

Mario Alejandro
Villalón Cornejo

GESTIÓN Y VINCULACIÓN PARA UN ALTO DESEMPEÑO
DE LA INVESTIGACIÓN EN AERONÁUTICA

2015



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración

**GESTIÓN Y VINCULACIÓN PARA UN ALTO DESEMPEÑO
DE LA INVESTIGACIÓN EN AERONÁUTICA**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el
grado de

Doctor en
Gestión tecnológica e innovación

Presenta

Mario Alejandro Villalón Cornejo

Querétaro, Agosto, 2015



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

“Gestión y vinculación para un alto desempeño de la investigación en la aeronáutica”

Opción de titulación:

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta:

Mario Alejandro Villalón Cornejo

Dirigido por:

Dra. María de los Ángeles Guzmán Molina

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez

SINODALES

Dra. María de los Ángeles Guzmán Molina
Presidente

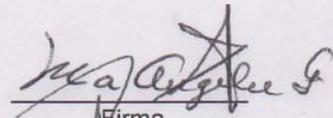
Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez
Secretario

Dr. Alberto de Jesús Pastrana Palma
Vocal

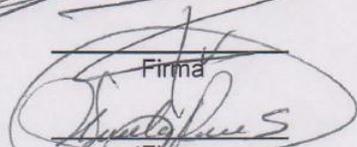
Dra. Norma Maricela Ramos Salinas
Suplente

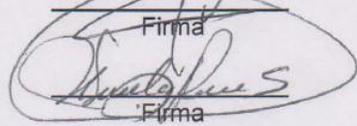
Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal
Suplente


Dr. Arturo Castañeda Olalde
Director de la Facultad

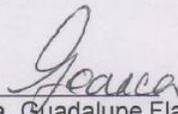

Firma


Firma


Firma


Firma

Enrique L. Kato Vidal
Firma


Dra. Ma. Guadalupe Flavia
Loarca Piña
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Agosto 2015
México

Resumen

El rápido desarrollo del sector aeronáutico en Querétaro permite abordar casos de inversión extranjera directa que resultan en proyectos de innovación. Acuerdos entre agentes gubernamentales e industriales extranjeros y la evolución de programas de financiamiento fomentó la creación de capacidades, alianzas y redes para la innovación. La tesis desarrolla, desde el enfoque de la gestión de la tecnología, estrategias de gerencia y de vinculación con la industria para un mayor desempeño de la investigación con base en valores imperativos de la industria aeronáutica plasmados en la norma AS9100C. Entre 2011 y 2015 se estudiaron diferentes casos que pertenecen al sector aeronáutico de Querétaro: un Centro Público de Investigación (CPI), una Pequeña Y Mediana Empresa (PYME), y una Institución de Estudios Superiores (IES). En cada caso, la participación directa permitió: 1- Implementar un Sistema de Calidad AS9100C en la PYME, 2- Adaptar la escala de niveles de madurez tecnológica avanzada por la NASA para medir el desempeño y el riesgo de la investigación en el CPI, y 3- Desarrollar un modelo de gestión para la IES. La investigación, desarrollada en la presente tesis, reporta las interpretaciones y prácticas de diferentes actores académicos, pequeños emprendedores y directivos, sobre los temas de estandarización, vinculación y desempeño de la investigación. El trabajo realizado muestra métodos gerenciales integrados para generar un alto desempeño en investigación aeronáutica y presenta, de manera prospectiva, las líneas de investigación pertinentes a la industria aeronáutica local. La estrategia gerencial avanzada se compone de métodos de medición del desempeño de la actividad de investigación y de medición del riesgo de la inversión en desarrollo tecnológico con el fomento de valores e incentivos al involucramiento de los académicos en el contexto de la economía del conocimiento.

Palabras clave: Aeronáutica, Industria, Redes, Desarrollo tecnológico, Innovación, Habilidades gerenciales, Responsabilidad social, AS9100, Sistema de gestión de la calidad.

Summary

The rapid development of the aeronautic sector in Querétaro allows addressing cases that result in innovative projects. Agreements between government and industry foreign agents and the evolution of financing programs fostered building capacity, partnerships and networks for innovation. The thesis develops, from the viewpoint of technology management, direction strategies and networking with the industry for pertinence of research activity. Industry research performance is based on imperative values embodied in the AS9100C aerospace standard. Between 2011 and 2015, different cases belonging to the aeronautic industry of Querétaro were studied: a Public National Research Center, a Small and Medium Enterprise (SME), and a Superior Education Institution. In each case, the direct participation allowed: 1- Implementing an AS9100C based quality system in the SME, 2- Adapting the scale of technology readiness levels from NASA to measure the performance and risk of research and development in the Public National Research Center, and 3- Developing a technology management model for the Superior Education Institution. The research developed in this thesis reports the interpretations and practices of different actors, academicians, small entrepreneurs and top managers on the issues of standardization, networking and research performance. The work carried provides managerial methods for high performance in aeronautics research and presents prospectively research lines relevant to the local industry. The management strategy presented consists of integral methods for measuring performance of research, investment in technological development risk and promotion of values and incentives for involvement of academics in the context of the knowledge economy.

Key words: Aeronautics, Industry, Network, Technology development, Innovation, Managerial skills, Social responsibility, AS9100, Quality management system.

Dedicatorias

A los alumnos, y maestros de posgrado de la Universidad Autónoma de Querétaro.

A México, Chile y Canadá.

A mis padres y a mis hijos.

A mi esposa amada, mi inspiración.

Agradecimientos

En la preparación de esta tesis se recogieron las opiniones desinteresadas de los académicos de las facultades de contaduría y administración, y de ciencias políticas y sociales de la Universidad Autónoma de Querétaro, así como de investigadores y personal administrativo de la Universidad Aeronáutica en Querétaro, y de investigadores y gestores de los centros públicos de investigación erradicados en Querétaro; CIDESI, CIATEQ y CIDETEQ.

Índice

Resumen.....	iii
Summary	iv
Dedicatorias	v
Agradecimientos	vi
Índice	vii
Índice de cuadros:	ix
Índice de figuras:	x
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA:.....	4
2.1 Estudios Contemporáneos: Investigación con la industria.....	4
2.2 Planteamiento del Problema: Distritos Industriales y Clústeres.....	6
2.3 Objetivos de la tesis	9
2.4 Universo empírico de estudio.....	10
III. MARCO CONCEPTUAL.....	12
3.1 Enfoque de la gestión al desempeño	12
3.1.1 La economía del conocimiento.....	13
3.1.2 Las mejores prácticas gerenciales	14
3.1.3 Incentivo y disposiciones psicológicas	19
3.2 Valores de AS9100.....	20
3.2.1 Estándar AS9100	21
3.2.2 Requerimientos Aeronáuticos e ISO 9001	23
3.3 Economía de la Innovación.....	26
3.3.1 Modelo econométrico	28
3.3.2 Desempeño del Cambio Tecnológico.....	30
3.3.3 Estudios contemporáneos: Econometría.....	31
3.4 Métricas para medir los niveles de madurez de la investigación	36
3.5 Innovación abierta.....	42
3.6 Líneas de investigación aeronáutica.....	44
3.6.1 Mercado aeronáutico mundial en crecimiento.....	44
3.6.2 Crecimiento del Sector Aeronáutico en Querétaro y México.....	49
3.7 Modelo de centros de desarrollo de proyectos aeronáuticos en entidades de educación superior (IES).	51
3.7.1 Motivaciones de la Propuesta.....	52
IV. MARCO METOLÓGICO	54
4.1 La Investigación Participativa.....	56
4.1.1 Grupos de trabajo	58
4.1.2 Entrevista dirigida a los proponentes de la solución tecnológica	58
4.1.3 Recopilación de información vía observación directa en campo.....	60
4.1.4 Recopilación de información vía investigación de gabinete.....	60

4.2 Protocolos de intervención en cada caso de estudio	61
4.2.1 Estancia de intervención: implementación y certificación as9100 de cenit s.c..	61
4.2.2 Adaptación del modelo TRL para medir el desempeño.....	68
4.2.3 Análisis de redes de la aeronáutica en Querétaro.....	70
4.2.4 Investigación documental de las líneas de investigación aeronáuticas	72
4.2.5 Planeación estratégica de un centro de desarrollo aeroespacial en una IES.....	73
V. RESULTADOS Y DISCUSION	75
5.1 Intervención en cenit.....	75
5.1.1 Certificación AS9100C	75
5.1.2 Entrevistas a los directivos.....	76
5.1.3 Interpretación de los resultados	78
5.2 Intervención en un centro público de investigación	79
5.2.1 Gráficas (distribución muestral y pruebas estadísticas realizadas).....	79
5.2.2 Estadística descriptiva e Inferencial.....	84
5.2.6 Adaptación al caso de estudio	88
5.2.7 Entrevista sobre desarrollo tecnológico con investigadores	88
5.3 Análisis de redes para medir el potencial de innovación.....	90
5.3.1 Grafos de análisis de redes	90
5.3.2 Voluntad social.....	100
5.4 Necesidades académicas del sector aeronáutico de Querétaro	102
5.4.1 Requerimientos en Investigación del sector aeronáutico de Querétaro	104
5.4.2 Actividades de I+D+i actuales y perspectivas de las instituciones mexicanas para la industria aeronáutica	106
5.5 Modelo de gestión y vinculación para una IES.....	109
5.5.1 Descripción del proyecto.....	109
5.5.2 Elementos de evaluación de proyectos	111
5.5.3 Simulaciones.....	115
5.5.4 Aprobación del CDA.....	118
5.5.5 Entrevista dirigidas a académicos del posgrado de la UNAQ.....	119
6. CONCLUSIONES	121
LITERATURA CITADA	125
ANEXO UNO: Entrevista a directivos.....	136
ANEXO DOS: Cuadro de frecuencia a directivos.....	137
ANEXO TRES: Clasificación TRL.....	139
ANEXO CUATRO: Entrevista a tecnólogos	174
ANEXO CINCO: Cuadro de frecuencia de tecnólogos.....	175
ANEXO SEIS: Entrevista a profesores de posgrado	177
ANEXO SIETE: Cuadro de frecuencia de profesores de posgrado.....	178
ANEXO OCHO: Appendix b – nonconformity report (ncr).....	180

Índice de cuadros:

Tabla 2.1: Tres estudios de caso.....	11
Tabla 3.1: Normas publicadas.....	24
Tabla 4.1: Aplicación de observación participativa en cada etapa de la investigación	55
Tabla 4.2: Grupos de trabajo.....	59
Tabla 4.3: Entrevistas a profundidad.....	59
Tabla 4.4: Observación directa en campo.....	60
Tabla 5.1: Especificaciones generales de los grafos obtenidos.....	93
Tabla 5.2: Matriz de Correlación entre la participación en fondos de innovación y la pertenencia a las dos cliques, FEMIA y ACQ.....	99

Índice de figuras:

Figura 3.1: Mapa mental de conceptos de la economía de la innovación.....	28
Figura 3.2: Mapa mental de conceptos de la economía de la innovación en el clúster aeronáutico de Querétaro	29
Figura 3.3: TRLs propuestos por John Mankins en 1995.....	38
Figura 3.4: Antecedentes históricos internos de la NASA del concepto de disponibilidad tecnológica.....	39
Figura 3.5: Disponibilidad de la tecnología y determinación del riesgo	40
Figura 3.6: Correlación propuesta entre TRL y factores de medición de riesgo como grado de dificultad técnica y dominio del conocimiento	41
Figura 3.7: Correlación propuesta entre madurez, desempeño y riesgo.....	41
Figura 3.8. Necesidades mundiales de nuevas aeronaves	44
Figura 3.9: Modelo econométrico: Proyección del crecimiento anual %PIB al 2031	45
Figura 3.10: Pronóstico de mercado de aeronaves de carga: A- Tendencia en costos, B y C- Demanda al 2031	46
Figura 3.11: Histórico contra pronóstico de la flota mundial	47
Figura 3.12: Tráfico aéreo y crecimiento económico proyectado (2012-2031).....	48
Figura 3.13: Destino de exportaciones Mexicanas	50
Figura 3.14: Principales líneas de trabajo en Querétaro.....	50
Figura 4.1: Esquema de gestión de la calidad basado en AS9100.....	62
Figura 4.2: Política de calidad de CENIT.....	64
Figura 4.3: Organigrama de CENIT.....	64
Figura 4.4: Diagrama de flujo del sistema de gestión de la calidad.....	65
Figura 5.1: Definición en sesiones de trabajo de los niveles de madurez tecnológica en CIDETEQ.	79
Figura 5.2: Actividad (número de proyectos) por línea de investigación.....	80
Figura 5.3: Inversión (costo de proyectos) por línea de investigación.....	81
Figura 5.4: Evolución de la actividad (número de proyectos) por TRL (madurez).....	82
Figura 5.5: Evolución de la inversión (costo de proyectos) por TRL (madurez).....	82

Figura 5.6: Evolución de la actividad (número de proyectos) (A) e inversión (costo de proyectos) (B) de fuentes privadas y públicas	84
Figura 5.7: Evolución de la madurez tecnológica (A) y de la inversión (costo) (B) de dos tecnologías de alto nivel de madurez.	85
Figura 5.8: Inversión (costo) para cada nivel de madurez (TRL).....	86
Figura 5.9: Regresiones por partes de la inversión (costo) para cada nivel de madurez (TRL)	87
Figura 5.10: Grafo de redes para la innovación compuestos de 72 (A) y 88 (B) empresas, IES y CPIs	91
Figura 5.11: Grafo de redes para la innovación compuestos de 37 (A) y 47 (B) empresas, IES y CPIs	92
Figura 5.12: Grafo de redes para la innovación de empresas, IES y CPIs con diferentes grosores. Se presentan los enlaces (E) de grosor mayor al mínimo en A, mayor a la media en B y máximo en C.....	95
Figura 5.13: Grafo de redes para la innovación compuestos de 21 (A) y 33 (B), 15 (C) y 20 (D) empresas, IES y CPIs, registrados en 2013 y 2015 respectivamente. Se presentan con nodos circulares los actores que desarrollaron proyectos de innovación.	98
Figura 5.14. Propuesta del Centro de Desarrollo Aeronáutico y Aeroespacial de la UNAQ.....	110
Figura 5.15. Modelado de estados financieros a 5 años.....	114
Figura 5.16. Ventas e ingresos totales de ambos escenarios.....	115
Figura 5.17. Evolución de la utilidad disponible en el escenario 1 (40%).....	116
Figura 5.18. Evolución de la utilidad disponible en el escenario 2 (CDA).....	116
Figura 5.19: Árbol binomial – Estimación del riesgo con opciones reales.....	117
Figura 5.20: Evolución del estímulo por investigador socio (CDA).....	117
Figura 5.21: Retorno de inversión dentro de los tres primeros años calculado con el flujo anual en el escenario 2 (CDA).....	118

I. INTRODUCCION

El fenómeno de mayor impacto en la competitividad del sector productivo es la inversión extranjera en los países emergentes. El discurso económico prevé la relocalización de industrias maduras como resultado de la globalización de los mercados y el consiguiente advenimiento de polos o clústeres de competitividad (Porter 1985, Markusen 1996). El fenómeno concentra capacidades tecnológicas y conocimientos que potencian la innovación y la investigación, en **vinculación con la industria** en un esquema de triple hélice, una garantía de salud industrial y de competitividad global (Landerdorf y Etzkovitz, 1996).

La relocalización de eslabones de la cadena de valor de sectores industriales maduros y de alta tecnología en países como México plantea retos nuevos. El imperativo de estandarización desde una cultura diferente supone resolver problemas no triviales y conduce a la oportunidad de innovar. La tesis elabora sobre diferentes herramientas y métodos para la gestión de la actividad de investigación en vinculación con la industria aeronáutica para asegurar un alto desempeño desde una institución de educación superior.

La perspectiva neoclásica de la economía (Solow, 1956, 2000) provee un marco interpretativo que alimenta directrices para el fomento del desarrollo industrial, las cuales plantean al cambio tecnológico como una condición imperativa para el aumento de la productividad. En fechas más recientes, nuevas propuestas gerenciales ponen énfasis en el incentivo del capital humano para asegurar la calidad, subrayando la importancia del sistema de gestión de la calidad para la productividad (Liker, 2003).

En este contexto, se estudió la creación de asociaciones, alianzas y redes locales que favorecen la transferencia de conocimiento, la emergencia de soluciones tecnológicas y posibilitan el cambio tecnológico en la industria mediante la investigación e innovación abierta (Von Hippel, 1998, Chesbrough, 2006). Se obtuvo una muestra de empresas y

academias involucradas en el sector aeronáutico de Querétaro, con alto potencial de innovación, quienes definen las líneas de investigación pertinentes a la industria local.

En este marco de la teoría de la productividad y de la innovación abierta se investigó la interacción de ambos factores: **La gestión del talento y la vinculación**, como se relacionan entre si y como afectan el **desempeño de la investigación y el cambio tecnológico**. Se profundizaron conceptos de gestión del talento para la innovación con la industria desde la academia, en el marco del trabajador del conocimiento (Buckingham y Coffman, 1999; Drucker, 2002)

Para medir el desempeño de la investigación y el cambio tecnológico se adaptó una metodología desarrollada por la Administración Nacional para el Espacio y la Aeronáutica (NASA) (Mankins, 2009a) en un Centro Público dedicados a la investigación en Querétaro.

El presente trabajo sugiere que el potencial de innovación puede transformarse en un factor determinante para el éxito de la localización industrial mediante el diseño de líneas de investigación y estrategias gerenciales que involucren al capital humano. En este sentido se propuso un modelo de gestión de proyectos tecnológicos con la industria aeronáutica que utiliza las herramientas estudiadas: Gestión del talento, Vinculación con la industria, Estándares de calidad, Medición del desempeño de la investigación.

No son suficientes el capital intelectual ni el capital de conocimiento si en un entorno cultural diferente no se cuenta con habilidades sociales y disposiciones psicológicas que permitan innovar (Hofstede et al., 2010). Para referir a las disposiciones psicológicas y culturales se reportan comentarios y elementos de negociación complementarias a las de prospección tecnológica, obtenidos en entrevistas en los diferentes estudios de caso abordados en la tesis.

En el caso de la ciudad de Querétaro, considerada desde los 40's, del siglo pasado, una ciudad industrial con suficientes recursos estructurales para su desarrollo, las

investigaciones de Moguel y Guzmán (1993) sobre la vida comunitaria y el sistema total de calidad, recopilan el testimonio de los trabajadores y de familias de “Turborreactores”, una empresa aeronáutica erradicada en Querétaro. Con una metodología cualitativa describieron los motivos valorativos de los “*Turboreactorianos*”, apodo propio que expresa la exclusividad del sentimiento de orgullo.

“...A esa empresa la pusieron como a un dios. Y les voy a decir una cosa, en Turborreactores a la gente la han mentalizado. Es como una KGB. Todos ellos son allí chingones. Sus pinches círculos de calidad para que han servido, pa’ decirles, ‘tú eres bien chingón, hijo’. Eso es estar mentalizado, porque como están en una empresa de tecnología altamente sofisticada (con mofa), ahora ya no te voy a poder hablar, no voy a poder llevar una de tus conversaciones, por la tecnología que tu tienes. Entonces ¿que pasa? Que nadie puede hablar con un turboreactoriano. Y no se los digo sólo por mi marido: hablo con Elizabeth y su marido es un chingón: hablo con mi hermana, y mi cuñado, turboreactoriano también, es un chingón: de plano Turborreactores es una KGB” (p.42, Moguel y Guzmán 1993)

El estudio realizado en Turborreactores propone variables sensibles para el trabajador como la conformación tecnológica y el salario entre otros (Moguel y Guzmán 1993). Solo es posible hablar de calidad de vida cuando se le refiere a ingreso deseado, salubridad, control de la contaminación y programas políticos, (Crosby en Moguel y Guzmán, 1993) todos ellos, elementos no mensurables, corrigen las investigadoras; ninguno de ellos es directa y absolutamente mensurable, como no lo es la inconformidad y la rebeldía. La conformación tecnológica hacía de Turborreactores una clase aparte, pero tal conformación depende de acciones humanas específicas y de una racionalidad dictada por el cliente/tecnologista (Pratt & Whitney), las normas y especificaciones de la “Federal Aviation Administration” (FAA) y de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

II. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA:

2.1 Estudios Contemporáneos: Investigación con la industria

Estudios empíricos permiten determinar como el financiamiento y la inversión en capital tecnológico e innovación en un clúster determinado generan un impacto positivo en la industria y en la sociedad. (Rivera-Batiz y Romer, 1990)

El impacto de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) sobre la competitividad y la economía de firmas y parques industriales se investigó en España poniendo énfasis en las relaciones de colaboración y la apertura de la innovación (Barge-Gil A., Modrego A., 2009; Vázquez-Urriago, A., 2011). En Italia, se estudió el mercado de I+D proveniente de la colaboración entre industria y universidades y se mostró la importancia de la proximidad geográfica en la elección de socios universitarios para las empresas (Giovanni Abramo, 2009).

Holger Görg y Eric Strobl (2007) reportan que en Irlanda los subsidios gubernamentales influyen positivamente en el aumento del financiamiento privado a la I+D+i en empresas nacionales pero no en las extranjeras. El efecto de sumatoria buscado por el gobierno para hacer rentable a la industria proyectos de innovación provocando a su vez retorno social. David, Hall y Toole (2000) y Garcia-Quevedo (2004) alertan sin embargo sobre el efecto contrario es decir el peligro del “desplazamiento” del financiamiento privado por una mala aplicación de los subsidios gubernamentales.

Se inició en 1985 un programa de los Centros de Investigación e Ingeniería (ERC por sus siglas en inglés) de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF por sus siglas en inglés) en la forma de una alianza gobierno-industria-universidad con el objetivo de incrementar la competitividad de la industria americana. SRI International hizo un estudio sobre el impacto regional de estos centros de investigación en el empaquetamiento de micro sistemas del instituto de tecnología de Georgia (Georgia Tech), donde calcularon que el

estado de Georgia recibía un retorno del 10 a 1 sobre su inversión, a través del impacto económico a nivel estado (David Roessner, 2008).

Anders Malmberg y Dominic Power del Departamento de Geografía Social y Económica de Suecia (Social and Economic Geography, CIND) preguntan cómo se crea el conocimiento por parte de las firmas en los clústeres. Ellos prueban las siguientes hipótesis: 1- El conocimiento en los clúster se crea a través de colaboraciones interinstitucionales, 2- El conocimiento se genera dentro de mayor competencia y rivalidad, 3- El conocimiento es creado por derrama social mediante la socialización o movilidad del personal. La proximidad espacial trae con ella entre otras ventajas el potencial de interacciones cara a cara, distancia cognitiva corta, lenguaje común, relaciones de confianza entre varios actores, observación facilitada y comparación inmediata (Malmberg and Maskell, 2002).

Según Michael Porter: Los clústeres son concentraciones geográficas de compañías interconectadas, proveedores especializados y suplidores de servicios, firmas relacionadas con las industrias e instituciones asociadas (ej. Universidades, agencias de estandarización y de comercio) en campos particulares donde compiten pero donde también colaboran. Tales clústeres son una característica típica de todas las economías, especialmente las de áreas de mayor desarrollo económico (Porter, Clark, Gertler y Feldman 2000, p. 253). Louis G. Tornatzky comenta en el contexto de su estudio sobre el desarrollo de las economías estatales en Estados Unidos, que las personas y las empresas tienden a migrar hacia las áreas de mayor competencia a nivel de desarrollo tecnológico de manera que destaca la necesidad de los estados de vincular universidades e industrias para la transferencia de tecnología (Tornatzky, 2000).

En Italia y el Reino Unido, Beaudry y Brechi, investigaron si la formación de clústeres ayuda realmente a la innovación y obtienen resultados que permiten discriminar entre clústeres de alto nivel de innovación donde se fomenta la innovación y de otros con firmas de bajo nivel de innovación que no fomentan esta actividad, esto para empresas de un mismo ramo y de ramos distintos. En todos los casos el cuerpo de conocimiento

generado por derrama social es determinante para el fomento a la innovación (Beaudry y Brechi, 2000).

La variedad relacionada es importante para el crecimiento regional porque induce transferencia de conocimiento entre sectores complementarios a nivel regional. Esto se alcanza mediante tres mecanismos: dinámicas Espin-off, movilidad laboral y formación de redes. Se transfieren conocimientos a través de sectores, los cuales contribuyen a la renovación industrial y a la ramificación de la economía en regiones. Es importante prever un marco de leyes que favorezca esta dinámica (Ron Boschma, OCDE, 2009).

2.2 Planteamiento del Problema: Distritos Industriales y Clústeres

La consolidación de grupos locales dedicados a un mismo ramo industrial es un fenómeno estudiado por economistas de empresas, corporativos y por el gobierno. El acortamiento de las distancias físicas entre la cadena de suministro de una industria dada favorece la competitividad del grupo. La tendencia a formar polos industriales temáticos no es contradictoria con la globalización, por el contrario, la globalización de los mercados permitió la deslocalización de diferentes proveedores de forma que coincidan en una localidad o región, que presente ventajas en costos de transporte, de producción y la posibilidad de especializarse para esa industria. (Porter, 2003)

Los clústeres o polos de competitividad se desarrollan en la región del Bajío de México, en el estado de Querétaro a pesar de no contar con mayores ventajas geográficas como lo son puertos y salidas al mar como en otros lugares. Querétaro compensa con la oferta de una sólida red ferroviaria y de caminos consolidada desde hace más de 50 años de actividad industrial, con desembocadura en el mayor mercado del mundo, los Estados Unidos.

La reciente inversión Estatal abona a la atracción económica-geográfica con la creación de un aeropuerto intercontinental, de parques tecnológicos temáticos, y de infraestructura para la capacitación como una Universidad dedicada a la Aeronáutica (la

Universidad Aeronáutica en Querétaro, UNAQ). Las empresas europeas y canadienses son atraídas por una mano de obra relativamente baja y por un capital humano técnicamente capacitado, proveniente de los tecnológicos de Querétaro y en un menor grado de las universidades, pero especialmente formado por una fuerte tradición industrial.

