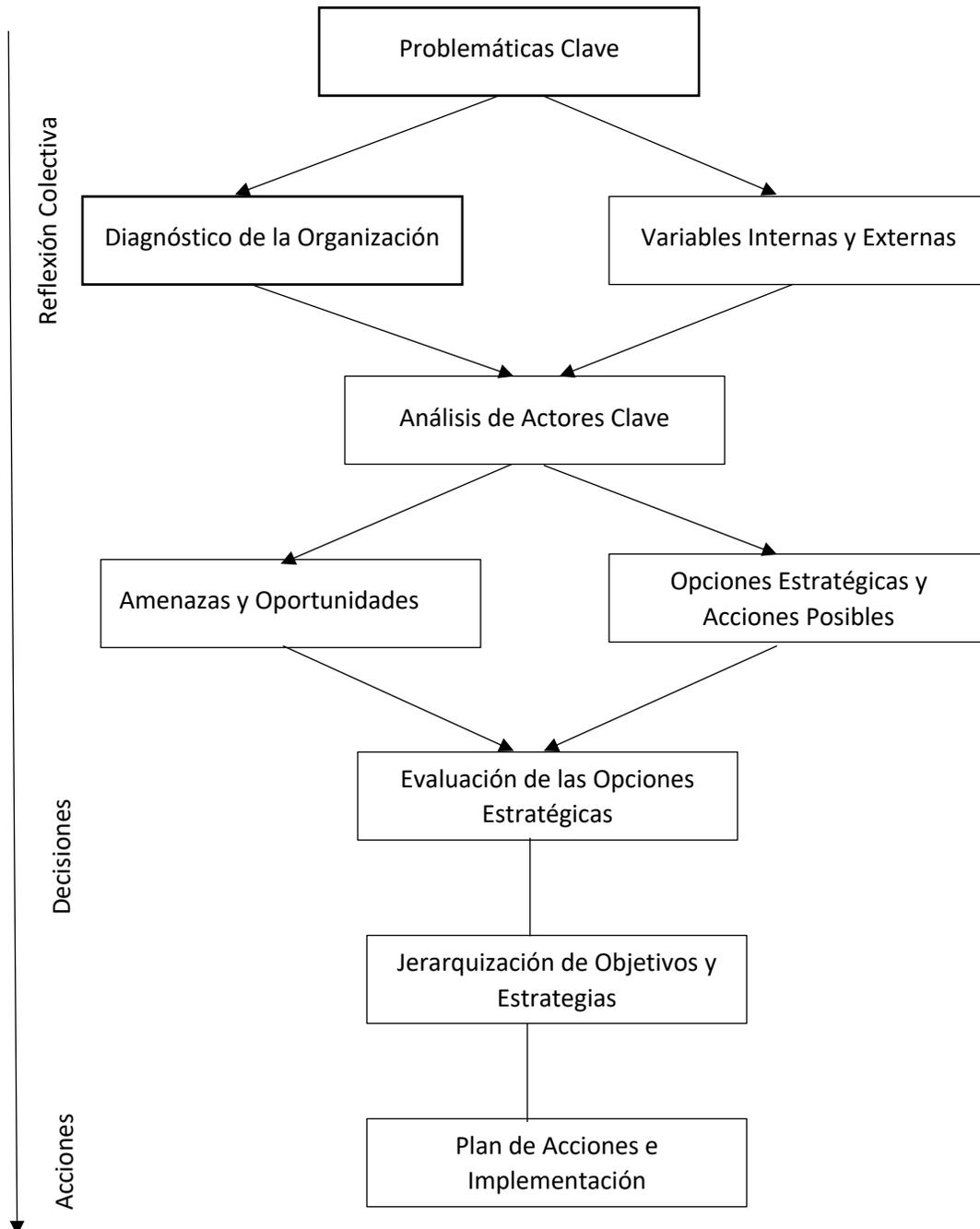
requeridos, puesto que la evaluación de las estrategias o acciones, es tardado y requiere contar con múltiples expertos de manera consistente durante el proceso de evaluación.

Este tipo de proceso de evaluación de las posibles acciones, tiene a su vez varias técnicas y métodos para ser desarrollados, tales como el método de árboles de pertinencia y método Multipol. Este último método es considerado como el método más ponente, ya que toma en consideración múltiples escenarios y múltiples contextos para llevar a cabo la evaluación y determinación de los caminos más coherentes a considerar, según las necesidades, objetivos a cumplir, o problemáticas a resolver por parte de las organizaciones.

c) La acción es la fase final de todo método por escenarios, ya que indica la implementación y del plan de acción seleccionado, con la ejecución de las acciones evaluadas. Integrando finalmente un sistema de coordinación y seguimiento de las estrategias tomadas, para generar un proceso de retroalimentación futura de aplicación de nuevas y mejores estrategias, como si de un círculo virtuoso de mejora se tratase.

En la siguiente figura se puede mostrar de manera gráfica cada una de las fases y etapas necesarias para el desarrollo del método de escenarios prospectivos.

Figura 6. Enfoque Integral de la prospectiva estratégica



Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (1993).

Es preciso señalar que el desarrollo de este método no se caracteriza por ser lineal, debido a que entre las etapas nueve a cuatro puede existir la retroalimentación de la información recabada en los diferentes procesos del método de escenarios prospectivos. Por ello, el lograr pasar de la reflexión prospectiva a la fase de la toma de acciones seleccionadas, requiere de la apropiación de dichas acciones por parte de los involucrados a nivel directivo en las organizaciones, con la finalidad de llegar a un proceso de concientización de las acciones requeridas para la solución de las problemática clave identificadas en un todo un sector o en alguna organización de manera más específica.

### ***2.5.3. Herramientas del método por escenarios***

Desde hace tiempo atrás el ser humano ya realizaba intentos de prospectiva muy básica, los cuales se llegaban a confundir con procesos de futurismo, ya que no existían claros límites como los que se tiene hoy en día, ya que la diferencia clave entre estos, es que la prospectiva se enfrentó de manera directa a tratar de ejecutar las acciones necesarias para materializar los posibles futuros imaginados.

En este sentido la prospectiva afronto a grandes retos, ya que requería de herramientas más complejas para dar estructura y sustento a sus métodos. Pues finalmente se reconoce que prospectiva es una disciplina intelectual, por lo cual, requiere de métodos rigurosos para dar claridad a las posibles acciones del ser humano y poder orientarlas hacia los futuros anhelados. Así mismo, el método evoluciono a través del tiempo, de tal manera que en la actualidad logra ayudar a realizar las preguntas correctas y reducir las inconsistencias del razonamiento en el estudio de algún sistema u organización.

La gran diversidad de herramientas que logran dar apoyo al proceso prospectivo son amplias y variadas tales como; el análisis estructural que fundamentalmente apoya en identificar las variables clave de un sistema analizado; el análisis de los actores clave y sus estrategias, donde se pretende ilustrar el poder de cambio con el que cuentan dichos actores para dinamizar al sistema deseado; el análisis morfológico principalmente se utiliza para determinar los posibles escenarios de evolución de un sistema, así como el análisis de expertos para evaluar las probabilidades de materialización de cada uno de los escenarios

planteados, y finalmente los métodos multi-criterio que apoyan en identificar y evaluar las acciones, para seleccionar el mejor camino de una organización.

#### ***2.5.4. Enfoques modulares y contingentes***

Debido a que del método de prospectiva estrategia es bastante amplio y requiere de un proceso bastante complejo y de plazos de tiempo amplios. Es muy común que no se aplique completamente, es decir, que frecuentemente solo se utilizan algunas de las herramientas que ofrece el método y no se aplican en un orden establecido, ya que las organizaciones buscan flexibilidad al momento de utilizarlo. Por ello la aplicación de las múltiples herramientas de las que se puede hacer valer la prospectiva estratégica tales como; arboles de pertinencia; análisis morfológicos; análisis mutli-criterio, dependerá completamente de la naturales de los problemas clave identificados, del diagnóstico del contexto donde están inmersas las organizaciones, así como, de los problemas de información y limitaciones de tiempo, que cada una de las organizaciones tiene.

En este sentido la prospectiva y sus herramientas pueden ser usadas de manera modular, según las necesidades de cada investigación, de cada sector o cada organización. Ya que a lo largo del tiempo, las herramientas del método se utilizan cada vez con mayor frecuencia y en un sentido cada vez más amplio y en distintos sectores a nivel global. Sin embargo, a pesar de la expansión de la prospectiva en cuanto a su uso, las herramientas parecen no presentar grandes cambios exceptuando al método MACTOR, ya que este método fue desarrollado y mejorado para contar con una mejor aplicabilidad en el contexto actual.

Por este uso popularizado y en expansión de la prospectiva es que se deberá ser más precavido al momento de utilizarla, ya que múltiples organizaciones según Godet (2009), optan por realizar un proceso sistematizado y poco reflexivo. Esto finalmente puede traer consigo graves problemas de identificación, selección y ejecución de acciones y planificaciones inadecuadas, que podrían llegar a fracasar, debido a la falta de la reflexión necearía en procesos claves tales como; el análisis estructural, el cual es la base y sustento de todo el proceso prospectivo.

### ***2.5.6. Utilidad del método de escenarios***

El desarrollo de escenarios prospectivos integra varias ventajas adjudicables al desarrollo mismo de su método, ya que permite identificar posibles situaciones futuras mediante la determinación de los escenarios, y con ello poder dar el justo peso a las tendencias actuales y su posible impacto sobre el futuro. En este sentido, el desarrollo de los escenarios no es un fin en sí mismo, sino que es una parte esencial para el desarrollo del proceso estratégico y de toma de decisiones.

Debido a esto es que al momento utilizar métodos prospectivos mediante escenarios, será preciso formular las preguntas adecuadas para la identificación de los posibles futuros, así como considerar la coherencia y verosimilitud de los futuros planteados, ya que de no hacerlo se corre el grave riesgo de dejar en las sombras el 80% de los futuros probables, y con ello vivir un futuro jamás imaginado.

En este sentido es preciso estipular que un escenario no deberá ser entendido como una realidad futura, sino como una forma de representación para determinar las acciones presentes hacia un futuro anhelado. Por ello la determinación de la realidad actual y la motivación férrea del ser humano siempre deberán guiar el proceder prospectivo, ya que para que un escenario sea considerado como creíble y útil tendrá, que al menos cumplir con cinco criterios; pertinencia, importancia, coherencia, verosimilitud y transparencia.

Cabe señalar que la transparencia por su parte, conforma un aspecto fundamental en la prospectiva, ya que ofrece claridad en la importancia que tiene cada uno de los escenarios, es decir, la pertinencia y coherencia con la que estos cuentan. Ya que sin la transparencia no podría existir incorporación de resultados al proceso, ni implicación de los actores clave, a los cuales se les desea hacer conscientes de las situaciones mediante los escenarios. En este sentido Godet (2009) hace un atento llamado de atención a no caer en la credibilidad de escenarios planteados de manera pasional, ya que estos suelen tener una muy buena redacción y lectura apasionante que logran atraer a multitudes, sin embargo, carecen de verosimilitud y pertinencia, y terminan por caer solo en una especie de ficción muy poco probable.

En este mismo sentido, se logra destacar que en el método de escenarios, no es lo mismo que un ejercicio de reflexión prospectiva, ya que muchas veces llega a confundirse. La

reflexión prospectiva por su lado puede llegar a ser muy variada y no cuenta con una determinación temporal para su desarrollo, cosa contraria que si pasa con el método de escenarios, ya que este desarrollo es largo y bastante robusto, por lo que puede llegar a tomar incluso de 12 meses a 18 meses su desarrollo. Motivo por el cual, múltiples aplicaciones del método por escenarios se quedan a la mitad del camino, sin lograr terminarse. Debido principalmente a la alta rotación con la que cuentan las empresas en el sector industrial, pues si el líder inicial del proyecto del desarrollo de escenarios llega a cambiar de empresa, el proceso muy pocas veces suele llegar a terminarse. Es precisamente por esto que Godet (2009) considera que el aventurarse a un proceso de esta magnitud deberá ser bien analizado desde su comienzo, ya que no todas las organizaciones, sectores públicos y privados tienen la facilidad de llegar a la culminación de procesos tan rigurosos.

#### ***2.5.7. Una visión panorámica del método por escenarios***

A partir del desarrollo del método de escenarios prospectivos se logra generar un acercamiento hacia la prospectiva estratégica, mediante el uso de árboles de pertinencia, así como también con el uso del método de análisis multi-criterio. Donde el principal objetivo de la prospectiva estrategia es proponer acciones de desarrollo integrales, con base en el diagnóstico de las organizaciones en relación con su contexto, utilizando los escenarios de evolución más probables.

Por lo anteriormente mencionado es que el método de escenarios tiene la gran misión de construir una representación de los futuros más probables. Con esto se busca dilucidar grandes tendencias y factores de cambio bruscos que afecten el entorno general de las organizaciones, así como de sus competencias. A pesar de que no existe un enfoque único para desarrollar escenarios, el método ofrecido por Michel Godet (2009) es uno de los mas reconocidos a nivel mundial, ya que se apoya en herramientas bastante robustas, con gran énfasis en la formalización y usa un foque sistemático para la determinación delos futuros posibles.

### ***2.5.8. La dinámica de los escenarios***

El método por escenarios cuenta principalmente con dos grandes clasificaciones al momento de ser desarrollados, por un lado tenemos a los escenarios exploratorios, los cuales parten de la situación actual, y toman información de situaciones pasadas. Dando pie a proyectar hacia el futuro una imagen cargada de las capacidades y el entorno actual que se está viviendo en el sistema analizado, por otro lado tenemos los escenarios de tipo normativos o de anticipación, los cuales tratan de hacer la descripción de una imagen a futuro, la cual está cargada de los anhelos más profundos de las organizaciones, y así de manera regresiva, lograr determinar las acciones necesarias para llegar a ese futuro tan anhelado, es decir, parte del principio de construir el futuro.

### ***2.5.9. Determinación de los escenarios***

La determinación de los escenarios prospectivos conlleva la aplicación de tres fases principales, las cuales se describen a continuación:

a) Construcción de la base: esta es la etapa fundamental para el desarrollo de un método por escenarios bien planteados y fundamentado ya que se requiere realizar una imagen de representación del sistema que se desea analizar, por ello será preciso profundizar con herramientas dígamoslas el estado actual del sistema, así como determinar los elementos que interactúan en dicho sistema.

Una de las herramientas fundamentales para hacer frente a esta fase son los análisis estructurales que buscan identificar variables clave, como lo pueden ser las problemáticas más relevantes que atañan a un sector en específico o a múltiples sectores. Por ello, este método pone a disposición la herramienta MACTOR, para coadyuvar en la delimitación de los sistemas, y la identificación de las variables y elementos clave que interactúan en el sistema, así como a ayuda también a la identificación de los actores clave que pueden potenciar o frenar la dinamización de todo un sistema.

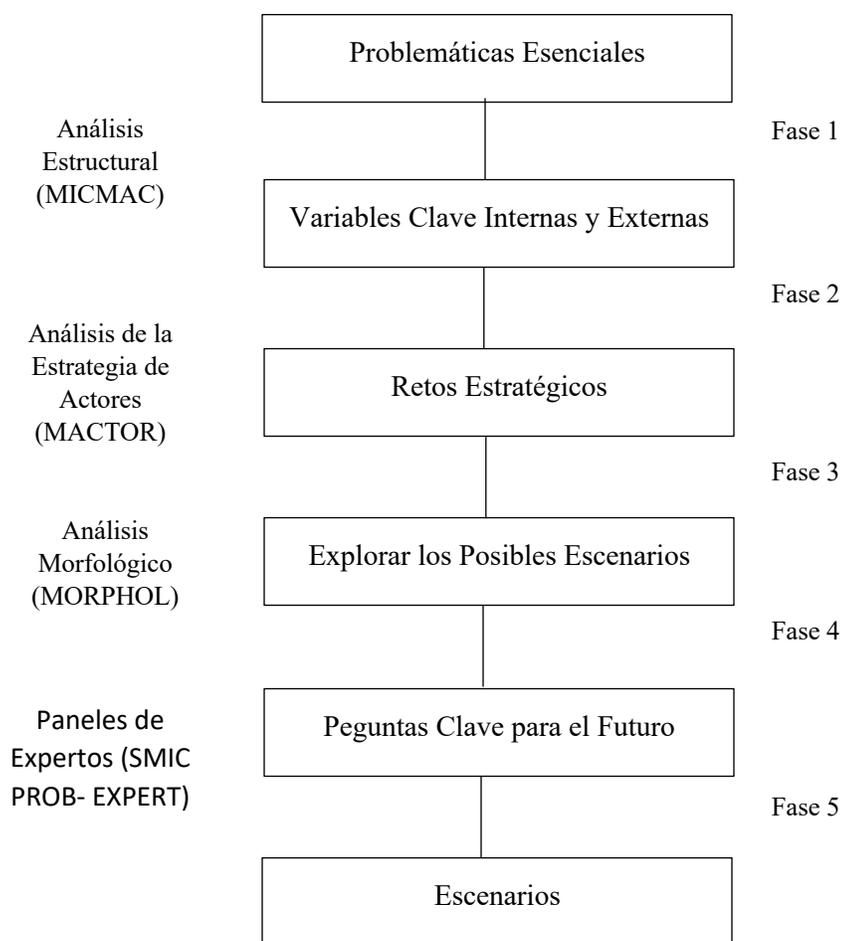
b) Explorar el campo de los posibles escenarios: esta etapa considera el señalar los posibles escenarios y su posible materialización en el futuro. Para esto se hace valer de métodos como

el análisis morfológico, que busca dar al sistema dimensiones esenciales y combinaciones posibles de los futuros prospectados, para aportar una mejor calidad de la imagen futura que se desea materializar, así mismo, los paneles de expertos ayudan a generar la evaluación y ponderación probabilística a cada uno de los escenarios desarrollados.

c) Elaborar los escenarios: esta fase de determinación de los más probables escenarios se le conoce como la fase embrionaria ya que corresponde a determinar el camino de acciones necesarias para llegar a ese futuro estipulado.

A continuación se muestra de manera gráfica el proceso de desarrollo del método por escenarios:

Figura 7. Método de Escenarios



Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (2009).

### ***2.5.1.1. Utilidad y límites de los escenarios***

Los escenarios son una de las principales guías que logran dar orientación a las decisiones estratégicas, ya que el método ayuda a determinar los caminos de acciones necesarias para llegar a los futuros deseados por las organizaciones. Sin embargo, si el método se aplica de manera lineal y lógica, comenzando por la estructuración de la base, siguiendo con el análisis de la estrategia de los actores clave y finaliza con la elaboración de los escenarios, podrán demorarse bastante tiempo en cumplir tal desarrollo. Motivo por el cual el método por escenarios cuenta con enfoque modular que permite a los equipos de planeación y prospectiva ser flexibles en cuanto al desarrollo de las etapas o fases que más le interese conseguir. Todo dependerá de la misma naturaleza de la organización, así como de los anhelos y capacidades que tengan para desarrollar una tarea tan compleja como un estudio prospectivo por escenarios.

Así mismo se sugiere según Godet (2009) que no se confundan las organizaciones de manera general en utilizar la palabra escenario para reducirlo a cualquier juego de hipótesis, recordando siempre que para el desarrollo de un escenario que pueda ser considerado como válido, deberá contar con verosimilitud, pertinencia, relevancia, importancia y transparencia. Si bien la prospectiva y los escenarios no son sinónimos, siempre se debe respetar que los escenarios formen un papel protagónico en los ejercicios prospectivos, ya que al menos de esta forma, si solo se implementan algunos módulos de los escenarios a una reflexión prospectiva, sería posible debelar los retos futuros y la posible evolución del sistema.

En este sentido, el desarrollo del estudio prospectivo en el sector de mantenimiento aeronáutico mediante la técnica por escenarios de Godet (1993), lograra generar una visión a futuro de la posible evolución del sistema. Esto trae consigo la posibilidad de generar estrategias adecuadas para incidir sobre un sistema con alto valor agregado para el país, ya que un estudio prospectivo permite la generación de información relevante para el desarrollo y ejecución de acciones determinadas y específicas para resolver las problemáticas clave identificadas.

## **2.6 Integración Estratégica**

Para comprender el direccionamiento de una estrategia (a largo plazo) es preciso distinguir entre planificación, táctica y estrategia, ya que en múltiples ocasiones pueden llegar a confundirse, ya que, por ejemplo la estrategia puede estar conformada por varias tácticas, sin embargo, esto no es indicativo de similitud entre ambos conceptos. En este sentido una buena definición de la planificación es ofrecida por Ackoff (1972), ya que denota que la planificación consiste en concebir un futuro deseado, así como los medios que sean necesarios para llegar a materializar dicho anhelo o deseo. Por ello es que la planificación lleva integrada consigo la parte de la voluntad del ser humano para lograr culminar un plan previamente establecido.

Así mismo la distinción entre la estrategia y las tácticas tiene que ver principalmente con que las tácticas son concebidas como los objetivos y las reglas a utilizar, y la estrategia se concibe como los medios de consecución. Por ello una estrategia puede comprender una serie de tácticas para lograr su ejecución, mas no a la inversa. De tal manera que una estrategia está enfocada en las decisiones relevantes a tomar a largo plazo para culminar los deseos del ser humano, donde las tácticas son cada uno de los pasos a dar para llegar al final del camino, es decir, mientras la estrategia es la orientación y dirección, la táctica funge como la parte práctica del desarrollo.

### **2.6.1. Identidad y cultura**

Para saber a dónde se quiere llegar, primero se debe saber dónde estás y de donde estas partiendo, en este sentido las organizaciones en la actualidad desean comprender cuál es su razón de existir, cuál es su propósito y hacia donde están encaminados. Por ellos es necesario comprender aspectos que tienen que ver con la naturaleza y el contexto de cada organización, ya que la identificación de estos aspectos es clave para comprender el potencial de crecimiento, de una organización, empresa o sector industrial.

Según Godet (1993) la cultura de las empresas son todos aquellos valores compartidos que se integran en la vida colectiva de las organizaciones, así como los

sentimientos de cada uno de los trabajadores que las conforman, cada uno con cierto sentido de individualidad, sin dejar de ser un impulso colectivo, el cual se permea dentro y fuera de las organizaciones.

Sin embargo la cultura de las empresas no debería en ningún momento llegar a convertirse en un culto. Donde deja de existir el ser humano con su libertad de ser y desarrollarse y pasa ser un ser humano dominado por el sistema, sin posibilidades de mejora y sin la capacidad de explorar sus potencialidades y habilidades de crecimiento. Esto es en pocas palabras la parte más oscura de las organizaciones con las que damos cuenta hoy en día, mal llamadas eficientes y no explotadoras.

### ***2.6.2. Finalidades, oficios y vocación***

Par a lograr determinar el éxito de una estrategia es preciso realizar comparaciones con objetivos previamente planteados y con finalidades de igual manera previamente fijadas de acuerdo a la identidad, cultura u oficios de cada una de las organizaciones. Todo error en la determinación de la cultura e identidad organizacional, detonara en la ineficiencia y fracaso de las estrategias planteadas Godet (1993).

Para ello es precios comprender bien las bifurcaciones entre cada uno de los elementos que conforman a las estrategias, distinciones tales como las siguientes:

- Las finalidades corresponden a los anhelos o misiones entre cada uno de los miembros internos que conforman a la organización.
- Las metas que son principalmente cualitativas, sin caer en la ambigüedad, siempre respetando la claridad necesaria en su estipulación, para que el resto de la organización las comprenda y logre el proceso de apropiación.
- Los objetivos son esencialmente muy detallados y precios, tildan de un carácter cuantitativo, sin llegar a ser reiterativos a las metas.
- Las acciones se consideran como las practicas necesarias para llegar a la confluencia y materialización de los objetivos plateados.

La gran mayoría de las organizaciones toma como prioritario el proceso de planificación, enfocándose en extremo en el ¿cómo? y no en el ¿qué?, es decir, utiliza la mayoría de sus recursos tratando de encontrar el ¿cómo lograr los objetivos planteados?, que deja relegado la parte de la reflexión profunda y crítica sobre la estrategia, que tienen que ver más con el ¿qué hacer? no tanto en el ¿cómo hacerlo?. Esto trae consigo errores de dirección muy graves, ya que las organizaciones pueden tomar un camino sin reflexión y sentido, donde podrían llegar al destino planificado, pero tal vez ese destino no los lleve a ninguna mejora en el largo plazo.

En este sentido según Godet (1993) en un entorno de alta competitividad, tal como el caso del sector MRO a nivel global. Es la calidad y precio de los productos y servicios ofrecidos a los clientes, lo que podría marcar una gran diferencia entre el éxito o fracaso de una organización. Para lograr tales objetivos de calidad y precio, es preciso contemplar al menos cinco estructuras de las organizaciones; Las estructuras de investigación, la producción, distribución y comercialización. Así como también es necesario tomar acción hacia las siguientes recomendaciones a considerar:

- Movilización del personal hacia objetivos claros y concisos
- Reestructuras o eliminar estructuras existentes en las organizaciones, con la finalidad de hacerlas más flexibles y eficaces.
- Buscar obtener en la medida de lo posible la capacidad de autofinanciación.
- Hacer una sinergia entre las estructuras de marketing y producción.
- Incremento en las inversiones de I+D, con la finalidad de optar por tecnologías más eficientes.
- Integrar las fuerzas de distribución y venta, con la finalidad de generar innovaciones en los procesos o servicios de las compañías, no solo técnicas sino también comerciales y financieras.