El clúster aeronáutico de Querétaro fomentado por el Gobierno Estatal se desarrolló rápidamente, desde el 2006, mediante un programa de desarrollo de proveedores de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), y siguiendo el plan de vuelo de PROMEXICO de la Secretaría de Economía y de la secretaría de desarrollo sustentable (SEDESU).

El clúster formó la primera AERI (Alianza Estratégica de Redes de Innovación para la Competitividad) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, en adelante CONACYT, llamado AeroClúster de Querétaro A.C. (ACQ) con el apoyo de Consejera Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, CONCYTEQ y, del sector académico regional.

La formación del ACQ y el desarrollo de nuevos programas de CONACYT como el programa de estímulo a la innovación, el Fondo Sectorial de la secretaría de economía para la innovación o el mismo FOMIX de Querétaro, permitieron llevar adelante propuestas de proyectos de innovación, financiarlos y llevarlos a cabo. Todo el clúster participa con la ayuda de los Centros de Investigación y Universidades en la búsqueda de financiamientos gubernamentales, dando por ende participación a las entidades que se dedican a la investigación y desarrollo tecnológico.

En tal contexto, las empresas con experiencia en cambio tecnológico desarrollaron estrategias gerenciales mediante el acuerdo y el compromiso social, una tarea invisible de intercambio de valores y significados en la formación de los equipos multidisciplinarios requeridos. La interacción de dos variables es determinante para un alto desempeño de esta actividad: el incentivo del talento y el cambio tecnológico en la

industria. A partir de sus posibles interrelaciones, surgen preguntas sobre el advenimiento de proyectos tecnológicos benéficos y sobre sus posibles riesgos.

Para responder, a dichas preguntas potenciales, se busca conocer cómo se relacionan entre sí, desempeño del capital humano y cambio tecnológico, con la productividad y cuales habilidades gerenciales avanzadas por la industria llevan a la innovación. No solamente la industria, nacional e internacional, busca el cambio tecnológico constante, también entidades públicas como las universidades y los centros de investigación desarrollan estructuras administrativas dedicadas al desarrollo de proyectos tecnológicos y líneas de investigación, generalmente aplicada, alineadas a la industria. En todos los casos se tiene dentro de la estructura de los centros, algunos ya citados, departamentos de ingeniería, de diseño de productos, de comercialización, de mercadotecnia, de transferencia con resultados variados.

Los resultados dependen de los “Project managers” o gestores que deben hacer y formar equipos. Hacer equipo en un proyecto con determinado riesgo técnico es un compromiso valorativo, con significados negociados. El aspecto humano se vuelve el garante de un resultado positivo en términos de la administración de proyecto. La negociación subjetiva incluye responsabilidad y derrama social. De lo anterior, podemos hacer una pregunta, de carácter absolutamente retórico, que permita el avance del planteamiento de la presente tesis.

¿Es posible sintetizar estrategias gerenciales desde la academia que promuevan el cambio tecnológico y la responsabilidad social?

La gerencia de proyectos tecnológico en el sector aeronáutico implica no solamente el reto de motivar niveles altos de desempeño en investigación y desarrollo, además supone la vinculación mediante la introyección de los valores promovidos por las normas y estándares más altos de toda la industria manufacturera, de la comunidad aeronáutica, la certificación AS9100.

Por lo anterior, la pregunta de investigación que guía el presente trabajo es:

¿Qué competencias gerenciales y mecanismos de vinculación, en armonía con los valores implícitos en la norma AS9100C, permiten alcanzar un alto desempeño en la actividad de desarrollo e investigación?

La reflexión derivada de esta pregunta permite desarrollar la investigación en base a la siguiente **hipótesis**:

Es posible desarrollar un modelo de competencias gerenciales y mecanismos de vinculación, complementarios a los valores promovidos por la norma AS9100C, que permitan alcanzar un alto desempeño en la actividad de desarrollo e investigación en aeronáutica.

2.3 Objetivos de la tesis

En el contexto de los elementos presentados anteriormente y para contribuir con la propuesta de un centro de investigación aeronáutica en una institución de educación superior en Querétaro, con actividad vinculada con la industria y de alto rendimiento, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

Conocer las competencias de gestión y esquemas de vinculación que permitan construir un modelo que genere un alto desempeño del desarrollo y la investigación en aeronáutica.

Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Identificar las competencias de gestión en armonía con los valores implícitos en la norma AS9100C de aplicación en la industria aeronáutica.

Objetivo específico 2

Conocer cómo se vincula el sector aeronáutico establecido en Querétaro.

Objetivo específico 3

Establecer criterios de desempeño de la actividad de desarrollo e investigación en aeronáutica.

Objetivo específico 4

Definir las líneas de investigación relacionadas a la actividad industrial aeronáutica local.

Objetivo específico 5

Establecer un modelo de gestión para un alto desempeño de la investigación aeronáutica en vinculación con la industria aeronáutica.

2.4 Universo empírico de estudio.

Con fines de intervención profesional e investigación empírica, la presente tesis se sostiene, en una parte, sobre tres casos pertenecientes al contexto del sector aeronáutico de Querétaro. En cada caso se desarrollan procesos, métodos y elementos de prospección mediante la intervención directa y la participación del investigador en campo. Además, se reportan cualitativamente interpretaciones valorativas pertinentes a la disposición del capital humano hacia la investigación en vinculación con la industria.

La Tabla 2.1, presenta las temáticas, procesos de prospección e interpretación valorativas de cada uno de los tres estudios de casos realizados: 1- Estancia en la Certificación de una PYME (Pequeña y Mediana Empresa, en adelante, solo PYME), el Centro de Ingeniería y Tecnología, (en adelante CENIT S.C.), 2- Adaptación del método de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (en adelante NASA) de clasificación de la madurez tecnológica en un Centro Público de Investigación, el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, (en adelante CIDETEQ)

A.C. y, 3- Desarrollo de un centro de investigación aeroespacial en una institución de educación superior, la Universidad Aeronáutica en Querétaro, (en adelante UNAQ).

Tabla 2.1:

Tres estudios de caso

<i>Tres estudios de caso/</i>	<i>PYME (CENIT)</i>	<i>Centro Público de Investigación (CIDETEQ)</i>	<i>Institución de Estudios Superiores (UNAQ)</i>
<i>Temática</i>	Estandarización en Aeronáutica	Desempeño de la investigación	Modelo de gestión de la tecnología
<i>Procesos y elementos de prospección</i>	Participación en el proceso de certificación AS9100C.	Clasificación por niveles de disponibilidad tecnológica (TRL)	Integración de las herramientas prospectivas
<i>Interpretaciones valorativas</i>	Valores compartidos por la comunidad aeronáutica.	Valores negociados para la medición del desempeño.	Valores negociados para el incentivo al desempeño

III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Enfoque de la gestión al desempeño

El padre del “management” Peter F. Drucker (1909-2005) publicó un libro llamado “la gerencia en la sociedad futura” donde hace gala de un profundo entendimiento de las tendencias sociales y económicas en los países desarrollados. (Drucker, 2002) Es posible observar a 12 años de su publicación cómo los acontecimientos históricos correlacionaron con sus pronósticos hechos al 2020. El modelo económico se disloca para dar paso a la economía del conocimiento, donde los medios de producción son ahora el conocimiento, propiedad de los trabajadores del conocimiento (conceptos acuñados por el difunto profesor Drucker). Los especialistas subcontratados por proyectos serán ahora los nuevos capitalistas, propietarios de los medios de producción, es decir del conocimiento, a la vez que inversionistas en las bolsas, a través de fondos privados para el retiro.

Drucker advirtió en 2002 sobre un fenómeno que llamó la paradoja de la manufactura la cual consiste en obtener mucho más producto con mucho menos trabajadores. Entre 1960 y 1990 la participación en el PIB de la industria de la manufactura de Estados Unidos pasó de 30 a 15%, sin embargo la producción se triplicó en el mismo periodo (Drucker, 2002). En el año 2000 la contribución al PIB del sector financiero era por primera vez mucho mayor que la contribución manufacturera. En los años setentas los costos de la mano de obra en manufactura representaban el 30% de los costos de fabricación, en el 2002 representaban apenas el 12% (Drucker, 2002).

Estas cifras reflejan la crisis de la manufactura en Estados Unidos que ocurrió también en los demás países industrializados. ¡Se pierden trabajos a la vez que se aumenta la productividad! Drucker pronosticaba en 2002 que para el 2020 la producción se duplicaría en los países industrializados y los empleos en manufactura se reducirían al 10% del total de la población trabajadora.

Este cambio de la industria emula la crisis que sufrió la agricultura a comienzo del siglo XX. Sin embargo, a diferencia del caso del campo, el cambio en la manufactura no se debe a la automatización de los procesos, lo que elevó la productividad fueron los nuevos conceptos como las teorías de la manufactura. Algunas teorías como la manufactura delgada o aligerada de Toyota, el “lean manufacturing” (Ohno, 1988) permiten a veces prescindir hasta de los robots, computadoras y autómatas. (Liker, 2003)

Se pueden obtener lecciones para las economías emergentes de esta crisis del gigante del norte y de los demás países desarrollados, los cuales siguen la misma tendencia, con más o menos revuelta social. El aprendizaje reside en entender que la creciente deslocalización de la manufactura no conlleva la mejora esperada en salarios, crecimiento económico y derrama social. Las empresas de manufactura emplean ahora menos trabajadores y les pagan menos, sin darles derechos laborales.

3.1.1 La economía del conocimiento

Peter F. Drucker es el padre de la dirección o gerencia por objetivos y enseñó que la gestión es un “arte liberal”. Complementó su asesoría de dirección con lecciones interdisciplinarias como historia, sociología, psicología, filosofía, cultura y religión. Drucker describe la sociedad del conocimiento poniendo especial énfasis en la psicología de la nueva clase trabajadora, el tecnólogo o trabajador del conocimiento, destacando las siguientes características: (Drucker, 2002)

- *Surgen en proporción inversa al número de trabajadores manuales.*
- *Tienen educación formal para acceder al conocimiento y educación continua durante toda su vida. Deben regresar constantemente a la escuela porque el conocimiento se vuelve rápidamente obsoleto.*
- *No se identifican como trabajadores sino como profesionales, a pesar de realizar tareas tradicionalmente no calificadas, pero aplican conocimientos formales al trabajo.*

- *En Estados Unidos representa ya la tercera parte de la población trabajadora y sobrepasan al obrero fabril por más de dos a uno.*
- *Es el nuevo capitalista porque es dueño de los medios de producción y accionista mayoritario en virtud de su participación en fondos de pensión y fondos mutuos.*
- *Tiene acceso a una organización, definiéndola por su especialización pero sin pertenecer incondicionalmente a ella. Se identifica más fácilmente con un especialista de otra institución en su propia área del conocimiento que con los colegas de su propia institución de otras áreas del conocimiento.*
- *No se consideran ni jefes ni subalternos, la sociedad del conocimiento es una sociedad de personas mayores y personas menores.*
- *No hacen distinción de genero. Solo dos quintas partes de los estudiantes norteamericanos son varones.*
- *Su relación con el dinero es subalterna al desempeño profesional y la “realización”.*
- *Tienen gran aprecio por la oportunidad de ascenso meritocrático, considerando discriminación todo criterio que estorbe las posibilidades infinitas de ascenso en la sociedad del conocimiento.*
- *Sufren tensiones psicológicas y traumas emocionales por el alto nivel de competencia. (Drucker, 2002)*

3.1.2 Las mejores prácticas gerenciales

Marcus Buckingham y Curt Coffman desarrollaron múltiples estudios para Gallup donde se pretendía conocer que hacían de manera diferente los gerentes y directores de las empresas con mayor desempeño en los indicadores de producción, ventas y utilidades. Utilizaron métodos estadísticos para procesar datos recopilados mediante encuestas y entrevistas a profundidad hechas a empleados y gerentes, respectivamente. Encontraron correlaciones entre los aspectos más importantes de los recursos humanos sobre los cuales los gerentes pueden desarrollar planes concretos de acción. (Buckingham y Coffman, 1999)

A lo largo de 25 años, Gallup diseñó millones de encuestas a partir de grupos focales con preguntas sobre todos los aspectos de la experiencia laboral de los empleados. Estas preguntas se probaron con más de un millón de empleados encuestados permitiendo la identificación de cinco factores principales reiterativos:

1. Ambiente de trabajo/procedimiento,
2. Supervisor inmediato,
3. Equipo/compañeros de trabajo,
4. Alta gerencia/gerencia general y
5. Compromiso individual/intención de servir.

(Buckingham y Coffman, 1999)

Estudiaron la correlación de estos resultados con tres variables dependientes: la satisfacción general, las cinco mejores preguntas dentro del factor de compromiso individual, y los resultados de desempeño de las unidades de negocios. El resultado fue una serie de 12 preguntas que guardan todas correlaciones positivas con los resultados de desempeño sin importar el ramo o la industria donde se aplican. Si los empleados contestan positivamente a todas las preguntas es altamente probable que las acciones de los gerentes dieron resultados altos de desempeño en los indicadores de producción, ventas y utilidades. Las 12 preguntas tienen 5 niveles de respuestas (tipo Likert) que van de 5: Extremadamente satisfecho, a 1: Extremadamente insatisfecho. Más importante aún es el orden en que los autores organizaron las preguntas de manera que las preguntas van abordando funciones cada vez más complejas en habilidades gerenciales.

Las doce preguntas son:

- 1- ¿Sabe lo que se espera de usted en el trabajo?
- 2- ¿Cuenta con el equipo y los materiales para hacer bien su trabajo?
- 3- ¿Su trabajo ofrece la oportunidad de hacer todos los días lo que mejor sabe hacer?
- 4- ¿Recibió durante los últimos siete días reconocimientos o elogios por un trabajo bien

hecho?

- 5- ¿Su jefe o alguien más en el trabajo parece interesado por usted como persona?
- 6- ¿En su trabajo hay alguien que le estimula a progresar?
- 8- ¿Parece que en el trabajo, sus opiniones cuentan?
- 9- ¿El propósito (misión) de su compañía le hace sentir que su trabajo es importante?
- 10- ¿Sus compañeros están comprometidos con un trabajo de calidad?
- 11- ¿Habló con alguien durante los últimos seis meses acerca de su progreso?
- 12- ¿Este último año tuvo oportunidades de aprender y crecer en su trabajo?

(Buckingham y Coffman, 1999)

Las preguntas 1 y 2 representan el nivel básico de cumplimiento gerencial y se refieren a lo elemental. Buscan conocer si el empleado sabe para que se le contrató: porqué tiene remuneración, condiciones de trabajo y recursos como una oficina, un teléfono o una computadora por ejemplo. De la pregunta 3 a la 6 nos encontramos en el segundo nivel básico donde se considera poder cumplir bien sus funciones (autoestima) y si los demás valoran su desempeño y su persona. De la pregunta 7 a la 10 se indaga si encaja, si existe una comunicación personalizada que comprometa al individuo y le permita proponer mejoras al sistema que le ocupa. Finalmente las preguntas 11 y 12 investigan la posibilidad de trabajar en equipo y producir sinérgicamente calidad y relaciones significativas. Verifican si existe un sentido o compromiso a largo plazo (anual) del desempeño del empleado, si es posible desarrollar por ejemplo proyectos de mejora y crecer como profesional.

En la siguiente etapa los investigadores de Gallup entrevistaron a profundidad a los gerentes destacados que tuvieron los mayores indicadores de desempeño. Sus testimonios resultaron presentar algunas concepciones compartidas. Por ejemplo, la mayoría cree que la gente no cambia, por ello se concentran primeramente en la selección del talento. Siguen las cuatro claves identificadas por los autores, las cuatro funciones fundamentales de los gerentes excepcionales:

Primera clave: Seleccionar en base al talento
Segunda clave: Definir los resultados esperados
Tercera clave: Concentrarse en las fortalezas
Cuarta clave: Encontrar la concordancia perfecta
(Buckingham y Coffman, 1999)

No existe un mal talento o buen talento, el talento se expresa en determinada actividad cuando la persona muestra carácter y atributos psicológicos que propician mayor compromiso, entrega y desempeño. Los gerentes excepcionales concuerdan en que el talento es innato y que es el factor que hace la diferencia tras capacitar igualmente en habilidades y competencias instrumentales. De hecho, el talento es desconocido hasta por el empleado y solo un gerente sensible puede orientar al empleado hacia una posición donde este descubra su talento. Por ello el momento de la selección es definitorio, de equivocarse ningún tipo de curso o instrucción podrá hacer que el empleado sea exitoso. Por el contrario una virtud de los gerentes excepcionales consiste en despedir sin dilatar a quienes no cumplan con la encomienda por falta de talento. Este paradigma sobre el talento tiene implicaciones en la relación que el gerente desarrolla con el personal. Como nadie tiene el mismo talento, o talento para la misma actividad, entonces el gerente tendrá un trato personalizado con cada uno de sus empleados. Se establecerá una relación de confianza donde el empleado sepa que tiene un aliado en el gerente. La concordancia perfecta la encontraremos en la formación de un equipo de personas con talentos variados y complementarios. El papel del gerente es construir este equipo mediante la colocación de cada persona en el lugar que favorece la expresión de su talento. El papel del gerente después es el de un jefe de orquesta.

En el contexto de la economía del conocimiento el gerente encontrará retos característicos propios del trabajador del conocimiento y más específicamente interesan aquí los que plantea el académico/investigador. En vinculación con la industria por ejemplo, será más importante saber que habilidades sociales tiene el experto requerido, más que su propia experiencia y conocimientos. Es decir, para que el investigador tenga un buen desempeño en un proyecto con la industria deberá contar con habilidades

sociales, administrativas y conocimiento de las contingencias propias de la industria, como las condiciones de estandarización y las normatividades de aplicación en el sector particular.

El reto del gerente consiste en construir un equipo que conste primeramente de un responsable técnico (un líder) que pueda dar seguimiento a todas las actividades y consecuciones requeridas para el cumplimiento contractual y que además tenga dotes de negociador con la diplomacia requerida para intercambiar con expertos industriales. Para la ejecución de las diferentes etapas del proyecto se encontrará a un especialista del tema que pueda elaborar y revisar los entregables correspondientes en apego a los requerimientos, a las normas y estándares. Tanto el gerente como el líder, los expertos industriales y los especialistas involucrados en cada etapa tienen un grado académico similar. Ellos se rigen por los valores del trabajador del conocimiento. Otros integrantes del proyecto tecnológico, técnicos o estudiantes de posgrado, tendrán una situación relacional correspondiente al grado pero de similar nivel de conocimiento, el uno empírico, el otro teórico.

Las preguntas que ocupan al gerente del conocimiento son: ¿Que personal académico puede generar confianza en el aliado industrial? Y ¿En que términos contratarlo para obtener su compromiso total? ¿En que términos invitar expertos académicos que se complementen para formar un equipo cómplice del éxito buscado? ¿Cómo medir el desempeño de procesos y productos novedosos? ¿Cómo fijar metas claras en la actividad de investigación? ¿Cómo obtener de cada uno y de todos juntos un interés genuino, una situación de reto profesional o académico? ¿Cómo incentivar motivación y pro-actividad?

3.1.3 Incentivo y disposiciones psicológicas

“Estar motivado significa ser movido a hacer algo. Una persona que no siente ímpetus o inspiración para actuar se caracteriza por no estar motivado, mientras quién esté enérgico o activado hacia un fin es considerado motivado.” (Ryan y Deci, 2000, p.54).

En la teoría de la auto-determinación (SDT por sus siglas en inglés) se distingue entre diferentes tipos de motivación en base a las diferentes razones o objetivos que dan pie a una acción. La distinción básica se hace entre motivación intrínseca, que se refiere a hacer algo porque es inherentemente interesante o directamente disfrutable, y la motivación extrínseca, que se refiere a hacer algo porque lleva a un resultado separable y deseable.

Los mismos autores presentaron la teoría de la evaluación cognitiva (CET, por sus siglas en inglés) donde especifican los factores en contextos sociales que producen variabilidad en la motivación intrínseca. CET, la cual se considera una sub-teoría de la teoría de la autodeterminación, argumenta sobre cuales eventos y estructuras interpersonales (premios, comunicación, retroalimentación), que conducen al sentimiento de competencia durante la acción, pueden aumentar la motivación para una acción porque permiten satisfacer la necesidad psicológica básica de la competencia.

A pesar de los intensos debates en torno a la cuestión de la recompensa, el meta-análisis confirma que virtualmente cualquier tipo de premio tangible esperado ligado contingentemente al desempeño de una tarea mina de hecho la motivación intrínseca. Efectivamente, no solamente los premios pero también las recompensas (Deci y Cascio, 1972), las fechas de entrega (Amabile, Dejong y Lepper, 1976), las directivas (Koestner, Ryan, Bernieri y Holt, 1984), y la presión de la competencia (Reeve y Deci, 1996) disminuyen la motivación intrínseca porque, de acuerdo a la CET, la gente las experimenta como controladores de su comportamiento. Por el contrario, la opción y la oportunidad de auto-dirigirse (Zuckerman, Porac, Lathin, Smith y Deci, 1978) parecen aumentar la motivación intrínseca, porque ofrecen un mayor sentido de autonomía.

Los sistemas de gestión deben permitir la motivación intrínseca del talento humano y buscar el cumplimiento de los altos requisitos, estándares de calidad de la industria. Esto sucede cuando los valores son introyectados por el talento humano para darle sentido a la actividad de alto desempeño.

En el caso de la actividad tecnológica en aeronáutica existe un marco muy rígido de estandarización que impide que el talento humano actúe en total libertad y por el contrario las directivas están a la orden del día, lo cual nos aleja en teoría de una situación de motivación intrínseca. También las prácticas comunes en los centros de investigación y universidades fomentan elementos de motivación extrínseca como son estímulos y bonos a la participación (no necesariamente al desempeño). Por ello es imprescindible para un buen gerente saber comunicar y promover genuinamente los valores subyacentes de la norma aeronáutica, de las especificaciones del producto y requerimientos del industrial.

3.2 Valores de AS9100

El curso de formación en el estándar de calidad aeronáutico AS9100C pone especial énfasis en los valores que deben entenderse previamente a cualquier posibilidad de contratación de proveeduría en México, estos valores son la base de las expectativas de las OEMs (Original Equipment Manufacturers)

Los valores centrales de la norma AS9100C de obligatoria aplicación en el sector aeronáutico son:

Respeto,

Puntualidad,

Rendición de cuenta,

Responsabilidad,

Todas ellas son requeridas para certificar que un producto es **Seguro**, de **Calidad**, y que cumpla con **Consistencia** (Tudor Pietraru, Curso Aeroconsultek, 2014).

La transferencia de los valores de la norma se estudiaron en el caso de estudio en CENIT, una PYME que desarrolla proyectos tecnológicos para la industria aeronáutica, donde la estancia consistió en acompañar la implementación del sistema de calidad y la obtención de la certificación AS9100C.

3.2.1 Estándar AS9100

AS9100 es un sistema de gestión de la calidad para la industria aeronáutica similar al ISO 9001-2000 y provee de requerimientos adicionales específicos para la industria aeronáutica. Estos requerimientos provienen de robustos sistemas de calidad aeroespacial implantados inicialmente por la Administración Nacional Aeronáutica y Espacial y el departamento de la defensa de Estados Unidos (NASA y DOD, respectivamente). La norma AS9100 es los resultados de esfuerzos combinados de varias organizaciones aeronáuticas que tienen además sus propios estándares y especificaciones de gestión de calidad. Los expertos industriales que escribieron la norma y los representantes que la aprobaron concuerdan sobre el carácter de certificación de la seguridad y de la calidad del producto, proceso y/o servicio.

Publicada por la SAE International en 1999 (Society of Automotive Engineers) y la EAAI (European Association of Aerospace Industries) fue revisada desde entonces pasando de AS9000 a AS/EN9100 y finalmente a AS9100C. Las organizaciones de normatividad de Japón y del resto de Asia se integraron recientemente al esfuerzo cooperativo de la International Aerospace Quality Group (IAQG) quienes revisan y redefinen periódicamente la norma.

Se recomienda tener el sistema de calidad ISO 9001 e implementar los requerimientos adicionales de la norma AS9100C para certificar la seguridad del producto. Los suplementos adicionales se establecieron por la industria aeronáutica para satisfacer los requerimientos de seguridad de la DOD, la NASA y de la FAA, con la intención de establecer un solo sistema de gestión de calidad para uso de la industria aeronáutica.

El estándar fue desarrollado por el grupo de trabajo 11 (Working Group 11) del comité técnico 20 (ISO TC20) y apoyado por la IAQG. El título oficial siendo "AS9100 Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations". AS9100 es reconocida por todas las empresas manufactureras aeronáuticas y aeroespaciales (OEMs) a nivel global. Los países participantes pueden tener convenciones propias respecto a la numeración. Por ejemplo, la norma se publicó en Europa con el nombre EN9100 siendo el estándar idéntico en contenido. El nuevo estándar combinó y armonizó los requerimientos definidos por la SAE AS9000 y la europea prEN9000-1. La última revisión de la AS9100C se alineó además al ISO 9001:2000 separando los "Qué"s de los "Cómo"s. (Prieregistrar, referencia en línea)

La industria requiere que sus subcontratistas y proveedores se certifiquen en AS9100. Este registro representa una ventaja competitiva para los proveedores, quienes se benefician además de procesos óptimos y de la mejora continua, el fundamento de la certificación en el sistema de gestión de la calidad ISO 9001

Informes sobre la compleja cadena de manufactura del sector aeronáutico dan testimonio del beneficio y de las contribuciones del sistema de gestión de la calidad AS9100C, especialmente de los métodos consistentes en verificación y de la disminución de las auditorias de revisión.

Todo sistema de calidad debe ser diseñado para cumplir con los requisitos del usuario. A pesar de que AS9100C identifica áreas que cumplir para la industria aeronáutica, los diseñadores del sistema deben establecer un sistema de calidad robusto que sea eficiente y efectivo. El sistema debiera ser holístico abarcando prácticamente una multitud de funciones y procesos de la empresa. Por ejemplo, las obligaciones regulatorias son funciones críticas para la industria aeronáutica. Los requerimientos AS9100C son complementarios a los contractuales y aplicables por ley y normatividad. Quién implemente un sistema de calidad que cumpla con AS9100C debe asegurar que los requerimientos adicionales de sus clientes, de entidades normativas como la Dirección

General de Aeronáutica Civil (DGAC) o la FAA, de las leyes locales, estatales y nacionales, queden referenciados dentro de la documentación del sistema.

3.2.2 Requerimientos Aeronáuticos e ISO 9001

Una discusión sobre las áreas cubiertas por la norma ISO 9001 que se repiten en la AS9100C permite conocer las expectativas relevantes para la industria aeronáutica y aeroespacial. Estas son vistas como mejores prácticas que son identificadas desde AS9100C para asegurar que la empresa manufacturera alcance las expectativas de la industria aeronáutica. La norma AS9100C provee de una guía para administrar variaciones identificadas en las características claves (Key Indicators). Estas claves son propiedades del material, del proceso o del componente donde la variación tiene una influencia significativa en la función, desempeño, tiempo de vida o “manufacturabilidad” del producto. El sistema AS9100C requiere que la organización establezca y documente una configuración de gestión de proceso. Planear la realización del producto es esencial para un proceso efectivo y eficiente. El estándar pone énfasis en la planeación de pasos de verificación dentro del proceso cuando el producto no se puede verificar en puntos ulteriores. El diseño de herramientas debe considerarse cuando la metodología de control de procesos es utilizada para asegurar que los datos de procesos sean capturados.

El estándar AS9100C incluye suplementos extensivos sobre funciones de diseño y desarrollo de productos debido a la complejidad de los productos y a las expectativas de los clientes aeronáuticos sobre la **confiabilidad** del desempeño durante el periodo de tiempo preestablecido. La versión europea, prEN9000-1 proveía varias de estas adiciones al ISO 9001. Ambos estándares cubren la planeación de las actividades de diseño y desarrollo y aseguran puntos de control interinos durante el proceso de diseño. Las entradas de diseño son especificadas para identificar las características claves y el detalle de los datos esenciales del producto que será procesado, manufacturado, inspeccionado, utilizado o reparado. Se incluye la documentación de ambas actividades

de verificación y validación del diseño y desarrollo poniendo énfasis en las áreas tradicionales de control.

Un reto importante de la industria consiste en gestionar los proveedores de la cadena completa de suministro. Es una cadena muy larga y en la base hay proveedores que atienden diferentes industrias. Debido a esta dependencia de la industria sobre el control de la cadena de suministro, AS9100C incluye expectativas adicionales para la identificación y mantenimiento de los proveedores. La aprobación de un proveedor es solo un paso en el proceso de gestión de la proveeduría (Barker, 2002). Sigue el listado de normas del sistema AS9100C publicadas en línea por SAE que aplican para diferentes necesidades (Tabla 3.1).

Tabla 3.1:

Normas publicadas

Number	Title	Americas (English)	Asia-Pacific (Japanese)	European (French & German)	Other Languages Published
9100	Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations Deployment Support Materials	AS9100C	JISQ9100	EN9100	9100 National Languages
9101	Quality Management Systems Audit Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations	AS9101D	SJAC9101	EN9101	
9102	Aerospace First Article Inspection Requirement	AS9102A	SJAC9102	EN9102	
9103	Variation Management of Key Characteristics	AS9103	SJAC9103	EN9103	
9104	Requirements for Aerospace Quality Management System Certification/Registrations Programs	AS9104A	SJAC9104A	EN9104	
9104/2	Requirements for Oversight of Aerospace Quality Management System Registration/certification Programs	AS9104/2	SJAC9104/2	EN9104/2	
9104/3	Requirements for Aerospace Auditor Competency and Training Courses	AS9104/3	SJAC9104/3	EN9104/3	
9107	Direct Delivery Authorization Guidance for Aerospace Companies	ARP9107		EN9107	
9110	Quality Maintenance Systems – Aerospace – Requirements for Maintenance Organizations	AS9110	SJAC9110	EN9110	

9111	Quality Management System Assessment for Maintenance Organizations (Based on ISO 9001:2000)	AS9111		EN9111
9114	Direct Ship Guidance for Aerospace Companies	ARP9114		EN9114
9115	Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations - Deliverable Software	AS9115	SJAC9115	EN9115
9116	Notification of Change (NOC) Requirements	AS9116	SJAC9116	EN9116
9120	Quality Management Systems – Aerospace – Requirements for Stockist Distributors	AS9120	SJAC9120	EN9120
9121	Aerospace Series Quality Systems Quality System Assessment Applicable to Stockist Distributors	AS9121		EN9121
9131	Quality Systems – Non-Conformance Documentations	AS9131	SJAC9131	EN9131
9132	Data Matrix Quality Requirements for Parts Marking	AS9132A	SJAC9132	EN9132
9133	Qualification Procedure for Aerospace Standard Parts	AS9133		EN9133
9134	Supply Chain Risk Management Guidelines	ARP9134		EN9134
9137	Guidance for the Application of AQAP 2110 within a 9100 Quality Management System	ARP9137	SJAC9137	EN9137
9162	Aerospace Operator Self-Verification Programs	ARP9162	SJAC9162	EN9162

Nota. Fuente: IAQG en línea, <http://www.sae.org/iaqg/publications/standards.htm>

3.3 Economía de la Innovación

En un sentido menos amplio como lo revisado en relación a la gerencia para el trabajador del conocimiento y en base al sistema de calidad AS9100C, un buen gerente de proyectos con la industria debe conocer los elementos económicos que alimentan y empujan a la industria hacia la generación de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i). Por ello es menester fundamentar los proyectos tecnológicos desde la perspectiva de la economía de la innovación.

Los elementos motivadores de la inversión extranjera en México incluyen la cercanía con el mayor mercado consumidor (EU), la paridad monetaria (pagar costos de producción en pesos y cobrar ventas en dólares o en euros) y el bajo costo de una mano de obra calificada. La famosa curva de Philips presenta una relación inversamente proporcional de tendencia geométrica entre tasa de desempleo y salarios, de forma que la industria tenderá a localizarse en zonas con mayor desempleo donde hay salarios menores para un mismo nivel técnico. Esta condición también favorece disminuir la inflación debido a una baja capacidad de gasto para el consumo. Sin embargo los salarios tenderán a mejorar conforme se emplee una población mayor y la ventaja competitiva regional dependerá de un nuevo elemento diferenciador que puede o no desarrollarse: Este es el potencial de innovación.

La baja capacidad para la innovación de México (Global Competitiveness Report, WOF, 2012-2013) no es un factor relevante para la competitividad en la atracción y localización de industria extranjera. ¿Cómo cambiar esta tendencia y favorecer un mayor desempeño de la investigación y desarrollo tecnológico? El cambio tecnológico puede estimarse del volumen de productividad en la evolución de entrada y salida (Solow, 1956, 2000, Griliches, 1998). Cameron, Proudman y Redding (2005) estudiaron el aumento en la producción y lo relacionaron a la innovación y a la transferencia de tecnología, relaciones especialmente marcadas en países que se encuentran por debajo de la frontera tecnológica. La investigación y desarrollo, el comercio internacional y la formación del capital humano estimulan el aumento en la producción. Mientras que la

investigación y desarrollo aumentan las tasas de innovación, el comercio internacional acelera la velocidad de transferencia tecnológica.

Las teorías requeridas para definir un modelo econométricos se sustentan en la publicación del “Handbook: Economics of Innovation” (Hall y Rosenberg, 2010). En este tratado participaron la mayoría de los economistas reconocidos por sus publicaciones en modelos econométricos que relacionen crecimiento económico con inversión en innovación, citados la mayoría enseguida. Estas escuelas son hereditarias de Adam Smith, Joseph Schumpeter, Robert Solow, y Zvi Griliches. Este cuerpo de conocimiento permite relacionar matemática y cuantitativamente las variables de interés ya sea a nivel de empresa, de clúster, de estado o nación.

Un campo de investigación complementario son las publicaciones en revistas de ingeniería y transferencia tecnológica, donde se presentan metodologías para la clasificación del nivel de madurez de proyectos de innovación. Los gobiernos utilizan estas métricas para definir riesgos en proyectos de inversión tecnológica. También las empresas adecuan la planeación de su quehacer tecnológico en base a estas métricas que en lo esencial describen como se migra de la investigación básica a la presentación comercial de una tecnología.

Para el trabajo empírico (intervención profesional) en un caso de estudio presentado en esta tesis, la novedad consiste en utilizar métricas de clasificación para cuantificar el valor de un historial de experiencias de desarrollo tecnológico, véase proyectos de innovación, tanto privados como financiados por CONACYT, por la Secretaría de Economía, y por el Gobierno del Estado vía programas de estímulo a la innovación (PEI, FINNOVA), de competitividad (BONOS) y de fondos mixtos estatales (FOMIX), los cuales declaran expresamente en sus convocatorias que se persigue la innovación en la industria.

Una vez definidas las inversiones en término de valores se puede utilizar el arsenal matemático econométrico para obtener los retornos tanto en términos privados como en

términos de derrama social, de acuerdo a cada categoría. El resultado consiste primeramente en un estudio novedoso empírico de la situación de un clúster en una región dada. También la metodología se volverá una ventana o prisma desde donde la sociedad podrá seguir la actividad tecnológica de un sector particular y sus efectos inmediatos. Estas son las bases de nuevos programas de planeación de riesgo y de optimización de recursos.

3.3.1 Modelo econométrico

No existe un modelo econométrico, empírico y micro económico sobre proyectos de innovación que incorpore la cuantificación del nivel de disponibilidad o madurez tecnológica obtenida por inversión en innovación. El desarrollo de tal metodología econométrica incide en la prospectiva tecnológica y la mejor planeación de la inversión en innovación pero además puede iluminar en cómo medir y optimizar su impacto sobre la competitividad y la sociedad. Efectivamente la definición de tal metodología incluye información de la actividad de los tres actores concebidos en la triple hélice de Landesdorff y Etzkovitz (1996). Pero además en la mayoría de los casos estos actores se anclan físicamente entorno a un centro geográfico, polo, clúster, parque temático o sociedad del conocimiento. El movimiento de la triple hélice produce desarrollo tecnológico e innovación, vista de forma dinámica cual rizo propuesto en la quinta disciplina de Peter Senge (2012) (Figura 3.1).

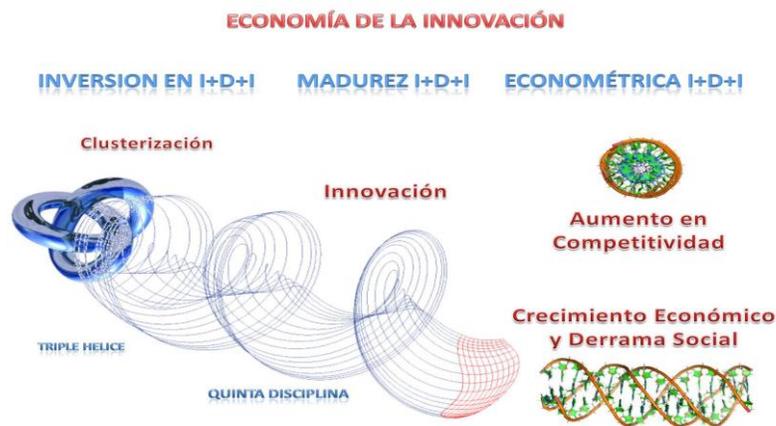


Figura 3.1: Mapa mental de conceptos de la economía de la innovación.

Elaboración propia.

Los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) desarrollados con la industria son normalmente clasificados por su nivel de disponibilidad o de madurez quizá en tres categorías fundamentales: investigación básica, desarrollo de prototipos pilotos, y producción industrial. Cada corporativo utiliza una metodología propia ya probada para medir su nivel de desarrollo tecnológico. Para conocer el impacto de los productos de innovación y desarrollo tecnológico, se puede utilizar una métrica propuesta por la NASA que cuantifica el nivel de madurez de los productos en el campo de la aeronáutica. La correlación presentada entre nivel de madurez y valor de la inversión representa las bases de un modelo econométrico que permitirá estimar tanto el retorno privado a la inversión como su derrama social o “spillover”. (Figura 3.2).



Figura 3.2: Mapa mental de conceptos de la economía de la innovación en el clúster aeronáutico de Querétaro.

Elaboración propia.

El esquema pone en evidencia las principales variables planteadas en el estudio: 1- Nivel de madurez del desarrollo tecnológico (TRL por sus siglas en inglés), 2- Desempeño del personal generados por la alianza industria-academia, y 3- su efecto en derrama social (Spillover). Los conceptos que unen estas variables pertenece a la perspectiva neoclásica de la economía donde Solow avanzó, en 1956, el término “cambio tecnológico” como una modificación al capital tecnológico, la productividad como se

define en las ecuaciones de Cobbs-Douglas y los retornos privados y sociales. Conceptos que se profundizan enseguida. (Sharpe, 2002)

3.3.2 Desempeño del Cambio Tecnológico

Antecedentes en la literatura sugieren distintos modelos econométricos que relacionan la actividad de investigación y desarrollo tecnológico, cuyo producto exitoso genera “cambio tecnológico” en la unidad de producción, con el crecimiento económico de una nación, de un sector industrial de una región o de un clúster y con los niveles de producción de un corporativo o una empresa en particular. El Departamento de Economía de Estados Unidos invierte en investigaciones dedicadas al cálculo, teórico y empírico, del retorno a la inversión en innovación, integrando todos los niveles de producción. Se busca pronosticar, manejar riesgos y fomentar el crecimiento económico mediante el cambio tecnológico e innovación.

Solow estableció desde los años cincuenta que la única manera de aumentar el rendimiento consiste en aumentar el cambio tecnológico, pero también retó a quien supiera calcular la contribución del cambio tecnológico (A) al aumento de la productividad. Reparó en que solo se podía obtener un valor del cambio buscado utilizando la función inversa a partir del cambio en la producción, teniendo por conocidas las otras contribuciones, como inversión en capital humano (L) e infraestructura e insumos (K). El cálculo propuesto por los especialistas consiste en determinar el retorno a la inversión en innovación, como retorno privado o directo, caso más sencillo y también como retorno conocido como derrama social o “Spillover” en inglés. Siguen la ecuación de Cobbs-Douglas presentada en ejemplo por Solow (1956).

$$Y = s \Delta K = A(t) K^a L^{1-a}$$

A partir de la cual se busca conocer:

$$F_r(A(t)) = \text{Retorno privado}$$

$$F_d(A(t)) = \text{Derrama social}$$

En el contexto de la clusterización, la inversión en innovación cumple distintos objetivos, primeramente la transferencia de tecnología existente con adecuaciones y mejoras, en segundo término, el desarrollo de nuevos productos y procesos. Estas inversiones provocan crecimiento económico y mayor competitividad de acuerdo a los modelos tipo Cobbs-Douglas sobre funciones de productividad con dependencia al cambio tecnológico.

Aquí sin embargo se obtiene un retorno social en la calificación del capital humano compartido por el clúster y la región favorecida, en la consolidación de asociaciones como la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, A.C. (FEMIA), y mediante resolución y transferencia de buenas prácticas y conocimientos.

El desarrollo de proveeduría no solo contribuye en tecnología y conocimiento sino directamente en participación en la economía local o regional. Interesa la relación entre crecimiento económico y la especialización sobre el desarrollo económico y social de la comunidad anfitriona.

3.3.3 Estudios contemporáneos: Econometría

Los modelos citados, sobre producción, buscan obtener una medición empírica confiable de la madurez y del valor de la tecnología para ayudar a sustentar la planeación y los subsidios a la investigación, el financiamiento industrial y proyectar el crecimiento de la productividad (Griliches, 1998; CBO, 2005). Los estudios empíricos sobre aumento de la producción consideran como un factor central la inversión en investigación y desarrollo (Hulten, 2000).

Deloitte-Thomson Reuters presentó un modelo basado en la tasa interna de retorno (IRR por sus siglas en inglés) para medir el valor de la investigación y desarrollo. Los directores de empresas y líderes de la industria traen la experiencia de la industria donde se aplica una analítica robusta a muestras discretas de inversión y retorno. Esta perspectiva está fomentando un nuevo reto y un acercamiento central a la investigación

y al desarrollo tecnológico, la medición del valor de la innovación (Deloitte-Thomson Reuters, 2010).

La industria está abierta y deseosa de invertir en innovación tecnológica mientras consigan alcanzar beneficios. Generalmente se desarrolla menos investigación básica con la industria, la investigación básica es casi totalmente subsidiada por los gobiernos. Algunos estudios sobre datos de firmas concluyen que la investigación federal dentro de la industria no aumenta la productividad industrial (Terleckyj, 1980; Lichtenberg, 1992). Por el contrario, Griliches (1991a) concluyó que la investigación y desarrollo federales tenía un efecto positivo sobre la productividad, aunque sea menor que la investigación financiada por el sector privado (Griliches, 1991a).

Muchas características centrales de la investigación y desarrollo tecnológico, I+D, tales como la tasa de depreciación, las demoras en la comercialización y la tasa de retorno, difieren muchísimo entre la I+D vista como un activo y el impacto social de la I+D (Spillover effect o derrama social).

La econometría de la derrama social se basa en la evolución de la I+D, en estudios empíricos y compilación de datos (Griliches, 1991b). El buró de estadísticas del trabajo de Estados Unidos (Bureau of Labor Statistics) sugiere que las tasas privadas de retornos en I+D son de 25%, mientras que el retorno social es de 65% (Sveikauskas, 2007). El gasto en I+D en Estados Unidos es pequeño en relación al tamaño de la economía, variando entre 2 y 3 por ciento del PIB desde los años 60tas. Para medir el retorno real de la I+D, los investigadores requieren medir el esfuerzo en I+D, un propósito difícil siendo la I+D un concepto tan amorfo. Pareciera formarse un consenso en que la elasticidad de la I+D es positiva y significativa (es decir difiere significativamente de cero), con una tendencia entre 0.10 y 0.20. Una pregunta clave para los usuarios de modelos macroeconómicos es saber si es posible reconciliar los resultados de estudios que usan datos de nivel micro con los que usan datos de nivel macro. Hay abundante literatura sobre estimados econométricos de la contribución de la I+D al aumento de la producción (CBO, 2005; Sharpe 2002)

El aumento en la producción se compone de dos factores: una tendencia subterránea de largo término y una componente cíclica de corto plazo. El comportamiento de corto plazo de la productividad se explica por demoras en el ajuste entre la entrada de trabajo y cambios en la salida. No se debe extrapolar tendencias de productividad de largo término desde desarrollos de corto plazo. Las comparaciones de tasas de crecimiento deben calcularse en puntos comparables del ciclo, es decir de cresta a cresta por ejemplo.

Un estudio moderno de crecimiento económico y aumento en la productividad a largo término data de los años cincuenta cuando Roberto Solow, Moses Abramovitz y Dale Jorgensen identificaron las entradas básicas como la fuerza de producción, el capital y la tecnología.

Solow (1956) concluyó que ni la fuerza de producción ni el capital, y solo el cambio tecnológico es responsable de la mayoría de los crecimientos económicos. En lugar de medir directamente la contribución del cambio tecnológico, Solow lo relegó al valor del residuo tras eliminar las contribuciones calculadas para el trabajo y el capital. El residuo representaba una “medida de nuestra ignorancia”.

Otros parámetros y variables contribuyentes al crecimiento económico fueron introducidos para ajustarse a la observación: capital social, educación de la fuerza de producción, etc. La clave compartida por estos modelos es el énfasis en el conocimiento como fuerza tractora de aumento en la producción (Danison 1962, Putnam 2001). A pesar de que el modelo neoclásico (el de Solow) pone la importancia en el estudio del desarrollo tecnológico, carece de los medio para hacerlo (Landau, 1986, Sharpe 2002).

Teóricamente, el aumento en la productividad depende de la innovación vertical y de la innovación horizontal entre otros parámetros. La innovación vertical se da cuando se mejora una tecnología o producto ya existente pero sigue teniendo en esencia la misma función. En el caso de la innovación horizontal, aparece una tecnología o producto

diferente que tiene una función nueva. Los expertos desarrollaron modelos para determinar la influencia de subsidios a estos tipos de innovación sobre el aumento en la productividad.

Paul S. Segerstrom, de la escuela de economía de Estocolmo (Stockholm's School of Economics) definió la innovación y sus parámetros diciendo: El premio de la innovación vertical es el valor rebajado esperado del flujo de ganancia obtenida por la empresa innovadora antes de ser remplazada por el siguiente innovador en su industria. Mientras que la innovación horizontal resulta en un nuevo producto intermediario cuyo parámetro de productividad se dibuja aleatoriamente a partir de la distribución de productos intermediarios existentes. Ambas tasas de advenimiento, la intensidad de Poisson de la innovación vertical y la intensidad de Poisson del descubrimiento en la innovación horizontal, son funciones: de la productividad de la I+D, del grado de disminución del retorno de los gastos de la I+D, de la tasa a la cual problemas de investigación se tornan complejos y más difíciles de resolver como equipo líder de punta (Segerstrom, 2000).

En las ecuaciones desarrolladas por Segerstrom, reproducidas abajo, aparecen las variables sensibles en juego para el advenimiento de cada tipo de innovación, llamada intensidad de Poisson y tasa de descubrimiento respectivamente. Un gerente dedicado al desarrollo de innovación tendrá en cuenta estas variables al menos de manera cualitativa. Estos indicadores deben tener correlación con el desempeño obtenido tras la inversión y desarrollo. En la siguiente sección se aborda el problema de la medición del desempeño de la investigación.

La intensidad o tasa de Poisson de la innovación vertical (σ_{vertical}) para una industria (i), en una firma (j), en el tiempo (t) incluye,

$$\sigma_{ijt} = \lambda (V_{ijt})^{\delta} (K_{ijt})^{1-\delta} / (A_t)^d$$

Con parámetros,

$\lambda > 0$ = Parámetro de productividad de la I+D+i vertical

V = Flujo del gasto en I+D+i vertical

K = Conocimiento específico a la compañía que es útil para I+D+i vertical

$\delta < 1$, = Grado de disminución del retorno del gasto en I+D+i vertical

$d > 0$ = Tasa a la cual problemas de investigación se tornan complejos y difíciles de resolver como en punta de vanguardia.

El parámetro de productividad interna A_t aumenta con el tiempo.

La tasa de descubrimiento en I+D+I horizontal por firma (j) en el tiempo dado (t) es función de:

$$N_{jt} = \lambda_h (H_{jt})^{\gamma} (K_{jt})^{1-\gamma} / (A_t)^d$$

Con parámetros,

$\lambda_h > 0$ = Parámetro de productividad de la I+D+i horizontal

H = Flujo del gasto en I+D+i horizontal de la compañía

K = Conocimiento específico a la compañía que es útil para I+D+i horizontal

$\gamma < 1$ = Grado de disminución del retorno del gasto en I+D+i horizontal

$d > 0$ = Tasa a la cual problemas de investigación se tornan complejos y difíciles de resolver como en punta de vanguardia.

El parámetro de productividad interna A_t aumenta con el tiempo

(Segerstrom, 2000).

3.4 Métricas para medir los niveles de madurez de la investigación

Es posible catalogar los eventos de innovación mediante los productos alcanzados. El Departamento de la Defensa de Estados Unidos y la NASA avanzaron una escala que permite clasificar productos tecnológicos desde producto de la investigación básica hasta sistemas listos para volar: el nivel de madurez tecnológico (TRL por sus siglas en inglés, Technology Readiness Level).

El sector aeroespacial concentrado en el polo de competitividad de Montréal, entorno al gobierno de Québec, dentro del Consorcio para la Investigación Aeronáutica en Québec (CRIAQ), adoptó esta misma escala para clasificar sus proyectos de investigación. La clasificación de la innovación mediante la escala propuesta por la NASA del clúster Aeronáutico de Querétaro es por ende natural. Esta metodología se utilizó para adaptarla en el estudio de caso en un Centro Público de Investigación de Querétaro.

Las tendencias actuales en el tema de clasificar niveles tecnológicos mediante métricas y escalas consisten en adaptarlas para obtener resultados claros que permitan un análisis según el contexto de la investigación. Otras escalas surgieron por adaptación en las oficinas de transferencia, avanzando por ejemplo los niveles de madurez para la transferencia (TtRL, por sus siglas en inglés). Otras muchas adoptan siglas particulares, TRAM, TRI, RAM, IRL, MRL etc. Escalas utilizadas por la fuerza aérea americana, y el departamento de desarrollo de sistemas de armamento.

Jim Smith estableció en 2004 que los Niveles de Madurez Tecnológica (TRL) se utilizaron en un inicio por la NASA en el Centro de Vuelo Espacial de Goddard (Goddard Space Flight Center) a finales de los ochentas, como parte de un proceso general de determinación de riesgo. La metodología TRL se incorporó en la Instrucción de Gestión de la NASA (NMI 7100) como parte integral del proceso de planeación de la tecnología (Smith 2004). Consiste en una escala de 9 niveles, forma una métrica representada por un termómetro que permite la clasificación de productos de I+D+i desde investigación básica en el nivel 1 y probado en vuelo en el nivel 9 (Mankins 1995, 2009 a y b). El Departamento de la Defensa Americana adoptó el TRL para usarlo en su

sistema de gestión de riesgo en 1999, los Laboratorios de Investigación de la Fuerza Aérea (AFRL por sus siglas en inglés) adaptó el TRL para usarlo en la determinación de madurez de tecnologías críticas para su incorporación en sistemas de armamento (GAO 1999)

La importancia de clasificar los productos tecnológicos y de innovación consiste en la correlación con el valor de la inversión directa, siendo mayor la inversión para el desarrollo de una tecnología de mayor nivel de madurez. En claro, no pueden hacerse comparaciones financieras entre tecnologías de niveles distintos.

Detractores establecen que los TRLs esconden varios aspectos de la disponibilidad de la tecnología o productos en un solo número y que no consideran aspectos críticos de los productos o tecnologías integrados en sistemas. El término madurez no puede utilizarse de manera intercambiable con el término disponibilidad (traducido del inglés “readiness”), y ambos están relacionados de forma no lineal al comportamiento típico del crecimiento de conocimiento (Smith 2004). A pesar de los detractores es posible catalogar los eventos de innovación mediante los niveles tecnológicos alcanzados por el estudio de sus productos.