### ***2.6.3 Estructuras de Organización***

La rentabilidad de las organizaciones depende en gran parte de comprender la relación de las estrategias que las empresas deciden tomar y de las estructuras donde serán aplicadas, ya que

dichas estructuras deben buscar ser flexibles ante el futuro y su evolución. En este sentido según Godet (1993) se distinguen principalmente tres tipos de estructuras base;

Las estructuras funcionales tienden a contar con un control centralizado de todos sus departamentos (compras, ventas, finanzas, producción, etc.), esto trae consigo un incremento en la burocracia de la organización, generando un bajo índice de innovación y desarrollo, haciendo su gestión cada vez más compleja. Por lo general son instituciones poco flexibles y con una gran resistencia al cambio, motivo por el cual sus directivos tratan de atender solo las tareas urgentes, en detrimento de las tareas importantes (reflexivas y prospectivas) a largo plazo, de tal manera que muchas veces no es posible determinar la rentabilidad de las actividades de la organización ni el valor que aporta al sistema donde se desarrolla.

Las estructuras operativas cuentan con un control múltiple, es decir, las grandes organizaciones son controladas por varios frentes, dictados por el mercado, los productos o los servicios que se ofrecen. Por ello suele considerarse como una estructura más realista, donde se tiende a la innovación y se propicia la proactividad de los empleados en la dirección de las organizaciones. Sin embargo, basta con tener actitudes insurrección en las áreas directivas para crear un amplio descontrol en el resto de la institución.

La estructura matricial funciona como una división en líneas y funciones en columnas de las actividades y departamentos de la organización, donde la facultad principal es permitir las iniciativas desde el más bajo nivel operativo hasta niveles operativos altos, sin embargo también pueden impedir dichas iniciativas, motivo por el cual, los directivos financieros y de gestión adquieren la mayoría del poder dentro de este tipo de estructuras, donde al parecer se cuenta con todos los inconvenientes de las estructuras operativas y funcionales (exceso de burocracia y mínima centralización).

#### ***2.6.4. Características del proceso estratégico***

La constante evolución de los mercados y las de empresas alrededor del mundo impone a las organizaciones a optar por estructuras y posicionamientos cada vez más flexibles, donde la adaptabilidad marca la diferencia entre el éxito o el fracaso para hacer frente a los retos

futuros en los campos estratégicos y competitivos. Donde la selección de estrategias marca una de las pautas más importantes para toda organización, toda vez que estas decisiones contingentes deberán ser adecuadas a cada empresa según su diagnóstico interno de fuerzas y debilidades, así como de su tipo de estructura.

En este sentido los criterios estratégicos a considerar por lo general deberán ser múltiples, al visualizarse aspectos tales como la rentabilidad, flexibilidad, crecimiento, adaptabilidad, etcétera. Para ello el método de la elección multi-criterio manejada por Michel Godet (1993) nos ofrece una gran herramienta de ayuda para determinar las mejores estrategias según los escenarios previstos en el estudio prospectivo.

Así mismo el análisis estratégico se considera como una herramienta que conlleva a una reflexión profunda de la situación actual y los anhelos futuros de toda organización, industria o sector, pero también conlleva una cargada dotación de voluntad hacia un proceso de comunicación y motivación, para la ejecución de acciones concretas que logren mover al sistema deseado en el la orientación precisa y necesaria para su desarrollo, con el fin último de cumplir las metas y objetivos plantados de las organizaciones.

Por esto se considera que el proceso de análisis estratégico está caracterizado por ser del tipo:

- Anticipativo: esto debido principalmente a que el proceso de previsión y análisis prospectivo conlleva la reflexión de múltiples factores, como las posibles amenazas existente en el entorno de las organizaciones.
- Normativo y reactivo: el proceder estratégico pretende eliminar las amenazas y aprovechar las oportunidades futuras para las organizaciones.
- Retroactivo: los objetivos planteados al inicio del proceso prospectivo y estratégico se contrastan permanentemente a través del tiempo, motivo por el cual pueden cambiar según el entorno actual o futuro.
- Informativo: el diagnóstico estratégico aporta información de verdadero valor para las organizaciones, al develar de la manera más detallada posible sus fortalezas y debilidades, así como las amenazas y oportunidades.

- Directivo: el plan de acción del proceso estratégico devela la voluntad colectiva de la organización, donde todos de manera sinérgica deberán integrarse a dicho plan.
- Participativo: el análisis estratégico es considerado como un instrumento de diálogo, en el cual se integran todas entidades que se verán afectadas por los cambios estipulantes en el proceder estratégico, para evitar la resistencia de estas entidades vivias organizacionales.

### ***2.6.5. Estrategias contingentes***

La flexibilidad estratégica se refiere a la capacidad de las organizaciones para mantener un esfuerzo constante hacia la vigilancia tecnológica, económica y social. Ya que en la actualidad se considera que la flexibilidad estrategia por sí sola no basta para llegar a ser altamente competitivos, ya que también es necesario buscar la rentabilidad en cuanto a precios y calidad de los productos o servicios que se ofrecen por parte de las empresas inmersas en una industria altamente competitiva.

En la actualidad la reflexión sobre los entornos estratégicos y competitivos no basta, ya que existen organizaciones altamente competitivas en sectores poco estratégicos como la ganadería o siderurgia, y de igual manera existen múltiples organizaciones poco competitivas en sectores altamente estratégicos como la cibernética e informática. Por ello resulta cada vez más evidente que más allá de la selección de una buena dirección estratégica, mucho tienen que ver con contar con el personal capacitado y con las habilidades necesarias para la maniobra, es decir en constante cambio desarrollo.

En este sentido para lograr vislumbrar una buena elección estratégicas, es preciso primeramente considerar ciertos compromisos:

- Es necesario considerar la evolución del entorno estratégico del sector, para mostrar sus riesgos financieros y tecnológicos.
- Considerar las fortalezas y debilidades de las organizaciones, así como sus potencialidades de desarrollo.

- Optar por una estructuración encaminada hacia la flexibilidad estratégica de las organizaciones, con la finalidad de contar con la capacidad de maniobra ante adversidades futuras.
- Buscar la rentabilidad y maximización financiera de la organización en el horizonte temporal seleccionado
- Conciliar los diferentes caminos expresados mediante los objetivos de las organizaciones, a pesar de que existan bifurcaciones entre ellos, siempre tratar de encontrar un camino común.
- Intermediar entre las ventajas y desventajas de la selección de una opción estratégica con pocas o muchas probabilidades de materialización.

Al tomar en consideración los compromisos previamente establecidos, para buscar una mejor flexibilidad estratégica en las organizaciones, el proceso de lograr los objetivos podrá ser más alcanzable, ya que existirá una reactividad hacia las evoluciones del futuro, logrando así materializar dichos objetivos de una mejor manera. Este proceso de materialización pasa principalmente por dos etapas;

- El proceso de reflexión y análisis profundo sobre las posibles estrategias a considerar
- La selección y ejecución de acciones y estrategias en un futuro con alto nivel de incertidumbre.

En este sentido es preciso hacer una distinción entre la toma de decisiones estratégica y el uso de tácticas. La estrategia se enfoca en el direccionamiento y los anhelos a largo plazo que incluyen la voluntad del ser humano para ser materializados, y por el otro lado, los objetivos se refieren a la parte táctica necesaria para el cumplimiento de estas estratégicas, es decir, son los medios requeridos para llegar al final del camino.

#### ***2.6.6. Estrategias genéricas y su función de valoración***

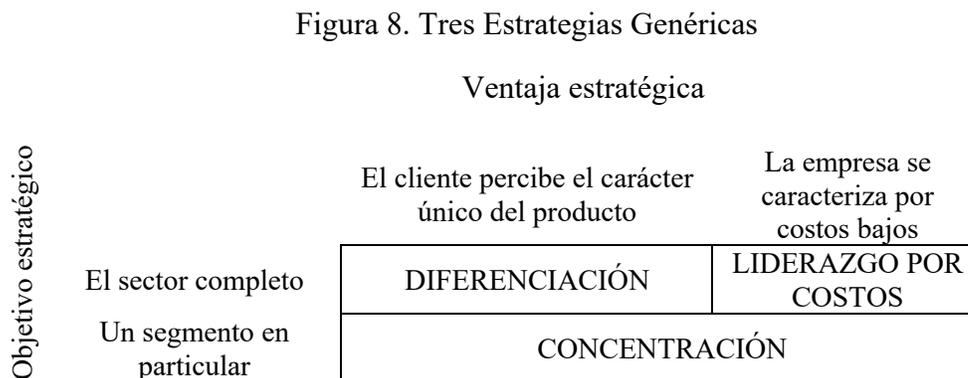
Según Porter (2004) existen al menos tres estratégicas consideradas genéricas por su naturaleza amplia en cuanto a su aplicación, las cuales se enuncian a continuación:

La postura por liderazgo en costos: es mundialmente conocida por ser una de las estrategias más comunes en sectores con un amplio nivel de competencia y altos niveles de producción, donde la organización que opta por este tipo de estrategias se enfoca en su experiencia y su posición de liderazgo mediante su capacidad de producción alta, es decir se gana debido a los costos marginales de escalamiento en la producción.

La postura de diferenciación: esta estrategia se basa en ofrecer productos o servicios diferenciados con la competencia, de tal manera que el costo, ya sea alto o no, no tiene poder de influencia en la compra, ya que lo relevante para la decisión de comprar o no el producto tiene que ver con las características especiales y únicas que ofrece el producto o servicio que las empresa ofrece a su clientes.

La postura de concentración: esta estrategia está basada en ofrecer un segmento de oferta reducida a una alta demanda, es decir, se ofrecen productos o servicios con un alto nivel de exclusividad, los cuales siempre serán reservados o únicos. Enfocándose solo en la producción de pocas piezas que hacen elevar su valor a través del tiempo, debido principalmente a su rareza o escases en el mercado.

Estas estrategias se explican de manera ilustrativa en la siguiente figura (8):



Fuente: Elaboración propia, basado en Porter (2004).

Al momento de elegir alguna de estas estrategias previamente estipuladas, Porter (2004) menciona que hay que elegir con mucha precaución, ya que dicha elección deberá integrar el análisis de las características de las organizaciones, es decir, sus fortalezas,

debilidades y posicionamiento competitivo, así mismo cada una de estas estrategias tiene su lado débil o negativo, tal como se explica a continuación:

El liderazgo por costos puede traer consigo graves peligros en un futuro incierto, ya que las organizaciones que optan por este tipo de estrategia, frecuentemente son muy estandarizadas en sus procesos o servicios, con la finalidad de lograr altos niveles de eficiencia y con ello poder soportar los costos bajos de sus productos o servicios, por lo que cuentan con poca flexibilidad de movimiento ante cambios abruptos de la demanda o del gusto de sus clientes.

La estrategia de diferenciación donde la marca se paga por sí sola, más allá del costo real del producto, el cliente es capaz de pagar lo que sea con tal de obtener algo especial y único en determinado momento, sin embargo, esta estrategia y tipo de ventaja es muy frágil ya que las imitaciones de estos productos hacen disminuir las ganancias de las organizaciones.

La concentración como estrategia trae consigo, los riesgos añadidos de que en un futuro se retome la producción de los productos que antes eran limitados y ahora pasan a ser comunes, lo que disminuye su valor por su rareza.

La realidad del proceder estratégico es que no existen solo tres estrategias en el mundo competitivo de las organizaciones o sectores industriales, ya que cada estrategia puede estar cargada de factores únicos y aplicables a cada uno de los sectores de interés. Por ello es preciso mencionar que se debería considerar entre las estrategias genéricas su valoración y la innovación que traen consigo, pues a menudo las empresas se dedican a tomar una estrategia en detrimento de la otra, esto trae consigo problemas a futuro, ya que en realidad estas estrategias son un complemento entre ellas.

Si las organizaciones consideran el complemento entre las estrategias, esto les traerá grandes beneficios, al pensar no solo en los procesos que pueden eficientar mediante la estrategia de costos, si no que valor añadido pueden ofrecerle a sus clientes mediante sus productos o servicios.

En este sentido es muy importante también considerar los tres polos de la innovación que contemplan la investigación, producción y mercado, definidos como el triángulo de la

innovación. Ya que esto trae consigo un amplio desarrollo para las organizaciones que lo integran, pues logran generar innovaciones en toda la cadena de valor de las empresas para mejor y desarrollar su potencial de crecimiento a través del tiempo.

### ***2.6.7. Estrategias y sus dilemas***

Las estrategias de las organizaciones pueden ser caracterizadas según Godet (1993) bajo tres principales dilemas; corto plazo vs largo plazo, diversificación vs repliegue y crecimiento vs beneficios.

En este sentido, la estrategia empresarial podría llegar a estar condicionada por el mercado a corto plazo, donde las organizaciones buscan tener un gran impacto mediante una fuerte presencia en los mercados mundiales con intensas campañas de marketing y una amplia gama de financiación.

A partir de los años 70's Japón comenzó a utilizar el enfoque de largo plazo, valorando prioritariamente la tecnología y la calidad. Ya que esta nación nipona logro cumplir con su objetivo de lograr ser el país número uno en producción de vehículos automotrices en un lapso de 15 años. El resto de los países al rededor del mundo decidió optar también por un cambio hacia estrategias de largo plazo.

Sin embargo, a pesar de que la estrategia es clara en cuanto al apoyarse en la tecnología y calidad, esto no es suficiente ya que existen factores determinantes para el éxito de este tipo de estrategias, tales como los aspectos culturales y contextuales que se viven en las naciones que han llevado con éxito estrategias de largo plazo, por ejemplo: a) las discusiones colectivas para la solución de problemas, b) el reclutamiento y movilización del personal de acuerdo a los objetivos establecidos por la organización.

Por ello es que constantemente las organizaciones que no cuentan con este tipo de contextos culturales tienen el dilema de si optar por estrategias de corto o largo plazo. Donde frecuentemente las empresas viven atemorizadas por la subsistencia en el corto plazo y dejan todo el poder en manos de los financieros, de los cuales dependen para dar operatividad a la organización, relegando el futuro a largo plazo, ya que dichos financieros tienden a ser poco

proclives a tomar riesgos para el crecimiento futuro de las organizaciones, motivo por el cual el futuro de la organización se ve opacado, ya que el éxito al largo plazo de una compañía requiere de apuestas ambiciosas y ganadoras (Godet, 1993).

Las organizaciones Japonesas lograron generar múltiples herramientas de apoyo con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo principal de ser grandes productores automotrices, sin embargo, para ellos el cumplimiento de estos objetivos a través de una estrategia a largo plazo, fue por un carácter del tipo competitivo ya que las ganancias para ellos solo son el resultado de una voluntad inamovible para cumplir sus metas, es decir, su anhelo inicial más profundo fue lograr ser la nación más competitiva en este tipo de sectores industriales, sin pensar de inicio en los beneficios económicos que esto les podría generar.

Para que la nación japonesa lograr sus objetivos, se hizo valer de una herramienta fundamental denominada árboles tecnológicos, ya que la cultura japonesa valora mucho la representatividad que tiene el árbol en concordancia con el flujo vital de una organización, ya que consideran que la tecnología es un ente vivió así como las organizaciones y los árboles, donde cada una de las ramas del árbol puede considerarse como un departamento empresarial necesario para el crecimiento de la organización, así como el tronco es la estructura vital que los mantiene unidos y que les da un motivo para desarrollarse y crecer, es decir, se puede entender al tronco como la razón de existir de una organización. Así mismo, si una rama no prevalece o muere, el resto del árbol no deberá caer, ya que existen múltiples departamentos y factores que pueden retoñar o crearse de forma novedosa para seguir encausando el crecimiento de las organizaciones mediante frondosas ramas. Sin embargo, si la razón de existir de la organización se pierde, al ser esta considerada como la raíz y el tronco que mantiene con vida la estructura, todo en algún momento dado entrara en decadencia y morirá la organización, tal como la naturaleza del árbol.

Así mismo otro de los dilemas en la estrategia tiene que ver con el crecimiento vs beneficios, esto se debe a que el crecimiento no es sinónimo de beneficios, cómo se puede constatar con lo sucedido con la empresa Nissan en pleno siglo XXI, la cual tuvo una fuerte crisis financiera y para su rescate los directivos optaron por tomar decisiones y estrategias de verdadero peso para el sector. Ya que lograron visualizar que en su afán por la expansión y crecimiento acelerado, descuidaron aspectos esenciales como la calidad, la factibilidad y

rentabilidad de las nuevas líneas de mercado en las que estaban incursionando, motivo por el cual reportaron grandes pérdidas. Por tal motivo optaron por cerrar múltiples plantas de producción alrededor del mundo y focalizar su producción en países con mejores rendimiento en cuanto a costo-beneficio, aunado a esto, declararon su salida de algunos segmentos de mercado en los cuales estaban generando pérdida y no estaban completamente preparados para hacer frente a su competencia, así que regresaron a lo básico, a la producción y venta de vehículos en segmentos de amplio dominio para la marca nipona.

Por ello, es preciso reconocer que el crecimiento no siempre esta acompañado de beneficios y el optar por este tipo de estrategias siempre deberá ir acompañado de un previo análisis a profundidad del contexto empresarial y un diagnostico organizacional, así como de análisis prospectivos para determinar posibles riesgo y futuros posibles.

#### ***2.6.8. Identificación y evaluación de las estratégicas***

Los procesos de selección de estrategias tienen ya varias décadas de ser estudiados, por grandes iconos en el tema desde la época de 1965, tal como Ignor Ansoff, quien desde aquellos años ya reconocía al menos tres tipos de decisiones en las estrategias. De tal manera que a pesar del paso del tiempo, este tipo de conocimiento parece no envejecer ni perder vigencia, ya que en la actualidad la mayoría de las decisiones que se toman siguen cayendo en al menos una de las tres categorías propuestas:

- Las secciones del tipo estratégicas que tiene que ver principalmente con aspectos exteriores a la organización, como el rumbo o direccionamiento de la organización o de un sector en específico.
- Las decisiones administrativas que tienen que ver con aspectos internos a las organizaciones, del tipo de gestión del capital humano, análisis de las estructuras organizacionales, etcétera.
- Las decisiones operativas también tienen que ver con aspectos más internos a la organización, ya que se trata de aspectos más de eficiencia y eficacia de los proceso de producción o de los servicios ofrecidos por las compañías.

Así mismo, para Godet (1993) el carácter interno y externo de las organizaciones es indisociable, es decir, las características internas de las empresas, generan cambios en las características externas de las mismas, por ello, el tomar decisiones aisladas para las estrategias en las organizaciones, podría llevar al fracaso de las mismas, motivo por el cual, ambos análisis son necesarios para seleccionar de estrategias adecuadas a las naturales de las compañías y para el contexto donde se desarrollan.

En este sentido, a continuación se describen de manera general algunas de las etapas que integran el proceso de la toma de decisiones:

- Identificación de los requerimientos de cambio de las organizaciones.
- Formulación de las posibles decisiones a ser tomadas por parte del personal directivo.
- Evaluación de las opciones estratégicas por todo el grupo de estrategia, planeación y directivo de las organizaciones.
- Elección de las estrategias, así como la puesta en marcha de las acciones requeridas para ejecutarlas.

En la siguiente tabla se muestran una serie de ejemplos que según Godet (1993) pueden llegar a ser funcionales al momento de la investigación de ideas estratégicas:

**Tabla 3**  
*Investigación de Ideas Estratégicas*

Campos	Acciones posibles
Productos	— Modificar la gama de los productos — Modificar el precio de los productos existentes
Mercados	— Extender el mercado
Servicio postventa	— Mejorar el servicio ofrecido, o reducir su coste, o hacerlo más selectivo
Canales de distribución	— Mejorar los canales de distribución actuales — Buscar nuevos canales de distribución
Implantación	— Buscar una mejor implantación
Costes de fabricación	— Buscar nuevos métodos de fabricación — Buscar una economía en los aprovisionamientos
Organización	— Buscar una organización más dinámica

Personal	— Modificar el perfil y el modo de reclutamiento
	— Mejorar la formación
	— Modificar la política de carrera
Finanzas	— Acrecentar las posibilidades de financiación
	— Buscar fuentes de financiación menos costosas
Métodos de gestión	— Introducir un sistema de control de gestión
	— Hacer más eficaz el control existente.

---

Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (1993, p. 292).

Las organizaciones no siempre logran reconocer la necesidad del cambio y de la toma de nuevas estrategias para el futuro, motivo por el cual muchas de ellas se mantienen aferradas a estrategias del pasado que les dieron grande éxitos, pero que en el tiempo actual dichas estrategias no representan otra cosa más que solo pérdidas. Por ellos es precios no subestimar la resistencia al cambio de las organizaciones, ya que esta parte es fundamental para lograr avanzar con el proceso estratégico de la toma de decisiones.

En este sentido es preciso realizar siempre una reflexión profunda y diagnóstica de la naturaleza de las organizaciones, así como de su contexto, ya que frecuentemente los directos en la premura por ejecutar acciones encausadas hacia el crecimiento, omiten este paso tan importante reflexión y prospección a futuro. Ya que no logran reconocer en algunos de los caso que el crecimiento no siempre es sinónimo de rentabilidad, por ello, en el proceder estratégico se deberá buscar en todo momento la rentabilidad de la organización, así esto represente un reducción en el ritmo de crecimiento de las empresas.

Una vez seleccionadas las estrategias disponibles, tendrán que ser evaluadas y es en ese punto de evaluación donde algunos equipos de dirección por la urgencia que tienen hacia la acción, dejan un poco de lado esta actividad tan esencial. Evaluando solo de manera somera las estrategias tomadas con indicadores medianamente ponderados.

Debido a esto Godet (1993) sugiere que para evitar este tipo de sesgos cognitivos, se haga uso de la herramienta Multipol, la cual considera los escenarios más probables del entorno estratégico donde se encuentran inmersas las organizaciones. También se incluye el diagnostico de las organizaciones, ya que esto permite identificar las acciones adecuadas a tomar en cada uno de los casos planteados, así como también es funcional para determinar

cuáles escenarios son proclives a rechazarse. También ayuda a determinar cuáles estrategias tendrán mayores o menores niveles de riesgo para la organización.

### ***2.6.9. Árboles de pertinencia***

El método denominado como árboles de pertinencia nace en los campos tecnológicos y militares, donde se busca determinar acciones concretas para objetivos específicos a lograr dentro de las organizaciones, por la partes superior del árbol fungen como los objetivos esenciales y los niveles inferiores son considerados como las acciones operacionales necesarias para el cumplimiento de dichos objetivos, este tipo de árboles de pertinencia suelen tener un diseño más de tipo matricial y pueden desarrollarse entre 5 a 7 niveles de altura según los objetivos que sean planteados en la parte superior del árbol.

En la parte superior de un árbol de pertinencia existen las finalidades, es decir, los objetivos, misiones y políticas, que desean desarrollarse. Así mismo se cuenta con los niveles inferiores del árbol, lo cuales contienen los medios necesarios para lograr los objetivos deseados, es decir, las acciones directas o complementarias necesarias para llevar a cabo la integración de alguna política deseada o llegar a la solución de alguna problemática esencial.

La construcción del árbol deberá cumplir con ciertos criterios según Godet (1993):

- Tendrá que existir independencia entre nodos de un mismo nivel
- No existirá relación entre dos niveles no sucesivos
- La base deberá ser equilibrada según los objetivos planteados en los niveles superiores, con la finalidad de generar un equilibrio en el grafico construido.

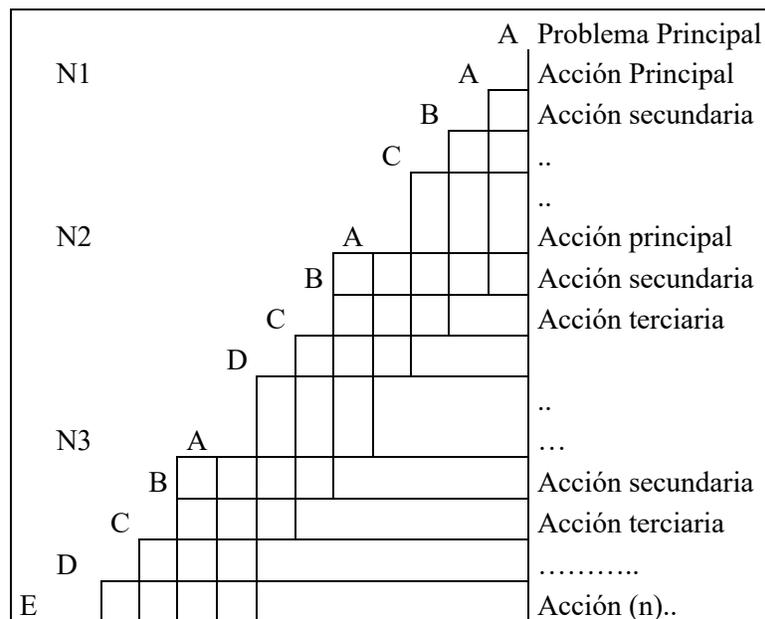
En este sentido para la elección de las acciones y objetivos pertenecientes al árbol de pertinencia, será necesario un análisis previo sobre la naturaleza del sistema, considerando dos enfoques principales para la elección de los mismos:

- Enfoque ascendente: estudia las acciones aceptadas a partir de los efectos que estas pueden producir, así mismo, los objetivos son analizado a partir de dichos efectos.

- Enfoque descendente: en este enfoque se estipulan los objetivos anhelados, de tal manera que estos objetivos sean lo más específico posibles, y con ello, lograr determinar las acciones necesarias para su cumplimiento.

Para el desarrollo del método es preciso ser lo más claro posibles al momento de plantear los anhelos en objetivos deseados por parte de las organizaciones, ya que en todo momento es necesario saber de qué se está hablando y no perder claridad a los largo de todo el proceso, en este sentido, se sugiere que debido a que el método por su gran extensión se hace ilegible rápidamente, se use un gráfico de tipo matricial como el que se muestra a continuación:

Figura 9. Gráfico de Pertinencia



Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (1993).