La publicación retrospectiva de John Mankins (2009a) presenta un uso general que consiste en dar seguimiento o monitorear el desarrollo tecnológico desde tres retos inevitables: rendimiento, cronograma y presupuesto. Se pretende disminuir la incertidumbre en esas tres dimensiones y evitar aumento del gasto, retrasos y la erosión de los rendimientos comprometidos. Es crítico según el autor poder determinar en que situación se encuentra el administrador de tecnología, y tener una evaluación documentada del TRL y del riesgo. Mankins clarifica que la NASA introdujo el concepto desde finales de los años sesentas y revisa el concepto de TRL a lo largo de mas de 30 años. Finalmente, plantea el futuro de una disciplina llamada evaluación de la disponibilidad o madurez de la tecnología. (Mankins, 2009 a y b)

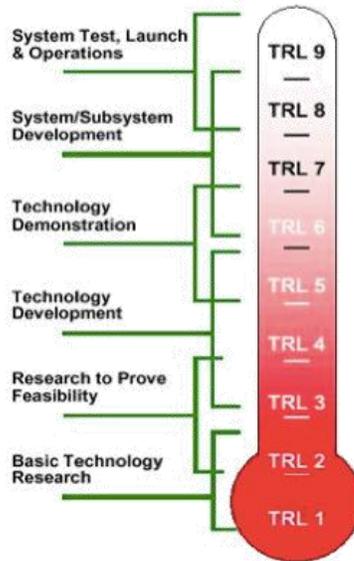


Figura 3.3: **TRLs propuestos por John Mankins en 1995**

Fuente: Mankins, 1995

La Figura 3.3 representa esquemáticamente la métrica, un termómetro publicado por Mankins en 1995. Mankins reportó en su perspectiva que desde 1969 se estudió una correlación entre revisión de la disponibilidad para volar, “flight readiness review”, y de un nuevo concepto, la revisión de la madurez de la tecnología o el nivel de disponibilidad tecnológica, “Technology Readiness Review”, en la referencia documental: “Report on advanced space station technology requirements”, NASA, 1969 (Mankins 2009a). En la misma perspectiva, Mankins vuelve a definir de forma más amplia cada uno de los niveles del termómetro de 1995, presentados anteriormente en un documento interno de la NASA, llamado “A white paper” (Un documento blanco).

La pregunta siempre es: ¿cuáles son los pasos fundamentales de maduración de toda tecnología). A cada nivel de madurez tecnológica el autor agrega un comentario especulativo y quizá lógico sobre correlaciones en costos y en riesgo. La Figura 3.4 representa esta historia interna en la NASA del concepto de disponibilidad tecnológica (proviene de Mankins, 2009).

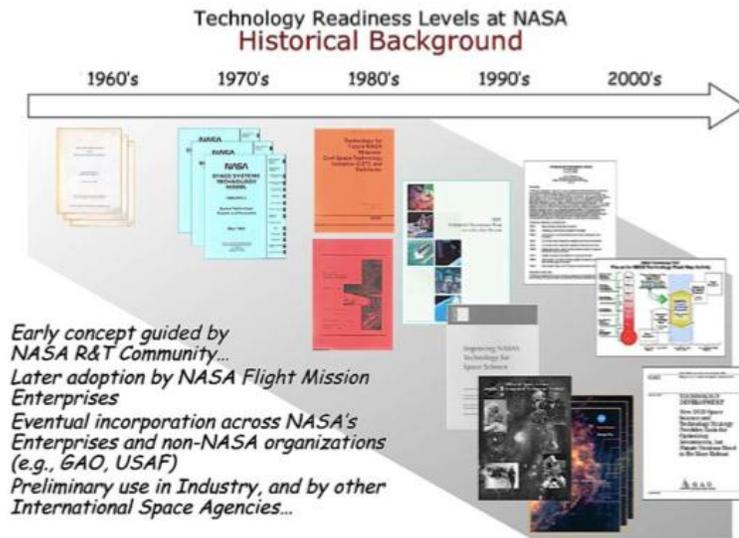


Figura 3.4: Antecedentes históricos internos de la NASA del concepto de disponibilidad tecnológica

Fuente. Mankins, 2009a, p.1222

En el segundo artículo publicado en 2009, John Mankins trata del uso de la métrica TRL para la medición del riesgo, específicamente en proyectos de desarrollo tecnológico. Por ello el autor introduce conceptos interesantes para la medición de riesgo como dificultad o complejidad del desarrollo, probabilidad de ocurrencia de fallas y consecuencias de las fallas, riesgo de las inversiones. En la Figura 3.5 una matriz de riesgo acompaña cada nivel de disponibilidad o TRL. La matriz de riesgo grafica probabilidad de falla contra consecuencias de la falla y permite evaluar el riesgo de una inversión. A la combinación le llamó ahora “Technology Readiness and Risk Assessment” (TRRA), es decir disponibilidad de la tecnología y determinación de del riesgo. (Figura 3.5)

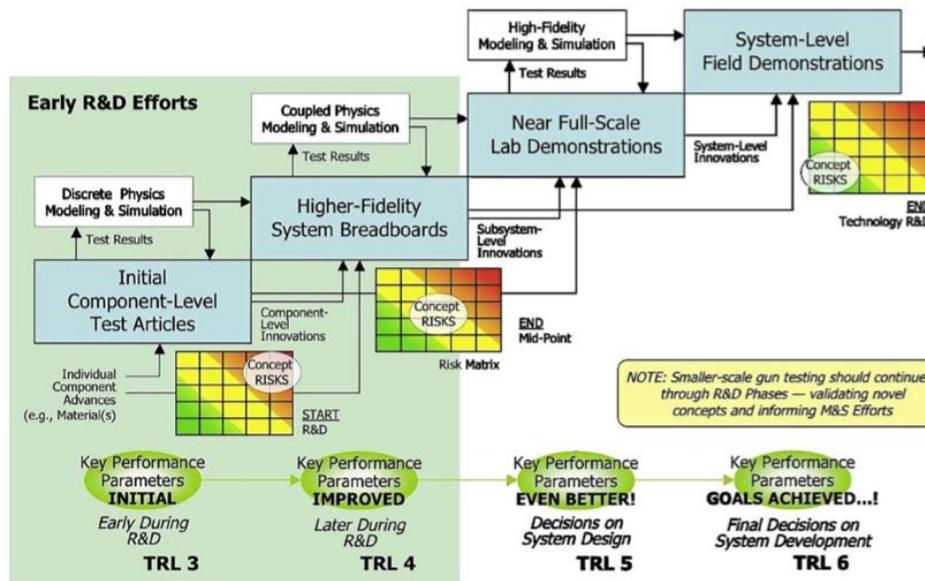


Figura 3.5: Disponibilidad de la tecnología y determinación del riesgo.

Fuente. Mankins, 2009b, p.1214

En general los esfuerzos entorno a la I+D+i tienen tres vertientes. Primero, las inversiones en I+D+i deben resultar en mejoras relevantes, en parámetros de desempeño, la velocidad de procesadores en relación al peso por ejemplo, debe aumentar. Segundo, el esfuerzo debe corresponder a la maduración de la tecnología propuesta. Es decir, nuevos materiales deben incorporarse a los prototipos y nuevos componentes deben integrarse en nuevos productos y estos en subsistemas, etc. Finalmente, la inversión en I+D+i, para cada nivel de madurez tecnológica debe suponer un menor riesgo para subsiguientes desarrollos tecnológicos.

La Figura 3.6 y 3.7 dan una ilustración del concepto de riesgo mediante estos factores durante el desarrollo tecnológico.

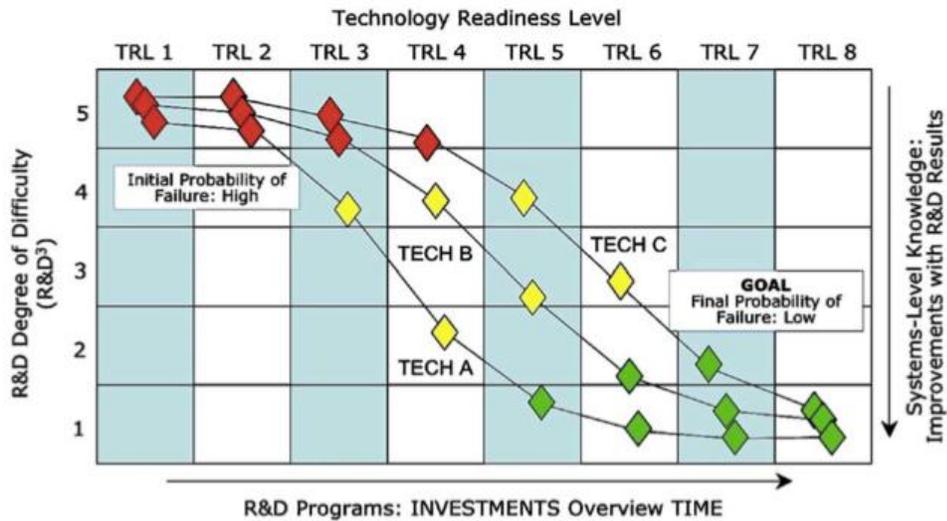


Figura 3.6: **Correlación propuesta entre TRL y factores de medición de riesgo como grado de dificultad técnica y dominio del conocimiento**

Fuente. Mankins, 2009b, p.1210

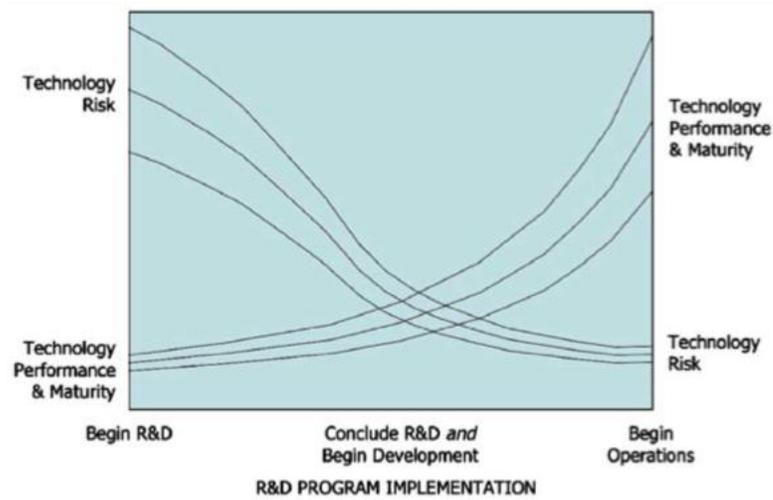


Figura 3.7: **Correlación propuesta entre madurez, desempeño y riesgo**

Fuente. Mankins, 2009b, p.1210

3.5 *Innovación abierta*

La relación con el entorno debe comprenderse para poder vincular la academia con la industria. El esquema de desarrollo tecnológico que permite llevar a cabo esta vinculación se denomina innovación abierta. En los textos revisados se encontró perspectivas variadas sobre la *innovación abierta*, un concepto desarrollado primeramente por Eric Von Hippel (1988) y profundizado por Henry W. Chesbrough (2003, 2006). En esta visión las empresas encuentran beneficios mayores en compartir capacidades para desarrollar productos innovadores a los costos que pueda representar el riesgo de perder algo de confidencialidad. Un ejemplo esclarecedor fue el desarrollo del Iphone, donde Apple encargó desarrollar la memoria más pequeña hasta ese momento a Samsung entregándole los planos del invento. Samsung cumplió con el pedido y, a corto plazo, Apple encontró grandes beneficios tras lanzar su teléfono inteligente, sin embargo, a mediano plazo Samsung lanzó un “smartphone” que robaría gran parte del mercado del Iphone y se adelantaría a los demás seguidores: Motorola, Nokia, Sony, etc.

La innovación abierta se estudió también desde el concepto de “sistemas nacionales de innovación” para el caso estadounidense (Nelson & Rosenberg, 1993), y desde los “sistemas regionales de innovación” o RIS por sus siglas en inglés (Cooke, Gomez Uranga & Etxebarria, 1997). Estas perspectivas subrayan la importancia de la cercanía y de la concentración geográfica de capacidades determinantes como especialistas, asociaciones, universidades y centros de investigación.

Finalmente, el concepto de la "Triple Hélice" (Leydesdorff & Etzkowitz, 1996) también construye sobre la noción de innovación abierta incluyendo ahora al gobierno, además de la academia y la industria, como un agente importante en el fomento de este tipo de actividad.

En la perspectiva RIS se entiende la innovación como un resultado de las relaciones de cooperación que se establecen en el núcleo del sistema productivo. En ese núcleo se observan reacciones permanentes de carácter interactivo, así como efectos de

aprendizaje. Según Cooke y Gómez Uranga (1998), es necesario considerar las relaciones entre un conjunto de subsistemas que, en parte, se caracterizan por su proximidad territorial: “Las relaciones entre el sistema productivo (cuyo núcleo principal está constituido por las empresas) y el sistema social determina el tipo de desarrollo de la región.” (Cooke y Gómez Uranga, 1998, p. 58-59).

La reciente concentración de la actividad aeronáutica en Querétaro por ejemplo fue coincidente y no responde a la noción porteriana de clusterización de la cadena de valor donde se acortan las distancias para abatir costos de transporte e insumos (Porter, 2003). Puede describirse mejor el caso queretano como un distrito de “plataforma satelital” en el sentido descrito por Ann Markusen (1996) donde, como veremos enseguida, se profundizan lentamente elementos de cohesión como eficiencia colectiva (Schmitz, 1999) y elementos “suaves” de confianza y cooperación (Harrison, 1992).

La oportunidad de innovar que genera la transferencia de tecnología hacia México se ve frenada sin embargo por nuevos sistemas de contratación que favorecen un menor apego, compromiso y lealtad del trabajador con la empresa. Richard Sennett habla de las consecuencias individuales del trabajo en el nuevo capitalismo y demuestra que la necesidad de mayor flexibilidad de las empresas innovadoras ha desaparecido la noción tradicional de carrera y de especialidad (Sennett, 2000).

Solo el estudio de la situación de la redes en el caso que nos ocupa permitirá encontrar el equilibrio entre los espacios disponibles para la innovación abierta y la disposición de los actores sin cuyo compromiso no podría existir actividad de investigación alguna.

Otra parte importante del contexto son las tendencias del mercado aeronáutico de donde se desprenden las líneas de investigación y desarrollo propias de la comunidad industrial y académica de Querétaro. Por ello se presenta enseguida una revisión de las tendencias del mercado a modo de prospección tecnológica, desde lo global a lo local, que permita el estudio ulterior de las líneas de investigación en aeronáutica.

3.6 Líneas de investigación aeronáutica

3.6.1 Mercado aeronáutico mundial en crecimiento

Las expectativas de crecimiento del sector a nivel mundial corresponden a la atención en el ámbito de la fabricación de aeronaves para reponer flotas existentes y nuevas demandas, el mantenimiento de las mismas y las operaciones asociadas al transporte aéreo. Las demandas de nuevas aeronaves se muestran en la Figura 3.8. Se proyecta para el 2031 la necesidad de 34,000 nuevas aeronaves que representan un valor de 4.5 millones de millones de Dólares. (Boeing, 2012)

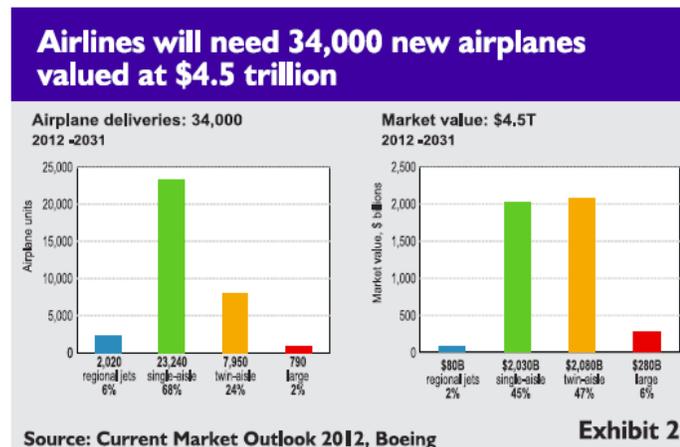


Figura 3.8. Necesidades mundiales de nuevas aeronaves

Fuente. Boeing, 2012

La economía de la aviación y su contribución a la sociedad es substancial, generando unos 220 mil millones de Euros y 4.5 millones de empleos de alta calidad. En promedio, el 12% de los ingresos aeronáuticos se reinvierten en investigación y desarrollo (I+D), lo cual representa 7 mil millones de Euros para la aeronáutica civil solamente y soporta el 20% de los empleos en aeronáutica. (Europe Flightpath 2050, 2011)

Las tendencias del mercado aeronáutico se calculan con modelos econométricos basados en factores de crecimiento llamados impulsores o vectores (drivers), como por ejemplo el crecimiento proyectado del producto interno bruto (PIB), el crecimiento de la clase

media, el crecimiento de los millonarios y el aumento del ingreso/pasajero/kilometro (RPK por sus siglas en inglés).

Boeing pronostica un crecimiento del PIB mundial constante de alrededor de 3.2% hasta el 2031. Se pronostica un crecimiento promedio del PIB de América Latina del 4.1%. Estimaciones que aunadas a otros datos históricos, permiten obtener un aumento del crecimiento de los vuelos de carga de un 3.7% a un promedio de 5.2%. Los vuelos de carga incluyen vuelos de fletes y de correos. (Boeing, 2013)



Figura 3.9: Modelo econométrico: Proyección del crecimiento anual %PIB al 2031

Fuente. Boeing, 2013

Boeing pronostica una disminución del 1% en los costos de la operación de fletes de acuerdo a la tendencia desde 1987. Esto supone la incorporación de diseños, tecnologías y procedimientos de mantenimiento que permitan sostener esta tendencia

Un análisis importante permite estimar la cantidad de trabajo generado por la industria de aeronaves para flete. El análisis prevé que solo 444 aeronaves de flete permanecerán de las 1,738 aeronaves censadas en 2011. Se convertirán 1,819 aeronaves y se agregarán 935 nuevos aviones de flete para alcanzar una flotilla total de 3,198 aeronaves en 2031. Lo cual representa una carga de trabajo sobre una flotilla de 2,754 aeronaves.

Se calcula que se tendrán que convertir 1,123 aeronaves de tamaño estándar, 448 de tamaño mediano y 248 de tamaño grande. Se estima la entrega de 448 nuevas aeronaves medianas y 678 grandes. (Boeing, 2013)

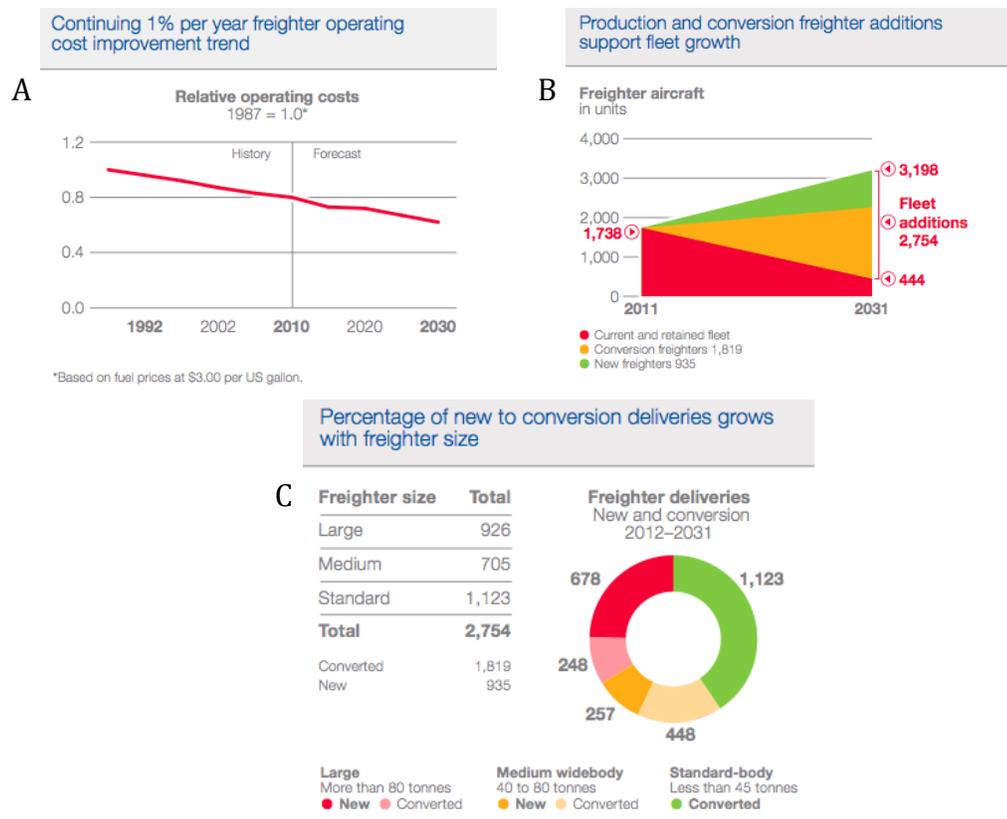


Figura 3.10: Pronóstico de mercado de aeronaves de carga:

A- Tendencia en costos, B y C- Demanda al 2031

Fuente. Boeing, 2013

Se estima que la flotilla mundial de aeronaves (excluyendo jets muy ligeros y el segmento de aviones de gran capacidad) pasará de 14,875 unidades en 2012, de las

cuales 38% vuelan en América del Norte, a 21,525 unidades en 2022 (47% en América del Norte) y a 30,975 unidades en 2032 (56% en América del Norte).(Bombardier, 2013)

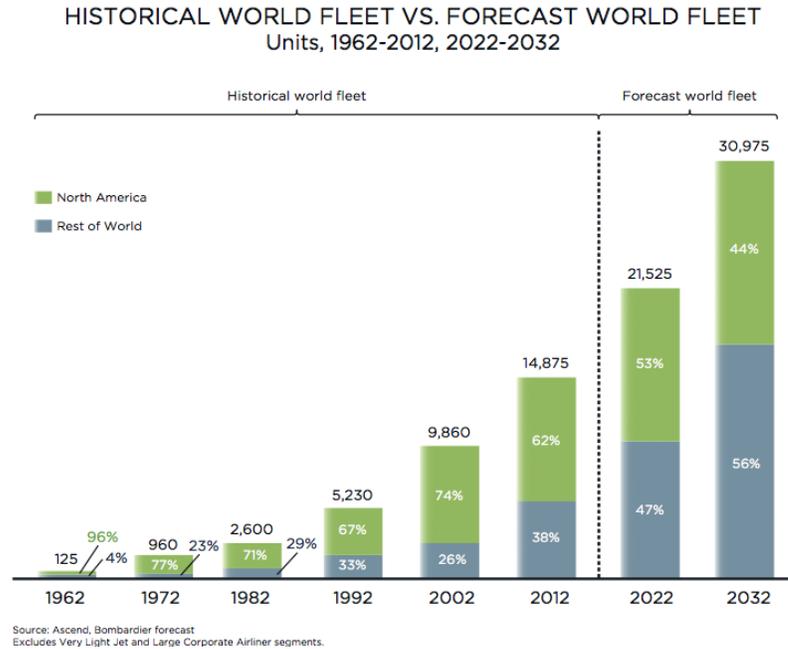


Figura 3.11: Histórico contra pronóstico de la flota mundial

Fuente. Bombardier, 2013

Es importante notar que el mercado de aeronaves ejecutivas o regionales para los próximos 20 años es apenas una pequeña porción de todo el mercado de aeronaves mundial, sin embargo, la fabricación de componentes y subsistemas de aeronaves comerciales regionales de gran envergadura para compañías como Bombardier, Boeing o Airbus es ya una realidad en México.

Embraer prevé un crecimiento promedio del PIB mundial de 3.1% y un crecimiento de 5% en el tráfico aéreo calculado en ingreso/pasajero/kilometro (RPK por sus siglas en inglés) durante los próximos 20 años. Una demanda de mercado que requerirá la entrega de 32,800 nuevas aeronaves, lo cual representa un mercado de 3.6 millones de millones de dólares. (Embraer, 2013) Un pronóstico superior a las previsiones de Bombardier e inferior a los cálculos de Boeing. (4.1 millones de millones de dólares). (Embraer, 2013)

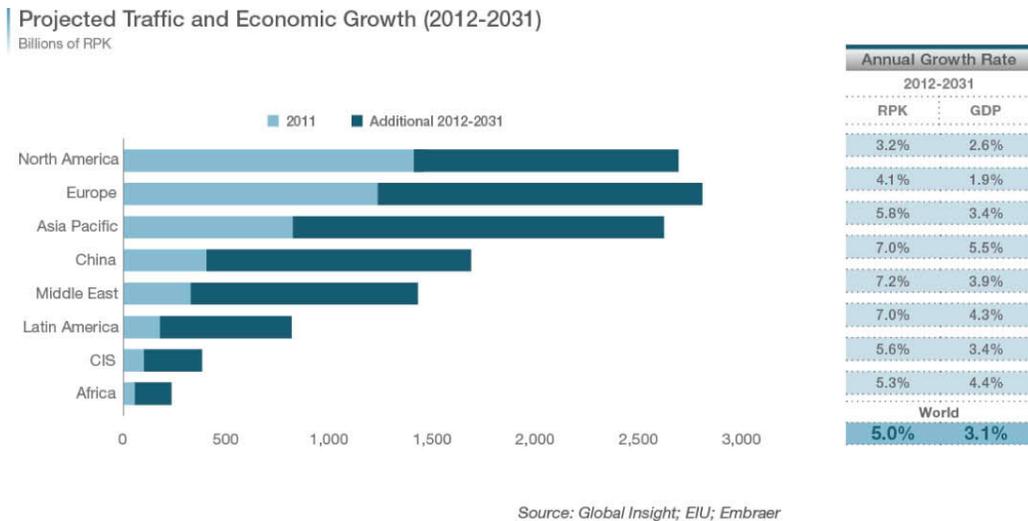


Figura 3.12: Tráfico aéreo y crecimiento económico proyectado (2012-2031)

Fuente. Embraer, 2013

En este contexto, la competencia industrial se torna feroz entre rivales tradicionales bien establecidos como Estados Unidos y Europa, pero también entre competidores nuevos y fuertes como Brasil, Canadá, China, India y Rusia. Algunas regiones de Medio Oriente y de Asia se desarrollan como competidores fuertes en servicios aéreos y en infraestructura. Las autoridades de estos países entendieron la naturaleza estratégica de la aviación y apoyan consecuentemente a sus industrias aumentando la competencia a todo nivel.