### 2.6.1.1. Evaluación de las acciones

Para la evaluación de las acciones que se consideran dentro del árbol de pertinencia, se deberán evaluar cada una de las acciones y su aportación a los objetivos del sistema. Por ello cada acción en el nivel 1 (i-1), indicara el nivel de participación de las acciones al siguiente nivel (i). En este sentido, Godet (1993) propone una forma de medición simple donde en cada nivel (n) se realizan pequeñas matrices subdivididas, que a la vez integran la matriz

principal al final del proceso. Esta fase permite jerarquizar los caminos a tomar para el cumplimiento de los objetivos, según la contribución de cada una de las acciones planteadas dentro de toda la matriz global.

En este sentido el nivel (i) corresponde al nivel principal con subjetivos, el nivel (i-1) corresponde a las acciones medias y el nivel (i-2) corresponde a las acciones elementales. Para la subdivisión de matriz principian en pequeñas matrices secundarias, pueden desarrollarse matrices por cada par de niveles, es decir, el nivel (i) y el nivel (i-1) pueden formar una matriz donde las acciones a tomar en (i) sean el marco de evaluación para las acciones a tomar en (i-1). Así mismo, para los niveles (i-1) e (i-2) las acciones del nivel (i-1) serán el marco de evaluación para las acciones a tomar en (i-2).

Para la evaluación final de toda la matriz será preciso utilizar las notaciones sobre los nodos que conforman la matriz, ya que la pertinencia de cada uno de los nodos (caminos) oscila entre 0 y 1, como elemento de evaluación. Para obtener la evaluación de la pertinencia global es preciso realizar la sumatoria de los matices sub-divididas, esto se hace de la siguiente manera:

$$\text{Mat. A} \times \text{Mat. B} \times \text{Mat. C} = \text{P}$$

En este sentido, dentro de la matriz de evaluación (A, B, C) los resultados de cada una de las matrices deberá multiplicarse, donde el resultado final de los pesos ponderados será (1).

### ***2.6.1.2. Límites de los árboles de pertinencia***

Cuando un árbol de pertinencia es construido a cabalidad con todas las herramientas necesarias, su desarrollo puede requerir de un gran esfuerzo para lograr culminarlo. Así mismo, este método puede llegar a ser limitativo en cuanto a la consideración de la incertidumbre, ya que no pondera de manera amplia los efectos negativos ente la ejecución de las acciones y el cumplimiento de los objetivos.

Sin embargo, esta método es uno de los métodos más utilizados y potentes en las fases de prospectiva y de estrategia, para seleccionar caminos de desarrollo cada vez más óptimos a

considerar por las organizaciones, es decir, este método arroja luz en ciertos lugares de sombra ya que puede detectar objetivos no relacionados con los medios previstos, y por ello este método logra eliminar la redundancia que otros métodos no pueden.

Este método cuenta con un amplio reconocimiento, debido a la rigidez con la que se desarrolla y la amplia aplicabilidad de que tiene entre diferentes sectores y sistemas, principalmente por su carácter sencillo y comprensible, en su parte cualitativa sobre la explicación de los caminos adecuados para el logro de los objetivos planteados.

### ***2.6.1.3. Método Multipol***

El método denominado Multipol, es uno de los métodos más simples, pero no así sencillos de ejecutar, al momento de evaluar la toma de decisiones estratégicas. Esto debido en gran parte a que se basa en técnicas de medición de medias ponderadas. Así mismo, ayuda a dar solución a las problemáticas clásicas presentadas en las tomas de decisiones estratégicas, tales como; la selección y evaluación de las acciones a ejecutar, así como la clasificación y ordenamiento de dichas acciones para integrar una adecuada estrategia para las organizaciones.

En este sentido el Multipol ayuda a sobrellevar las típicas problemáticas de selección estratégica, ya que establece juicios comparativos, mediante el análisis de múltiples contextos de estudio entre las posibles políticas a seleccionar y los escenarios prospectados. En este método se utiliza el ordenamiento de las acciones posibles a tomar, la elaboración de criterios y el análisis de las consecuencias.

La amplia aplicabilidad del método de multi-criterio y políticas, se debe principalmente a la gran flexibilidad con la que cuenta, ya que en este método cada una de las acciones a considerar para la resolución de una problemática clave definida mediante escenarios prospectivos, cuenta con una ponderación en escala simple que va del 0 al 20. Donde dichas ponderaciones se obtienen mediante cuestionarios o reuniones con expertos, donde será necesario encontrar el consenso entre los expertos para lograr finalizar la evaluación de cada acción propuesta para cada una de las problemáticas clave identificadas.

Este método es muy potente ya que toma en consideración la evaluación por parte de los expertos desde diferentes contextos de análisis y evaluación. Ya que cada uno de estos expertos se encuentra en un contexto distinto, esto puede afectar su ponderación en cuanto a las acciones, debido a que cada uno de ellos cuenta con valores de decisión distintos, o enfoques estratégicos no determinados, así como la existencia del factor de la temporalidad, que también resulta relevante para este tipo de ponderaciones.

En este sentido, el método Multipol integra un procedimiento de puntuación para medir las acciones en diferentes contextos. Para que los expertos a su vez logren ampliar su enfoque y tomar una mejor determinación de valor al momento de evaluar las acciones a ejecutar. Así mismo, dentro del método se considera el factor de riesgo, proveniente de las hipótesis en conflicto o incertidumbre de los expertos, por ello sugiere el desarrollo de un plan de estabilidad de clasificaciones. Mediante este plan es posible constatar la consistencia de los resultados o su afectación por los puntos de vista conflictivos o incertidumbres no determinadas.

En este sentido para el desarrollo concreto del largo proceso que conlleva el método, existen softwares adecuados para el uso del Multipol, ya que con este tipo de procesos se busca que el tratamiento de que se le da a la información recabada (en esencia subjetiva) sea lo más objetiva posible. Ya que finalmente en todo proceso de acción siempre el eje central es la voluntad del ser humano para ejecutar dichas acciones en pro de un mejor desarrollo futuro.

## **2.7 Sector de Mantenimiento Aéreo / MRO (Variable Dependiente)**

### ***2.7.1. Antecedentes del sector industrial del Mantenimiento Aéreo***

La industria aeronáutica en México y sus precedentes se remontan hacia antes de la segunda guerra mundial. La instalación en el país de las primeras industrias sucede en los años sesenta. Iniciando la empresa Rockwell Collins y Swith, posteriormente en la ciudad de Querétaro arribó una empresa para servicios de componentes y manufactura, General Electric (GE) se instaló en la misma ciudad en 1990, en el mismo año la empresa Smith West se estableció en Sonora (Cordero, 2012).

La industria aeronáutica está constituida por más de 300 empresas aeronáuticas en México (Villareal, Flores S. y Flores M., 2016). En 2014 ésta industria exportó más de 6 mil 300 millones de dólares, lo que equivale a un crecimiento de 26.3 % en relación con el 2012 (ProMéxico, 2017). Así mismo, México se posiciona como uno de los principales proveedores de partes aeronáuticas hacia los Estados Unidos, por encima de países como Brasil, China, Israel. Por ello dicha industria genera más de 45 mil empleos directos (ProMéxico, 2017).

Debido a este crecimiento tan acelerado es que actualmente en México existen diversos programas para la capacitación de este sector, donde los programas educativos están dirigidos a formar recursos humanos de calidad, donde se cuenta con capacitaciones a nivel técnico especialista, para el área de operaciones, así como para ingeniería a nivel licenciatura y posgrado. Algunos de los centros educativos que actualmente imparten en México este tipo de conocimiento son: la Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma del Estado de Puebla, Universidad Aeronáutica de Querétaro y los campus (ESIME) y (UPIIG) del Instituto Politécnico Nacional. En México la industria aeronáutica está establecida en más de 18 estados del país (KPMG, 2017).

La Secretaría de Economía (2016), califica a este sector industrial como estratégico y trabaja en conjunto con la industria, a través de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), que se estableció en noviembre de 2007, la cual es una asociación no lucrativa que reúne la mayoría de las empresas de la industria aeroespacial en México, jugando un papel importante para el desarrollo de estrategias y cumplimiento de metas (FEMIA, 2012).

Existen principalmente dos formas de estructura de la industria aeronáutica, las cuales se describen en la siguiente tabla (3):

**Tabla 4**  
*Estructura Base de la Industria Aeronáutica*

Tipo de Estructura	Segmentos
Empresas y Cadena de Valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas integradoras de equipo original (OEM's)</li> <li>• Contratistas de primera línea (Tier 1)</li> <li>• Los subcontratistas (Tier 2 y 3)</li> <li>• Empresas de Servicios de Mantenimiento</li> </ul>
Productos Fabricados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aviación comercial</li> <li>• Aviación regional</li> <li>• Aviación general (ligeros y de negocios)</li> <li>• Aviación militar (transporte, caza, entrenamiento)</li> <li>• Helicópteros (civiles y militares)</li> <li>• Fabricación de motores, equipos, lanzadores y misiles</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, basado en FEMIA (2017).

Ambas estructuras pueden ser de gran apoyo dependiendo la naturaleza del estudio, en el caso de la presente investigación se optó por una visión de integración desde la perspectiva de las empresas y cadena de valor. Ya que esta refleja de una mejor manera las actividades que se desarrollan en las organizaciones de mantenimiento aeronáutico (MRO), en contraste con la de productos fabricados que refleja de manera más clara las organizaciones dedicadas a la parte de la manufactura.

Así mismo el mercado aeronáutico a nivel global puede ser concebido principalmente por cuatro principales rubros o segmentos según Hernández (2015); 1)

fabricación de aeronaves comerciales, fabricación de aeronaves de tipo regionales, fabricación de aeronaves generales y finalmente el sector de servicios de mantenimiento, reparación y revisión mayor de tipo (MRO).

En este sentido, según Hernández (2015) los servicios de mantenimiento aeronáutico, tienen que ver con actividades que conllevan revisión, lubricación y sustitución o reparación de componentes. Algunos de los servicios establecidos por los fabricantes de aeronaves limitan las actividades de mantenimiento a revisión, limpieza y lubricación periódica, después de ciertos ciclos de vuelo (se considera un ciclo a un despegue y un aterrizaje de la aeronave). Sin embargo existen otras situaciones donde se requiere una intervención mayor de tipo mecánica para ejercer tareas de arreglos.

### ***2.7.2. Conceptualización del Mantenimiento Aéreo (MRO)***

El mantenimiento aéreo puede definirse como las actividades empresariales que tiene que ver con el reacondicionamiento, modificación y mantenimiento de aeronaves. Las operaciones de este tipo de actividades conllevan desde servicios simples en línea, hasta servicios muy especializados como el mantenimiento mayor, donde se modifican estructuras fundamentales para las operaciones de vuelo de las aeronaves.

En este rubro el estado de Querétaro es la región más destacada del país, ya que es una de las entidades con mayores centros de mantenimiento a nivel nacional, algunos de los cuales son considerados como de alta especialización. Destacándose también en ámbitos como la manufactura (ProMéxico, 2017).

En la región Queretana se han desarrollado algunos estudios del sector aeronáutico para tratar de comprender su complejidad. Tal como el caso de análisis de las capacidades y oportunidades de la industria aeronáutica de Villavicencio et. al. (2013). En el cual, se analiza el papel de la empresa Bombardier, y la considera como una empresa tractora para el sector aeronáutico de la región Queretana, ya que dicha organización desencadeno cambios importantes en la dinámica industrial del estado.

En este estudio se muestra que las condiciones necesarias para que se lograra la implantación de este tipo de empresas, fue contar con un tejido industrial, es decir, los sectores que pueden tener fuerte conexión para dar apoyo al sector principal. Por ello, los sectores de autopartes, electrónica, química y metalmecánico fungieron como parte de este

tejido necesario. Así mismo, hace referencia a que fue imprescindible contar con instituciones académicas que ofertaran los recursos humanos necesarios (Villavicencio et al., 2013).

Por otro lado Casalet et al., (2011), estudia a los actores clave y las redes involucradas en el desarrollo del clúster aeroespacial de la entidad, detectando que las redes formadas a partir del agrupamiento sectorial y regional del estado son de carácter multifuncional, donde se tiene como propósito la variabilidad técnica.

Así mismo este estudio culmina con un atento llamado de atención para las empresas integradoras OEM's. Para que participen activamente en el apoyo al desarrollo de empresas mexicanas, para que formen parte integral de la cadena de valor. Ya que estas no cuentan con los recursos necesarios para participar como proveedores locales. Debido entre otras cosas a los altos costos de certificación y equipamiento que el sector requiere.

### ***2.7.3. Estructuración de la industria MRO en la Región***

La industria aeronáutica se ha convertido en una de las actividades principales para el estado debido al beneficio económico que esta industria genera. Gracias a esto se logró consolidar el Aero-clúster, uno de los más importantes a nivel nacional, el cual, tiene como objetivo contribuir al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades del sector. El estado se ha reforzado como punto estratégico debido a la fuerte inversión extranjera que ha obtenido en los últimos años. En este contexto la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro (UNAQ) ha sido pieza clave generando los recursos humanos especializados con programas educacionales competitivos para la industria.

Aunado a esto, el estado de Querétaro cuenta con una excelente ubicación geográfica, donde la región se ha visto favorecida con crecimiento y desarrollo en su población, ya que se encuentra ubicado cerca del Distrito Federal, conformado por 18 municipios y su colindancia con los estados del centro del país (Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo Estado de México y Michoacán) lo colocan en la actualidad como la mejor opción para los empresarios que buscan invertir en México.

En este sentido, Querétaro cuenta con un Aeropuerto Intercontinental, que fortalece el liderazgo en el que se ha posicionado el estado, ya que ocupa el sexto lugar en transporte

de carga a nivel nacional y fue reconocido por contar con el primer aeródromo con certificación en México.

La entidad cuenta con más de 30 empresas de las cuales se derivan exportaciones por más de 693 millones de dólares anuales. Generando más de 3,600 empleos en la entidad, donde el sector aeronáutico de mantenimiento está consolidado por las siguientes empresas principalmente: Techops Mexico, GE Infraestructure, Eurocopter, Brovendi Reme, Elimco Prettl Aerospace, Galnik, Crío, NDT Export México, ITP, Grupo Safrán, en su mayoría certificadas en AS9001 (ProMéxico, 2017).

#### ***2.7.4. Desarrollo de la industria de mantenimiento aeronáutico***

El sector de mantenimiento aeronáutico opera a nivel mundial y tiene relación con cadenas globalizadas de valor, así mismo, existe un bajo número de productos oferentes (aeronaves). Por ello, actualmente se transita por una fase de especialización horizontal, pasando a una etapa de cooperación multinacional. Donde los fabricantes combinan otras funciones y actividades de ingeniería, fabricación y servicio al cliente en diferentes ubicaciones alrededor del mundo. Así mismo, la industria aeronáutica ha mantenido un crecimiento estable con una tasa anual de 5% (FEMIA 2017).

Esta industria se encuentra desarrollada en un oligopolio en el que unos pocos fabricantes de abastecimiento dominan el mercado. Por tal motivo, los países compradores demandan cada vez más inversiones a las empresas manufactureras. Lo que provoca que el proceso de producción se fragmente y distribuya, con dos objetivos: determinar la mejor opción para la organización en el territorio más estratégico y competitivo, y al mismo tiempo para cumplir con los requisitos del cliente.

El rápido crecimiento del sector aeronáutico demuestra que es un mercado creciente y rentable para las fábricas de aeronaves, materiales, componentes y mantenimiento, sin embargo, las industrias participantes enfrentan grandes desafíos de cambio, mejora, innovación. Donde es necesario buscar la estabilidad económica, a través de una estrategia competitiva con el fin de incrementar la competitividad y posicionamiento de la industria (Cordero, 2012).

En el contexto actual donde se ve favorecida la demanda de aeronaves y crecimiento de las aerolíneas con flotas cada vez más modernas, se genera la necesidad de contar con

centros regionales de servicios preventivos y correctivos de mantenimiento aéreo. Llevando a cabo sus actividades con la mayor calidad exigida por el sector, para la correcta aeronavegabilidad de los equipos de vuelo. Por ello, es fundamental contar con una cadena de suministros que atienda de manera eficaz a los (MRO's) en aspectos clave como partes, componentes, materiales y equipo.

### **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

El sistema de estudio está conformado por más de 30 organizaciones relacionadas con el sector aeronáutico de mantenimiento (MRO) del estado de Querétaro según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, INEGI, 2023).

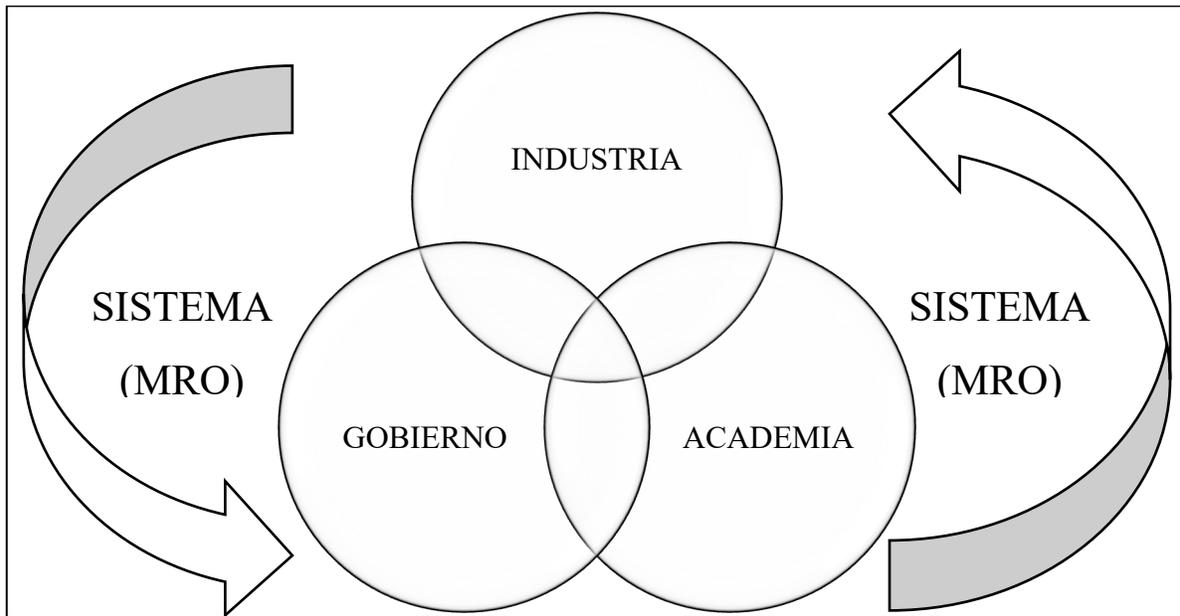
La estrategia metodológica es de tipo cualitativa y está basada en un análisis del sistema servicios MRO (Maintenance Repair and Overhaul) en el estado de Querétaro. La gestión tecnológica es implementada desde un enfoque prospectivo, utilizando la técnica por escenarios, en la cual los resultados muestran la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis planteadas.

El horizonte temporal de esta investigación será durante 2020-2023 y el diseño de investigación para este trabajo es de tipo no experimental con estructura transversal o transaccional.

#### **3.1. Sistema de Análisis**

El sistema analizado contempla tres grandes grupos de actores que conforman la integración del sistema de MRO en la región de Querétaro, Mex.; Estos grandes grupos de actores son la Academia, Industria y Gobierno. Cada uno de ellos cuenta con organizaciones que los representan como elementos dentro del sistema estudiado, tal como se muestra a continuación:

Figura 10. Integración del Sistema (MRO)



Fuente: Elaboración propia.

1) Los actores del grupo de academia relacionados con el sector MRO son:

- Centro de Tecnología Avanzada
- Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
- Centro Nacional de Metrología
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica
- Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
- Universidad Aeronáutica en Querétaro
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey campus Querétaro
- Universidad Autónoma de Querétaro

2) Los actores relacionados con el grupo de Industria de MRO son:

- TechOps México (AM DL MRO JV, S.A.P.I. de C.V.)
- Safran Aircraft Engines México
- Safran Landind Systems México
- Safran Landind Systems Services Americas Shop

- Safran Aircraft Engines Services Americas Rep
- Safran Services North America
- Safran Aero Composites
- ITR-Turborreactores, S.A. de C.V.
- Airbus Centro de Mantenimiento
- Airbus Helicopters Mexico Queretaro S. A de C.V.
- Technology Development Aalar S.A. de C.V.
- Aernnova Aerospace Mexico S.A de C.V
- Aernnova Componentes Mexico S.A de C.V.
- Daher Aerospace Queretaro S.A. de C.V.
- Sonora S Plan S de RI de C.V.
- Duqueine Group Mexico S.A. de C.V.
- Industria de Tuberias Aeronáuticas de México S.A. de C.V.
- ITP Ingenieria y Fabricacion S.A. de C.V.
- Lauak Aerospace Mexico S de RI de C.V.
- Meggitt Aircraft Braking Systems Queretaro S de RI de C. C.V.
- Montajes Aeronauticos de Mexico S.A. de C.V.
- PCC Aerostructures Mexico S.A. de C.V.
- Turborreactores S.A de C.V.

3) Los actores del grupo de Gobierno relacionados con el sector MRO son:

- Secretaria de Economía (SE)
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Agencia Federal de Aviación Civil Internacional (AFAC)
- Secretaria de Desarrollo Sustentable de Querétaro (SEDESU)

### **3.2. Selección del Método**

El método seleccionado para llevar a cabo la presente investigación es un método de tipo prospectivo desarrollado por Michel Godet (1993), debido a que dicho método, es

considerado como uno de los más robustos para desarrollar estudios prospectivos, mediante la técnica por escenarios, ya que esta técnica permite postular escenarios múltiples según el grado de probabilidad ponderada de un futuro planteado, es decir, es un método potente y fiable que se ha ganado su validez, desde su creación en la escuela francesa de prospectiva. Así mismo, es preciso conocer que existen distintos tipos de escenarios que se pueden prospectar. Según Álvarez (2015) existen tres grandes categorías; Por su forma de construcción, por el tipo de planeación y por su intención de desarrollo.

En este sentido la metodología seleccionada para desarrollar el presente trabajo de investigación, tiene que ver con la escuela voluntarista de Godet (1993). Mediante el desarrollo de escenarios prospectivos, ya que esta metodología muestra una gran potencialidad de adaptación al contexto Latinoamericano, al considerar la limitada fluidez de la información entre las empresas de los ramos industriales, debido principalmente a problemas de confidencialidad de las organizaciones. Tal como es el caso del sector de mantenimiento aéreo de Querétaro, México.

### **3.4 Construcción de la Base Analítica**

En la fase inicial de un estudio de tipo prospectivo, se trata de generar un imagen lo más certera posible sobre el fenómeno de estudio o del sistema analizado, por ello se requiere determinar en su gran mayoría, las variables internas y externas que conforman a dicho sistema. De esta manera se logra definir de una forma bastante clara y precisa la delimitación de cada uno de los fenómenos que se analizan. En esta fase no se discrimina ningún tipo de variable, ya sean cuantitativas o cualitativas. Con la finalidad de obtener un panorama más amplio del fenómenos estudiado (Godet 1993).

Este análisis conlleva un gran esfuerzo por parte de los investigadores, ya que requiere información de tipo cuantificable y cualificable, como lo pueden ser factores políticos, económicos o sociales. Por ello, se pone de relieve en esta fase los retos a futuro y los grandes problemáticas que puede llegar a padecer el sistema analizado. Así mismo, se busca determinar cuáles son los posibles movimientos de los actores clave frente a circunstancias futuras. Todo esto con la finalidad de determinar la probabilidad de

materialización de los escenarios a prospectar. Esto finalmente se realiza mediante el método MACTOR de juego de actores contemplado en la metodología de Godet (1993).

### **3.5 Análisis Estructural**

En esta fase de la metodología se requiere comprender al sistema de estudio como un grupo de elementos que se interrelacionan entre sí, y son precisamente estas interrelaciones o conexiones entre los diversos elementos lo que permite darle el sentido dinámico al sistema, es decir, al comprender este tipo de conexiones, se logra determinar también la evolución de dicho sistema, con la finalidad de prospectar posibles futuros. Por ello, se considera que el análisis estructural posibilita la descripción de un sistema mediante la implementación de matrices de doble entrada, que permiten a grandes rasgos evidenciar las variables de mayor incidencia dentro del fenómeno estudiado (Medina, 2000).

El análisis comprende a su vez una serie de etapas subsecuentes que deben ser finalizadas para dar paso a la elaboración de los escenarios prospectivos. En este sentido, dichas etapas son las mostradas a continuación:

Etapa de identificación de las variables: en esta etapa se requiere desarrollar una lista lo más amplia posible sobre las variables que delimitan al sistema de estudio. Para ello, según la metodología de Godet (1993) se sugiere el uso de entrevistas con preguntas abiertas. Donde se logre obtener la mayor información de valor posible, para la comprensión del estado actual del fenómeno que se desea analizar.

Localización de las relaciones del análisis estructural: esta etapa consiste en identificar la intensidad con la que las variables se relacionan entre sí. Estas intensidades pueden llegar a ser del tipo fuerte, medio o débil, ayudado por una matriz de doble entrada en la que por medio de líneas y columnas se logra identificar numéricamente esta intensidad ponderada.

La etapa de la búsqueda de variables clave mediante el método de Multiplicación Aplicada a una Clasificación (MICMAC): consiste en otorgarle a cada una de las relaciones entre las variables un nivel de incidencia, según el tipo de relación existente entre las variables identificadas. Estas relaciones pueden ser del tipo directo, indirecto, real o potencial. En este proceso a cada una de las variables se le pondera un indicador de

motricidad, el cual corresponde al nivel de influencia que una de las variables tiene sobre las demás. Así como un indicador de dependencia, que hace alusión al nivel que tiene cada una de las variables de ser influenciada por las demás.

El contar con los indicadores de motricidad y dependencia de cada una de las variables identificadas, permite localizar a dicha variable en cuatro zonas influencia (zona de poder, zona de conflicto, zona de salida y zona de autonomía).

La zona de poder se distingue por contar con las variables que representan un mayor nivel de motricidad y baja dependencia, es decir, son las variables que mayor influencia pueden tener en el resto del sistema. Por lo cual, se considera que estas variables son prioritarias para ejecutar acciones concretas sobre ellas, en aras de llegar a un futuro deseado.

La zona de conflicto por su parte representa a las variables con mayor nivel de motricidad y mayor nivel de dependencia. En este sentido, se considera que son variables muy fuertes pero también muy vulnerables.

En la zona de salida se encuentran aquellas variables que tienen niveles bajos de motricidad y alta dependencia, ya que tienen poca o nula influencia sobre el resto de las variables y son muy dependientes de los cambios en el resto de las variables.

La zona de autonomía contiene a las variables que menor motricidad y dependencia presentan. Por lo cual, se considera que son variables que no tienen fuertes relaciones con el resto del sistema, sin embargo, no se recomienda eliminarlas ya que en un futuro podrían desarrollar un cambio y cobrar mayor relevancia.

En este sentido, las zonas que cuentan con una mayor relevancia, son las zonas de poder y de conflicto. Ya que en ellas se encuentran ubicadas las variables que pueden ejercer un verdadero cambio hacia el sistema, si estas llegaran a ser modificadas, es decir, son el punto central de evolución del sistema estudiado y cualquier acción que se desarrolle en este sentido podría desencadenar un verdadero cambio en todo el sistema.

### **3.6 Análisis de las Estrategias de los Actores**

La metodología de Godet (1993) considera como pieza fundamental el análisis de los actores clave que intervienen en la dinámica de un sistema que se desea estudiar. Por ello, contempla que existen al menos cuatro tipos de actores (de poder, de producción, de saber y de

comunidad), entre ellos se pueden encontrar actores sociales, gubernamentales, académicos etcétera. Para esto, es preciso adentrarse en el sistema y contextualizar a cada uno de los actores y su rol dentro del sistema.

Para el desarrollo de esta fase Godet (1993) propone utilizar el método MACTOR (Matriz de Alianza y Conflictos; Técnicas, Objetivos y Recomendaciones) el cual consiste en seis principales etapas de análisis hacia los actores clave (proyectos y aspiraciones, propuestas estratégicas, prioridades y objetivos, alianzas estratégicas y tendencias para el desarrollo).

El uso de este método es de gran relevancia ya que permite identificar las relaciones de fuerza existentes entre los actores clave que podría potencialmente determinar el futuro de todo un sistema. Por ello, tener en consideración sus posibles movimientos, forma parte obligada del análisis estratégico que se desarrolla dentro de un estudio de tipo prospectivo. Ya que estas fuerzas y aspiraciones de los actores clave en el sistema, puede dar dirección al proceder prospectivo en la definición de los escenarios múltiples.

## **CAPITULO 4. RESULTADOS**

### **4.1. Entrevistas Semiestructuradas y Paneles de Expertos**

La técnica que se propone para determinar las variables clave del sistema dentro del análisis estructural según Godet (1993) son las entrevistas. Por lo cual, para el caso del presente estudio se utilizaron entrevistas semiestructuradas, donde se propone según el autor de la metodología prospectiva, utilizar preguntas de tipo abierto a un grupo de expertos con amplia experiencia en el medio. Tanto en rubros, industriales y académicos, así como también en rubros gubernamentales.

Las entrevistas semiestructuradas son una buena herramienta para utilizar en la recolección de información, ya que estas cuentan con la bondad de brindar una comunicación abierta y de retroalimentación en la entrevista, permitiendo resolver dudas sobre alguna pregunta o tema en específico, del cual se esté hablando. Por ello, son consideradas como una herramienta acertada para adentrarse en fenómenos que requieren intervenciones más profundas para su estudio (Vela Peón, 2001).

En este estudio las entrevistas brindan la oportunidad de obtener información detallada sobre las principales problemáticas del sistema en el que se desarrolla el sector de servicios de mantenimiento aéreo. Así como, las opiniones sobre los límites, desafíos y oportunidades que representa la industria a nivel regional, nacional e internacional. Así mismo, la entrevista semiestructurada conto con una guía metodología para su desarrollo dentro de la cual se contemplaron siete preguntas abiertas, las cuales se pueden encontrar en la sección de anexos de la presente investigación.

Las preguntas de tipo abierto ayudaron a generar una mayor riqueza de la información recibida por los participantes, por ejemplo preguntas del tipo ¿Qué opina respecto al crecimiento o desarrollo del sector? ¿Cuáles son los factores que condicionan la evolución del fenómeno?, ayudan a lograr profundizar en el fenómeno analizado.

Las entrevistas a profundidad fueron realizadas vía online, mediante la plataforma de video conferencias, ofrecidas por la empresa Zoom Video Communications, y contaron con un promedio de duración de 1 hora y 30 minutos, con una participación de (16) expertos del sistema analizado. Todos ellos con estudios desde licenciatura hasta doctorado y con más de 10 años de experiencia en el sector.

Los expertos fueron elegidos de distintos rubros, para lograr capturar de una mejor forma la imagen del sistema dentro del análisis estructural que se propone en la metodología prospectiva de Godet (1993), por ello, dichos expertos forman parte de rubros industriales, académicos y gubernamentales, con relación al sistema de mantenimiento aeronáutico. Los perfiles de expertos entrevistados son del tipo directivo y gerencial:

- Gerencia de Mantenimiento
- Gerencia de Control de Producción
- Gerencia de Planeación
- Gerencia Técnica
- Dirección General
- Dirección (Leasing and Finance)
- Dirección de Seguridad Aérea

Así mismo las organizaciones a las que representan los expertos técnicos son algunas de las más importantes relacionadas con el sistema de mantenimiento aeronáutico, tanto a nivel regional como a nivel nacional. Estas organizaciones se enlistan a continuación:

- TechOps México (AM DL MRO JV, S.A.P.I. de C.V.)
- Safran Aircraft Engines México (Safran Mexico S.A. DE C.V.)
- Mexicana (MRO)
- Aero Charter de México, S.A. DE C.V
- ITR-Turborreactores, S.A. de C.V. (Querétaro)
- Aerovías de México S.A. de C.V. (Aeroméxico)
- SENAM (División de Aeronáutica)
- Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ)
- Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC)
- ASA Combustibles Aeronáuticos
- AAR Corp.USA.
- VP Technical & Commercial
- Silber Technik S de RL de CV
- CC&A Aerospace and Defence
- Aviation Capital Grupe (USA)

Los paneles conformados para la postulación de los escenarios y la integración estratégica, se constituyeron por dos grupos de experto, el primer grupo denominado; grupo de identificación, y el segundo denominado; grupo de evaluación. Integrados por (6) y (8) expertos respectivamente. Los cuales, también participaron en el proceso de entrevistas semi-estructuradas.

La duración temporal máxima de los paneles fue de 3 horas, con una frecuencia iterativa mensual, durante un periodo comprendido de seis meses. Donde se logró el establecimiento de los escenarios y la evaluación de las estrategias postuladas.

## 4.2. Determinación de las Variables o Problemáticas del Sistema

En la tabla (5) se muestra la definición de las variables o problemas de estudio, la cual consiste en la lista detallada de las variables que caracterizan al sistema constituido por el fenómeno de estudio y su contexto. Mediante un panel de expertos conformado por integrantes del sector público y privado, los cuales forman parte tanto de centros públicos de investigación, como de universidades públicas y privadas del país. Así mismo, se contó con integrantes de sectores industriales relevantes para el desarrollo tecnológico a nivel nacional, los cuales, están ampliamente inmersos en el tema analizado.

**Tabla 5**  
*Definición de los Problemas de Estudio*

Problema	Definición
P1	Mínima inserción de las empresas mexicanas en la cadena de valor aeronáutica afectando principalmente el desarrollo de la proveeduría en la industria
P2	Modelos de Negocio desactualizado para hacer Frente a las Demandas Actuales de Mercado MRO Global
P3	Ineficiencia operativa de la autoridad aeronáutica, para lograr acuerdos de convalidación de certificaciones y capacitaciones con organismos internacionales como la <i>Federal Aviation Administration</i> (FAA) y la <i>European Union Aviation Safety Agency</i> (EASA)
P4	Fuga de capital humano altamente especializado en actividades cruciales para los servicios de Mantenimiento Aéreo, principalmente de estructuras metálicas, electrónica e ingeniería.
P5	Desarrollo tecnológico cautivo exacerbado por las grandes organizaciones OEM's, debido principalmente al oligopolio de la industria donde solo pocas empresas a nivel global controlan el desarrollo tecnológico de los equipos que se integran el sector alrededor del mundo.
P6	Condiciones laborales poco favorables debido principalmente a los bajos salarios ofrecidos por la industria para el personal especializado y a condiciones de apoyo mínimo para el desarrollo de nuevas capacidades en beneficio de los trabajadores
P7	Ineficiente articulación de la triple hélice entre gobierno, academia e industria, en beneficio del desarrollo industrial dentro del sector.
P8	Complejidad Normativa principalmente para la importación y exportación de componentes aeronáuticos, debido a una inexistente figura de apoyo aduanal dirigida al sector MRO.
P9	Inexistencia de esquemas fiscales que den apoyo y regulen a la cadena de proveeduría en México

P10	Desestimación de un mercado de servicios de mantenimiento aéreo en crecimiento exponencial a nivel global
P11	Ineficiencia operativa en los servicios de mantenimiento aeronáutico debido principalmente a conflictos con el almacenaje y distribución de componentes y partes en el MRO.
P12	Desestimación de la capacita técnica y operativa del personal especializado en México para el desarrollo de servicios MRO de alta calidad.
P13	Desequilibrio en la interacción de oferta y demanda, debido principalmente al incremento de la demanda de servicios de mantenimiento aeronáutico y a la poca oferta por parte de las empresas en este rubro.
P14	Limitado conocimiento para la gestión de los acuerdos contractuales para el mantenimiento aéreo de los equipos operados por empresas de servicios aeronáuticos
P15	Inexistencia de centros de desarrollo de competencias para el personal de capacitación que integran las instituciones de educación y empresas certificadoras en México.

Fuente: Elaboración propia, basado en panel de expertos.

### 4.3. Matriz de Relaciones Estructurales

Una vez estipulados los problemas de estudio se procede a la generación de la matriz de relaciones estructurales entre problemas, la cual consiste en definir la relación entre los problemas anteriormente identificados, con ayuda de una matriz de doble entrada que permite cuantificar dichas relaciones. Esta matriz utiliza una escala numérica mostrada a continuación:

**Tabla 6**  
*Escala de relaciones estructurales*

Intensidad	Descripción
0	No existe relación
1	Relación de influencia débil
2	Relación de influencia media
3	Relación de influencia fuerte

Fuente: Elaboración propia, basado en Rincón y Mujica (2004).

Los resultados mostrados en la tabla (7) mediante el panel de expertos previamente descrito, muestran la intensidad de relación con la que cuenta una variable respecto a las

demás. Así mismo, se obtienen valores ponderados por fila, los cuales representan el nivel de motricidad con el que cuenta cada una de las variables, y los valores obtenidos en cada columna indican el nivel de dependencia que tiene cada par de variables sobre las demás.

**Tabla 7**  
*Matriz de Relación entre Variables*

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Motricidad	%
1		2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	0	0	32	11.19
2	0		0	3	1	3	1	2	1	3	3	3	3	3	1	27	9.44
3	3	0		1	1	0	3	3	3	2	0	2	3	0	3	24	8.39
4	3	2	0		0	1	1	0	0	3	3	3	3	3	1	23	8.04
5	3	3	3	2		2	1	2	1	2	3	2	3	1	2	30	10.49
6	2	0	0	3	2		2	0	0	1	3	3	0	0	3	19	6.64
7	3	0	3	3	3	3		3	3	2	2	3	3	1	2	34	11.89
8	3	1	1	0	0	2	1		3	0	3	0	2	0	0	16	5.59
9	3	1	2	1	1	1	1	3		0	3	0	2	0	0	18	6.29
10	2	3	1	0	1	2	2	1	1		0	3	3	1	1	21	7.34
11	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0		0	1	0	0	6	2.10
12	3	2	0	0	0	1	0	0	0	3	0		1	0	1	11	3.85
13	1	1	1	2	0	2	1	1	1	2	0	1		0	0	13	4.55
14	1	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1		0	7	2.45
15	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0		5	1.75
Dependencia	27	18	14	18	13	20	17	20	17	23	23	25	28	9	14	286	100.00
%	9.44	6.29	4.90	6.29	4.55	6.90	5.90	6.90	5.90	8.00	8.00	8.70	9.70	3.10	4.90	100.00	

Fuente: Elaboración propia, basado en Rincón y Mujica (2004).

#### 4.4. Motricidad y Dependencia

De manera general los resultados obtenidos a través de la matriz de relaciones estructurales se muestran en la tabla (8). Resaltando los valores de dependencia y también de motricidad. Donde la dependencia puede ser entendida como el grado o nivel en el que una variable permite ser influida por las demás y la motricidad indica el nivel que tiene una variable de

incidir, modificar o influir sobre el resto de las variables presentadas en el sistema analizado (Rincón y Mujica, 2004).

**Tabla 8**  
*Motricidad y Dependencia*

Variable	Dependencia	%	Motricidad	%	Zona de Ubicación
1	27	9.44	32	11.19	Zona de Conflicto
2	18	6.29	27	9.44	Zona de Conflicto
3	14	4.90	24	8.39	Zona de Poder
4	18	6.29	23	8.04	Zona de Conflicto
5	13	4.55	30	10.49	Zona de Poder
6	20	6.99	19	6.64	Zona de Conflicto
7	17	5.94	34	11.89	Zona de Poder
8	20	6.99	16	5.59	Zona de Salida
9	17	5.94	18	6.29	Zona de Poder
10	23	8.04	21	7.34	Zona de Conflicto
11	23	8.04	6	2.10	Zona de Salida
12	25	8.74	11	3.85	Zona de Salida
13	28	9.79	13	4.55	Zona de Salida
14	9	3.15	7	2.45	Zona de Autonomía
15	14	4.90	5	1.75	Zona de Autonomía

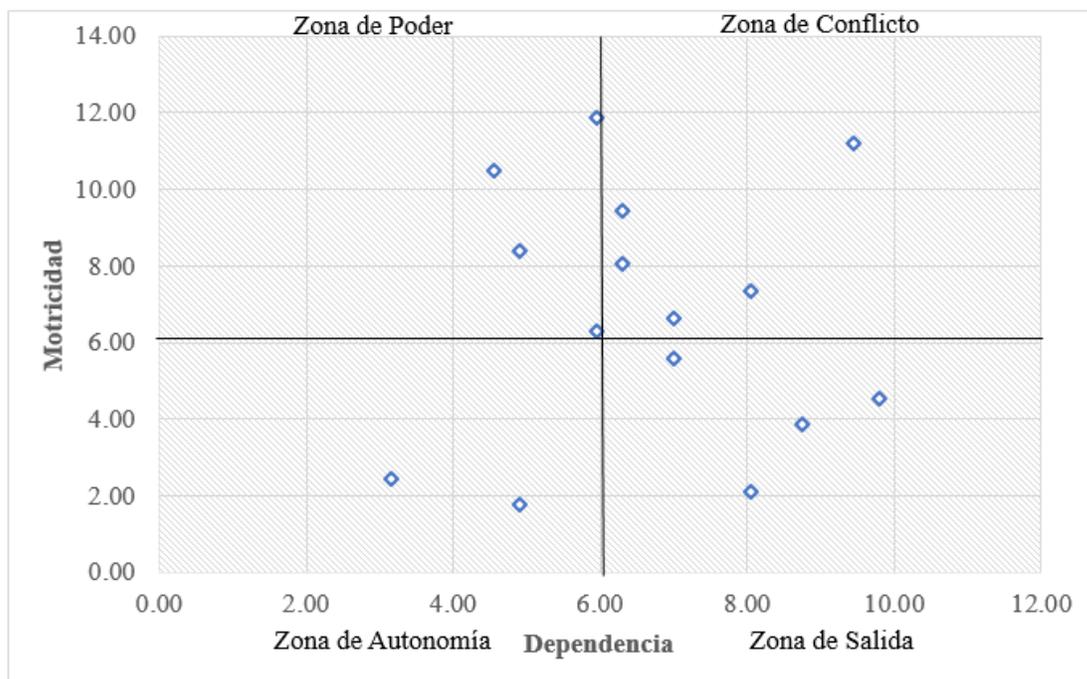
Fuente: Elaboración propia con base Rincón y Mujica (2004).

A continuación en la figura (11), se observa de manera gráfica el posicionamiento de cada una de las variables según su nivel de motricidad y dependencia, mediante un análisis estadístico de distribución normalizada. Este análisis ayuda en identificar y ubicar a cada una de las variables en cuatro diferentes zonas de influencia (poder, conflicto, autonomía, y salida).

Las zonas más relevantes a considerar dentro de un estudio de tipo prospectivo son las de poder y conflicto. En este sentido, la zona de poder representa variables con alta motricidad y un nivel bajo de dependencia, es decir, las variables ubicadas en esta zona son consideradas como puntos catalizadores de cambios trascendentales para el sistema en el que se desea influir. Así mismo, en la zona de conflicto se encuentran las variables que tienen altos niveles de motricidad, así como de dependencia. Por lo cual, son consideradas como variables conflictivas, ya que cualquier modificación que se intente hacer en ellas detonara en una gran resistencia al cambio. Si bien, el modificar este tipo de variables puede traer cambios potenciales, frecuentemente el costo-beneficios de ejecutar acciones sobre dichas variables no es equilibrado (Rincón y Mujica, 2004).

En la presente investigación más de la mitad de las variables están ubicadas en la zonas designadas como de conflicto y poder. Esto muestra que las variables o problemas analizados están relacionados de manera directa con el sistema y son en su gran mayoría relevantes para la investigación.

Figura 11. Gráfico de Dispersión de las Variables



Fuente: Elaboración propia, basado en Rincón y Mujica (2004).

#### 4.5. Variables o Problemáticas Clave

Los problemas o variables clave se identifican mediante un proceso de discriminación. Ya que la metodología de tipo preceptiva de Godet (1993) indica que los problemas ubicados en la zona de poder son considerados como los principales o más relevantes dentro de todo un sistema. Ya que permiten influir sobre la gran mayoría de las variables identificadas, de tal manera que el proponer una estrategia dirigida a incitar un cambio que ataque a una problemática ubicada en esta zona, desencadenaría en el movimiento dinámico del sistema completo.

En este sentido, los problemas o variables clave son constituidos de la siguiente manera:

**Tabla 9**  
*Variables o Problemas Clave*

Problema	Definición
P7	Ineficiente articulación de la triple hélice entre gobierno, academia e industria, en beneficio del desarrollo industrial dentro del sector.
P1	Mínima inserción de las empresas mexicanas en la cadena de valor aeronáutica afectando principalmente el desarrollo de la proveeduría en la industria
P5	Desarrollo tecnológico cautivo exacerbado por las grandes organizaciones OEM's, debido principalmente al oligopolio de la industria donde solo pocas empresas a nivel global controlan el desarrollo tecnológico de los equipos que se integran el sector alrededor del mundo.
P2	Modelos de Negocio desactualizado para hacer Frente a las Demandas Actuales de Mercado MRO Global
P3	Ineficiencia operativa de la autoridad aeronáutica, para lograr acuerdos de convalidación de certificaciones y capacitaciones con organismos internacionales como la <i>Federal Aviation Administration</i> (FAA) y la <i>European Union Aviation Safety Agency</i> (EASA)
P4	Fuga de capital humano altamente especializado en actividades cruciales para los servicios de Mantenimiento Aéreo, principalmente de estructuras metálicas, electrónica e ingeniería.

Fuente: Elaboración propia con base en Rincón y Mujica (2004).

#### 4.6. Diseño de Hipótesis

El proceso del planteamiento de hipótesis es una etapa esencial en el proceder prospectivo, ya que cada una de las hipótesis que se plantean, tienen como objetivo mostrar los retos y dificultades que podría traer el futuro. En este sentido a cada uno de los problemas identificados se le establece una hipótesis con la finalidad de poder evaluar su probabilidad de ocurrencia en un horizonte temporal estipulado.

Debido a este tipo de análisis para los problemas clave, es que se considera que este método tiene como principal premisa reconocer que los problemas de hoy serán las soluciones y caminos del mañana. En este sentido, las hipótesis planteadas en la presente investigación se contemplan para un horizonte temporal a futuro de 10 años, tal como se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10**  
*Hipótesis con Horizonte Temporal de 10 años*

Hipótesis	Definición
H1	Se generara una adecuada sinergia e integración entre el gobierno, la academia y el sector industrial que detonara un crecimiento y desarrollo del sector de Mantenimiento Aeronáutico en la región de Querétaro, México.
H2	El desarrollo de proveedores locales de empresas nacionales con integración en la cadena de valor aeronáutica en el país, coadyuvara al mejoramiento de la eficiencia operativa y reducción de costos de producción.
H3	El desarrollo tecnológico en el sector permeara a las empresas filiales situadas en el país, logrando una derramada de conocimiento considerable, debido principalmente a las capacidades tecnológicas de las organizaciones en la región
H4	El modelo de Negocios de los servicios de MRO será reorientado al considerar de manera independiente la prestación de servicios de vuelo y los servicios de mantenimiento aéreo.
H5	La autoridad Aeronáutica, lograra coordinar de manera eficiente los procesos de convalidación de certificaciones y licencias de las organizaciones y personal aeronáutico del país, con autoridades extranjeras principalmente la Federal Aviation Administration (FAA)
H6	La fuga de personal altamente especializado se verá mermado principalmente por el desarrollo de las condiciones laborales favorables para el desarrollo del personal en el territorio mexicano.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. Resultados del Método SMIC

Los resultados del método del Sistema y Matriz de Impactos Cruzados (SMIC) se muestran a continuación en la tabla (11). En dicha tabla se puede observar por ejemplo, que la hipótesis (H2) sobre el desarrollo de proveedores locales de empresas nacionales con integración en la cadena de valor aeronáutica en el país cuenta con una probabilidad de ocurrencia del 70%. Sin embargo, esta probabilidad se ve aumentada a un 90% si se logra materializar la adecuada coordinación de la triple hélice entre gobierno, academia e industria en la región para el sector de mantenimiento aéreo. Así mismo, se ve disminuida la probabilidad de materialización a un 30% si no se logra mermar la fuga de capital humano altamente especializado en actividades primordiales de reparaciones estructurales, electrónica e ingeniera. Debido a que forman parte fundamental del desarrollo operativo de este tipo de industria, es decir, mediante

este proceso se logra observar el nivel de condicionalidad con respecto al cumplimiento de otras hipótesis.

En este sentido la hipótesis (H3) que habla sobre el desarrollo tecnológico y su permeabilidad por parte de las empresas fabricantes de equipo original (OEM's) hacia las filiales establecidas en el territorio nacional, presenta una probabilidad de ocurrencia del 50%. Sin embargo, dicha probabilidad se ve incrementada a un 70 % si la hipótesis (H1) se materializa, es decir, si se genera una adecuada sinergia en la triple hélice entre gobierno, academia e industria. Esto con la finalidad de establecer regulaciones adecuadas para efectuar trabajos colaborativos con alto nivel de conocimientos tecnológicos entre las organizaciones nacionales y las filiales matriz de las grandes compañías aeronáuticas. Así mismo, el desarrollo de proveedores locales integrados a la cadena de valor aeronáutica planteado en la hipótesis (H2) hace incrementar la probabilidad de ocurrencia si se logra materializar. Con la finalidad de contar con el personal y las capacidades tecnológicas necesarias para realizar este tipo de trabajos de desarrollo tecnológico colaborativos con las empresas establecidas principalmente en la región Queretana.

Así mismo cada una de las variables cuenta con probabilidades ponderadas de materialización y la tabla (11) nos ayuda a entender cuáles son los elementos necesarios para incrementar o disminuir la probabilidad de alguna de las hipótesis planteadas, es decir, nos muestra la subordinación e interrelación que tiene cada una de las variables, en un ejercicio de interpolación cruzada.

**Tabla 11**  
*Hipótesis y Probabilidades*

H1	H1/H2+	H1/H3+	H1/H4+	H1/H5+	H1/H6+	H1/H2-	H1/H3-	H1/H4-	H1/H5-	H1/H6-
0.7	0.9	0.7	0.7	0.9	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.7
H2	H2/H1+	H2/H3+	H2/H4+	H2/H5+	H2/H6+	H2/H1-	H2/H3-	H2/H4-	H2/H5-	H2/H6-
0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	0.7	0.7	0.3
H3	H3/H1+	H3/H2+	H3/H4+	H3/H5+	H3/H6+	H3/H1-	H3/H2-	H3/H4-	H3/H5-	H3/H6-
0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3
H4	H4/H1+	H4/H2+	H4/H3+	H4/H5+	H4/H6+	H4/H1-	H4/H2-	H4/H3-	H4/H5-	H4/H6-
0.7	0.7	0.9	0.7	0.9	0.9	0.7	0.5	0.7	0.5	0.5
H5	H5/H1+	H5/H2+	H5/H3+	H5/H4+	H5/H6+	H5/H1-	H5/H2-	H5/H3-	H5/H4-	H5/H6-
0.5	0.9	0.9	0.7	0.5	0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3
H6	H6/H1+	H6/H2+	H6/H3+	H6/H4+	H6/H5+	H6/H1-	H6/H2-	H6/H3-	H6/H4-	H6/H5-

0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

La tabla (12) muestra la escala utilizada para ponderar la probabilidad de materialización de cada una de las hipótesis previamente planteadas.

**Tabla 12**  
*Escala de Probabilidad*

Probabilidad	Significado
0.9	Evento muy probable
0.7	Evento probable
0.5	Evento de dudosa ocurrencia
0.3	Evento Improbable
0.1	Evento muy improbable

Fuente: Elaboración propia, basado en Mojica (1991).