En 2050, los procedimientos y tecnologías disponibles permitirán la reducción del 75% de las emisiones de CO₂ por ingreso/pasajero/kilómetro para alcanzar la meta 10 de ATAG (Air Transport Action Group), y alcanzaran 90% de reducción en las emisiones de NO_x. El ruido percibido de las aeronaves se reducirá un 65%, datos relativos al desempeño de la nuevas aeronaves en el 2000. Los vehículos aéreos serán diseñados y manufacturados para ser totalmente reciclables. El impacto del error humano se verá significativamente reducido mediante nuevos diseños, procesos de entrenamiento y tecnologías con capacidad de toma de decisiones. Redes multidisciplinaria de clústeres tecnológicos son creadas para alcanzar estas metas y se basan en la colaboración entre industria, universidades y centros de investigación. (Europe Flightpath 2050, 2011)

3.6.2 Crecimiento del Sector Aeronáutico en Querétaro y México

Al cierre de 2011 las más de 260 compañías en México generaban más de 31,000 empleos y uno de los estados que registró más crecimiento en el sector, solo por detrás de Baja California, fue Querétaro. Para el estado, el desarrollo del sector ha representado en los últimos 5 años un crecimiento anual en cifras de dos dígitos y ha significado más de 1,500 millones de dólares en inversión para el sector aeronáutico exclusivamente. Querétaro cuenta además con compañías que fabrican prácticamente todos los componentes mayores necesarios para el ensamble completo de una aeronave ejecutiva (motores, fuselajes y estructuras, arneses eléctricos y trenes de aterrizaje).

Un elemento importante de estrategia nacional para el Sector aeronáutico de nuestro país es la integración del “Pro Aéreo 2012-2020”, documento estratégico elaborado por la Secretaría de Economía del Gobierno Federal con un apoyo contundente de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica (FEMIA); dicho documento establece la estrategia y delinea escenarios tan específicos como: pasar del lugar 15 al 10 entre los países con mayor exportación de componentes o manufacturar una aeronave ejecutiva antes de que termine la presente década con al menos un 50% de contenido nacional, por mencionar algunos. El exitoso vuelo de prueba, el pasado mes de abril 2014, del Learjet 85 de Bombardier con 80% de componentes fabricados en México da muestra de la velocidad del desarrollo del sector.

En Querétaro, el crecimiento y retos nacionales han impactado de manera significativa, tal es el caso que, en voz de las autoridades estatales y en función del comportamiento de los pasados 3 años, se espera un crecimiento del sector aeronáutico en la entidad, cercano al 200% para los próximos tres años. La industria aeronáutica invierte, a nivel mundial 19% en la I+D+I, en México la industria creció 30% en 2010, participa ya con más del 0.12% del PIB y va creciendo hacia el objetivo de la Secretaria de Economía de que aporte 0.7% del PIB en 2021 (FEMIA 2012). La aeronáutica no solo invierte mucho en I+D+I, además factura en base a ventas futuras en 3 o más años lo cual reditúa en la forma de una sólida estabilidad financiera. Por ello la industria se relocalizó fácilmente en Querétaro con inversiones a más de 20 años. En el año 2011 las

exportaciones ascendieron a \$4,500 millones de dólares. En la Figura 3.13 se muestran los destinos principales de las exportaciones mexicanas relacionadas con el Sector Aeronáutico.



Figura 3.13: Destino de exportaciones Mexicanas

Fuente. ProMéxico, 2011

En Querétaro se queda entre el 20 y 25% del total de Inversión Extranjera Directa que llega a México para el sector aeronáutico. “setenta y cinco por ciento (75%) de los miembros de la Federación Mexicana de la Industria Aeronáutica está ubicado en Querétaro, aquí es donde se están dando los procesos de valor”, (Becerril, 2012). Las líneas de trabajo generales en el estado de Querétaro se relacionan con los siguientes productos-sistemas para aeronaves (Figura 3.14).

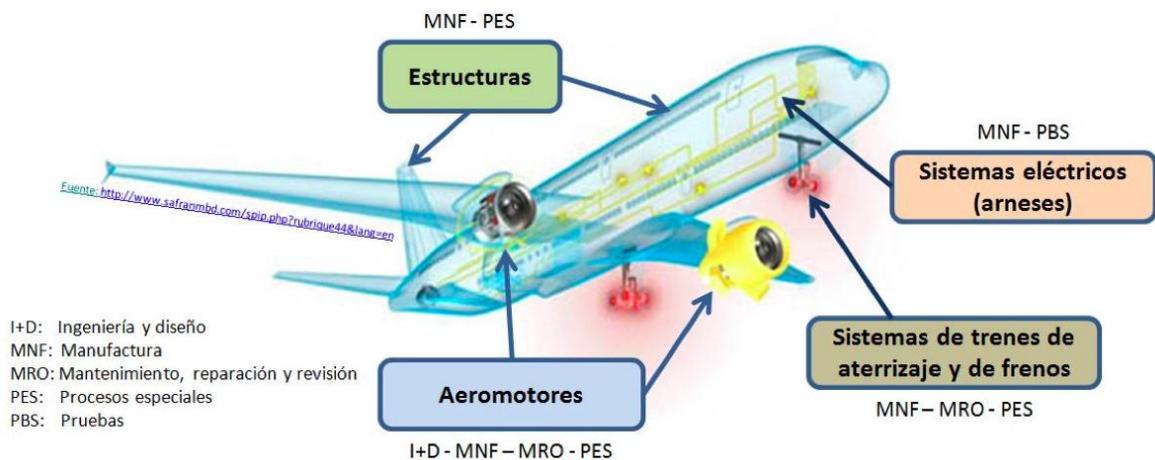


Figura 3.14: Principales líneas de trabajo en Querétaro

Fuente. SafranMBD, 2013

3.7 Modelo de centros de desarrollo de proyectos aeronáuticos en entidades de educación superior (IES).

Las entidades de educación superior (IES) del Estado de Querétaro cuentan con una planta docente altamente especializada en el ámbito metal-mecánica, electricidad/electrónica y diseño, pruebas y formación de capital humano.

El diseño y fabricación en aeronáutica requiere de todos los niveles académicos con la capacidad de desarrollar proyectos tecnológicos de investigación aplicada de forma interdisciplinar y en alianza con la industria. (Estudio ACQ, uso reservado). Todo ello en un esquema financiero sostenible.

La única universidad temática destinada a la Aeronáutica y el Espacio es la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ) quién podría beneficiarse de la propuesta de un centro de desarrollo tecnológico.

Parte de las propuestas, trabajadas en casos, en la presente tesis, es la fundamentación de un modelo para la creación de un centro de desarrollo de proyectos tecnológicos aeronáuticos que aproveche a los especialistas docentes del posgrado en conjunto con la plantilla profesoral de los diferentes niveles técnicos de la UNAQ y desarrolle proyectos tecnológicos con la industria.

Se parte del supuesto de que los proyectos avanzados en conjunto con la industria y el gobierno reeditarán en áreas de conocimiento de punta y en espacios de desarrollo para los estudiantes de posgrado quienes podrán llevar a cabo trabajos de investigación en aplicaciones pertinentes para la industria.

3.7.1 Motivaciones de la Propuesta

¿Por qué proyectos de investigación?

Los productos de la investigación como patentes y publicaciones científicas traen el reconocimiento internacional de los programas de formación de las Instituciones de Educación Superior, como la UNAQ. El supuesto erradica en que la actividad de investigación dirige, con sus necesidades propias el crecimiento de los programas de formación. En el caso de la UNAQ, el personal docente desarrollando investigación demuestra ser competitivo en el estado del arte de la investigación aeronáutica. Los financiamientos privados o públicos contribuyen también al desarrollo de mayores capacidades de pruebas e investigación.

Tipos de proyectos de investigación:

El primer tipo de proyectos de investigación es financiado directamente por la industria, se le puede llamar comercializado y normalmente consiste en investigación aplicada. Como este tipo de financiamiento permite obtener excedentes al término del proyecto, llamados remanentes en la entidad pública (a diferencia de utilidad en la institución con fines de lucro) permite el la reinversión y el desarrollo de capacidades.

El segundo tipo de proyectos es financiado por el gobierno por lo cual se le llama patrocinado y consiste normalmente en investigación básica y de prueba de concepto. Este tipo de financiamiento a fondo perdido no siempre cubre los salarios de los investigadores y en caso de no gastarse el presupuesto debe reembolsarse el no-ejercido.

¿Por qué proyectos con la industria?

Los proyectos con la industria suponen actividades de investigación aplicada PERTINENTE para el mercado y punta de lanza en el estado del arte. Los recursos propios favorecen también posibilitan la auto sostenibilidad de los programas de desarrollo de la Institución Pública. (Administración efectiva de remanentes)

Requerimientos de la industria

Para establecer acuerdo entre la academia y la industria que lleven a la generación de proyectos de investigación es importante mantener un historial de confianza mediante la obtención de resultados probados. Es importante que la academia desarrolle la capacidad de traducir las necesidades del industrial como la definición de programas de mejora (proyectos alineados o concatenados, Technology road map, estrategias de financiamiento para el industrial) en lo que serán proyectos tecnológicos y líneas de investigación.

Para este propósito se requiere un nivel de comunicación que solo puede darse formando una alianza que persiga el desarrollo de productos privados confidenciales para el industrial y de productos públicos académicos para la Institución de Educación Superior.

La regla de oro es el cumplimiento de los requerimientos en tiempos cortos, y con libertad de gestión de los recursos, y entrega en forma.

Necesidades de la UNAQ:

La UNAQ requiere de una plantilla docente de tiempo completo con registro de logros académicos y de investigación. Requiere por un lado, desarrollar laboratorios para comprobación teórico/experimental, y para la investigación. Por otro lado necesita de procesos de contaduría y administración que separe las funciones académicas de los procesos propios de las investigaciones contratadas. Esto supone la construcción de procesos de gestión para la entrega de productos contratados en tiempo, forma y dentro de presupuesto.

IV. MARCO METOLÓGICO

La gestión tecnológica es una disciplina construida en periferia e intersección de otras varias y distintas ciencias como lo estipuló Peter Drucker para el “management”. Un enfoque multidisciplinario que reúne conocimientos de ingeniería, administración, economía, sociología, psicología, mercadotecnia y finanzas. Los métodos y técnicas utilizados pertenecen también a diferentes tradiciones.

La metodología utilizada en la presente tesis fue abierta, acorde a los distintos momentos y necesidades de la investigación. La metodología intentó relacionar la experiencia empírica con el trabajo académico e intelectual, así, la construcción del objeto de estudio tiene origen en la práctica profesional, es decir, en la realidad cotidiana del sustentante.

En el contexto del posgrado, los requerimientos de la investigación partieron de la investigación documental y el análisis de los textos para, nuevamente, regresar a la participación directa u observación participativa, en diferentes casos de estudio donde se implementaron los métodos explorados en la tesis.

La investigación empírica se llevó a cabo en diferentes contextos, espacios y tiempos que van desde los laboratorios de un centro de investigación (CIDETEQ) hasta el aula en una universidad estatal temática (UNAQ), pasando por la planta de producción de diferentes aliados industriales (Empresas del grupo Safran y PYMES mexicanas) y las sesiones de trabajo del Aeroclúster de Querétaro A.C. La recopilación de datos y el desarrollo de una interpretación analítica se hicieron de manera multi-dimensional y participativa en estos lugares.

Las variables de cada caso y sus dimensiones se estudiaron de forma separada con métodos y técnicas diversos, pertinentes al objeto de estudio-caso, que incluyen alternativamente estadística inferencial, econometría, análisis de redes y técnicas

tradicionales de los métodos cualitativos como la participación directa, la entrevista y los grupos de trabajo (Tabla 4.1).

Tabla 4.1:

Aplicación de observación participativa en cada etapa de la investigación

<i>Caso</i>	<i>Objeto de la participación en campo</i>	<i>Grupo social e informantes</i>	<i>Técnicas</i>
CENIT (PYME)	Implementación y Certificación del sistema de calidad AS9100C	Tecnólogos emprendedores	-Participación activa en grupo de trabajo. -Entrevistas
CIDETEQ (CI)	Adaptación del sistema de medición del desempeño de la investigación	Ingenieros y académicos	-Participación activa en grupo de trabajo. -Entrevistas
ACQ (A.C.)	Análisis de redes	-	-Investigación de gabinete
ACQ (A.C.)	Capacidades y necesidades del sector aeronáutico	Directivos, CI e IES miembros.	-Participación activa en grupo de trabajo.
UNAQ (IES)	Plan estratégico de un centro de desarrollo de tecnología aeronáutica	Tecnólogos y académicos.	-Participación activa Grupo de trabajo. -Entrevistas

En el momento de implementar técnicas gerenciales en los diferentes casos de estudio, cuyos resultados forman el aporte central de la tesis, se tornó importante la necesidad de captar de forma cualitativa la vivencia. Se buscó documentar el fenómeno a nivel meta operacional, donde académicos en algunos casos renovaron su compromiso con la producción tecnológica y con la calidad o en otros casos industriales se aliaron entorno a las necesidades locales y los estándares aeronáuticos. Para captar algo más que los resultados obtenidos durante la intervención se desarrollaron entrevistas a diferentes actores involucrados con el desarrollo tecnológico.

4.1 La Investigación Participativa

La observación participativa es un tipo de método de recolección de datos utilizado en el paradigma de la investigación cualitativa. Su objetivo es ganar cercanía y familiaridad íntima con un grupo dado de individuos y sus prácticas mediante un involucramiento intensivo con la gente en su entorno cultural. Esta investigación involucra los siguientes métodos: entrevista formal, observación directa, participación en la vida del grupo, discusión en grupo, y análisis de documentos personales producidos en el grupo. Según Howell (1972), las cuatro etapas que componen la mayoría de las investigaciones de observación participativa son: 1- Establecer relación con la gente, 2- Inmersión del investigador en el campo, 3- Observación, grabación, recopilación de datos, y 4- Consolidación de la información obtenida. Se buscó seguir una variante de la observación participativa llamada participación observante “observing participation”, descrita por Marek M. Kaminski, quién exploró la subcultura de la cárcel como prisionero político en la Polonia comunista en 1985.

La investigación va desde la descripción de comportamientos observables hasta una narrativa interpretativa que describe las cuestiones “en juego” en la estructura social. Conforme se desarrolló la observación, creció un mayor interés hacia los aspectos menos tangibles de la cultura como los valores, las visiones del mundo, y lo que Clifford Geertz llamó “ethos” de las culturas. (Geertz, 1957)

Complementariamente, se consideró el enfoque “EMIC” ya que investiga cómo piensa la gente local (Kottak, 2006): cómo perciben y categorizan el mundo, sus reglas de comportamiento, qué tiene sentido para ellos y cómo imaginan y explican las cosas. El conocimiento e interpretaciones EMIC son aquellos que existen dentro de la cultura que son determinados por la costumbre local, los significados y creencias locales y mejor descritas por los “nativos” de la cultura. En el mismo sentido de complementariedad, el conocimiento “ETIC” que se refiere a las generalizaciones sobre el comportamiento humano considerados universalmente verdaderos y relacionan comúnmente las prácticas culturales a factores de interés del investigador, como las condiciones económicas,

ecológicas que pueden no considerarse relevantes por el sujeto cultural (Morris et al., 1999).

La estancia de acompañamiento para la certificación de una PYME en AS9100C permitió estudiar esta norma de primera mano y participar en los cursos de preparación a la certificación (ETIC). La entrevista dirigida a los directivos de la PYME permitió obtener de primera mano una interpretación compartida de los valores promovidos por la industria aeronáutica (EMIC). (Anexo uno y dos)

La exploración sobre el desempeño de la actividad de investigación y desarrollo se llevó a cabo en un centro CONACYT dedicado a producir investigación y tecnología: El Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica A.C. (CIDETEQ). La recopilación de datos se llevó a cabo durante sesiones de administración de proyectos con los subdirectores y “Staff” de la dirección técnica en grupo de trabajo, entregando a la alta dirección (Anexo tres).

Adicionalmente y también de manera complementaria a la recolección y tratamiento de la información, el procesamiento estadístico de la información permitió un análisis inferencial sobre la medición del riesgo en base al nivel de madurez tecnológica (TRL). Esta metodología, una adaptación de la propuesta por la NASA (Mankins, 2009a, 2009b), permitió comparar el desempeño de diferentes equipos de investigadores. Se entrevistaron enseguida a los investigadores involucrados con la tecnología de mayor nivel de madurez (Anexo cuatro y cinco).

Finalmente, para desarrollar el modelo completo de gestión de la investigación aeronáutica en vinculación con la industria presentado a la Universidad Aeronáutica en Querétaro (UNAQ), se llevaron a cabo entrevistas con el personal docente involucrado en el posgrado de dicha institución para conocer sus motivación y valores, se mantuvieron reuniones de diseño conceptual en grupo de trabajo, con los docentes y con los directivos. (Anexo cuatro y cinco).

4.1.1 Grupos de trabajo

Se llevaron a cabo reuniones con el equipo técnico involucrado con el desarrollo objeto de la observación. Se fomentó el intercambio libre entre los tecnólogos, dirigido hacia el resumen de las actividades técnicas desarrolladas. También se definieron las expectativas ante el producto buscado y la metodología utilizada. La información recabada mediante apuntes en bitácora electrónica se utilizó para establecer elementos cualitativos importantes para los participantes.

4.1.2 Entrevista dirigida a los proponentes de la solución tecnológica

Se utilizó la técnica de entrevistas dirigidas, semi-estructuradas, cara a cara y, de profundidad, para obtener información de distintos actores por medio de una conversación directa fijada en una guía previa y precisa (ver anexos), que se desarrolló en forma de conversación libre. Se diseñó un bosquejo de cuestiones relativas a cada grupo entrevistado y se diseñaron entrevistas controladas y guiadas por el entrevistador evitando un sesgo (Stanton et al., 2004).

Las entrevistas dirigidas a los participantes fueron video-grabadas con el objetivo de que el entrevistador pudiera prestar completa atención para la formulación de preguntas y poder extraer posteriormente la mayor información posible proporcionada por el sujeto sin obstáculos como distracciones, distorsiones, limitaciones de memoria, etc. Los videos fueron transcritos integralmente y sus discursos analizados para desarrollar un cuadro de frecuencia de elementos conceptuales repetidos y centrales. La tabla permitió clasificar los conceptos retenidos y determinar su frecuencia. Los entrevistados que no accedieron a ser video-grabados fueron entrevistados de forma presencial y sus comentarios fueron recabados de forma manuscrita. Las Tablas 4.2 y 4.3 presentan los grupos trabajo y las entrevistas de profundidad realizadas.

Tabla 4.2:

Grupos de trabajo

Caso	Tipo de grupo de trabajo	Participantes	Anexos
CIDETEQ (CI)	Sesión de clasificación de niveles de madurez	Dirección técnica: 6 participantes	tres
UNAQ (IES)	Sesión de definición de necesidades para la participación en proyectos tecnológicos	Profesores de posgrado: 5 participantes	S/N

Tabla 4.3:

Entrevistas a profundidad

Caso	Entrevista video grabada	Participantes	Anexos
CENIT (PYME)	Entrevista dirigida a los sobre los valores de la certificación AS9100C	Directivos: 3 participantes	uno y dos
CIDETEQ (CI)	Entrevista dirigida a los proponentes de la solución tecnológica de mayor nivel de madurez (TRL)	Participantes del proyecto: 5 participantes	cuatro y cinco
UNAQ (IES)	Entrevista dirigida sobre la definición de necesidades para participar en proyectos tecnológicos	Profesores de posgrado: 5 participantes	seis y siete

4.1.3 Recopilación de información vía observación directa en campo

La documentación del estudio sobre los valores exigidos por la norma aeronáutica de calidad AS9100 por ejemplo, se llevó a cabo durante la asesoría brindada a una PYME para la implementación y certificación: el Centro de Investigación y Tecnología S.C. (CENIT). Esta intervención participativa en la industria permitió acceder a documentos controlados como la misma norma AS9100C, permitió tomar los cursos de conocimiento de la norma y también, consultar directamente a los asesores y auditores autorizados por la International Aerospace Quality Group.

Tabla 4.4:

Observación directa en campo

Empresa consultora	Actividad	Asesor certificado	Evento
Aeroconsultek	Curso de conocimiento de la norma AS9100C	Tudor Pietraru	CIDESI el 21 marzo 2014, ITESM el 26 de marzo 2014
Intertek Moody International	Auditoría de certificación AS9100C	Mohamed Ibrahim	CENIT, 1 de febrero al 31 de mayo 2014.
Intertek Moody International	Revisión de cierre de no conformidades AS9100C	Mohamed Ibrahim	CENIT, 1 de febrero al 31 de mayo 2014.

4.1.4 Recopilación de información vía investigación de gabinete

Finalmente, la vinculación del sector aeronáutico se estudió mediante análisis de redes en investigación de gabinete con información disponible públicamente que una vez procesada estadísticamente proporcionó un grafo representante del sector en Querétaro y con correlaciones significativas. La experiencia en la conformación del Aeroclúster de Querétaro (ACQ), cuya acta se firmó a finales del 2012, permitió cuantificar en forma gráfica la topología social de la comunidad en 2013 y 2015 en base al método de Borgatti et al., 2002.

Las líneas de investigación se documentaron a través del estudio de las capacidades y necesidades de los miembros del AeroClúster de Querétaro (ACQ) las cuales se contrastaron analíticamente con los programas de investigación de la comunidad europea. El estudio, liderado por el CENAM, utilizó la metodología MESURA que consiste en el procesamiento de datos recopilados mediante entrevistas con los grupos directivos de las empresas del ACQ y se complementó con observaciones en campo del investigador sustentante.

4.2 Protocolos de intervención en cada caso de estudio

4.2.1 Estancia de intervención: implementación y certificación as9100 de cenit s.c.

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) mexicanas que ofrecen productos al sector aeronáutico tuvieron la oportunidad de participar en un proyecto de acompañamiento para la certificación AS9100C y de certificación AS9100C, de la alianza de los tres centros CONACYT establecidos en Querétaro, CIDESI, CIATEQ y CIDETEQ. Es mandatorio contar con la certificación AS9100C para ser proveedor de la industria aeronáutica de reciente creación en Querétaro. Tanto la FEMIA como el ACQ tienen programas de desarrollo de la cadena de suministro a nivel local. Las PYMES deben satisfacer los requerimientos de los modelos de gestión de la calidad: SAE AS9100C e ISO 9001:2008.

El Centro de Ingeniería y Tecnología S.C. (CENIT), participó en el proyecto de acompañamiento para la certificación AS9100C y fue seleccionado para certificarse. El sistema de gestión de la calidad de CENIT se basaba en las certificaciones ISO 14025 de sus laboratorios y no contaba con la definición de procesos, los manuales y procedimientos requeridos por la ISO 9001:2008. CENIT requirió de una asesoría especializada para desarrollar un sistema de calidad basada en los requerimientos de la norma AS9100C emitido por la “International Organization for Standardization” y de sus clientes en el sector aeronáutico. Se buscaba diseñar una configuración de procesos y su instrumentación para cumplir con la conformidad de todos los productos a las especificaciones de los clientes.

El departamento de calidad asegura que el sistema se mantiene efectivo de forma que satisfaga los requerimientos de todas las organizaciones de este ramo. Esto se logra con la implementación de un sistema documentado que incluye: Un manual de calidad, un mapa de flujo de procesos, procedimiento de aseguramiento de calidad y formatos de registro. Estos documentos definen los criterios y métodos de control para asegurar que los requerimientos de calidad de todas las actividades sean alcanzadas. En el CENIT se buscaba desarrollar este sistema documental.

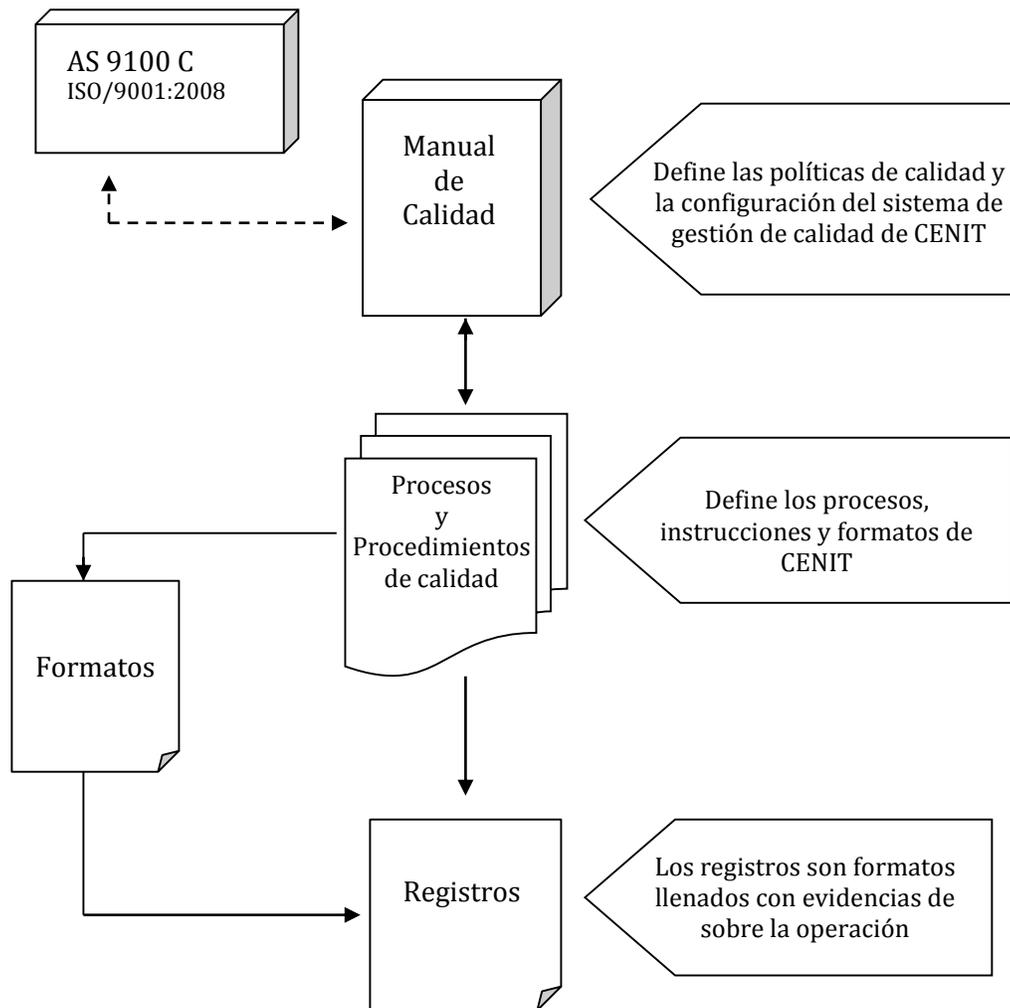


Figura 4.1: **Esquema de gestión de la calidad basado en AS9100.**

Elaboración propia.