La tabla (13) muestra la probabilidad ponderada de las hipótesis planteadas y la tabla (14) muestra las hipótesis de las que pueden partir los escenarios a prospectar del tipo optimista, pesimista y moderado. En este sentido se considera que la hipótesis (H2) puede ser utilizada para desarrollar un escenario optimista, ya que es la hipótesis que mayor probabilidad ponderada presenta, lo que indica que un escenario prospectado que tome como base dicha hipótesis, tendrá altas probabilidades de ser materializado en el horizonte temporal planteado.

Así mismo la hipótesis (H5) presenta un valor de probabilidad ponderada intermedio entre los valores máximos y mínimos obtenidos, por ello, cualquier escenario prospectado a partir de dicha hipótesis, contara con un nivel de materialización medio, es decir, que tiene menos probabilidades de ocurrencia pero que si las condiciones bajo las que fue planteado se cumplen, dichas probabilidad de ocurrencia se incrementan.

Finalmente la hipótesis (H3) presenta bajos niveles de probabilidad ponderada, lo que indica que el escenario que se desarrolle a partir de dicha hipótesis cuenta con pocas probabilidades de materialización en el horizonte temporal planteado, motivo por el cual si se desea su cumplimiento, las estrategias dirigidas a dicho escenario deberán ser más fuertes y profundas con la finalidad de generar el cambio deseado al sistema.

**Tabla 13**  
*Probabilidad Ponderada*

Hipótesis	Probabilidad
H1	70%
H2	72%
H3	50%
H4	70%
H5	55%
H6	52%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14**  
*Tipo de Escenario*

Hipótesis	Tipo de Escenario
H2	Optimista
H3	Pesimista
H5	Moderado

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8. Juego de los Actores Clave del Sistema

Para estipular finalmente los escenarios como una de las partes finales de la investigación, la metodología hace una recomendación muy puntal que tiene que ver con el rol de los actores clave dentro del sistema, pues recomienda hacer uso del método MACTOR (Matriz de Alianza y Conflictos; Técnicas, Objetivos y Recomendaciones). Esto con la finalidad de tener la información más actualizada al momento de estipular los escenarios, ya que se considera que el rol que juegan los actores clave en un sistema determinado, puede cambiar para bien o para mal cada uno de los escenarios planteados a futuro, es decir, el MACTOR ayuda a tener en cuenta cuales serían los posibles proyectos o dinámicas de cambio que los actores tienen planeados para desarrollar y hacia donde dirigen su atención. Con la finalidad de detectar los detonadores de modificación y cambio en el sistema (las fuerzas, inercias e influencia que los actores clave ejercen sobre un sector).

El método consta de una fase esencial que es la detección de los actores clave. Así como, de los proyectos que tienen planeados ejecutar dentro del sector analizado. En este

sentido los actores clave identificados que forman parte tanto del sector público como privado son:

- Secretaria de Comunicaciones y Transportes
- Agencia Federal de Aviación Civil
- Secretaria de Desarrollo Sustentable de Querétaro
- Grupo Safran
- TechOps México
- Airbus Centro de Mantenimiento
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial
- Clúster Aeroespacial de Querétaro
- Universidad Aeronáutica en Querétaro
- Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas
- Centro de Ingeniería y Desarrollo Industria
- Centro de Tecnología Avanzada

En la tabla (15) se muestra de forma concreta todos aquellos proyectos que tienen la potencialidad de influir de manera directa sobre las problemáticas clave previamente identificadas. Este análisis se desarrolla con la finalidad de tomar en consideración que las acciones que toma cada uno de los actores clave identificados, podría o no incrementar el nivel de materialización de las hipótesis planteadas. Lo que desencadenaría finalmente en la modificación de los escenarios prospectivos.

Así mismo se analizan las alianzas estratégicas que los actores clave podrían llegar a desarrollar en un horizonte temporal estipulado. Ya que este tipo de alianzas suelen traer consigo incrementos de la demanda o por el contrario una disminución de la misma. Tomando en consideración que el actuar de cada una de estas entidades analizadas conlleva

una carga de anhelos y convicciones en su proceder. Por lo cual, también es necesario considerar dichas convicciones de cambio en este método.

**Tabla 15**  
*Matriz de Juegos de Actores Clave (MACTOR)*

Problemática	Variables Clave		Juego de Actores		Análisis Estratégico		Eventos
	Alianzas y Conflictos		Proyectos	Anhelos	Temores	Necesidades	Potencialidades
P7	Integración efectiva entre gobierno, academia e industria en el sector MRO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria de Comunicaciones y Transportes</li> <li>• Agencia Federal de Aviación Civil</li> <li>• Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial</li> <li>• Clúster Aeroespacial de Querétaro</li> <li>• Universidad Aeronáutica en Querétaro</li> <li>• Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas</li> </ul>	Integración de la red ALYNT para el desarrollo de nuevas plataformas de vuelo.	Conjuntar empresas, instituciones y centros de investigación interesados para desarrollar, con apoyo gubernamental, plataformas de vuelo.	Carencia de políticas relacionadas con el desarrollo integral de la industria aeroespacial.	Creación de redes de apoyo para el desarrollo del sector aeronáutico nacional.	<p>Generación de empleos.</p> <p>Incremento del personal altamente especializado en el sector.</p> <p>Mejor posicionamiento de México en niveles de innovación.</p>
P1	Mayores niveles de integración de las empresas mexicanas a la cadena productiva de valor del sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial</li> <li>• Clúster Aeroespacial de Querétaro</li> <li>• Agencia Federal de Aviación Civil</li> </ul>	Desarrollo del Programa (DECAPAM) para implementar recomendaciones hacia la cadena de proveeduría nacional.	Aumentar el número de las empresas tractoras en el sector aeronáutico.	<p>Cadena de suministro desarticulada y limitada.</p> <p>Falta de proveedores con proveedores de la industria aeronáutica.</p>	Impulsar el desarrollo de la cadena de valor aeronáutica en la región Queretana.	Incremento de la oferta aeronáutica de la región Queretana a nivel nacional e internacional.
P5	Integración de estructuras autónomas para el desarrollo tecnológico en el sector MRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria de Comunicaciones y Transportes</li> <li>• Agencia Federal de Aviación Civil</li> <li>• Federación Mexicana de la Industria</li> </ul>	Desarrollo del programa integral de atracción para la investigación, nuevos productos, certificación y servicios del sector	Diseñar mecanismos que detonen la inversión privada, en proyectos de manufactura, I+D y servicios de	Baja apropiación de conocimiento e infraestructura en procesos avanzados y pruebas no destructivas.	Desarrollar alianzas estratégicas entre estados y países, para incrementar las capacidades tecnológicas y de invocación en el sector.	<p>Incremento en el desarrollo científico y tecnológico de la región.</p> <p>Desarrollos tecnológicos que impulsen el crecimiento</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aeroespacial</li> <li>• Clúster Aeroespacial de Querétaro</li> <li>• Universidad Aeronáutica en Querétaro</li> <li>• Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas</li> <li>• Grupo Safran</li> <li>• TechOps México</li> <li>• Airbus Centro de Mantenimiento</li> </ul>	aeronáutico nacional.	mantenimiento mediante empresas tractoras.		regional del sector.	Incremento de inversión pública hacia el sector aeronáutico.
P2	Implementación de modelos diversificados e independientes de aerolíneas y MRO's	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo Safran</li> <li>• TechOps México</li> <li>• Airbus Centro de Mantenimiento</li> </ul>	Observatorio económico para manejo de información de inteligencia de negocios actualizada y confiable del sector	Disponer de un banco de información económica y estadística del sector.	Incremento de políticas fiscales más costosas para las empresas.	Definir las métricas/indicadores, para conseguir reportes de resultados concretos, dirigidos a la toma de decisiones adecuadas para el sector.	Contar con información estadística para generar datos de prospección y validación de tendencias.
P3	Integración de procesos de convalidación y certificación con autoridades Americanas (FAA) y Europeas (EASA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Comunicaciones y Transportes</li> <li>• Agencia Federal de Aviación Civil</li> <li>• Universidad Aeronáutica en Querétaro</li> <li>• Centro Nacional de Tecnologías Aeronáuticas</li> <li>• Centro de Ingeniería y Desarrollo Industria</li> <li>• Centro de Tecnología Avanzada</li> </ul>	Desarrollo de una entidad certificadora en el país con capacidades de certificación AS9100.	Contar con una entidad certificadora con capacidad de la norma (SAEAS9100).	Limitada oferta de empresas en el territorio nacional que sean certificadoras en proceso de alta especialización del sector aeronáutico.	Apropiación de las capacidades de certificación en normas internacionales como la SAE-AS9100.	Reducción de costos de certificación en normas internacionales del sector aeronáutico.  Menores tiempo de certificación de piezas y componentes aeronáuticos.

P4	Incremento de centros de servicios MRO de estándares Internacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaria de Desarrollo Sustentable de Querétaro</li> <li>• Grupo Safran</li> <li>• TechOps México</li> <li>• Airbus Centro de Mantenimiento</li> <li>• Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial</li> <li>• Clúster Aeroespacial de Querétaro</li> </ul>	Integración de un consejo general de servicios de mantenimiento aeronáutico.	Consolidar la oferta de servicios de mantenimiento aeronáutico para la región Queretana.	<p>Carencia de personal calificado a nivel gerencial/técnico.</p> <p>Existencia de huecos de personal especializado en ciertas disciplinas operacionales y de investigación.</p>	<p>Implementar nuevos proyectos enfocados en servicios de mantenimiento aeronáutico en la región, así como programas de capacitación para la generación de mayores empleos en el sector.</p>	<p>Integración conjunta de la industria aeronáutica para atender requerimientos de servicios de mantenimiento.</p> <p>Diversificación de líneas de negocio y de mercado.</p>
----	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, basado en FEMIA (2012).

#### 4.9. Escenarios Prospectivos Múltiples

Con la información anteriormente mostrada mediante el análisis morfológico realizado, se completa la fase del análisis estructural del sistema y se da comienzo a la fase de elaboración de los escenarios. Esta labor es simple ya que se cuentan con todos los elementos previos necesarios, como lo son las problemáticas clave que inciden de manera directa en el sistema. Dentro de las cuales, cualquier alteración o estrategia dirigida a su mejora, detonara en el movimiento del resto del sistema y sus variables de manera más eficiente, con un enfoque hacia el desarrollo del mismo. Por ello, los escenarios que se prospectan del tipo, optimista, pesimista y moderado, fungen como las líneas de dirección principal para ejercer un verdadero cambio positivo dentro del sector de mantenimiento aéreo en la región.

En la tabla (16) se muestran las hipótesis planteadas así como su nivel de probabilidad de ocurrencia absoluta y ponderada. Ya que cada una de las hipótesis planteadas contiene un nivel de relación y subordinación sobre el resto de las hipótesis para llegar a materializarse en el horizonte temporal planteado de 10 años. Así mismo, cada una de dichas hipótesis es ubicada en su correspondiente categoría según su tipo de escenario. Considerando que los escenarios optimistas son los que mayor nivel de probabilidad absoluta presentan, los pesimistas son los más bajos niveles de probabilidad y los moderados son escenarios con niveles medios de probabilidad de ocurrencia.

**Tabla 16**  
*Matriz de Escenarios*

Escenarios	Optimista	Moderado	Pesimista	Probabilidad de ocurrencia absoluta	Probabilidad de ocurrencia condicionada
H2	El desarrollo de proveedores locales de empresas nacionales con integración en la cadena de valor aeronáutica en el país, coadyuvara al mejoramiento de la eficiencia operativa y reducción de costos de producción.			72%	Si se cumplen las hipótesis: H1, H3, H4, H5 y H6 (90%) Si no se cumplen las hipótesis: H1, H3 y H6 (50%-30%)
H1	Se generara una adecuada sinergia e integración entre el gobierno, la academia y el sector industrial que detonara un crecimiento y desarrollo del sector de Mantenimiento Aeronáutico en la región de Querétaro, México.			70%	Si se cumplen las hipótesis: H2 y H5 (90%) Si no se cumplen las hipótesis: H2 y H4 (50%)
H4	El modelo de Negocios de los servicios de MRO será reorientado al considerar de manera independiente la prestación de servicios de vuelo y los servicios de mantenimiento aéreo.			70%	Si se cumplen las hipótesis: H2, H5 y H6 (90%) Si no se cumplen las hipótesis: H2, H5 y H6 (50%)
H5		La autoridad Aeronáutica Nacional (Agencia Federal de Aeronáutica Civil), lograra coordinar de manera eficiente los procesos de convalidación de certificaciones y licencias de las organizaciones y personal aeronáutico del país, con autoridades extranjeras principalmente la Federal Aviation Administration (FAA)		55%	Si se cumplen las hipótesis: H1, H2, H3 y H6 (90%-70%) Si no se cumplen las hipótesis: H1, H2 y H6 (30%)

H6	La fuga de personal altamente especializado se verá mermado principalmente por el desarrollo de las condiciones laborales favorables para el desarrollo del personal en el territorio mexicano	52%	Si se cumplen las hipótesis: H1, H2, H3 y H4 (70%) Si no se cumplen las hipótesis: H1, H2 y H4 (30%)
H3	El desarrollo tecnológico en el sector permeará a las empresas filiales situadas en el país, logrando una derramada de conocimiento considerable, debido principalmente a las capacidades tecnológicas de las organizaciones en la región	50%	Si se cumplen las hipótesis: H1, H2 y H6 (70%) Si no se cumplen las hipótesis: H1, H2 y H6 (30%)

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

En la tabla (16) de resultado, se pueden observar las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los escenarios desarrollados, así como también su grado de codependencia para su materialización; Por ejemplo la probabilidad de que la hipótesis (H2) se cumpla es del (72%). Sin embargo, si las hipótesis (H1), (H3), (H4), (H5), (H6) se cumplen, la probabilidad de ocurrencia aumenta al 90%, es decir, si se genera una adecuada articulación de la triple hélice entre el gobierno, la academia y la industria. Donde la autoridad aeronáutica desarrolle procesos de certificación y convalidación con autoridades extranjeras de forma eficiente. Logrando a su vez contener la fuga de personal altamente especializado en actividades fundamentales de mantenimiento aeronáutico, se podría generar un amplio nivel de desarrollo de proveedores locales hacia la integración de la cadena de valor aeronáutica, coadyuvando a la eficiencia operativa y reducciones costos de producción. En este sentido, las probabilidades de ocurrencia también pueden disminuir si las hipótesis (H1), (H3) y (H6) no se logran materializar, reduciendo las probabilidades desde un 50% a un 30%. Esto quiere decir, que si el desarrollo tecnológico no logra permear en las filiales locales de las grandes empresas integradoras OEM's ubicadas en la región Queretana, debido a la falta de integración de la triple hélice para fomentar políticas claras para el desarrollo tecnológico, y

frenar la fuga del capital humano altamente especializado mediante la integración de condiciones laborales favorables para su pleno desarrollo. Será muy poco probable que logren integrarse empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, limitando la participación de las empresas mexicanas en un sector altamente lucrativo.

Así mismo, la hipótesis (H1) cuenta con una probabilidad de ocurrencia ponderada de (70%), pero esta probabilidad se ve incrementada si la hipótesis (H2) y (H5) se logran materializar. Lo que indica que se generaría una adecuada sinergia entre el gobierno, la academia y la industria en el sector para detonar el desarrollo del sistema de mantenimiento aeronáutico en la región de Querétaro, México. Si se logra aumentar el nivel de integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, para reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia operativa. Integrando una adecuada certificación y convalidación por parte de la Agencia Federal de Aeronáutica Civil. Sin embargo esta probabilidad disminuye si las hipótesis (H2) y (H4) no se materializan. Esto debido a que si el modelo de negocios del (MRO) no es reorientado a la participación de manera comercial e independiente a los servicios de vuelo, para ser visto como un modelo redituable. La generación e impulso para la creación de organizaciones de servicios aeronáuticos no será vista como viable, en detrimento de la participación empresarial e interés de inversión en un modelo complejo. Lo que limitara el interés del sector empresarial por incursionar en el sistema, así como del gobierno y la academia.

En este sentido, la hipótesis (H3) considera una probabilidad ponderada del 50%, y se ve incrementada al 70% si las hipótesis (H1), (H2) y (H6) se concretan. Es decir, el conocimiento de alto valor agregado para el desarrollo tecnológico de las organizaciones filiales de las grandes empresas OEM's lograra permear en la región, si existe un alto nivel de integración de empresas nacionales en la cadena de valor aeronáutica, y a su vez existe una adecuada integración entre la academia, gobierno e industria, para la postulación de políticas públicas adecuadas hacia el desarrollo tecnológico de empresas nacionales. Para crear acuerdos enfocados a la gestión del conocimiento y priorizando el incremento de capacidades tecnológicas de las organizaciones. Generando también minimizar la fuga de personal especializado ofreciendo condiciones de trabajo más favorables.

Para la hipótesis (H4) la probabilidad obtenida es del 70%. Sin embargo, esta probabilidad se incrementa al 90% si las hipótesis (H2), (H5) y (H6) se lo gran materializar. Es decir, es muy posible que el modelo de negocios de servicios aeronáuticos sea reorientado de manera independiente al de servicios de vuelo, para satisfacer la alta demanda de servicios aeronáutico de mantenimiento de alta especialización, si logra cumplir con la expectativa de alta integración de las empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, principalmente al eslabón de la proveeduría. Donde la autoridad aeronáutica contara con procesos de certificación y convalidación eficientes con otras organizaciones internacionales, como la (FAA) y (EASA).

Por su parte la hipótesis (H5) cuenta con un nivel de probabilidad de ocurrencia ponderada del 55% y se ve incrementada en un 90% si las hipótesis (H1) y (H2) se logran concretar. Esto indica que la autoridad aeronáutica nacional denominada (AFAC), contaría con una coordinación eficiente de sus proceso de certificación y convalidación de licencias para las organizaciones y personal aeronáutico, con autoridades extranjeras como la Federal Aviation Administration (FAA). Debido a una eficiente integración entre la triple hélice en el sector (MRO), ya que las necesidades de la industria podrían ser atendidas de manera eficaz. Debido a la directa comunicación entre el sector industrial y la parte gubernamental. Así mismo, la integración de empresas nacionales a la proveeduría del sector (MRO), generaría una alta demanda en los servicios de certificación para dichas organizaciones. Ya que la industria cuenta con altos estándares de cumplimiento en normas de calidad, así como también cuenta con una alta confiabilidad para la aeronavegabilidad.

La hipótesis (H6) cuenta con una probabilidad de ocurrencia ponderada del 52%. No obstante esta probabilidad se incrementa si las hipótesis (H1), (H2), (H3) y (H4) se logran materializar. En este sentido, es probable que la fuga de personal altamente especializado se podría mermar principalmente por el desarrollo de condiciones laborales favorables para el personal aeronáutico en la región Queretana, Aunado a una integración eficiente de la tripe hélice en el sector (MRO) y a la incorporación de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica. Donde el conocimiento de alto valor agregado para el desarrollo tecnológico logre permear en dichas organizaciones. Sin embargo, es poco probable que esta hipótesis se materialice si el modelo de negocios no se reorienta y actualiza a las demandas globales de

alta especialización. Ya que esto limitaría la creación de empresas de servicios de mantenimiento aeronáutico, en detrimento de la contratación de personal especializado para laborar en empresas locales.

Los resultados del estudio prospectivo permiten observar que existe un alto nivel de acuerdo entre los expertos consultados del sector de mantenimiento aeronáutico sobre la evolución del sistema (MRO). El cual, cuenta con una fuerte inercia de desarrollo hacia generar un alto nivel de integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica. Principalmente hacia el eslabón de la proveeduría. Se infiere que esto podría ser posible debido principalmente a la búsqueda de mejores niveles de eficiencia operativa y reducción de costos de producción por parte de las grandes organizaciones internacionales e integradoras de equipo original (OEM's) establecidas en el territorio nacional.

Debido a esto, es que la evolución del sistema (MRO) hacia la integración de empresas nacionales es muy posible, ya que algunos de los actores clave identificados en el estudio prospectivo realizado, están desarrollando esfuerzos hacia la creación de programas de integración empresarial, tanto a nivel regional como a nivel nacional. Por ello se considera como un punto prioritario, el desarrollo de estrategias que coadyuven a integrar a las organizaciones nacionales al sistema (MRO), ya que esto podría dinamizar al sistema entero hacia el desarrollo y crecimiento en la región.

Así mismo, se prevé una mejora en la relación entre el gobierno, la academia y la industria del sector (MRO), ya que se aduce como prioritario una eficiente sinergia en la integración de la triple hélice, para ejecutar acciones conjuntas en pro del desarrollo de un sistema con amplias posibilidades de crecimiento económico para todo un país. Se infiere que las regulaciones necesarias para que un sistema se fortalezca en un territorio, dependerá en gran medida de las políticas públicas que los gobiernos federales logren implementar, para dar apoyo a un industria que genera un alto nivel de bienestar en las regiones donde se instaura.

Se considera que el sistema (MRO) evolucionara hacia la integración de un modelo de negocios actualizado para satisfacer a la demanda de alta especialización, que se está generado a nivel global. Considerando un modelo de mantenimiento aeronáutico comercial e independiente de modelos de servicios de vuelo. Esto debió principalmente a que se infiere

que la demanda de alta especialización se deberá a la renovación de la flota aérea mundial, donde las aeronaves contarán con tecnología una más avanzada de comunicaciones y vuelo, así como de motores más eficientes para el ahorro de combustible. Lo que traerá consigo actividades más especializadas y con un mayor empleo de tecnología, para el desarrollo eficiente de los servicios aeronáuticos.

En este sentido, se considera que el sistema de (MRO) podría permanecer estático en los próximos 10 años en cuanto a la eficiencia de la autoridad aeronáutica nacional, para convalidar certificaciones de las organizaciones y personal aeronáutico con agencias de regulación extranjeras como la (EASA) y (FAA). Se infiere que el proceso de convalidación con agencias de regulación extranjeras, depende en su gran mayoría, de cumplir con los lineamientos de regulación en materia aeronáutica internacional. Motivo por el cual, se prevén limitaciones hacia la integración de dichos procesos de convalidación en el corto y mediano plazo.

De manera general se vislumbran algunos cambios importantes en el horizonte temporal planteado para el desarrollo del sector de Mantenimiento Aeronáutico en la región Queretana, sin embargo, esto dependerá fuertemente en la proactividad de la sociedad en general, para impulsar un verdadero cambio para el desarrollo del sector (MRO).

En este sentido con la información presentada es posible desarrollar escenarios múltiples según las líneas y direccionamiento que sea conveniente a cada una de las organizaciones presentes en el sistema analizado. Para tal caso, en la presente investigación se toma una línea de acción para el planteamiento de las estrategias adecuadas para el oportuno desarrollo del sector MRO en la región, las cuales son consideradas como la última fase del trabajo de investigación. La línea de acción estratégica tiene que ver con la orientación hacia la integración de las empresas mexicanas a la cadena de valor de la industria aeronáutica, para coadyuvar al mejoramiento de la eficiencia operativa y reducción de los costos de producción.

## CAPITULO 5. INTEGRACIÓN DE LA FASE ESTRATÉGICA

### 5.1. Diagnostico Estructural del Sistema

En esta sección estratégica, se representa la estructura a la cual pertenece el mantenimiento aeronáutico. Con la finalidad de clarificar el funcionamiento de la industria, ya que este conocimiento, sobre el (MRO) es necesario en las fases de construcción de matrices multi-criterio. Para lograr plasmar de manera clara y concisa, los medios y las acciones necesarios para coadyuvar a la problemática fundamental establecida. La cual, tiene que ver con la mínima integración de las empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, afectando principalmente el eslabón de la proveeduría.

En este sentido el sector aeronáutico en el estado de Querétaro se estructura de la siguiente manera:

**Tabla 17**  
*Estructura Industrial*

Estructura	División / Área	Actividad
		— Componentes
		— Sistemas de Aterrizaje
		— Fuselajes
		— Materiales Compuestos
Manufactura	Fabricación y ensamblaje	— Maquinados de Precisión
		— Intercambiadores de Calor
		— Módulos electrónicos
Mantenimiento	Reparaciones y Modificaciones	— Fuselajes
		— Hélices

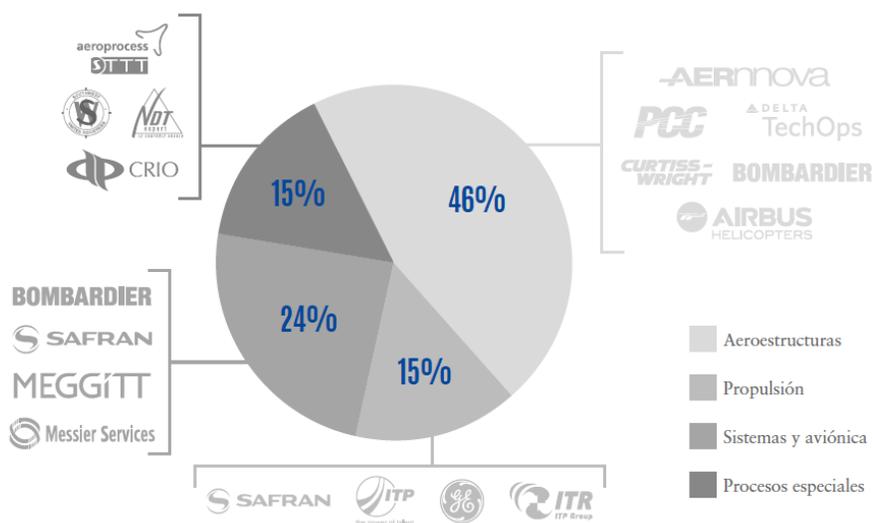
---

		— Componentes Dinámicos
		— Cubrimientos Corrosiones Protecciones
		— Motores
		— Turbinas
		— Modificaciones de interiores
		— Unidades de Potencia a Auxiliar
		— Sistemas Eléctricos
		— Sistemas Electrónicos
		— Sistemas de Control
		— Sistemas Embebidos
		— Diseño de Equipos
Investigación y Desarrollo	Diseño e Ingeniería	— Procesamiento de Datos
		— Pruebas No Destructivas
		— Simulaciones de Vuelo
		— Dinámica Aeroespacial

---

Así mismo, dentro de la región Queretana se cuenta con la participación de varias empresas en cada uno de estos segmentos de actividades, las cuales se muestran en la siguiente figura:

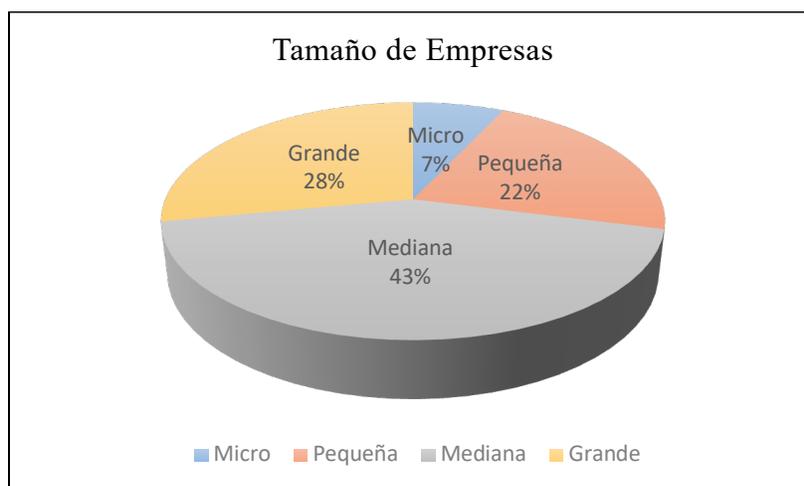
Figura 12. Estructuración Empresarial Aeronáutica



Fuente: ProMéxico (2014, p. 29).

El tamaño de cada una de las organizaciones pertenecientes a cada una de las tres grandes áreas de la cadena de valor aeroespacial de la región, son principalmente de tamaño mediano y grande, tal como se muestra a continuación:

Figura 13. Tamaño de Organizaciones en la Región Queretana



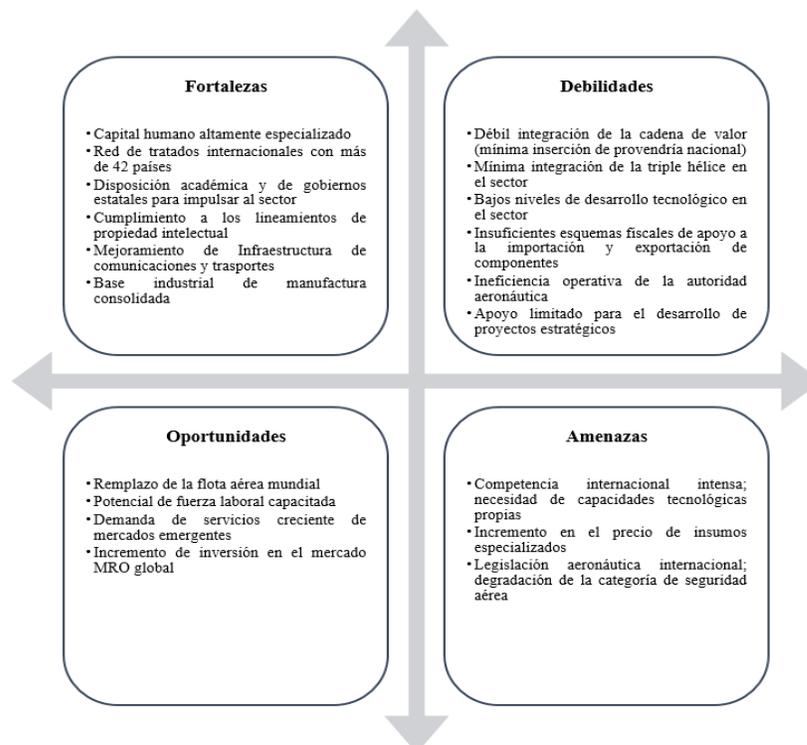
Fuente: Elaboración propia, basado en FEMIA (2017).

## 5.2 Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) se realiza con el objetivo de clarificar la naturaleza actual del sistema (MRO). Para lograr la integración de las estrategias convenientes a partir de la selección de las acciones requeridas, según los escenarios prospectivos planteados.

Dentro del desarrollo del método de escenarios prospectivos en el sector (MRO) de la región Queretana, se lograron identificar múltiples variables o problemáticas clave. Dentro de las cuales, existe una de carácter prioritario para las organizaciones, la cual tiene que ver con la mínima inserción de las empresas mexicanas en la cadena de valor aeronáutica afectando principalmente el desarrollo de la proveeduría en la industria. Esta problemática clave, funge como el eje central bajo el cual se mueve todo el desarrollo de la estrategia. Con la finalidad de proponer caminos de acción que coadyuven a las organizaciones a desarrollar posibles soluciones.

Figura 14. Análisis FODA



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 Árbol de Pertinencia

El método de árboles de pertinencia consiste en identificar proyectos, potencialmente aplicables, para integrarlos a opciones estratégicas compatibles con la naturaleza de una organización o sistema, orientados por los escenarios más probables identificados en estudios prospectivos.

En este sentido, se trata de relacionar los diferentes niveles jerarquizados con los que cuenta una problemática en específico. Transitando hacia niveles inferiores de naturaleza más particular, es decir, los niveles superiores engloban finalidades y los niveles subsecuentes, engloban los medios y las acciones requeridas para su posible solución. Se distinguen principalmente dos fases para el desarrollo de árboles de pertinencia según Godet (1993), la construcción del árbol y la evaluación de las acciones.

La construcción del árbol considera como primer nivel a las finalidades, las cuales pueden ser políticas, misiones u objetivos deseados. Por su parte los niveles medios, son considerados como los subsistemas y los subconjuntos de acciones. Donde los niveles inferiores corresponden a los objetivos cada vez más detallados del sistema de decisión, con los medios necesarios para ponerlos en marcha.

Así mismo, se considera que los arboles deberán contar con independencia ente los elementos de un mismo nivel y no deberán existir nexos ente nudos de los niveles sucesivos. Con la finalidad de equilibrar los niveles de arriba hacia abajo, para estabilizar el árbol.

Las estipulación de las acciones y objetivos para la solución de una problemática en específico se logra realizar, solo después de haber desarrollado un estudio prospectivo profundo, como el que se muestra en la presente investigación, ya que dicho estudio, genera enfoques complementarios para la integración estratégica.

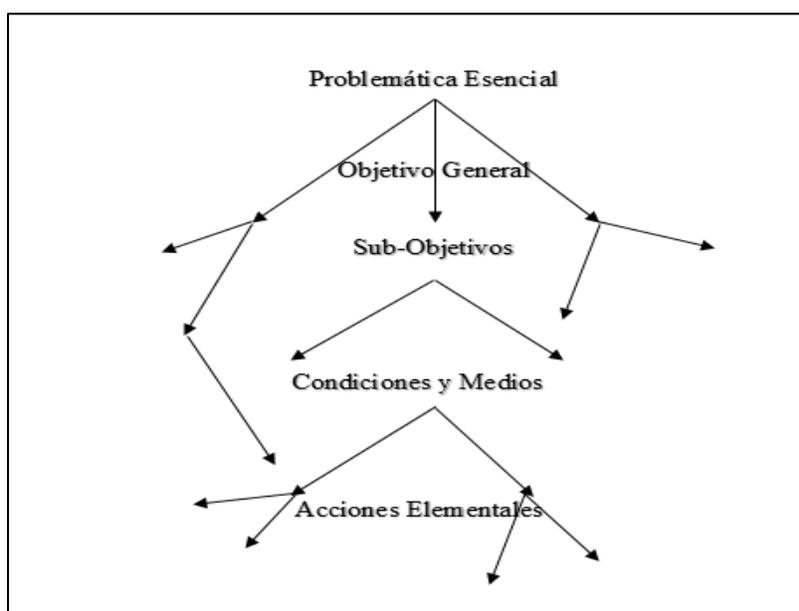
En este sentido, se cuenta con dos tipos de enfoques: descendentes y ascendente. Donde en el primero, se considera la lista de objetivos explícitos y se busca analizar los medios de acciones que permitirán alcanzarlos, así como las variables que podrían modificarlos. Por su parte el segundo enfoque, considera las acciones aceptadas y analiza los efectos que estos podrían generar. Identificando así los objetivos que podrían ser alcanzados.

El árbol desarrollado en esta sección estratégica, cuenta con un enfoque de tipo descendente, es decir, identifica los objetivos específicos y realiza el análisis de los medios y las acciones necesarias para alcanzarlos. Por ello, es necesario que cada acción y objetivo sean muy explícitos, a fin de conservar un sentido preciso y detallado del problema.

Por su parte la fase de evaluación de las acciones de árbol de pertinencia, trata de medir la aportación de cada acción a los objetivos generales planteados. Donde la acción de nivel (i) constituye un criterio de evaluación de las acciones del nivel (i-1). Para cada nivel se establecen matrices, en las cuales las filas con las acciones (a) del nivel (i-2) y las columnas con los criterios (c) del nivel (i-1). Así mismo, se generan evaluaciones sobre la contribución de cada una de las acciones en la satisfacción de los criterios establecidos.

Debido a esto, se utiliza el método de Pattern para análisis multicriterio, el cual se utiliza para elegir un conjunto de varios criterios existentes, sobre los objetivos y sub-objetivos que se desean alcanzar, este método gráfico en forma de árbol puede ser desarrollado mediante matrices multicriterio, las cuales muestran el índice de pertenencia y la medida de contribución de un elemento inferior a un elemento superior del árbol.

Figura 15. Árbol de Pertenencia



Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (2007).

Para seleccionar la estrategia más adecuada se utilizan índices de pertenencia, los cuales se pueden clasificar en elementales. Tomando en consideración los siguientes aspectos:

- $n$ = Numero de alternativas que integran cada vértice
- $m$ = Numero de criterios asociados a cada vértice
- $X_{ij}$ = Valor de la alternativa para cada criterio
- $P_j$ = Ponderación del criterio ( $j$ )

En este sentido, cuanto mayor es el índice de una alternativa mayor es su nivel de importancia para la selección de la alternativa estratégica. El índice de pertenencia de la alternativa ( $i$ ) se calcula de la siguiente manera:

$$E(i) = \sum_{j=1}^m P_j * X_{ij}$$

Mediante el método de Pettern se logró el cálculo de las matrices multicriterio. Las cuales muestran los niveles ponderados para cada uno de los niveles y criterios propuestos. En este sentido, la presente propuesta estratégica, cuenta con (3) niveles de análisis, compuestos por la (Industria) en el nivel (1), el (Gobierno) en el nivel (2) y la (Academia) en el nivel (3).

Todo esto con la finalidad de atender la problemática esencial, identificada en el estudio prospectivo del sistema de mantenimiento aeronáutico. La cual, en esta sección estratégica se traduce a un objetivo esencial para buscar los medios y las acciones necesarias para lograr cumplir con dicho objetivo.

En este sentido el objetivo estratégico planteado, es tipificado como esencial para el análisis estratégico y se define como:

Objetivo Estratégico:

- Integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica del país, para coadyuvar a la reducción de costos y mejoramiento de la eficiencia operativa.

Así mismo, este objetivo funge como piedra angular para el desarrollo del análisis estratégico propuesto en las siguientes secciones. Ya que de este emanan los sub-objetivos, medios y acciones necesarios para su cumplimiento, a través de la estipulación de las alternativas de acciones y los criterios. Para identificar el nivel de aportación al cumplimiento del objetivo principal planteado. Esto se traduce a un índice de permanencia, que indica cual es la acción más conveniente a ejecutar según los medios establecidos.

Es por esto que se proponen tres niveles de análisis estratégico para lograr determinar de manera complementaria la estrategia general, la cual conllevara acciones integradas por parte de los elementos de Gobierno, Academia e Industria que son considerados esenciales en el sistema.

### 5.3.1 Nivel estratégico 1 (Industria)

En esta sección se presenta la matriz de criterios y alternativas. La cual, tiene la finalidad de realizar una evaluación de las alternativas (acciones) y los criterios (objetivos), que mayor nivel de incidencia o impacto podrían generar hacia el objetivo esencial planteado.

**Tabla 18**  
*Matriz de Criterios y Alternativas N-1*

		Nivel- 1 (Industria)			
		Criterios			
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4
Acciones	Alt. 1	2	3	2	1
	Alt. 2	3	3	3	3
	Alt. 3	2	1	0	3
	Alt. 4	2	1	2	3
	Alt. 5	1	1	3	1
	Alt. 6	3	2	3	3
	Alt. 7	2	3	2	3

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

Así mismo, se muestran a continuación los criterios y alternativas planteados para la evaluación de la matriz mostrada.

**Tabla 19**  
*Criterios de Evaluación N-1*

Criterio	Descripción
Crit. 1	Desarrollo de programas para la vinculación con empresas nacionales.
Crit. 2	Desarrollo de nuevas redes de proveeduría.
Crit. 3	Desarrollo de capacidades técnicas en sectores subyacentes.
Crit. 4	Desarrollo de nuevas alianzas estratégicas.

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

**Tabla 20**  
*Alternativas de Acción N-1*

Alternativas	Descripción
Alt. 1	Integración del catálogo industrial de habilidades empresariales sectoriales.
Alt. 2	Conformación de paneles estratégicos para la consolidación de proyectos multidisciplinarios.
Alt. 3	Promoción del sector industrial a nivel nacional e internacional para destacar capacidades y ventajas competitivas.
Alt. 4	Colaboración con centros educativos y de formación para el aseguramiento de la demanda de capital humano especializado.
Alt. 5	Inversión para la creación de centros de innovación regionales.
Alt. 6	Integración estratégica para la colaboración e intercambio de conocimiento de alto valor agregado para el desarrollo tecnológico.
Alt. 7	Integración empresarial para la certificación y cumplimiento de los estándares de calidad en el sector.

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

La escala utilizada para la evaluación del Nivel-1(Industrial), se muestra a continuación:

**Tabla 21**  
*Escala de Impacto*

Nivel de impacto	Tipo
3	Directo
2	Moderado
1	Indirecto
0	Nulo

Fuente: Elaboración propia, basado en Godet (2007).

En este sentido, se requiere el cálculo de los índices de permanencia, mediante la integración de las ponderaciones, para cada uno de los criterios establecidos en el Nivel-1 (Industria). Las cuales se muestra a continuación:

**Tabla 22**  
Ponderaciones de Criterios N-1

Criterio	Ponderaciones
C1	0.40
C2	0.30
C3	0.20
C4	0.10

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

Debido al establecimiento de las ponderaciones de criterios, a la matriz de evaluación de alternativas y criterios, se integra dicho valor para el cálculo del índice de pertenencia, el cual muestra la acción más adecuada a seleccionar según el valor obtenido y el nivel analizado.

**Tabla 23**  
*Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-1*

		Nivel- 1 (Industria)				
		Criterios				
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	E1
		(0.40)	(0.30)	(0.20)	(0.10)	
Acciones	Pond.					
	Alt. 1	0.13	0.21	0.13	0.06	0.15
	Alt. 2	0.20	0.21	0.20	0.18	0.20
	Alt. 3	0.13	0.07	0.00	0.18	0.09
	Alt. 4	0.13	0.07	0.13	0.18	0.12
	Alt. 5	0.07	0.07	0.20	0.06	0.09
	Alt. 6	0.20	0.14	0.20	0.18	0.18
	Alt. 7	0.13	0.21	0.13	0.18	0.16
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

Los resultados mostrados en la tabla (23), en la sección (E1), se obtienen de la siguiente manera:

$$\text{Alt 1} = (((0.13) \times (0.40)) + ((0.21) \times (0.30)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.06) \times (0.10))) = (0.15)$$

$$\text{Alt. 2} = (((0.20) \times (0.40)) + ((0.21) \times (0.30)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.18) \times (0.10))) = (0.20)$$

$$\text{Alt 3} = (((0.13) \times (0.40)) + ((0.07) \times (0.30)) + ((0.00) \times (0.20)) + ((0.18) \times (0.10))) = (0.09)$$

$$\text{Alt 4} = (((0.13) \times (0.40)) + ((0.07) \times (0.30)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.18) \times (0.10))) = (0.12)$$

$$\text{Alt 5} = (((0.07) \times (0.40)) + ((0.07) \times (0.30)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.06) \times (0.10))) = (0.09)$$

$$\text{Alt 6} = (((0.20) \times (0.40)) + ((0.14) \times (0.30)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.18) \times (0.10))) = (0.18)$$

$$\text{Alt 7} = (((0.13) \times (0.40)) + ((0.21) \times (0.30)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.18) \times (0.10))) = (0.16)$$

En este sentido, obtenemos que el mayor nivel de pertenencia para las alternativa planteadas en el nivel estratégico (1) que se enfoca en el sector industrial, indica que la alternativa (2); sobre la conformación de paneles estratégicos para la consolidación de proyectos multidisciplinarios. Es la más adecuada, para lograr impactar de manera directa al objetivo esencial, sobre la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica. Sin embargo esta acción, no deberá aplicarse de forma asilada dentro de la estrategia global. Pues se requiere la integración de las acciones que se obtienen de los niveles (2) y (3), mostrados en la siguiente sección.

### 5.3.2 Nivel estratégico 2 (Gobierno)

En esta sección se muestra la matriz de criterios y alternativas de evaluación de la acciones del Nivel-2 (Gobierno), para dar cumplimiento al objetivo esencial de la estrategia.

**Tabla 24**

Matriz de Criterios y Alternativas N-2

		Nivel- 2 (Gobierno)				
		Criterios				
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 5
Acciones	Alt. 1	0	0	1	3	2
	Alt. 2	1	1	3	3	1
	Alt. 3	1	0	3	3	0
	Alt. 4	2	2	3	3	1
	Alt. 5	2	2	1	1	2
	Alt. 6	3	3	2	2	1

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

A continuación se muestran los criterios y alternativas planteados para la evaluación de la matriz mostrada de Nivel-2 (Gobierno).

**Tabla 25**  
*Criterios de Evaluación N-2*

Criterio	Descripción
Crit. 1	Desarrollo de mecanismos de asistencia para la certificación de empresas nacionales en la industria aeronáutica.
Crit. 2	Integración de procedimientos eficientes de certificación y convalidación aeronáuticos.
Crit. 3	Establecimiento de programas de incentivos para la inversión nacional y extranjera.
Crit. 4	Fomento y promoción de las capacidades del sector hacia posibles potenciales inversores.
Crit. 5	Inversión en innovación y vinculación con centro de investigación en tecnologías aeronáuticas.

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

**Tabla 26**  
*Alternativas de Acción N-2*

Alternativas	Descripción
Alt. 1	Creación y mejoramiento de aeroclusters especializados, con infraestructura moderna y eficiente.
Alt. 2	Integración de programas de incentivos fiscales y aduaneros para el desarrollo de empresas nacionales.
Alt. 3	Incremento de la eficiencia regulatoria que facilite el establecimiento de empresas nacionales.
Alt. 4	Integración de políticas públicas que faciliten el intercambio de bienes y servicios aeronáuticos.
Alt. 5	Colaboración estratégica con instituciones de educación y empresas para el desarrollo de capital humano altamente especializado.
Alt. 6	Desarrollo de programas de apoyo para la creación de nuevas empresas, enfocadas en la producción de componentes y materiales aeronáuticos

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

La escala utilizada para la evaluación de los criterios (objetivos) y alternativas (acciones), es la que se muestra en la tabla (21). Así mismo, las ponderaciones integradas a cada criterio, se muestran a continuación:

**Tabla 27**  
*Ponderaciones de Criterios N-2*

Criterio	Ponderaciones
C1	0.30
C2	0.20

C3	0.10
C4	0.20

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

En ese sentido, a la matriz de criterios y alternativas se le integran las ponderaciones estimadas en la tabla (27). Esto con la finalidad de obtener del índice de permanencia (E2).

**Tabla 28**  
*Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-2*

		Nivel- 2 (Gobierno)					
		Criterios					
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 5	E2
		(0.30)	(0.20)	(0.10)	(0.20)	(0.20)	
Acciones	Pond.						
	Alt. 1	0.00	0.00	0.08	0.20	0.29	0.10
	Alt. 2	0.11	0.13	0.23	0.20	0.14	0.15
	Alt. 3	0.11	0.00	0.23	0.20	0.00	0.10
	Alt. 4	0.22	0.25	0.23	0.20	0.14	0.21
	Alt. 5	0.22	0.25	0.08	0.07	0.29	0.19
	Alt. 6	0.33	0.38	0.15	0.13	0.14	0.25

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

Los resultados mostrados en la tabla (28), en la sección (E2), se obtienen de la siguiente manera:

$$\text{Alt. 1} = (((0.00) \times (0.30)) + ((0.00) \times (0.20)) + ((0.08) \times (0.10)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.29) \times (0.20))) = (0.10)$$

$$\text{Alt. 2} = (((0.11) \times (0.30)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.23) \times (0.10)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.14) \times (0.20))) = (0.15)$$

$$\text{Alt. 3} = (((0.11) \times (0.30)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.23) \times (0.10)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.00) \times (0.20))) = (0.10)$$

$$\text{Alt. 4} = (((0.22) \times (0.30)) + ((0.25) \times (0.20)) + ((0.23) \times (0.10)) + ((0.20) \times (0.20)) + ((0.14) \times (0.20))) = (0.21)$$

$$\text{Alt. 5} = (((0.22) \times (0.30)) + ((0.25) \times (0.20)) + ((0.08) \times (0.10)) + ((0.07) \times (0.20)) + ((0.29) \times (0.20))) = (0.19)$$

$$\text{Alt. 6} = (((0.33) \times (0.30)) + ((0.38) \times (0.20)) + ((0.15) \times (0.10)) + ((0.13) \times (0.20)) + ((0.14) \times (0.20))) = (0.25)$$

Los resultados obtenidos de la matriz de criterios y alternativas ponderadas, muestran que la alternativa (6), es la más adecuada para incidir de manera directa sobre el objetivo esencial planteado, es decir, que el desarrollo de programas de apoyo para la creación de nuevas empresas enfocadas en la producción de componentes y materiales aeronáuticos es una acción diseñada y enfocada a coadyuvar a la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica.

La acción seleccionada no debe aplicarse de manera individual, pues debe integrar las acciones de los niveles (1) y (3) para lograr un mayor nivel de eficacia en la atención de la problemática planteada.

### 5.3.3 Nivel estratégico 3 (Academia)

En esta sección se presentan las matrices utilizadas para analizar el nivel estratégico (3) que se enfoca en el elemento de la academia, así como también se muestran las matrices ponderadas mediante el panel de expertos, para cada uno de los criterios de evaluación establecidos. Esto con la finalidad de obtener el índice de pertenencia.

**Tabla 29**  
*Matriz de Criterios y Alternativas N-3*

		Nivel- 3 (Academia)				
		Criterios				
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 5
Acciones	Alt. 1	2	1	1	1	1
	Alt. 2	3	3	3	1	3
	Alt. 3	2	1	1	1	2
	Alt. 4	3	2	1	2	2
	Alt. 5	3	3	2	1	1

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

A continuación, se muestran los criterios y alternativas planteados para la evaluación de la matriz mostrada en el Nivel-3 (Academia).

**Tabla 30**  
*Criterios de Evaluación N-3*

Criterio	Descripción
Crit. 1	Integración de programas de vinculación con organizaciones nacionales enfocadas en aéreas industriales.

Crit. 2	Desarrollo de investigaciones aplicadas hacia la fabricación de nuevos materiales y optimización de sistemas de gestión de calidad.
Crit. 3	Desarrollo de programas de transferencia tecnológica por parte de las instituciones de educación superior y centros de investigación con la industria nacional.
Crit. 4	Fomento de la cultura de innovación para la creación de Startups y proyectos emprendedores enfocados hacia la industria aeronáutica.
Crit. 5	Fomento de la creación de redes interdisciplinarias para el intercambio de conocimiento entre profesionales del sector, estudiantes de las universidades y centros públicos de investigación.

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

**Tabla 31**  
*Alternativas de Acción N-3*

Alternativas	Descripción
Alt. 1	Integración de programas de formación técnica y académica, diseñados para cubrir las necesidades de capacitación tecnológica y de normatividad.
Alt. 2	Desarrollo de nuevas alianzas estratégicas para la colaboración con empresas nacionales en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías aeronáuticas.
Alt. 3	Incremento de las capacidades técnicas para cubrir la demanda de certificaciones e inspecciones del sector.
Alt. 4	Desarrollo de programas de apoyo a la certificación mediante la aportación de conocimiento en materia de sistemas de calidad hacia la industria.
Alt. 5	Impulsar la vinculación de laboratorios altamente especializados con las empresas nacionales e internacionales de aeronáutica.

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

La escala utilizada para evaluar las alternativas y los criterios, es la establecida en la tabla (21), Así mismo, a continuación se muestran las ponderaciones para cada uno de los criterios propuestos mediante el panel de expertos.

**Tabla 32**  
*Ponderaciones de Criterios N-3*

Criterio	Ponderaciones
C1	0.30
C2	0.10
C3	0.30
C4	0.10
C5	0.20

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

**Tabla 33**  
*Matriz de Criterios y Alternativas Ponderadas N-3*

		Nivel- 3 (Academia)					
		Criterios					
		Crit. 1	Crit. 2	Crit. 3	Crit. 4	Crit. 5	E3
		(0.30)	(0.10)	(0.30)	(0.10)	(0.20)	
Acciones	Pond.						
	Alt. 1	0.15	0.10	0.13	0.17	0.11	0.13
	Alt. 2	0.23	0.30	0.38	0.17	0.33	0.30
	Alt. 3	0.15	0.10	0.13	0.17	0.22	0.15
	Alt. 4	0.23	0.20	0.13	0.33	0.22	0.20
Alt. 5	0.23	0.30	0.25	0.17	0.11	0.21	

Fuente: Elaboración propia, basado en el panel de expertos.