Estos documentos y su control se mantienen para asegurar que todo el personal esté informado de los temas esenciales al aseguramiento del cumplimiento de los productos con los requerimientos de cualquier cliente de CENIT. La documentación es levantada, revisada y aprobada, validada o liberada en acuerdo con los procedimientos de acuerdo al procedimiento SCQMS-PRO-CNT01 Control of Documents de CENIT.

El equipo de gestión revisa anualmente los procedimientos para asegurar que reflejen y satisfagan su propósito. Se mantiene registro de estas revisiones como evidencia objetiva. Los procedimientos de calidad definen las actividades que se desarrollan en los departamentos para asegurar que determinada necesidad de la empresa encuentre soporte y apoyo. Estos procedimientos dan una visión de los procesos de la empresa.

Caracterización de CENIT

El alcance de la certificación del Centro de Ingeniería y Tecnología S.C. es:

*“Diseño, desarrollo y ensamble de sistemas electromecánicos
para la industria aeroespacial”*

El sistema de gestión de calidad de CENIT debe describir todas las actividades y procedimientos empleados en sus procesos. Los procesos subcontratados con la calibración de referencias y procesos especiales cuando estos son requeridos por las especificaciones del cliente.

Sigue la política de calidad de CENIT: *“CENIT está comprometido en contribuir con el desarrollo del cliente con productos y servicios manufacturados bajo un sistema de calidad de clase mundial. Lograremos eso manteniendo un sistema de gestión que mejora continuamente los procesos internos”*.



Figura 4.2: Política de calidad de CENIT.

Fuente. Manual de Calidad, CENIT

El organigrama de CENIT consta con cuatro procesos en paralelo atendidos directamente desde la dirección general (arquitectura plana):

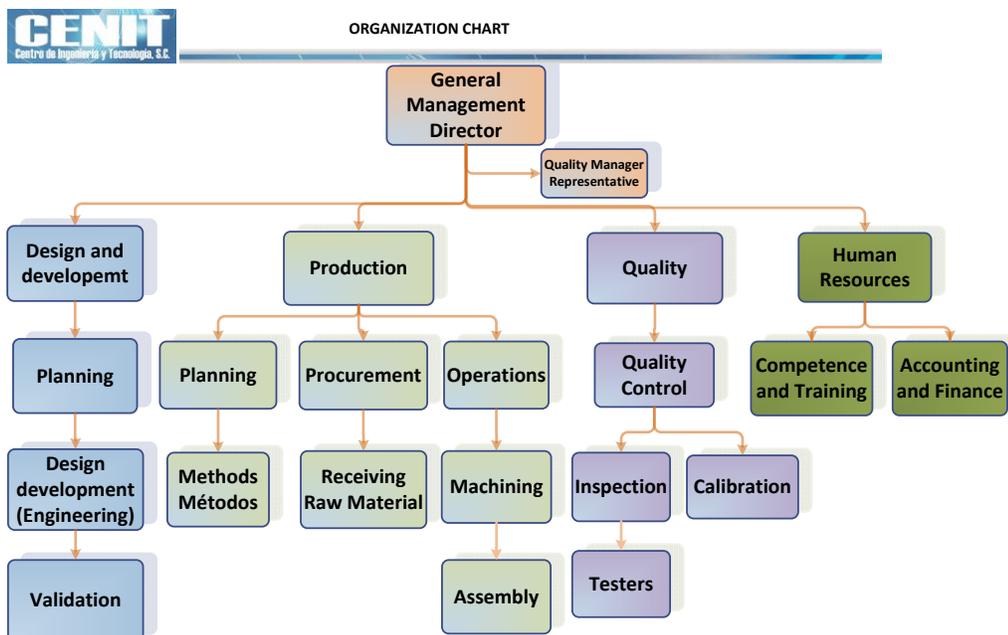


Figura 4.3: Organigrama de CENIT.

Fuente. Manual de Calidad, CENIT

El equipo de gestión establece objetivos del sistema de calidad. Estos objetivos se establecen en las reuniones de revisión de la gerencia donde su responsabilidad es asignada al personal con la función correspondiente. Los objetivos deben ser específicos y medibles con metas bien definidas y reciben seguimiento en las reuniones de revisión gerencial. El diagrama de flujo de procesos se representa a continuación:

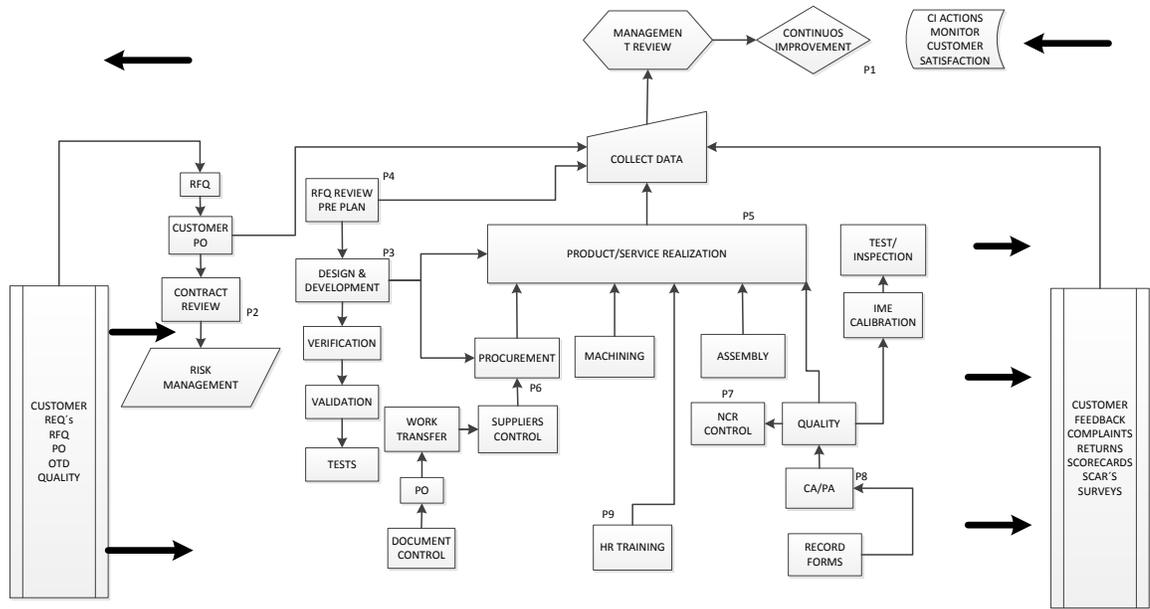


Figura 4.4: Diagrama de flujo del sistema de gestión de la calidad

Fuente. Manual de Calidad, CENIT

Las metas 2014 del Centro de Ingeniería y Tecnología, S. C. son:

- *CENIT mantendrá 80 % de satisfacción de clientes en base a los resultados de una encuesta.*
- *CENIT entregará a tiempo el 99% de los servicios contratados para todas las órdenes de cliente.*
- *CENIT generará un máximo de “scrap” interna de 2% del material prima utilizado.*
- *CENIT re-trabjará un máximo del 5% de los productos debido a discrepancias internas.*

- *CENIT alcanzará al 100% en tiempo las actividades de mejoras registradas.*

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

1. Se tomó el curso de Aeroconsultek de conocimiento de la norma AS9100. Se reprodujo el curso para repetirlo con todos los empleados de CENIT.
2. Se sostuvieron reuniones de seguimiento con Tudor Pietraru, presidente de Aeroconsultek encargado de preparar las PYMES participantes en los proyectos de los tres centros CONACYT. Reuniones: CIDESI el 21 marzo 2014, ITESM el 26 de marzo 2014. Donde se recopilaron y estudiaron los valores de la norma.
3. Se apoyó en la elaboración y la revisión de la documentación del sistema de calidad AS9100 de CENIT:

- a. QUALITY MANAGEMENT SYSTEM MANUAL, Rev. 03, May 2014*
- b. QMS-PRO-CNT01 Control of Documents*
- c. QMS-PRO-CNT02 Control of Records*
- d. QMS-PRO-CNT03 Control of Nonconforming Product*
- e. QMS-PRO-CNT04 Internal Quality Audits*
- f. QMS-PRO-CNT05 Corrective- Preventive Action*
- g. CENIT-01 CONTINUOS IMPROVEMENT process*
- h. CENIT-02 CONTRACT REVIEW process*
- i. CENIT-03 DESIGN & DEVELOPMENT process*
- j. CENIT-04 PRODUCTION PLANNING process*
- k. CENIT-05 PRODUCT REALIZATION process*
- l. CENIT-06 PROCUREMENT process*
- m. CENIT-07 NCR process*
- n. CENIT-08 CA & PA process*
- o. CENIT-09 TRAINING process*
- p. CENIT-10 RISK process*

- q. CENIT-11 MANAGEMENT REVIEW process*
 - r. CENIT-12 CONFIGURATION MANAGEMENT process*
 - s. CENITSC Key Processes Interaction Definition*
4. Se apoyó en el cierre de 14 no conformidades levantadas durante la auditoria de certificación llevada a cabo por Intertek
- a. Elaboración de una matriz de estado de las no conformidades.*
 - b. Asignación de responsables.*
 - c. Trabajo en grupo focal para cerrar las no conformidades*
 - d. Aplicación de metodologías de análisis de causa raíz.*
 - e. Presentación de acciones correctivas y preventivas a Intertek*
5. Entrevistas dirigidas a los directores y propietarios de CENIT A.C. y quiénes administraron el proceso de certificación AS9000C. Las entrevistas fueron transcritas en Word con la ayuda del programa de sonido “Audacity” disponible libremente en la red, para disminuir la velocidad del discurso. Se construyeron tablas de frecuencia en el programa Excel de Microsoft, mediante análisis del discurso recopilando los conceptos centrales y reiterativos (Anexo uno).
- *Se preguntó:*
 1. ¿Por qué decidió CENIT certificarse AS9100C?
 2. ¿Qué se observa como cambios en CENIT que pudieran atribuirse al proceso de certificación?
 3. ¿Hubo un cambio en la filosofía de CENIT antes de certificarse hasta después de la certificación, si sí o no, cuáles son esos valores que finalmente empatan con la industria aeronáutica?

4.2.2 Adaptación del modelo TRL para medir el desempeño

El valor de una tecnología innovadora depende de una multitud de factores que pueden dividirse en: 1- Conocimiento del reto tecnológico, 2- Conocimiento de las partes interesadas en su desarrollo, 3- Comercialización y conocimiento del mercado. El tema tratado en los tres artículos de John Mankins se refiere a la primera categoría: el valor del reto tecnológico. El autor propone integrar dos metodologías para estimar ese valor: el TRL y la evaluación del riesgo. (Mankins, 2009 a y b)

La importancia de clasificar los productos tecnológicos y de innovación consiste en la correlación con el valor de la inversión directa, quizá considerada inversión semilla, siendo mayor la inversión para el desarrollo de una tecnología en los nivel de madurez mayores, al menos así lo plantea Mankins para la industria aeroespacial.

En claro, no pueden hacerse comparaciones financieras entre tecnología ubicadas en niveles distintos. No se disponía aún de un ejercicio empírico, estadístico con valor dentro de los límites de significancia y bondad sobre la métrica y sus relaciones. Las propuestas de John Mankins son racionales y parecen avanzar metodologías prometedoras, sin embargo su discurso es especulativo y no se presentan realmente datos concretos o empíricos para sostener las tendencias planteadas.

Las metodologías avanzadas por Mankins pueden ayudar en determinar la madurez de una tecnología o innovación y en tener expectativas sobre la evolución de los factores de riesgo presentados. La tesis integra esta metodología en un estudio de caso, un centro público de investigación y propone generalizar el método a la industria aeronáutica local.

Centro de investigación de la red CONACYT

Se probó una adaptación de la metodología TRL en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. (CIDETEQ). La dirección técnica solicitó el estudio TRL para alimentar su planeación tecnológica. Se llevó a cabo la clasificación de 210 proyectos de investigación y desarrollo tecnológico terminados antes del 2011 en las áreas de Materiales, Electroquímica y Medio ambiente.

La metodología de trabajo para la adaptación del modelo TRL consistió en cuatro fases:

1- Recopilación de información histórica y financiera de fuentes contractuales o testimoniales de los 210 proyectos de investigación.

2- Sesiones de trabajo en grupo con los subdirectores de las áreas que desarrollan proyectos para determinar las categorías de áreas temáticas y de líneas de investigación que mejor describan el proceso de maduración de las tecnologías avanzadas por el centro.

3- Sesiones de trabajo en grupo con los subdirectores de las áreas que desarrollan proyectos para clasificar los resultados de cada proyecto desde el punto de vista de la madurez tecnológica. Adaptación local de los criterios de TRL (Anexo tres).

4- Se procesó estadísticamente la información para generar la clasificación en base al TRL de 210 proyectos desarrollados desde 1991 y 2011. Para ello se utilizó el programa Excel de microsoft.

Se seleccionó un grupo de investigadores con alto desempeño y desarrolladores de tecnologías de mayor nivel TRL. Se les entrevisto sobre la tecnología que promueven preguntando como ven el negocio en el futuro, que medios y capacidades tienen para presentar una tecnología competitiva y alcanzar la innovación (Anexos cuatro y cinco). Las entrevistas fueron transcritas en Word con la ayuda del programa de sonido “Audacity” disponible libremente en la red, para disminuir la velocidad del discurso. Se

construyeron tablas de frecuencia en el programa Excel de Microsoft, mediante análisis del discurso recopilando los conceptos centrales y reiterativos.

4.2.3 Análisis de redes de la aeronáutica en Querétaro

Los fundamentos del método de análisis de redes se remontan a los inicios del siglo pasado y representan una cantidad colosal de literatura que crece exponencialmente desde los años ochenta de forma que no pueden darse referencias sin cometer alguna injusticia con autores importantes. John Scott (2011) mostró cómo los físicos Barabási and Watts, quienes mejoraron la metodología con el análisis dinámico de redes, no citaron ningún estudio anterior perteneciente a la tradición sociológica, en su mayoría enfocada a estudios estáticos. Sobresalen algunos libros de textos generales como el de Stanley Wasserman y Katherine Faust (1994), el manual de Pajek (De Nooy, Mrvar & Batagelj, 2005) y la publicación de Borgatti y Foster (2003), un coautor del programa informático utilizado en el presente estudio. Se encuentran pocos estudios que utilicen el análisis de redes para abordar el tema de la innovación, como lo hizo Gautam Ahuja (2000) sobre los tipos de enlaces que favorecen la innovación y Martin Ruef (2002) que trató los flujos de información para la innovación.

Se presenta un análisis de redes hecho con UCINET, un programa informático desarrollado por Lin Freeman, Martin Everett and Steve Borgatti (2002), aplicado a 72 actores, llamados nodos o vórtices: empresas aeronáuticas, instituciones de educación superior (IES) y centros públicos de investigación (CPIs) localizados en el Estado de Querétaro en México. Se representó en un grafo el tipo de enlaces (flujos) entre cada actor (nodos) con base en el potencial de innovación conferido por tres categorías principales: las empresas asociadas o afiliadas a la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, A.C. (FEMIA), las que son miembros del AeroCluster de Querétaro, A.C. (ACQ) y, finalmente, las que llevaron al menos un proyecto tecnológico financiado por un programa gubernamental para la innovación. Se diferenciaron los enlaces simétricos por el grosor de una flecha doble, obtenido por medio del cumplimiento de cada categoría por una misma empresa o institución. Se asignaron grosores de la siguiente

manera: asociada o afiliada a la FEMIA = grosor menor, miembro de la ACQ = grosor intermedio, al menos un proyecto financiado por un programa para la innovación = grosor mayor. De forma que los enlaces o flechas entre nodos pueden tener un grosor superior si cumplen en sumatoria dos o tres categorías a la vez.

La información se recopiló libremente de internet en el caso de los asociados y afiliados a la FEMIA. Las demás empresas se recopilaron del “Flight Plan Road Map” (2011) y del Directorio Empresarial 2010–2011 del Querétaro Aerospace Valley. Los resultados publicados por CONACYT de los diferentes programas de financiamiento a proyectos de innovación fueron consultados en línea durante el periodo cubierto. Los miembros de la ACQ fueron listados en Casalet et al. (2012). Los grafos muestran todos los actores y sus enlaces, en 2013 y en 2015, organizados con la función automática de UCINET llamada: repulsión de nodos con misma distancia promedio de enlaces. Se identifican los miembros del Aerocluster con el color rojo y las instituciones que participaron en programas de innovación con un círculo.

El clúster aeronáutico de Querétaro fomentado por el Gobierno Estatal se desarrolló rápidamente, desde el 2006, mediante un programa de desarrollo de proveedores de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), y siguiendo el plan de vuelo de PROMEXICO, la Secretaría de Economía y SEDESU. El clúster formó la primera AERI (Alianza Estratégica de Redes de Innovación para la Competitividad) de CONACYT, llamada AeroClúster de Querétaro, A.C. (ACQ) con el apoyo de CONCYTEQ y del sector académico regional. La formación del ACQ y el desarrollo de nuevos programas de CONACYT como el programa de estímulo a la innovación (PEI), el de la secretaría de economía para la innovación o el mismo fondo estatal FOMIX de Querétaro, permitieron llevar adelante propuestas de proyectos de innovación y financiarlos. El clúster participa con la ayuda de los Centros de Investigación y Universidades en la búsqueda de financiamientos gubernamentales, dando por ende participación a las entidades que se dedican a la investigación y desarrollo tecnológico.

4.2.4 Investigación documental de las líneas de investigación aeronáuticas

Una de las primeras tareas del ACQ fue la elaboración del “Estudio de mercado para identificar eslabones faltantes o con mínima presencia en la cadena productiva del Sector Aeronáutico en el Estado de Querétaro” (Estudio ACQ, 2012 y 2013, Uso reservado). El estudio analiza las áreas de oportunidad en proveeduría relacionadas con las capacidades y la oferta comercial y tecnológica de la industria, áreas que deberán ser abordadas por el ACQ. Se procedió a aplicar encuestas a las empresas del clúster en referencia a 7 bloques particulares: Productos y clientes, Procesos, Insumos, Recursos humanos, Proyectos I+D+i, Certificaciones y Financiamiento.

Para obtener mayor información local sobre las tendencias tecnológicas y como estas se alimentan en líneas de investigación y programas de desarrollo se estudiaron dos de las 5 mesas temática de ACQ. La participación directa en la recopilación de información para dos mesas, “Desarrollo de proveeduría”, e “Investigación” presididas por el Sr. Gabriel Tort, y el Sr. Patrick Tessier respectivamente. Durante 2012 y 2013, se hizo gran sinergia con la participación del Dr. Guillermo Vilomara de CIDESI y se produjeron varias versiones de las líneas de investigación prioritarias para Querétaro. La información se fundamentó en estudios de mercado y “benchmark” propios, en los grupos focales y reuniones de la ACQ y sobre el estudio de eslabones faltantes, capacidades y necesidades. (ACQ, 2012, Desarrollo propio, uso reservado)

4.2.5 Planeación estratégica de un centro de desarrollo aeroespacial en una IES

Se participó como profesor de tiempo completo en la Maestría de Ingeniería Aeroespacial, de la UNAQ, donde se desarrolló un plan estratégico para la formación de un centro de desarrollo aeroespacial (CDA), el cual se aceptó implementar por Rectoría en junio 2014. Los conceptos reportados aquí se inscriben en el contexto de esa planeación estratégica que duró un año, desde septiembre 2013 a octubre 2014. Se llevaron a cabo un encuentro en grupo focal con los profesores del posgrado de la UNAQ y se les realizaron entrevistas dirigidas a cuatro investigadores. Se desarrolló en trabajo de gabinete una modelización de corridas financieras en pronóstico sobre 5 años de crecimiento. El modelo desarrollado en la UNAQ sintetiza las experiencias y observaciones de las estancias anteriores.

Se llevaron a cabo durante el mes de marzo 2014, grupos focales y entrevistas con los académicos de tiempo completo en el posgrado de la UNAQ, mandos medios y directores de las diferentes áreas de la UNAQ. Se presentó el proyecto del Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA) de la UNAQ buscando obtener opiniones sobre las expectativas de los potenciales participantes. En grupo focal con los académicos docentes y con los directivos, se desarrolló una dinámica apuntando en el pizarrón los comentarios y debatiendo los siguientes conceptos sensibles y reiterativos:

Sostenibilidad: Implementación: Competidores: Compromiso de los investigadores:

Buenos productos: Fuerza de ventas: Administración: Adquisiciones

En entrevistas video grabadas individuales y confidenciales se hicieron tres preguntas abiertas con respuesta libre presentadas a continuación. Algunos entrevistados no accedieron a ser videograbados y se procedió a transcribir en tiempo real sus comentarios. Las entrevistas fueron transcritas en Word con la ayuda del programa de sonido “Audacity” disponible libremente en la red, para disminuir la velocidad del discurso. Se construyeron tablas de frecuencia en el programa Excel de Microsoft,

mediante análisis del discurso recopilando los conceptos centrales y reiterativos. (Anexo cuatro)

Preguntas:

- ¿Qué opina de la propuesta de CDA?,
- ¿Qué aspectos positivos y qué aspectos negativos ve en la propuesta CDA?,
- ¿En lo personal que pudiera motivar su participación en el CDA?

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Intervención en cenit

5.1.1 Certificación AS9100C

Durante el proceso de preparación para la certificación AS9100, CENIT S.C. desarrolló un sistema de gestión de calidad que se sometió a auditoría de tipo interna pero liderada por la empresa Aeroconsultek. Los resultados fueron muy buenos y se sugirió que CENIT recibiera la auditoria de certificación, misma que se llevó a cabo en mayo 2014.

El resultado de aprobación de la certificación fue entregado a mediados del mes de octubre, 2014. Quedaron aceptados los cierres de 14 no-conformidades levantadas durante la auditoria. Las no conformidades fueron tratadas de acuerdo a las actividades mencionadas en el capítulo metodología obteniéndose un análisis causa raíz, una acción preventiva y una acción correctiva, las cuales fueron presentadas al auditor en agosto 2014 como cierre de las 14 no conformidades (Ver anexo ocho). Los análisis causa raíz tomaron ventaja de metodologías probadas como los diagramas Ishikawa y el método de los 5 porqués. En muchos casos los análisis de causa raíz llevaron al rediseño de procesos y a las reediciones de procedimientos completos.

La estancia en CENIT fue muy provechosa para definir los alcances que debe cumplir un sistema de gestión de la calidad basado en AS9100C. La empresa CENIT no contaba con el sistema ISO 9001 tal como recomiendan los expertos en la implementación de AS9100C de forma que fue necesario desarrollar la documentación del sistema de calidad a partir de cero.

La estancia reditúa la tesis doctoral con los conocimientos obtenido de la norma AS9100C de obligatoria aplicación en el sector aeronáutico. A partir de los valores promovidos en el sistema de gestión de la calidad se desprendieron habilidades gerenciales de particular beneficio para la vinculación con la industria aeronáutica de

reciente creación en Querétaro. Se apuntaron por ejemplo el enfoque hacia la planeación y la documentación de indicadores claves de control de calidad y de seguridad. Otro enfoque importante consiste en planear y asegurar los pasos de verificación y validación o liberación de los productos o procesos, lo cual implica la definición de roles de especialidad dentro del equipo de trabajo.

Compartir los valores dictados por la norma AS9100C favorece la vinculación con la industria aeronáutica y obliga la implementación de prácticas gerenciales particulares que benefician a su vez la mejora de procesos de manufactura. Al fomentar los valores mencionados en cada uno de los empleados de la empresa certificada, se genera un nuevo motor de la acción orientado hacia la seguridad y la calidad. La tesis doctoral plantea la necesidad de habilidades gerenciales basadas en los valores de la norma AS9100C que favorezcan el desempeño de la actividad de investigación en aeronáutica.

5.1.2 Entrevistas a los directivos

Las siguientes entrevistas tuvieron por objeto conocer los valores aportados y transferidos a la PYME tras el proceso de preparación a la certificación AS9100C y tras las auditorías de certificación AS9000C tal como se planeaba en el proyecto PROCEI 2012 desarrollado por LABTA, un programa de los tres centros de investigación CONACYT erradicados en Querétaro y liderado por CIATEQ. Este financiamiento de la comunidad europea cubría el 80% de los costos de preparación y de auditoría AS9100C.

Las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Por qué decidió CENIT certificarse AS9100C?
2. ¿Qué se observa como cambios en CENIT que pudieran atribuirse al proceso de certificación?
3. ¿Hubo un cambio en la filosofía de CENIT antes y después de certificarse? Si sí, ¿Cuáles son esos valores que finalmente empatan con la industria aeronáutica?

Las respuestas video grabadas fueron transcritas integralmente y procesadas mediante análisis del discurso para extraer los conceptos recurrentes y esenciales obtenidos. Estos se reproducen enseguida:

¿Por qué decidió CENIT certificarse AS9100C?

Vemos oportunidades de crecimiento en el sector aeronáutico. Sin este financiamiento a lo mejor todavía ni estaríamos interesados. La idea fundamental pues es en pensar a hacernos de las herramientas para poder competir a nivel internacional. “...Vimos también nosotros que podíamos”.

¿Qué se observa como cambios en CENIT que pudieran atribuirse al proceso de certificación?

*Aprendimos a ver que los sistemas de calidad sean más reales más sencillos, fáciles de seguir. La auditoría tiene como finalidad hacer conciencia de las partes que **podemos mejorar**. Los siento más íntegros, el problema no es lo que pueda fallar, el problema es tratar de ocultar esas fallas, el problema no es si tengas o no un error, el problema es cómo le hacemos para **documentarlo, exponerlo** para tratar de resolverlo. La organización de nuestros procedimientos, de nuestros procesos eso fue el gran cambio. Hicimos **procedimientos más esbeltos** y quitamos cosas que no son necesarias.*

¿Hubo un cambio en la filosofía de CENIT antes de certificarse hasta después de la certificación, si sí o no, cuáles son esos valores que finalmente empatan con la industria aeronáutica?

*Cumplir con su parte que le toca para que los demás puedan también avanzar y que funcione todo eso como engranes sincronizados. El mismo personal tuvo que cambiar ya no ver en su compañero de trabajo alguien que le cae gordo ya no tiene que mezclarlo con el trabajo. La **puntualidad**... la auto sustentabilidad... **Certeza**. Una parte muy muy muy importante del sector aeronáutico es la parte de la **integridad**, que yo lo resumo de una manera muy sencilla haz lo que dices y di lo que haces. Todo se deriva de ahí, cuestiones de seguridad, cuestiones de manejo de información, orden. Lo*

*que nos pide la industria es **honestidad**. De ahí respeto, para los trabajadores y los demás, hay un proceso que deben respetar.*

5.1.3 Interpretación de los resultados

Las entrevistas muestran que los participantes reportan un cambio en lo procedimental y también en lo vivencial en el espacio de trabajo, atribuyéndolo claramente al camino de preparación a la certificación, a la auditoría y cierre de no-conformidades. Puede considerarse un caso excepcional puesto que para los líderes de CENIT el Sistema de Calidad realmente hizo más ligero los procesos, de forma que se simplificó el trabajo y tienen una motivación intrínseca de aplicarlos.

Sin embargo es patente que cuando se busca obtener una interpretación de los valores de la norma AS9100C, se obtiene una pobre correlación. De los siete valores presentados por los certificadores (Aeroconsultek): Respeto, Puntualidad, Rendición de cuenta, Responsabilidad, Seguridad, Calidad y Consistencia, solo se recuperaron cuatro mediante una construcción diferente, estos fueron: Puntualidad, Certeza, Integridad y Honestidad. Estos valores pueden llevar a los tres restantes que pertenecen a una categoría superior: Seguridad, Calidad y Consistencia.

Por lo tanto, se puede concluir en base al análisis del discurso que los valores fueron transferidos con efectividad y que los procesos fueron adoptados con naturalidad. Esta es la mejor situación para el fomento de la actividad porque el talento humano tiene convicción de que la rígida estructura de estandarización es en efecto comprensible y valiosa.

5.2 Intervención en un centro público de investigación

5.2.1 Gráficas (distribución muestral y pruebas estadísticas realizadas)

Al realizar entrevistas con inventores y promotores de tecnología e innovación, investigando los detalles del histórico de proyectos desarrollados desde los inicios del centro de investigación, se obtuvieron respuestas para 210 proyectos que se pudieron clasificar de acuerdo al TRL alcanzado. El primer fruto de los acuerdos productos de las sesiones de trabajo fue la escala de madurez tecnológica (ver Figura 5.1) que regiría la clasificación posterior de los proyectos desarrollados. La clasificación consistió en ubicar a cada proyectos en las categorías siguientes: 8 Líneas investigación y 9 niveles de madurez tecnológico (TRL) (anexo tres). Se presentan a continuación la ordenación gráfica y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de proyectos desarrollados en un centro de investigación del sistema CONACYT entre 1991 y 2011.



Figura 5.1: Definición en sesiones de trabajo de los niveles de madurez tecnológica en CIDETEQ.

Elaboración propia.

Los proyectos pertenecen a diferentes líneas de investigación y son representados como eventos raros en la gráfica de POISSON siguiente (Figura 5.2). Se puede apreciar que

las líneas “tratamiento de aguas” e “ingeniería electroquímica” tuvieron mayor actividad y alcanzaron a su vez mayores niveles de TRL.

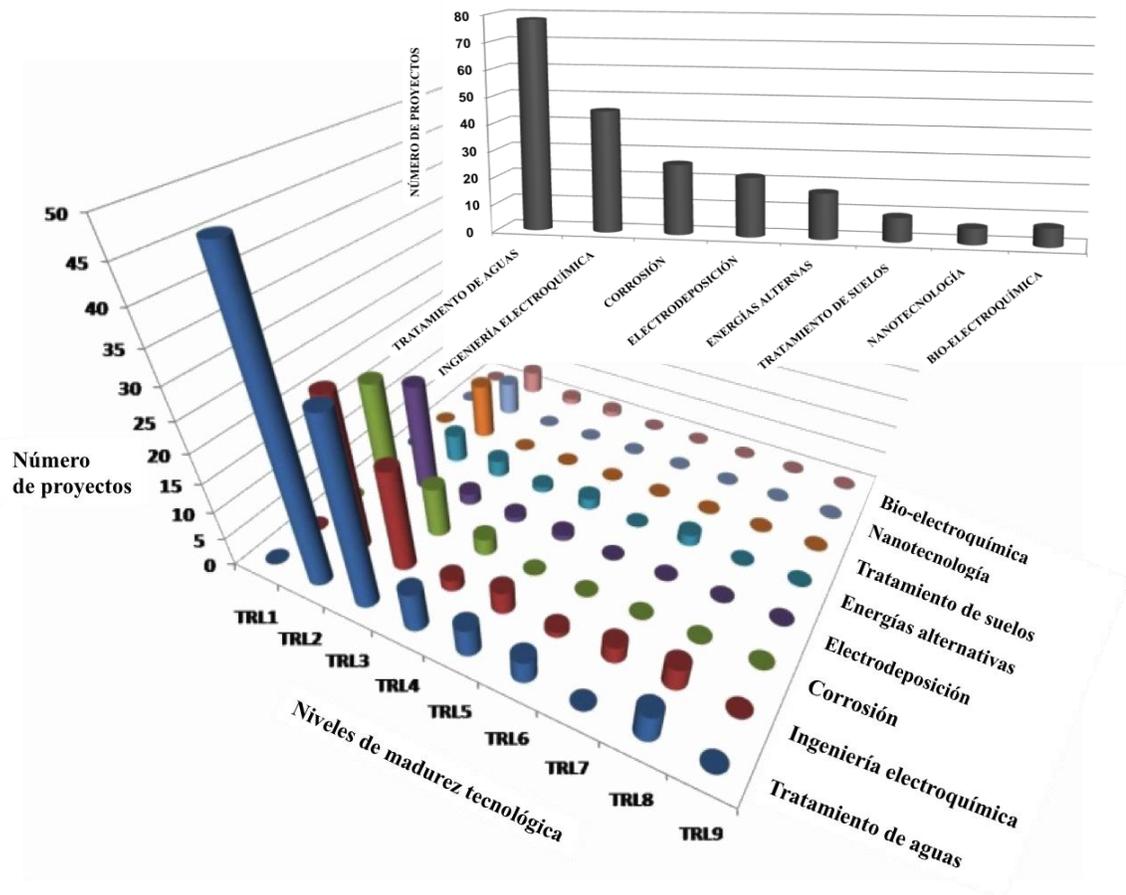


Figura 5.2: Actividad (número de proyectos) por línea de investigación.

Elaboración propia.

También se graficaron las inversiones hechas en cada línea de investigación obteniéndose el mismo orden (Figura 5.3). Es decir que en términos gruesos, a mayor inversión mayor actividad de desarrollo tecnológico como en los casos de las líneas más activas: “tratamiento de aguas” e “ingeniería electroquímica”. Algunas líneas de investigación escapan a esta regla como en el caso de “corrosión” y “energías alternativas” debido al costo comparativamente mayor que suponen las tecnologías de energías alternativas.

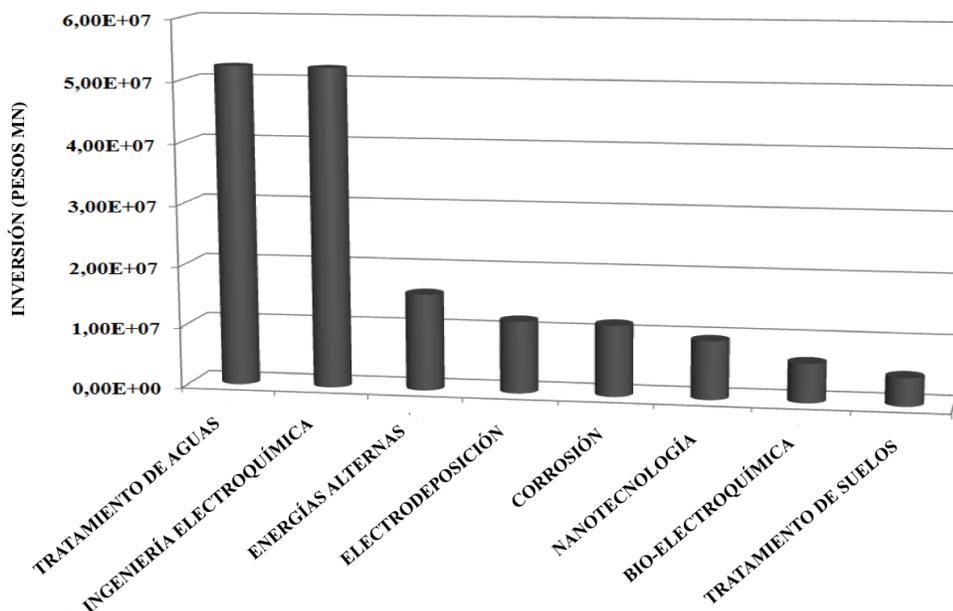


Figura 5.3: **Inversión (costo de proyectos) por línea de investigación.**

Elaboración propia.

Una vez clasificados el número de proyectos por TRL se presentan los eventos raros en el tiempo (Figura 5.4) donde se puede apreciar que la mayor actividad se da en bajos niveles de madurez de la investigación. A pesar de un incremento sensible de proyectos de mayor TRL desde el 2004. El procesamiento permitió evidenciar la tendencia en el transcurso de los años hacia la inversión en proyectos de mayor nivel de madurez tecnológica. Esto puede correlacionarse con factores externos a las instituciones como un marco legal que fomenta la actividad de investigación aplicada en vinculación con la industria (por ejemplo la ley federal de ciencia y tecnología modificada desde el 2004). Es natural sin embargo buscar una correlación de mayores niveles de madurez tecnológica con la consolidación de los equipos de investigadores y de las líneas de investigación. Al profundizar sobre las causas que llevan a desarrollar proyectos de mayor TRL debe tomarse en cuenta que algunas líneas de investigación no siguen esta tendencia en el tiempo como lo muestra la Figura 5.2. Tres líneas de investigación tuvieron actividad de mayor TRL: “tratamiento de aguas”, “ingeniería electroquímica” y “energías alternativas” llamadas también “energías alternas”.

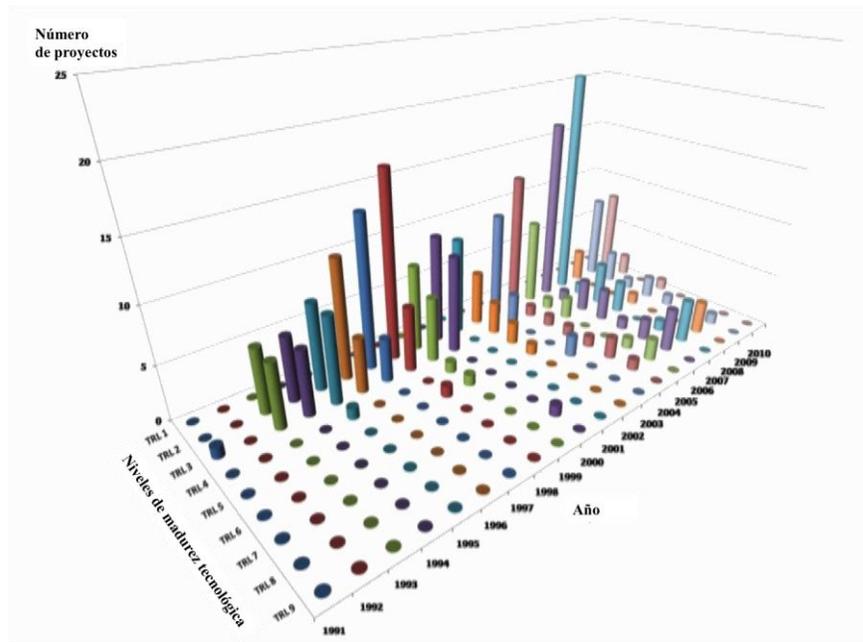


Figura 5.4: **Evolución de la actividad (número de proyectos) por TRL (madurez).**

Elaboración propia.

Por el contrario a la evolución de la actividad en el tiempo, los mayores ingresos (costos de la tecnología) se dan en su mayoría a niveles altos de madurez tecnológica, como se presentan en la Figura 5.5.

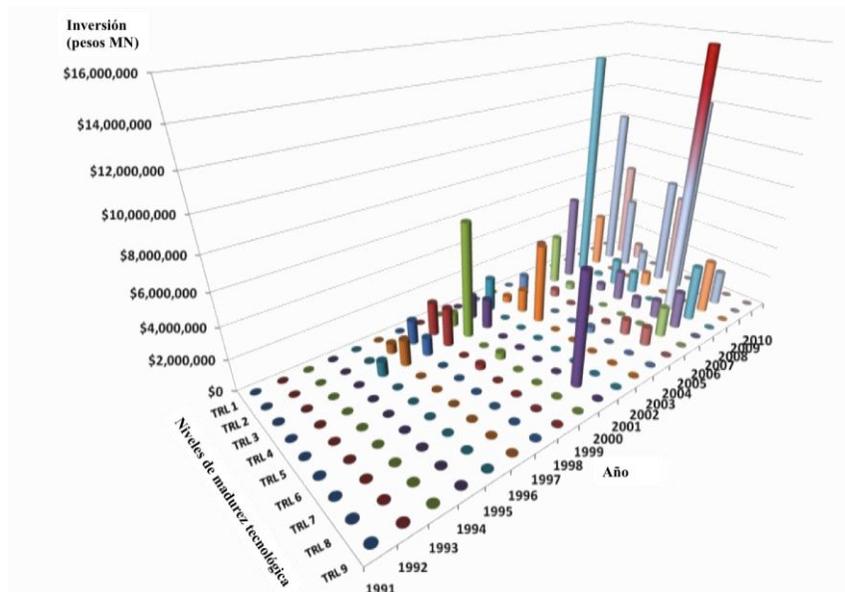


Figura 5.5: **Evolución de la inversión (costo de proyectos) por TRL (madurez).**

Elaboración propia.

Si consideramos a la “actividad” científica y tecnológica siendo casi exclusivamente investigación básica, se debe preguntar el valor en términos de la inversión asignada tanto en la industria como en el gobierno. Se debe considerar la posibilidad de invertir en investigación aplicada y aumentar su actividad, pero cuesta mayor inversión y por ende mayor riesgo financiero. No así el riesgo técnico puesto que a mayor TRL mayor dominio técnico-científico suponiendo que la institución migró sus programas tecnológicos de menor a mayor TRL consolidando sus equipos de trabajo. En el caso contrario la institución pudiera incursionar en una tecnología determinada sin tener el capital de conocimiento correspondiente (no cumplir con las variables de Segerstrom, capítulo III), un caso de alto riesgo técnico.

5.2.2 Estadística descriptiva e Inferencial

En las gráficas relativas al histórico de la actividad en investigación y desarrollo, se muestra que la inversión proviene de ambas fuentes, es decir privada y pública (Figura 5.6). Durante la primera mitad del decenio 2000-2010, la inversión privada fue marcadamente mayor a la inversión pública.

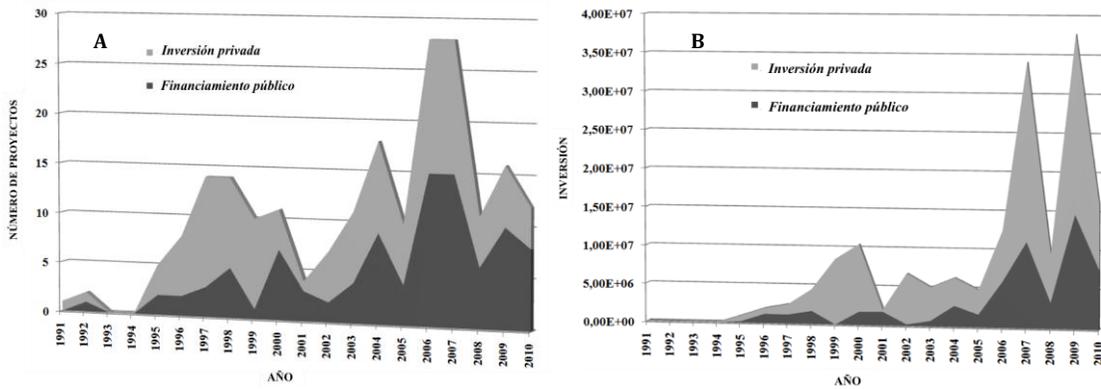


Figura 5.6: Evolución de la actividad (número de proyectos) (A) e inversión (costo de proyectos) (B) de fuentes privadas y públicas.

Elaboración propia.

Se procesó la información en seguimiento de dos líneas de investigación que presentaban productos de alto nivel de madurez. En la Figura 5.7 se muestra la evolución de una tecnología de tecnología ambiental y otra de ingeniería electroquímica en el tiempo a través de varios proyectos y en función del TRL alcanzados.

El centro desarrolló fuertemente estas dos tecnologías de tratamiento de aguas, una electroquímica otra biológica. La coagulación es un proceso muy conocido y se utiliza en la industria para tratar efluentes industriales. La electrocoagulación permite eliminar el costo por uso de coagulantes químicos, permite el re-uso del agua en el proceso. Esta línea de desarrollo creció entre 2005 y 2008 alcanzando un valor en costo promedio $5.5E+05$ cuando alcanzó su mayor TRL (Figura 5.7).

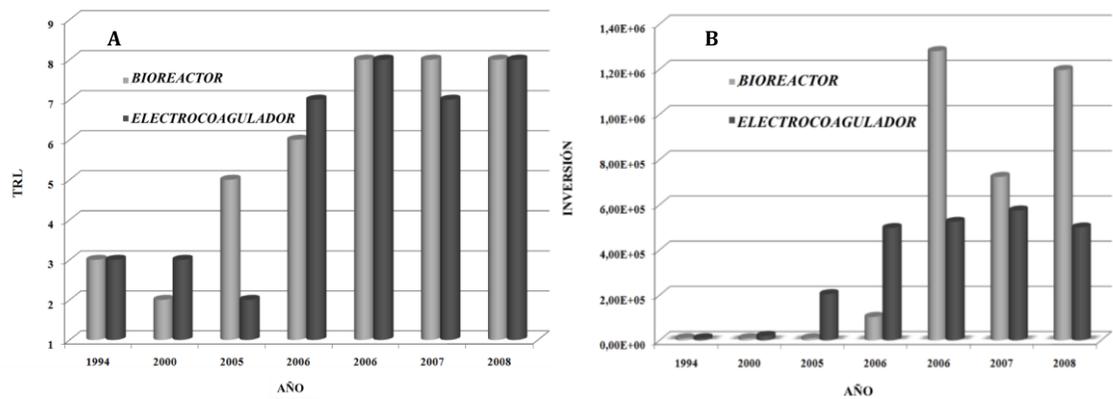


Figura 5.7: Evolución de la madurez tecnológica (A) y de la inversión (costo) (B) de dos tecnologías de alto nivel de madurez.

Elaboración propia.

Los bioreactores permiten tratar efluentes con contenidos recalcitrantes orgánicos de origen biológico. El centro desarrolló está tecnología para tratar aguas de hospitales, de ranchos y de mataderos. Esta línea creció desde el 2006 con variaciones en costos pasando entre alrededor de 1.2E+05 a 9.0 E+05 cuando alcanza un TRL alto.

El procesamiento de la evolución de los TRL de estas dos tecnologías en contraste con su histórico de inversión permite destacar el valor real de la tecnología o el costo de su desarrollo. Está utilización del TRL es novedosa y servirá para fundamentar el valor de una tecnología para facilitar su transferencia. El procesamiento permite conocer cuanto se invirtió en la tecnología sumando todas las inversiones y también determina el valor máximo de un producto, que es el valor al cual la curva converge y forma una meseta.

5.2.5 Correlación

Finalmente se pudo obtener una correlación entre costos de inversión y niveles de madurez de la tecnología que permitirá planear políticas, financiamiento y riesgo. La Figura 5.8 presenta una relación directa para niveles de TRL inferiores a 6, es decir correspondientes a pilotos industriales. Para TRL mayores a 6 se invierte la proporcionalidad, sugiriendo que para estas líneas de investigación, en promedio, el lanzamiento de paquetes tecnológicos en forma de sistemas integrados resulta menos costoso.

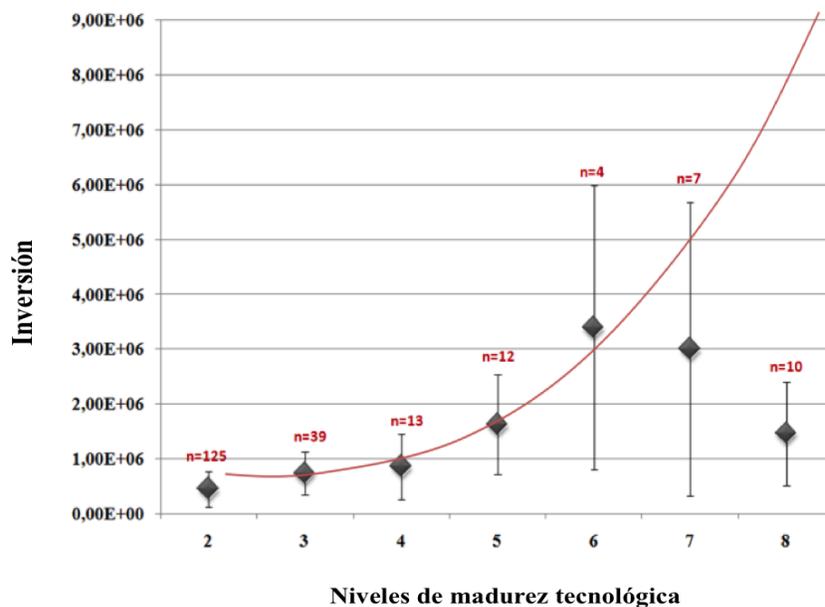


Figura 5.8: **Inversión (costo) para cada nivel de madurez (TRL).**

Elaboración propia.

Se tiene información respecto a un comportamiento diferente en el caso de tecnologías aeronáuticas y aeroespaciales. En comunicación personal con empresarios de la industria aeronáutica se comentó que el costo aumenta exponencialmente con el TRL, de forma que el más costoso es el TRL 9 (Curva roja). La explicación consiste en el alto costo de las validaciones y certificaciones aplicables en componentes aeronáuticos por razones de seguridad. En los datos obtenido de líneas varias de investigación, con algunos casos de proyectos de la industria aeronáutica, el comportamiento puede

explicarse por la falta de costos asociados a la certificación. Para desarrollos de procesos en tierra que no van a volar, no se requiere certificación. Otra causa de esta disminución de la inversión en los mayores TRLs puede atribuirse a la falta de capacidades para la transferencia. Las tecnologías de mayor TRL deben lanzarse al mercado y suponen especialidades de comercialización y mercadotecnia que no se habían requerido tradicionalmente en el centro de investigación.

Se obtuvieron dos regresiones a partir de los promedios. En la Figura 5.9 se muestra como la parte directamente proporcional (TRL 2 a 5), tiene como relación algebraica una exponencial:

$$\gamma = 157,379 e^{0.4829x} \text{ con } R=0.95$$

La segunda parte de la relación madurez e inversión tiene relación algebraica polinomial

$$\gamma = -978604 x^2 + 1 \cdot 10^7 x - 4 \cdot 10^{-7} \text{ con } R=0.1$$

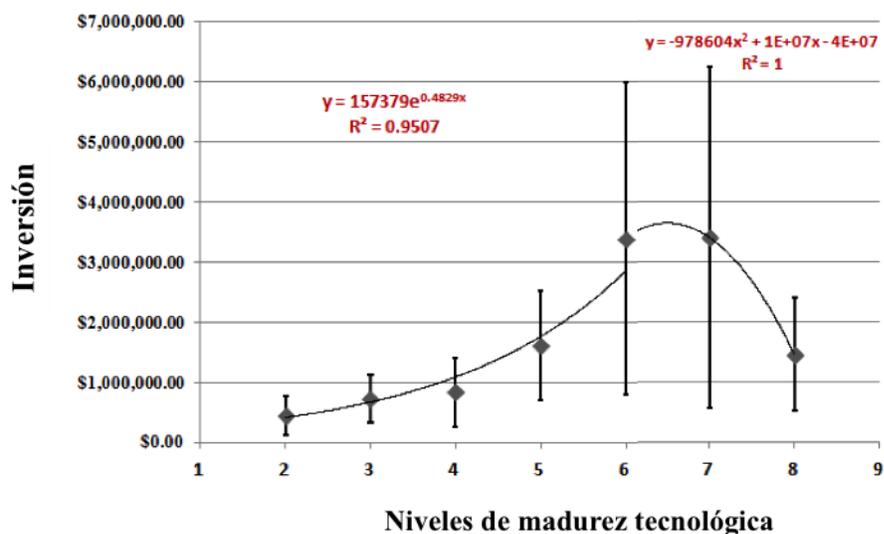


Figura 5.9: Regresiones por partes de la inversión (costo) para cada nivel de madurez (TRL).