En la tabla anterior (33) se observan los resultados obtenidos mediante el uso de las ponderaciones, los cuales indican el nivel de incidencia de las acciones planteadas hacia el objetivo principal. En este sentido, el cálculo de los resultados obtenido en (E3) se muestra a continuación:

$$\text{Alt. 1} = (((0.15) \times (0.30)) + ((0.10) \times (0.10)) + ((0.13) \times (0.30)) + ((0.17) \times (0.10)) + ((0.11) \times (0.20))) = (0.13)$$

$$\text{Alt. 2} = (((0.23) \times (0.30)) + ((0.30) \times (0.10)) + ((0.38) \times (0.30)) + ((0.17) \times (0.10)) + ((0.33) \times (0.20))) = (0.30)$$

$$\text{Alt. 3} = (((0.15) \times (0.30)) + ((0.10) \times (0.10)) + ((0.13) \times (0.30)) + ((0.17) \times (0.10)) + ((0.22) \times (0.20))) = (0.15)$$

$$\text{Alt. 4} = (((0.23) \times (0.30)) + ((0.20) \times (0.10)) + ((0.13) \times (0.30)) + ((0.33) \times (0.10)) + ((0.22) \times (0.20))) = (0.20)$$

$$\text{Alt. 5} = (((0.23) \times (0.30)) + ((0.30) \times (0.10)) + ((0.25) \times (0.30)) + ((0.17) \times (0.10)) + ((0.11) \times (0.20))) = (0.21)$$

Los resultados indican que la alternativa de acción (2), que contempla el desarrollo de nuevas alianzas estratégicas para la colaboración con empresas nacionales en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías aeronáuticas por parte de las instituciones de educación superior y centros públicos de investigación. Podría incidir de manera directa a la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica del país, para coadyuvar a la reducción de costos y mejoramiento de la eficiencia operativa. Así mismo, la alternativa

mejor valuada deberá integrarse al resto de los niveles analizado para integrar la estrategia general.

#### **5.4 Estrategia Fundamental**

La estrategia general o fundamental, se integra mediante las alternativas de acción mejor valuadas en las matrices multi-criterios de cada uno de los (3) niveles estratégicos analizados. En este sentido, la estrategia queda conformada por la alternativa de acción (2) del Nivel-1, la alternativa de acción (6) del Nivel-2 y finalmente la alternativa de acción (2) del Nivel-3. Esta estrategia general se encuentra diseñada para incidir en la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica del país.

La estrategia fundamental planteada considera necesario una integración entre la triple hélice (Industria, Gobierno y Academia), para lograr la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica del país, con la finalidad de coadyuvar a la reducción de costos y mejoramiento de la eficiencia operativa. Esto mediante el desarrollo de acciones en conjunto. Tales como; la conformación de paneles estratégicos entre las empresas del sistema (MRO), con la finalidad de consolidar proyectos multidisciplinarios que conjunten el esfuerzo de las organizaciones dentro del sector industrial de mantenimiento aeronáutico. Así mismo, se considera indispensable el desarrollo de programas de apoyo a la creación de nuevas empresas, enfocadas en la producción de componentes y materiales aeronáuticos, por parte de las dependencias gubernamentales. Donde finalmente se reconoce como imperante la generación de nuevas alianzas estrategias, para la colaboración con empresas nacionales en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías aeronáuticas, por parte de las instituciones de educación superior y centro de investigación.

##### ***5.4.1 Estrategias complementarias***

Las estrategias complementarias se conforman por las alternativas de acción ponderadas en niveles medios, en cuanto a su índice de permanencia. Ya que se considera que este tipo de acciones pueden generar cambios significativos y dar apoyo a la estrategia general planteada.

En este sentido, la estrategia complementaria considera como prioritario una integración empresarial, para la colaboración e intercambio de conocimiento de alto valor agregado para el desarrollo tecnológico de las empresas de servicios aeronáuticos. De este

modo también es necesario la promulgación y aceptación de políticas públicas que faciliten el intercambio de bienes y servicios aeronáuticos. Aunado a la vinculación por parte de los laboratorios de alta especialización ubicados en el territorio nacional, con las empresas locales e internacionales de aeronáutica.

Otra de las estrategias complementarias considera acciones dirigidas hacia la integración empresarial para la certificación y cumplimiento de calidad del sector aeronáutico. Conjuntando esfuerzos con las entidades gubernamentales para la colaboración estratégica con instituciones de educación superior para el desarrollo del capital humano altamente especializado, necesario en las actividades del sector. Así como desarrollar programas por parte de los centros de investigación e instituciones de capacitación para la aportación de conocimiento en materia de sistemas de calidad.

En este sentido las propuestas complementarias de la estrategia general, también denominada como fundamental, cumplen con el papel de dar soporte al desarrollo necesario en puntos clave, para incidir en la integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica del país.

## **CAPITULO 6. CONCLUSIONES**

Al realizar el análisis de toda la información brindada por el estudio prospectivo, se logró el diseño de manera clara y concisa de tres escenarios claves tipificados como: optimista, moderado y pesimista:

Escenario optimista: este tipo de escenario está conformado por las hipótesis (H1), (H2) y (H4). Donde se considera altamente factible el desarrollo e integración de empresas nacionales a la cadena de valor aeronáutica, especialmente al eslabón de la proveeduría, para coadyuvar al incremento de la eficiencia operativa y reducción de los costos de producción en el periodo comprendido del año 2023 al año 2033. Lo que podría generar una mejor dinámica de integración entre la triple hélice (academia, gobierno e industria) en el sistema (MRO). Atendiendo a las necesidades de una demanda de alta especialización mediante un modelo actualizado que se enfoque en los servicios de mantenimiento aeronáutico comercial

y de manera independiente a los modelos de servicios de vuelo. Con la finalidad de atender las necesidades de mantenimientos aéreos más complejos y con requerimientos de tecnologías más desarrolladas para los servicios de las nuevas flotas aéreas.

Escenario moderado: este escenario está integrado por las hipótesis (H5) y (H6), y considera que en un periodo a futuro comprendido por los próximos 10 años, la eficiencia operativa de la autoridad aeronáutica nacional se mantendrá relativamente estática, en los procesos de convalidación de certificaciones para las organizaciones y personal aeronáutico con otras agencias gubernamentales como la (FAA). Donde el personal aeronáutico con alta especialización durante este horizonte temporal planteado, seguirá migrando a otros países, en la búsqueda de mejores condiciones laborales para su desarrollo, ya que los reclutamientos masivos realizados actualmente exacerban este fenómeno. Lo que podría generar dificultades para la integración del personal requerido por parte de las organizaciones aeronáuticas establecidas en el territorio nacional.

Escenario pesimista: para el desarrollo de este escenario se integró la hipótesis (H3). Donde se considera que el conocimiento de alto valor agregado para el desarrollo tecnológico de las empresas filiales instauradas en el la región Queretana por parte de las OEM's, permeara de manera muy limitada a la empresas locales. Esto debido a la inexistencia de una legislación en materia aeronáutica que permita el acceso y divulgación del conocimiento tecnológico. Esto genera una gran limitación para el desarrollo tecnológico en el sector, complicado así la incursión en servicios de alta especialización. Los cuales se prevén, serán los más demandados a nivel global.

La integración de escenarios con niveles bajos de probabilidad ponderada, son indispensables. Ya que si bien, son escenarios poco materializables en el horizonte temporal prospectado. La información se vuelve muy relevante para los actores clave que desean que dichos escenarios cobren mayor fuerza y relevancia en el corto y mediano plazo. Debido a los intereses y estrategias que tienen contempladas para incrementar sus niveles de competitividad y eficiencia productiva.

El estudio presentado logro confirmar la aplicabilidad de la metodología prospectiva mediante el uso de la técnica por escenarios en un contexto latinoamericano, dentro de un sector industrial de alta especialización, para analizar la posible evolución del sistema de

mantenimiento aeronáutico. Por ello, la investigación aporta nuevo conocimiento a las organizaciones que deseen realizar estudios de similar naturaleza. Sin embargo, deberán considerar que un estudio de este tipo, conlleva un desarrollo que toma de 2 a 3 años poder concluir de manera satisfactoria.

Debido a esto, es que la principal limitante de los de estudios prospectivos, son los prolongados periodos de tiempo necesarios para su desarrollo. En comparación con otro tipo de herramientas prospectivas, como el Road Map. Sin embargo, en la actualidad ninguna de estas otras herramientas cuenta con el grado de profundidad y comprensión de la evolución de un sistema, como la herramienta metodología del estudio prospectivo mediante la técnica por escenarios.

En este sentido, la investigación también logra la caracterización del sistema de mantenimiento aeronáutico, a través de la Teoría General de Sistemas (TGS), con el uso del enfoque sistémico para la interpretación del (MRO). Mediante el cual, se considera al sistema como complejo y de tipo abierto, con integración a su contexto. Por lo que recibe y envía información de manera simbiótica. Donde los elementos que lo conforman adquieren un comportamiento interactuante, que genera una dinámica de movimiento y transformación de manera sistemática. Así mismo, se reconoce la capacidad del sistema para la adaptabilidad, ya que actualmente se encuentra en un estado de homeoquinesis, con un desequilibrio dinámico temporal y transita hacia un estado estático de alta especialización.

Esta estructura de interpretación del sistema es esencial, ya que se contempla al mantenimiento aeronáutico como un totalizador y no se estudia de manera aislada sin interacción con su entorno. En este sentido, los elementos de la academia y gobierno que forman parte del sistema, son considerados como esenciales para su funcionamiento, motivo por el cual se integran a una estrategia específica para incidir sobre una de las problemáticas esenciales del (MRO) y esta contiene a los elementos de la triple hélice para lograr un adecuado tratamiento. Focalizando como prioritarias las acciones sobre la integración estratégica de proyectos multidisciplinarios entre organizaciones inmersas dentro de la industria (MRO). Así como, el desarrollo de programas de apoyo gubernamentales orientados hacia la creación de empresas aeronáuticas, enfocadas en la producción de componentes. Aunado a la generación de alianzas estratégicas con centros públicos de

investigación y laboratorios altamente especializados, para la certificación y desarrollo de tecnológicas aeronáuticas de vuelo y comunicaciones dentro de la industria.

De igual manera, el enfoque sistémico aplicado en el estudio prospectivo aporta información de valor para la comprensión de las variables esenciales identificadas (problemáticas clave). Permitiendo así, concebir las fuerzas de interacción entre ellas, y la posible modificación del sistema debido a las fuerzas de subordinación o dependencia que ejercen. Considerando como fundamental no solo la mínima inserción de las empresas mexicanas a la cadena de valor aeronáutica, sino también las problemáticas identificadas sobre el desarrollo tecnológico cautivo, debido al oligopolio en el que se desarrolla la industria. Así como, la fuga de capital humano altamente especializado en actividades fundamentales para el mantenimiento aeronáutico.

Finalmente la investigación aporta una herramienta de prospectiva, adecuada al contexto nacional, que permite aportar información de valor, sobre la evolución de un sistema con amplias posibilidades de crecimiento a nivel global. Para atender los aspectos esenciales requeridos en la integración y participación de las organizaciones regionales a un sistema de alto valor agregado.

Por tal motivo se plantean nuevos cuestionamientos que sientan las bases para la continuidad de la investigación sobre las siguientes líneas:

- sobre el estudio del meta-sistema aeronáutico y sus perspectivas de desarrollo en el territorio mexicano.

- sobre las políticas públicas requeridas para potenciar el crecimiento del mantenimiento aeronáutico en el país.

## REFERENCIAS

- Ackoff . R., L. (1972). *Un concepto de planificación de empresas*. Ed: Limusa. México.
- Airbus. (2017). *Airbus Global Market Forecast-Growing Horizons*. Recuperado de <http://www.avi8ion.aero/2018/03/16/airbus-global-market-forecast-2017-2036/>
- Álvarez, F. (2015), Escenarios Normativos: tipos y clústeres prospectivos. Recuperado de: <https://www.camjol.info/index.php/RyR/article/view/3569>
- Bañuls, V. A. y Salmeron, J. L. (2008), *Áreas clave de desarrollo económico y social: una visión desde la actividad prospectiva internacional*. En: Problemas del Desarrollo, N° 153. Recuperado de: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-70362008000200006&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-70362008000200006&script=sci_abstract)
- Beinstein, J. (1994), *Prospectiva Tecnológica: Conceptos y Métodos*. Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones Teóricas y Metodológicas. ONU, UESCO, CEPAL-ILPES, CYTED, Nueva Sociedad. Caracas.
- Bertalanffy V, L. (1986). *Teoría General de los Sistemas*. Editorial: Fondo de Cultura Económica. México.
- Boeing (2021). *Commercial Market Outlook 2020–2039*. Recuperado de: <https://www.boeing.com/commercial/market/commercial-market-outlook/>
- Boulding, E. (1956). *General systems theory- the skeleton of science*. Recuperado de: <https://www.panarchy.org/boulding/systems.1956.html>
- Buckley, W. (1973). *La Sociología y la Teoría Moderna de los Sistemas*. Buenos Aires: Argentina. Ed: Amorrortu.
- Casalet, M., Buenrostro, E., Stezano, F., Oliver, R. y Abelenda, L. (2011). *Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos en México: Los desafíos de la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro*. Santiago de Chile, CEPAL. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3945>
- Cordero, E. (2012). *La Industria Aeroespacial y el Despegue de la Productividad en México. Comercio Exterior*. Recuperado de: <https://revistacomercioexterior.com/la-industria-aeroespacial-y-el-despegue-de-la-productividad-en-mexico>

- COTEC (1998). *Temaguide: Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para las empresas*. Tomo 1. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. Recuperado de: [http://www.cotec.es/descarga.jsp?fichero=/docs/ficheros/200505110048\\_6\\_0.zip&nombre=M%C3%B3dulo%20I%20\(931%20KB\)](http://www.cotec.es/descarga.jsp?fichero=/docs/ficheros/200505110048_6_0.zip&nombre=M%C3%B3dulo%20I%20(931%20KB))
- Escorsa, P. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Catalunya: Univ. Politèc. De Catalunya.
- Escorsa, P. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Catalunya: Univ. Politèc. De Catalunya. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Jaume-Valls-Pasola/publication/260210824\\_Tecnologia\\_e\\_innovacion\\_en\\_la\\_empresa/links/5ecb559299bf1faac629d11/Tecnologia-e-innovacion-en-la-empresa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jaume-Valls-Pasola/publication/260210824_Tecnologia_e_innovacion_en_la_empresa/links/5ecb559299bf1faac629d11/Tecnologia-e-innovacion-en-la-empresa.pdf)
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial FEMIA (2012). *Pro-Aero 2012-2020: Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. Recuperado de: [http://www.20062012.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/proaereo\\_resumen\\_ejecutivo.pdf](http://www.20062012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/proaereo_resumen_ejecutivo.pdf)
- Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial FEMIA (2017). *Pro-Aero 2.0: Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. Recuperado de: [https://docs.google.com/viewer?url=http://www.femia.com.mx/documentos/brochure\\_femia.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://www.femia.com.mx/documentos/brochure_femia.pdf)
- Fernández, M. (1992), *Prospectiva Tecnológica en Gestión Tecnológica y Competitividad*. COLCYT.
- Gabiña, J. (1998), *La Prospectiva una Herramienta Cargada de Futuro*. Editorial Prentice Hall.
- Georghiou, L., Cassingena, J., Keenan, M., Miles, L. y Popper, R. (2008). *The Handbook of Technology Foresight. Concepts and Practice*. Manchester, Edward Elgar Publishing Limited.
- Godet, M. (2009), *La Prospectiva Estratégica para las Empresas y los Territorios*. Recuperado de:

<https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/la%20prospectiva%20estrategica.pdf>

Godet, M. (2007). *Prospectiva Estratégica: problemas y métodos*. San Sebastián: España. Ed. Prospektiker.

Godet, M. (1993), *De la Anticipación a la Acción. Manual de Prospectiva y Estratégica*. Barcelona: España. Ed. Marcombo, S.A.

Gómez, C., A., Valle L., S., y Pedroso, C., M. (2002). *Cadena productiva: Marco conceptual para apoyar la prospectiva tecnológica*. Recuperado de: [www.revistaespacios.com/a02v23no2/02230212.html\\_11k](http://www.revistaespacios.com/a02v23no2/02230212.html_11k)

Gutierrez, G., G. (2013). *Teoría General de Sistemas*. Bogotá. Ed: Universidad Santo Tomas.

HEGAN. (2012). *Anual Report 2012*. Ed: HEGAN. Bilbao, España.

Hernández, C., J. (2015). *Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica* [Tesis Doctoral, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales]. Repositorio Institucional FLACSO. <https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1026/14>

Katz, D. y Kahn, I., R. (2013). *Psicología Social de las Organizaciones*. Ciudad de México. Ed: Trillas.

KPMG. (2017). *Perspectivas globales del Sector Aeroespacial y de Defensa 2015*. Recuperado de: <https://home.kpmg.com/mx/es/home/tendencias/2015/08/perspectivas-del-sector-aeroespacial-y-de-defensa-2015.html>

León, M., Bravo, A y Ugando, M. (2021), *Estudio prospectivo: escenarios probabilísticos del sector de la producción de aceite de palma en la provincia de Esmeraldas al 2025*. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n21/20412129.html>

- Lindgren, M. y Bandhold, H (2009). *Scenario Planning: The Link between Future and Strategy*, Edited by PALGRAVE MCMILLAN, New York.  
<http://196.190.117.157:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/63875/112.pdf?sequence=2>
- López, A. (2016). *Historia del Pensamiento Sistémico*. Recuperado de:  
<http://www.icesi.edu.co/blogs/bitacorafundamentos21/2016/03/05/historia-del-pensamiento-sistemico/>
- López, S. M., Elola, A., Valdaliso, M. M. y Aranguren, M. J. (2012). *El clúster de la industria aeronáutica y espacial del País Vasco: Orígenes, evolución y trayectoria competitiva*. España: Euko Ikaskunta, Instituto Vasco de Competitividad, Fundación Deusto.  
<https://www.orquestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/libros/libros-capitulos-libro/cluster-aeronautica.pdf>
- Macías, C., Zarate, L. y Rosiles, L. (2013). La Investigación Sobre Gestión del Talento Humano en la Industria Aeroespacial en México Desde una Perspectiva Metodológica. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, Vol. 6 (7), 105-120. Recuperado de: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2326615](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2326615)
- Medina, J., Franco, C. A., Aguilera, A., Landinez, L., Aranzazú, C. y Ortiz, F. (2010). Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del SENA para la respuesta Institucional de Formación. Colciencias–Colombia.  
[http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/01\\_Modelo%20PVT](http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/01_Modelo%20PVT)
- Medina, M. (2000), *Futurica. Prospectiva en Acción*. Colección Respuestas. Ed. IESAIC/ UNESCO. Caracas
- Miklos, T. & Tello, M. (2007). *Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro*. Ed. Limusa, México.
- Mojica, F. (1991), *Prospectiva. Técnicas para visualizar el Futuro*. Colección Manuales Prácticos para Gerentes. Ed. Fondo Legis. Bogotá.
- Mojica, F., J. (2006), Concepto y Aplicación de la Prospectiva Estratégica. *Revista Med*, 14(1),122-131. ISSN: 0121-5256. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91014117>

- Morín, E. (2001). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: España. Editorial Gedisa.
- Ortiz, E. y Nagles, N. (2014). *Gestión tecnológica e innovación – Teoría, Proceso y Practica*. Bogotá: Ediciones EAN.
- Pereda, M (2005). Prospectiva tecnológica: una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países. Recuperado de [http://oa.upm.es/22189/1/Prospectiva\\_Tecnologica.pdf](http://oa.upm.es/22189/1/Prospectiva_Tecnologica.pdf)
- Porter, M. (2004). *Competitive Strategy: Techinques for Analyzing Industries and Competitions*. Ed. Simon & Schuster. New York.
- ProMéxico. (2014). *Industria Aeroespacial Mexicana: mapa de ruta 2014*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60149/MRT-Aeroespacial-2014.pdf>
- Regner, G. (2001), *Technology Foresight in companies: From an Indicator to a Network and Process Perspective*. Ed: Technology Analysis & Strategic Management: (533 – 553).
- Riascos E., S., C. (2012). Gestión del Conocimiento una Herramienta Efectiva para la Construcción de Escenarios en Prospectiva Tecnológica. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XX (1), 107-121. ISSN: 0121-6805. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90924279008>
- Rincón, S. y Mujica, N. (2004). Estudio prospectivo de la gestión tecnológica en las empresas del sector metalmeccánico del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia*. Vol. 9 (26). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29002606>
- Rodríguez, V., J. (2003). *Introducción a la Administración con Enfoque de Sistemas*. Ed: Thomson Editores. 545 p.
- Schein, H., E. (1982). *Psicología de la Organización*. Edo, de México. Ed: Prentice Hall, Inc.
- Van Gigch, P., J. (1998). *Teoría General de Sistemas*. Ed. Trillas. México

- Vela Peón, F. (2001). *Observar, escuchar y aprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa (pp. 63-95). Ed: In C. y Flacso. México.
- Velásquez, M., Giraldo, H., y Botero, E. (2020), Análisis de Escenarios Futuros como Método Prospectivo para la Mesa Sectorial de Diseño, Confección y Moda en Colombia. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n21/20412129.html>
- Villareal A, Flores, S. y Flores, M. (2016). Patrones de co-localización espacial de la industria aeroespacial en México. *Estudios Economicos*. Vol. 31 (1), 169-211. <http://estudioeconomicos.colmex.mx/archivo/EstudiosEconomicos2016/169211.pdf>
- Villavicencio, D., Hernández, J. y Souza, L. (2013). Capacidades y oportunidades para el desarrollo de la industria aeronáutica en Querétaro. In Flacso (Ed.), *La industria aeroespacial: complejidad productiva e institucional* (pp. 49–91). México. <https://www.redalyc.org/journal/102/10270068009/html/>

## ANEXOS

### A) PROTOCOLO DE ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADAS PARA EL PANEL DE EXPERTOS



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación**



### Entrevista

Propósito: La presente entrevista forma parte de la investigación “Estudio Prospectivo de la Industria de Mantenimiento Aeronáutico en Querétaro”, como parte fundamental para la caracterización del sistema aeronáutico en la región.

Nombre:

Empresa:

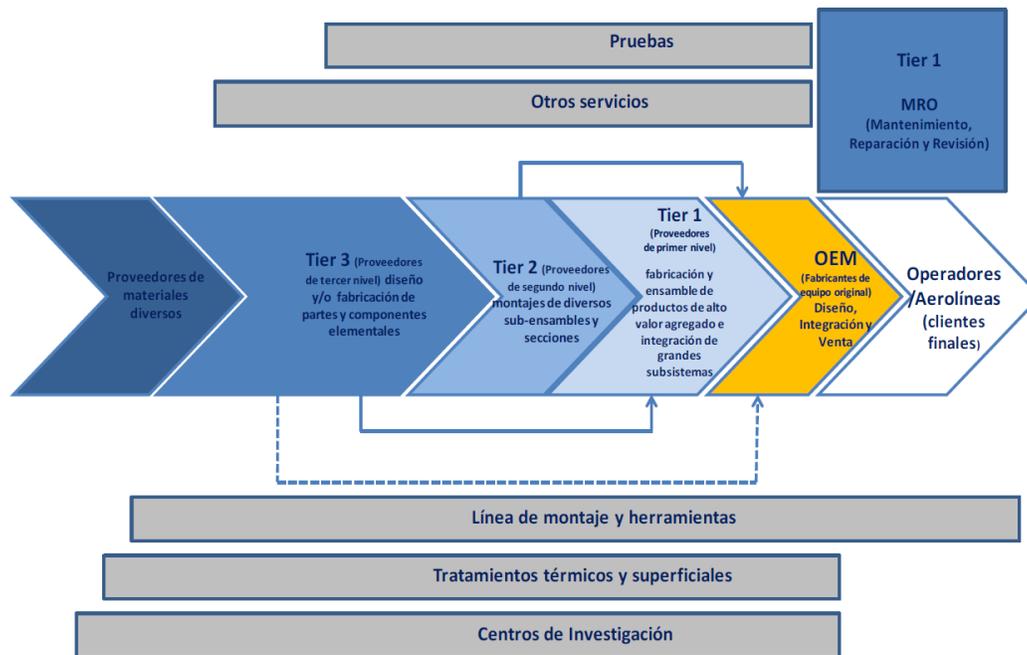
Cargo:

Preguntas:

1. ¿Cuáles son las problemáticas más relevantes que limitan el desarrollo del sector aeronáutico en el estado de Querétaro?
2. ¿Cuáles de las problemáticas identificadas tienen un mayor impacto en el sector de mantenimiento aéreo y porque?
3. ¿Cuáles son las principales limitantes para el pleno desarrollo de la cadena de suministros de la industria aeronáutica?

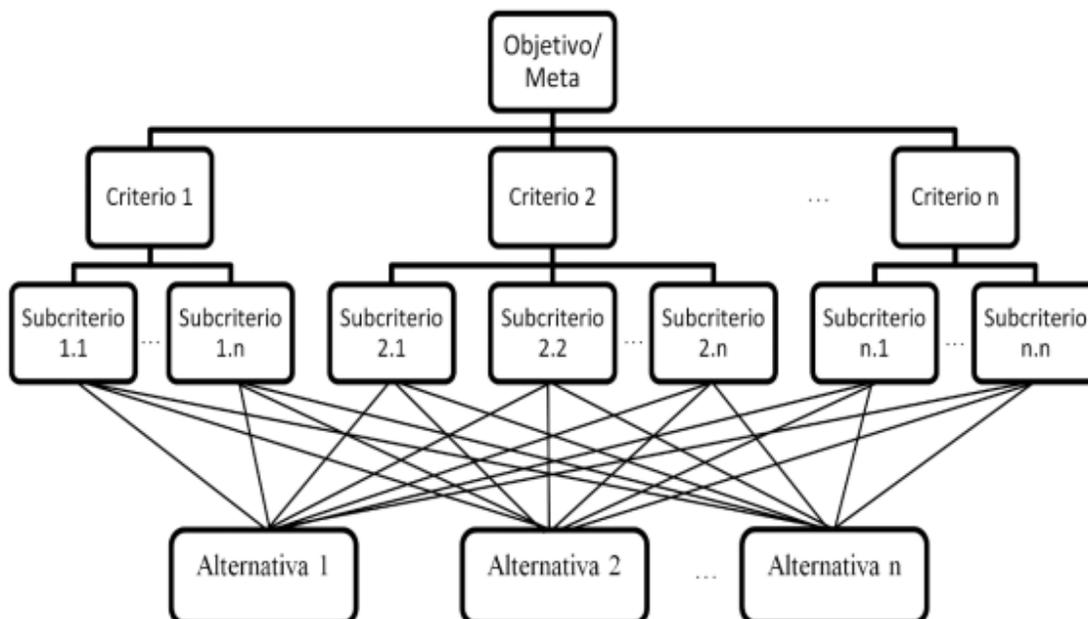
4. ¿Cuáles son los problemas más representativos para lograr la capacitación y certificación del personal aeronáutico?
5. ¿Qué papel juegan las empresas mexicanas en el sector aeronáutico de la región Queretana?
6. ¿Qué requiere el capital humano con el que se cuenta actualmente en el país para responder a las demandas de la industria aeronáutica?
7. ¿Cómo es la integración entre la industria, academia y gobierno dentro del sector aeronáutico en Querétaro?
8. ¿Cuáles son las organizaciones más relevantes dentro del sector MRO en la región?
9. ¿Cuáles considera como las principales limitantes para el desarrollo tecnológico en la industria de mantenimiento aeronáutico?
10. ¿Qué elementos considera como relevantes para el desarrollo del sector MRO?
11. ¿Cuáles son los elementos más influyentes dentro de la cadena de valor aeronáutica?
12. ¿Cuáles son las principales problemáticas de los procesos de vinculación con instituciones complementarias?
13. ¿Qué aspectos del modelo de negocio limitan la transición hacia servicios de alta especialización?
14. ¿Qué aspectos considera como fundamentales para cubrir la demanda de servicios aeronáuticos?
15. ¿Cuáles son las principales limitantes para la exportación e importación de bienes aeronáuticos?

B) CADENA GLOBAL DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA



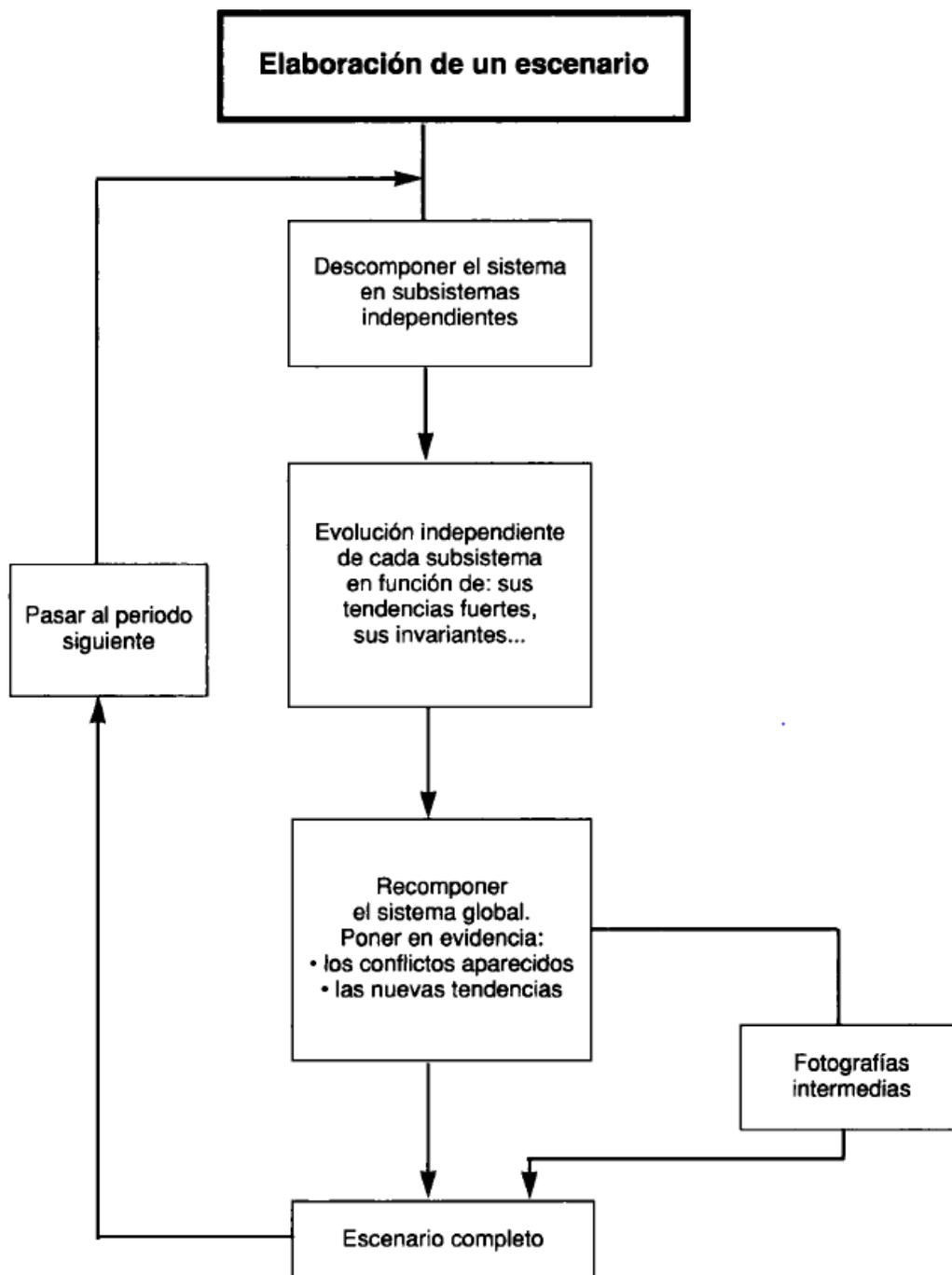
Fuente: HEGAN (2012).

C) ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE ARBOLES DE PERTINENCIA



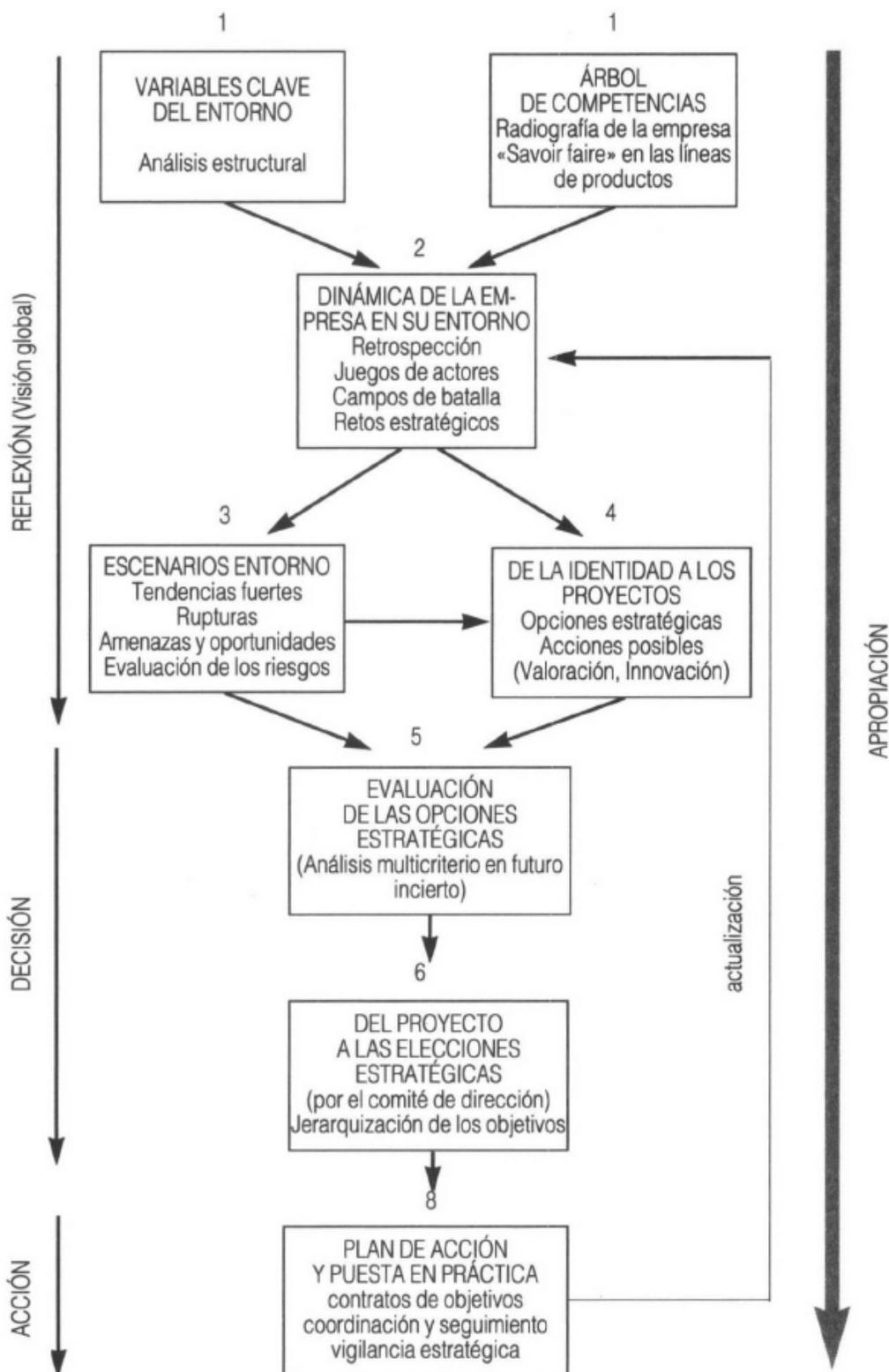
Fuente: Elaboración Propia, basado en Godet (2007)

## D) DESARROLLO DE UN ESCENARIO PROSPECTIVO



Fuente: Godet (1993, p. 54).

## D) TRANSICIÓN DE LA PROSPECTIVA A LA ESTRATEGIA



Fuente: Godet (1993, p. 196).

## E) ANÁLISIS COMPARATIVO DE MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES CON ECONOMÍAS ANÁLOGAS

MEJORES PRÁCTICAS INTERNACIONALES	ESPAÑA	CANADA	BRASIL
1. Tienen un Plan Estratégico Institucional	SI	SI	SI
2. Apoyan con fuertes presupuestos por parte del gobierno	SI	SI	SI
3. Tienen una política industrial para el desarrollo del sector	SI	SI	SI
4. Aprovechan su mercado interno como elemento detonador del desarrollo del sector	SI	SI	SI, Industria Militar y EMBRAER como motor
5. Se concentran en una especialidad o en un segmento para insertarse en la cadena global de suministro	SI	SI	SI
6. Promueven y desarrollan proyectos estratégicos	SI	SI	SI
7. Cuentan con centros de desarrollo tecnológico específicos para el sector	Madrid, Sevilla, País Vasco	Winnipeg, Vancouver, Calgary, Montreal, Toronto	São José dos Campos
8. Apoyan el desarrollo por regiones y por clusters	SI	SI	SI
9. Cuentan con altos incentivos fiscales	SI	NO	NO (aunque sí hay un régimen especial para proveeduría militar)
10. Cuentan con un programa agresivo de formación de capital humano	NO	SI	SI
11. Cuentan con programas para el desarrollo de factores transversales que apoyen al sector	SI	SI	SI
12. Cuentan con un sistema y/o organismo de gestión para coordinar y dar seguimiento a las acciones del plan estratégico	SI	SI	SI
13. Líder institucional con gran influencia política	SI	SI	SI
14. Otros	1. Industria enfocada a Tier II & MRO 2. Apuestan por Tier III y Serv.ATM 3. Se basa en Airbus Tier I + Tier II	1. Industria enfocada a Tier I / I+D 2. Apuestan por I+D y Nuevos Mercados 3. Se basa en OEM's & Industria Militar de EEUU	1. Industria enfocada a Tier III & MRO 2. Apuestan por Tier I-II & Transf. Tecnológicas Militares 3. Se basa en Embraer & Tier III

Fuente: FEMIA (2017, p. 75).

## F) PRINCIPALES CLÚSTERS AERONÁUTICOS EN MÉXICO.

<b>PRINCIPALES CLUSTERS</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>PRINCIPALES JUGADORES</b>
<b>En Baja California:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mexicali</li> <li>• Tecate</li> <li>• Tijuana</li> </ul>	Eléctrico– electrónico.	53 empresas entre las que destaca: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Honeywell.</li> </ul>
<b>En Chihuahua:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chihuahua</li> </ul>	Eléctrico- electrónico.	35 empresas entre las que destacan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labinal, del Grupo Safrán.</li> <li>• Cessna.</li> </ul>
<b>En Querétaro:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Querétaro</li> </ul>	Ensamblajes de motor tratamiento térmico Desarrollo de software especializado Uso de materiales compuestos.	35 empresas, entre las que destacan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombardier.</li> <li>• ITR México.</li> <li>• Snecma.</li> <li>• GE.</li> </ul>
<b>En Sonora:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hermosillo</li> <li>• Guaymas</li> <li>• Ciudad Obregón</li> </ul>	Ingeniería de precisión Equipos y sistemas de poder maquinados CNC Eléctrico- electrónico.	33 empresas entre las que destacan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goodrich.</li> <li>• Esco.</li> </ul>
<b>En Nuevo León:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monterrey</li> </ul>	Reparación y mantenimiento.	24 empresas, entre las que destacan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frisca Aerospace.</li> <li>• M.D Helicopters.</li> </ul>

Fuente: FEMIA (2017, p. 82).

## G) PRINCIPALES CERTIFICACIONES DEL SECTOR AEROESPACIAL

Norma	Descripción
AS9003	<p>Las organizaciones de producción con procesos o productos relativamente simples pueden ser alentados por los fabricantes de equipo original (OEM) de la industria aeroespacial para buscar la certificación bajo los requisitos de AS9003 como una alternativa a la norma específica SAE AS9100 más completa de la industria aeroespacial o para el sistema de gestión de calidad base de la norma ISO 9001:2000.</p>
AS9100	<p>La industria ha agregado ciertos requisitos a las normas específicas para el sector aeroespacial. El cumplimiento con la norma AS9100 da credibilidad internacional de que una organización se adhiere a las más estrictas normas de calidad requeridas para las aeronaves, refacciones para aeronaves y reparación de aeronaves.</p>
AS9110	<p>Esta norma se refiere específicamente a organizaciones de mantenimiento aeroespacial, e incluye la norma ISO 9001:2000 sistema de gestión de calidad con los requisitos adicionales necesarios para un sistema de gestión de calidad para organizaciones de mantenimiento aeroespacial.</p>
AS9120	<p>Esta norma se basa también en la norma ISO 9001:2000, y se especifican requisitos adicionales para un sistema de gestión de calidad para la industria aeroespacial aplicable a los distribuidores stockist.</p>

Fuente: Elaboración propia, basado en FEMIA (2017).

## H) GLOSARIO

## GLOSARIO AERONÁUTICO

- **Accesorio:** Instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato o componente incluyendo equipo de comunicaciones, que se usa como auxiliar en la operación o control de la aeronave, y que no es parte de diseño básico de una estructura, motor o hélice.
- **Aeronave:** Cualquier vehículo capaz de transitar con autonomía en el espacio aéreo con personas, carga o correo.
- **Aeronavegabilidad:** Condición en la que una aeronave, sus componentes y/o accesorios, cumplen con las especificaciones de diseño del certificado de tipo, suplementos al mismo y otras aprobaciones de alteraciones menores y, que operan de una manera segura para cumplir con el propósito para el cual fueron diseñados.
- **Alteración mayor:** Alteración no indicada en las especificaciones del certificado de aprobación tipo de una aeronave, planeador, cuerpo básico para el caso de helicópteros, motor, hélice, componente o accesorio, que puede afectar significativamente su peso, equilibrio, resistencia estructural, rendimientos, funcionamiento de la planta moto-propulsora, características de vuelo u otras cualidades que afecten su aeronavegabilidad.
- **Autoridad aeronáutica:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Agencia Federal de Aviación Civil
- **Autoridad de Aviación Civil:** Autoridad rectora, en materia aeronáutica, de un permisionario u operador aéreo extranjero.
- **Certificación:** Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalizaciones nacionales o internacionales, leyes, ordenamientos o normas.
- **Componente:** Cualquier parte contenida en sí misma, combinación de partes, subensambles o unidades, las cuales realizan una función en específico necesaria para la operación de un sistema.

- **Concesionario:** Sociedad mercantil constituida conforme a las Leyes Mexicanas, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas registradas y a los horarios autorizados por la Secretaría
- **Directiva de aeronavegabilidad:** Documento de cumplimiento obligatorio expedido por la Autoridad Aeronáutica, Agencia de Gobierno u organismo acreditado responsable de la certificación de aeronaves, motores, hélices y componentes que han presentado condiciones inseguras y que pueden existir o desarrollarse en otros productos del mismo tipo y diseño, en el cual se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales pueden continuar operándose.
- **Explotador:** En el ámbito internacional se refiere a toda persona, organismo o empresa que se dedica, o pretende dedicarse, a la explotación de aeronaves. A nivel nacional se refiere a los concesionarios o permisionarios de transporte aéreo, que se dedican o pretenden dedicarse a la explotación de aeronaves
- **Inspección Progresiva / Mantenimiento Progresivo:** Método de programación de inspecciones/mantenimiento en operaciones o eventos numerados que se efectúan con una frecuencia determinada; se estructura tomando como base las recomendaciones de mantenimiento de propietario de certificado de tipo, experiencia en la operación de la aeronave y al tipo de operación a la cual ésta ha sido asignada.
- **Licencia:** Documento Oficial otorgado por la Autoridad Aeronáutica al personal técnico aeronáutico necesario para poder ejercer sus funciones de acuerdo con la clasificación y capacidades descritos en el mismo.
- **Mantenimiento:** Cualquier acción o combinación de acciones de inspección, reparación, alteración o corrección de fallas o daños de una aeronave, componente o accesorio.
- **Mantenimiento preventivo:** Acciones requeridas a intervalos o sucesos definidos para evitar o postergar la aparición u ocurrencia de una falla o daño en una aeronave, componente o accesorio.

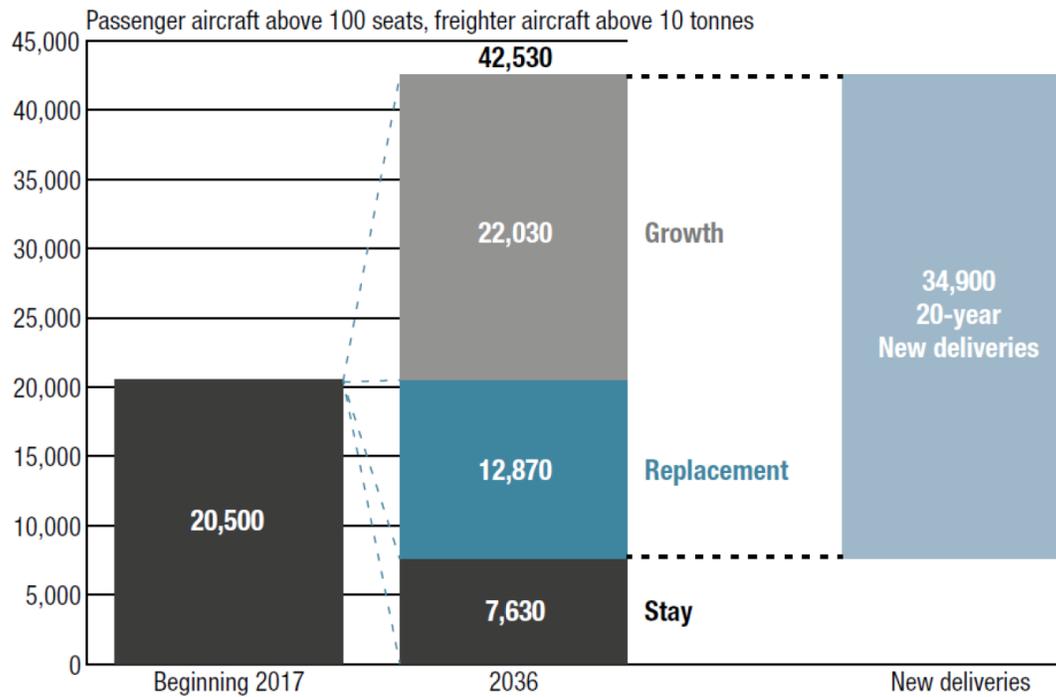
- **Operador aéreo:** El propietario o poseedor de una aeronave de Estado, de las comprendidas en el artículo 5 fracción II inciso a) de la Ley de Aviación Civil, así como de transporte aéreo privado no comercial, mexicano o extranjero.
- **Permisionario:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjera, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso para la realización de sus actividades, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y privado comercial.
- **Reparación:** Acción de mantenimiento de una aeronave, componente o accesorio a fin de restablecer su condición de operación normal.
- **Reparación mayor:** Reparación que no se puede llevar a cabo con prácticas aceptadas; es decir aquellas que no se encuentran en los manuales de mantenimiento de una aeronave, o realizadas por operaciones elementales; o que si son mal efectuadas pueden afectar apreciablemente el peso, balance resistencia estructural, rendimientos, operación del motor, características del vuelo u otras cualidades que afecten la aeronavegabilidad.
- **Revisión mayor (Overhaul):** Aquellas tareas realizadas a una aeronave, planeador, motor, hélice, componente o accesorio en las que se llevan a cabo el desensamble, limpieza, inspección, reparación, reensamble y prueba, como sea necesario, usando métodos, técnicas y prácticas aceptables para la Autoridad Aeronáutica que hayan sido desarrolladas y documentadas por el poseedor de un certificado de tipo, de un certificado de tipo suplementario o una aprobación de material, parte o proceso.
- **Taller aeronáutico:** Es aquella instalación destinada al mantenimiento y/o reparación de aeronaves y de sus componentes, que incluyen sus accesorios, sistemas y partes, así como a la fabricación ensamblaje, siempre y cuando se realicen con el fin de dar mantenimiento o para reparar aeronaves en el propio Taller Aeronáutico.

## I) CICLO DE VIDA DE UNA AERONAVE EN MÉXICO



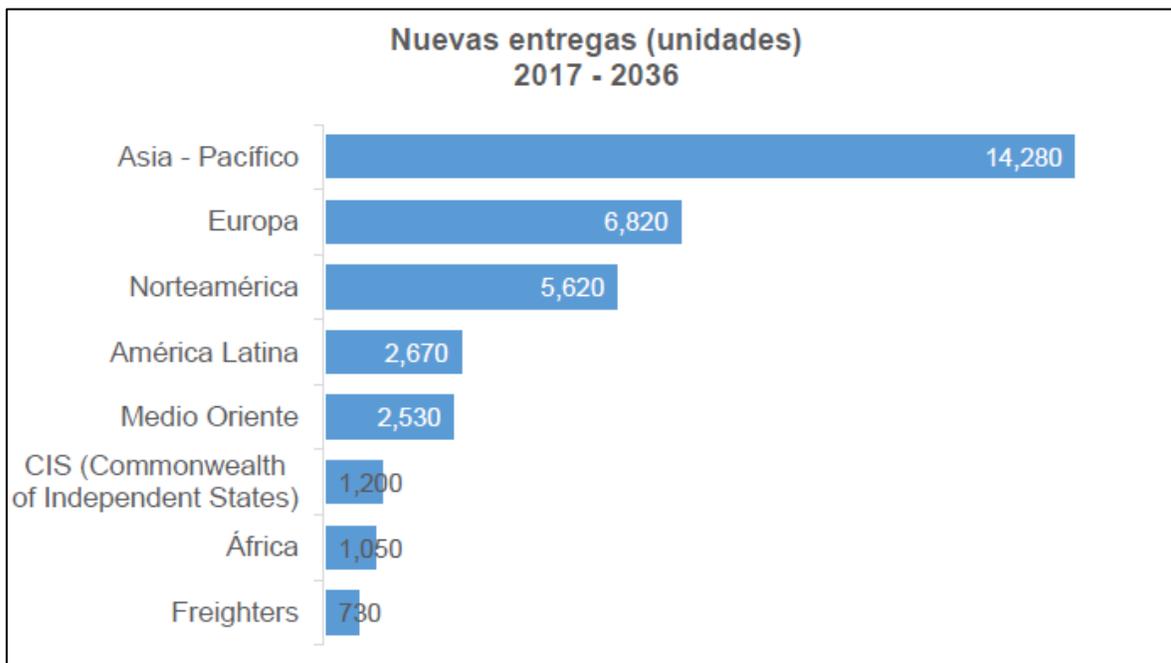
Fuente: ProMéxico (2014, p. 24).

## J) PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE LA FLOTA AÉREA MUNDIAL



Fuente: ProMéxico (2014, p. 12).

## K) DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LA ADQUISICIÓN DE NUEVAS AERONAVES



Fuente: ProMéxico (2014, p. 13).