Elaboración propia.

5.2.6 Adaptación al caso de estudio

La aplicación de una métrica de madurez tecnológica (TRL) permitió seguir la evolución de 8 líneas de investigación. El análisis permitió identificar dos tecnologías de mayor nivel de madurez pertenecientes a dos líneas de investigación consolidadas y seguirlas también en función del tiempo. Quedó patente la cantidad de inversión inyectada en ambos programas de desarrollo mediante varios proyectos subsecuentes así como el valor de cada producto.

El procesamiento estadístico desarrollado para datos empíricos de proyectos es inédito y ofrece una metodología novedosa de medir para un caso de estudio el costo promedio del desarrollo tecnológico en diferentes fases de madurez. Los casos de desarrollo tecnológico que alcanzaron mayores niveles de madurez (TRL) supusieron significativamente de mayor inversión. Se requerirá mayor procesamiento para obtener los factores de derrama social. Sin embargo, puede anticiparse que existe retroalimentación entre la actividad del centro de investigación y la industria que fomenta los desarrollos, de forma que pueden encontrarse varias oportunidades en derrama, desde la misma experiencia del personal involucrado pasando por el desarrollo de capital humano, de conocimiento científico y tecnológico.

5.2.7 Entrevista sobre desarrollo tecnológico con investigadores

Cada tecnología desarrollada durante largo tiempo cuenta con un equipo articulado y conocido de tecnólogos en áreas complementarias. Estos equipos tienen una dinámica y comparten la visión a nivel de estrategias de una línea de investigación. El anexo cuatro presenta el guion de entrevista y las preguntas hechas a los tecnólogos proponentes de una solución industrial llamada Bioreactor, una de las tecnologías seleccionadas por el método adaptado de TRL en un párrafo anterior. El título del

último proyecto de este equipo de tecnólogos se titula: “DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRAL PARA LA MEJORA DE OPERACIÓN EN RASTROS MUNICIPALES, ASI COMO LA TECNOLOGIA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE SUS RESIDUOS Y SUS AGUAS RESIDUALES.” Este fue un proyecto financiado por el FOMIX de Querétaro. La entrevista cuestiona elementos críticos de los niveles TRL altos, y de introducción al mercado. Preguntas sobre el futuro del negocio, sus estrategias y objetivos, preguntas de mercado, competidores, clientes, costos y ventajas competitivas (anexo cuatro). En el anexo cinco se presenta un cuadro de frecuencias sobre 7 ejes en columna correspondiente a cada pregunta. En las líneas se sintetizan los comentarios hechos por cada entrevistado respecto a cada eje.

Todos reiteran la idea de paquete tecnológico que evoca tanto al producto tecnológico como a los servicios y la mercadotecnia. El TRL 7 ya involucra cumplimientos de noción de interconectividad de subsistemas. En los primeros ejes sobre el negocio futuro los tecnólogos esperan una acción concertada con el gobierno para aplicación de la tecnología en todo el territorio nacional. En “objetivo”, el eje 2, todos los tecnólogos hablan de la relación con la sociedad y de la conciencia ambiental. En las siguientes respuestas los tecnólogos expresan unánimemente que la tecnología es todavía desarrollable y escalable y reiteran una visión que integra el bienestar de la comunidad y el crecimiento profesional (Anexo cinco).

Las claves del crecimiento del TRL de una aplicación tecnológica dependen de la integración de un grupo de personas con valores positivos compartidos. En los resultados obtenidos de las entrevistas vemos como los conceptos son compartidos en un léxico que incluye *protección al medio ambiente*, *paquete tecnológico* y *crecimiento profesional*. Todos valores positivos alineados en la lista de valores que P. Drucker desarrolló para describir al trabajador del conocimiento.

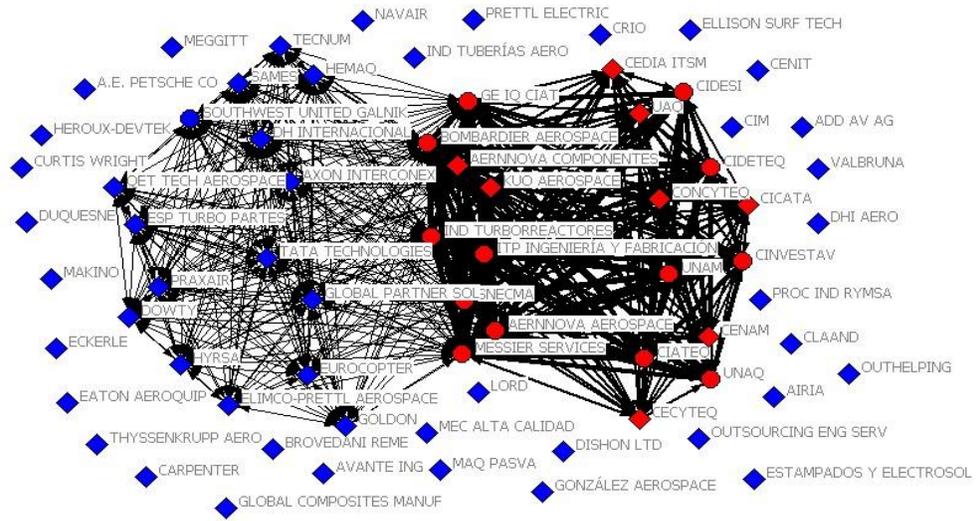
5.3 Análisis de redes para medir el potencial de innovación

Los grafos obtenidos abarcan los periodos 2006-2013 y 2006-2015, y muestran todos los actores y sus enlaces, organizados con la función automática de UCINET llamada: repulsión de nodos con misma distancia promedio de enlaces. Se identifican los miembros del Aerocluster con el color rojo y las instituciones que participaron en programas de innovación con un círculo. Los miembros del AeroCluster de Querétaro aparecen de color rojo y las instituciones que llevaron proyectos tecnológicos en programas de innovación aparecen con un círculo (Figura 5.10). Las empresas erradicadas en Querétaro restantes aparecen de color azul, de las cuales algunas están afiliadas a la FEMIA y otras a la FEMIA y al ACQ.

5.3.1 Grafos de análisis de redes

Los nodos sin enlaces en la Figura 5.10 no son miembros de las asociaciones civiles estudiadas ni desarrollaron proyectos tecnológicos en programas de innovación. Son empresas en su mayoría micro, pequeñas y medianas (MIPYMES) que proveen a las empresas tractoras. Llamam la atención algunas filiales inglesas, canadienses y americanas de mayor tamaño que no están asociadas como Meggit, Héroux-Devtek, Curtis Wright, A.E. Petche, entre otras. Las empresas sin enlaces representan el 48% de la totalidad de empresas recopiladas en el estudio en 2013 y 47% en 2015. Estas empresas tienen restricciones de confidencialidad (comunicación personal de Meggit) y no buscan relacionarse con la comunidad a través de las asociaciones consideradas. En la Figura 5.11 fueron eliminadas las empresas sin enlaces y aparecen solamente los nodos asociados a la FEMIA, al ACQ, o que desarrollaron al menos un proyecto de innovación financiado por un programa gubernamental.

A. 2013, 72 actores



B. 2015, 88 actores

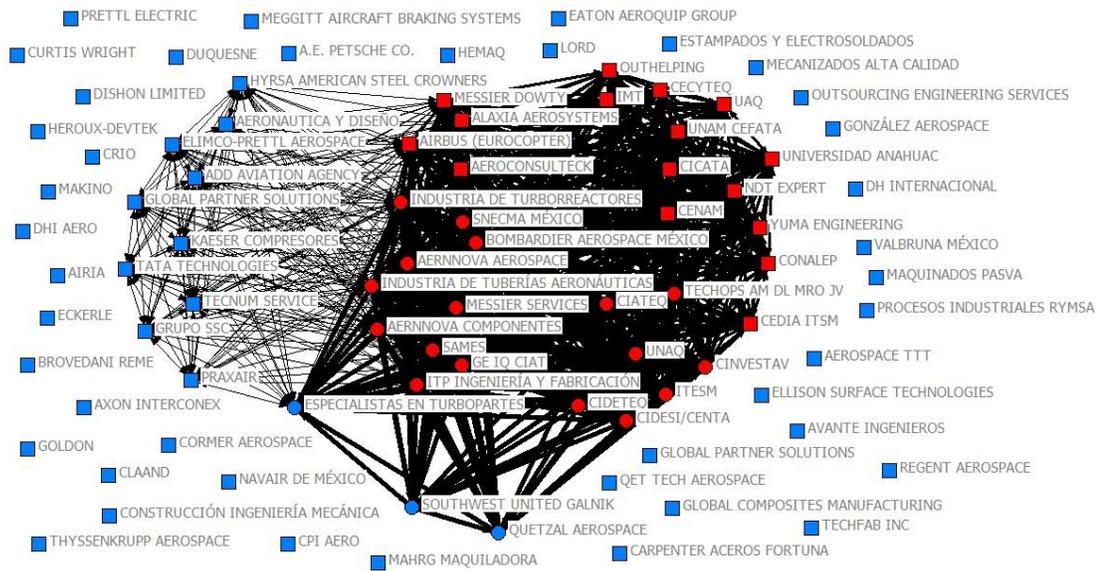
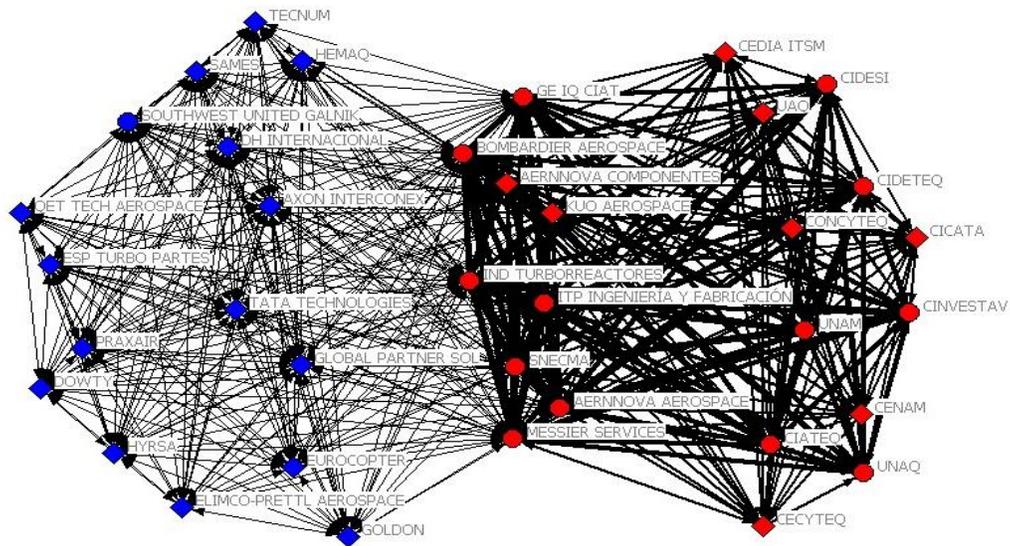


Figura 5.10: Grafos de redes para la innovación compuestos de 72 (A) y 88 (B) empresas, IES y CPIs, registrados en 2013 y 2015 respectivamente.

Elaboración propia.

A. 2013, 37 actores



B. 2015, 46 actores

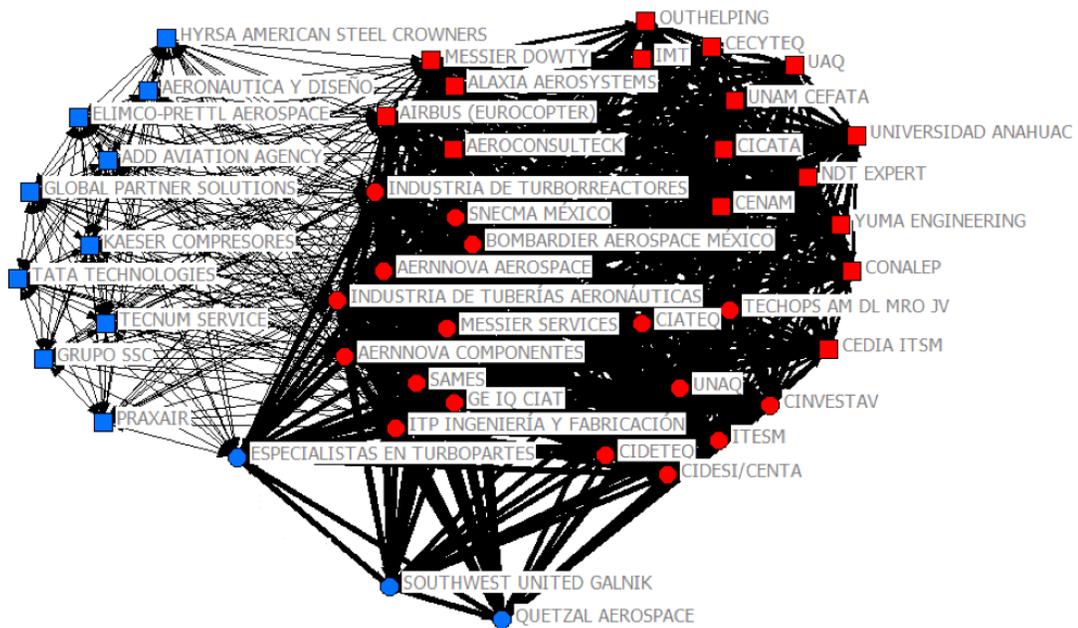


Figura 5.11: Grafo de redes para la innovación compuestos de 37 (A) y 47 (B) empresas, IES y CPIs, registrados en 2013 y 2015 respectivamente.

Elaboración propia.

Los nodos que forman parte de la FEMIA tienen al menos un enlace de grosor mínimo del lado izquierdo de la Figura 5.11. Algunas empresas de la FEMIA son también miembros de la ACQ y aparecen en color rojo en el centro de la Figura 5.11 con enlaces de grosor variable. Del lado derecho en la Figura 5.11 se encuentran las IES y los CPIs miembros de la ACQ con enlaces de grosor variables. Los grafos de 2013 (A) y de 2015 (B) se caracterizan por tener dos “cliques” o sub grupos de alta cohesión (FEMIA y ACQ) en las cuales cada miembro está enlazado a todos los demás miembros. El grafo muestra que el tamaño de la interface entre las cliques aumentó de 2013 a 2015, permitiendo mayor comunicación entre ambos grupos en una dinámica de aparente absorción en el ACQ.

Las especificaciones generales de los grafos obtenidos se enlistan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1:

Especificaciones generales de los grafos obtenidos

<i>CATEGORÍA</i>	<i>G-2013</i>	<i>G-2015</i>
Grado promedio	13.014	17.750
Índice H	24	32
Densidad (grado de centralidad)	0.186	0.321
Componentes	37	43
Proporción de componente	0.486	0.483
Conectividad	0.268	0.270
Fragmentación	0.732	0.730
Cierre	0.862	0.862
Distancia promedio	1.306	1.245
Desviación estándar de la distancia	0.461	0.430
Diámetro	2	2
Espacio (Breadth)	0.773	0.763
Compactividad	0.227	0.237

Nota. Elaboración propia.

Las cliques o subgrupos tienen tendencia a desarrollar opiniones homogéneas y a compartir rasgos comunes como en el caso de estudio anterior (Bioreactor). Esta tendencia homofílica es la razón que une a los miembros de un subgrupo, sin embargo, la similitud también reduce la posibilidad de obtener información diferente de los otros miembros del grupo. Para encontrar información nueva los miembros deben buscar más

allá de su clique, en otros amigos o conocidos. Este fenómeno se llama fuerza de los enlaces débiles de Granovetter (1973).

La Figura 5.12 muestra para el caso del grafo de 2013, los enlaces (E) de grosor mayor al mínimo en la parte A, los cuales corresponden a los miembros de la ACQ. Los enlaces de grosor mayor a la media en la parte B corresponden a miembros de la ACQ que, además, desarrollaron proyectos tecnológicos en programas de innovación. Finalmente, en la parte C, los enlaces de grosor máximo corresponden a miembros de la FEMIA y de la ACQ que llevaron proyectos tecnológicos en programas de financiamiento para la innovación.

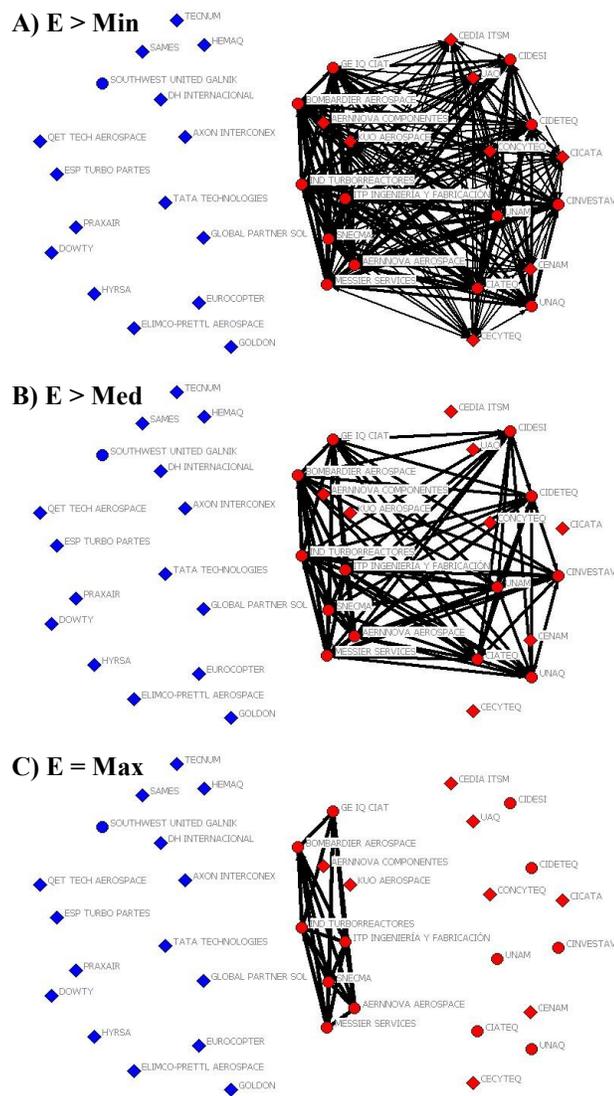


Figura 5.12: Grafo de redes para la innovación de empresas, IES y CPIs con diferentes grosores. Se presentan los enlaces (E) de grosor mayor al mínimo en A, mayor a la media en B y máximo en C.

Elaboración propia.

Las empresas con enlaces de mayor intensidad en la Figura 5.12 C tienen características superiores de centralidad tanto estructural como isomorfa y de “embediness” o embebidad. Estos seis nodos o vórtices cuentan con enlaces de un solo clique de distancia con todos los demás nodos, tienen mayor proximidad y juegan un papel importante de interface entre las dos cliques. Comparten la noción de prestigio que se utiliza en análisis de redes para describir la centralidad de un nodo. Se habla comúnmente del grado de prestigio, del prestigio de proximidad y del estatus de prestigio en teoría de grafos.

Estas empresas son Bombardier Aerospace México, Messier Services America, Aernnova Aerospace, Snecma Mexico, General Electric (GE-CIAT) y dos divisiones perteneciente a la empresa Industria de Turbo Propulsores (ITP group); Turboreactores e Ingeniería y fabricación. Las seis empresas tienen una participación tecnológica activa con la comunidad y en fomento hacia la innovación abierta. Representan una muestra de empresas que plantea al cambio tecnológico como una estrategia para la competitividad. La administración de proyecto y el seguimiento de los niveles de desarrollo tecnológicos deben combinarse con incentivo y disposición psicológica del capital humano en medidas variadas. Un discurso explícito puede resultar en beneficios compartidos por el industrial y el técnico especialista participante del proyecto de éxito. El aprendizaje adquirido es una componente inmediata de la derrama social.

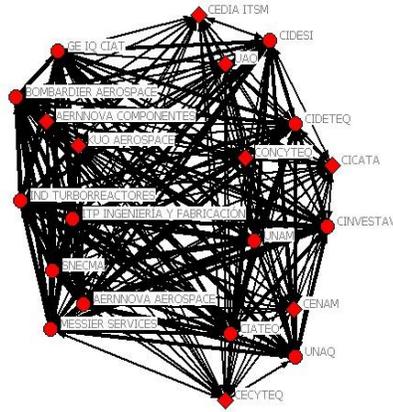
Cada una de las seis empresas centrales del grafo tiene una perspectiva particular ante la innovación. Bombardier y Aernnova tienen proyectos de diseño y desarrollo en materiales estructurales. En especial, Bombardier desarrolla en Querétaro el primer avión hecho en su totalidad de material compuesto, el Learjet85. Messier Services y Snecma México del grupo SAFRAN comparten un compromiso explícito hacia la innovación. Destaca el director de Messier Services por ser el primer presidente de la ACQ. El director de Snecma México presentó resultados positivos atribuidos a un interés particular puesto en el desarrollo de su plantilla de reclutas mexicanos (ADIAT 2013). GE-CIAT e ITP group son las empresas aeronáuticas más antiguas en Querétaro y desarrollaron independientemente capacidades importantes de diseño y modelado de

motores. Es conocido el esfuerzo sostenido de GE para desarrollar el Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomáquinas (CIAT) en alianza con un centro público de investigación de CONACYT. (Casalet, 2012) ITP desarrollan la primera turbina de baja mexicana, un proyecto de envergadura sin precedentes. Entre 2013 y 2015, estos nodos de interface pasaron de 9 and 14, respectivamente aumentando de 56%.

En la Figura 5.13 A y B, se presentan los nodos con enlaces de tamaño medio y representan a los actores miembros del ACQ (rojo). En 2013 y en 2015, este grupo pasó 21 y 33 actores, creció 1.57 veces mostrando un incremento en el interés hacia la misión del ACQ para promover la innovación en sus miembros. Las empresas con mayor grado de centralidad, tanto estructural como isomórfica, se encuentran en la interface entre las cliques del lado izquierdo de las figuras 5.13 A y B. Estos nodos comparten la noción de prestigio que se usa en análisis de redes para describir la centralidad de un nodo. Este grupo embebido aumentó de 56% pasando de 9 en 2013 a 14 en 2015.

En la figura 5.13 C y D se presentan las empresas y algunas IES y CPIs que participaron en vinculación con la industria en proyectos tecnológicos financiados por programas para la innovación desarrollando proyectos de innovación abierta (circulo). Entre 2013 y 2015 el número de nodos se incrementó 33% pasando de 15 a 20. Una tendencia en acuerdo con el aumento observado de 57% en el número de miembros del ACQ. Solamente algunas empresas con mayor embebidad encontradas en la interface tienen experiencia en proyectos de innovación abierta, pasaron de 8 a 10, incrementando un 25% del 2013 al 2015. Estas compañías son Bombardier Aerospace México, Messier Services America, Aernnova Aerospace, Aernnova Componentes Snecma Mexico, General Electric (GE-CIAT), Industria de Turbo Propulsores (ITP group); Turboreactores e Ingeniería y fabricación, Industria de tuberías aeronáuticas, and SAMES.

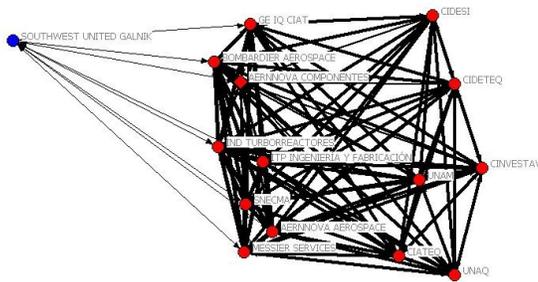
A. 2013: 21 actors



B. 2015: 33 actors



C. 2013: 15 actors



D. 2015: 20 actors



Figura 5.13: Grafo de redes para la innovación compuestos de 21 (A) y 33 (B), 15 (C) y 20 (D) empresas, IES y CPIs, registrados en 2013 y 2015 respectivamente. Se presentan con nodos circulares los actores que desarrollaron proyectos de innovación.

Elaboración propia

La Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ), fundada oficialmente en 2007, es un actor importante que cristaliza un compromiso del gobierno estatal de brindar educación

a la medida y dedicada exclusivamente a la industria aeronáutica local. Comenzó actividades de capacitación desde el 2005 y tiene la particularidad de desarrollar programas de educación a solicitud expresa de la industria, lo cual reditúa en la colocación de más del 95% de sus egresados. El rector de la universidad es también Secretario Técnico del Aeroclúster de Querétaro. Destacan también los tres CPIs pertenecientes a CONACYT que desarrollaron una alianza para construir laboratorios de pruebas aeronáuticas (LABTA) en el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro con financiamiento estatal, federal e internacional. La Figura 5.13 muestra también un nodo perteneciente al subgrupo de la FEMIA pero no perteneciente a la ACQ que tiene experiencia en proyectos de desarrollo tecnológico en 2013 y 3 casos similares en 2015. La Tabla 5.2 muestra la correlación existente entre la pertenencia a los subgrupos (cliques) FEMIA y ACQ con la participación en programas gubernamentales de financiamiento para la innovación.

Tabla 5.2:

Matriz de Correlación entre la participación en fondos de innovación y la pertenencia a los dos cliques, FEMIA y ACQ.

CORRELACIÓN 2013	FEMIA	ACQ
Participación en fondos de innovación	<i>0.104</i>	<i>0.723</i>

CORRELACIÓN 2015	FEMIA	ACQ
Participación en fondos de innovación	<i>0.276</i>	<i>0.516</i>

Nota. Elaboración propia

Es importante especificar que los tres fenómenos son independientes y se dieron de manera simultánea, sin embargo, el estudio transversal muestra una correlación significativa (> 0.7) entre la pertenencia a la ACQ y la experiencia en desarrollo de proyectos tecnológicos con fondos gubernamentales para la innovación en 2013. La correlación no demuestra causalidad entre estas dos categorías pero expresa de manera

empírica el compromiso subyacente con la innovación expresada en la misión de la ACQ. En 2015, esta correlación perdió significancia al descender a 0.52, un comportamiento relacionado al crecimiento del ACQ y al aumento de la doble asociación al ACQ y a la FEMIA, el número de nodos embebidos entra las dos cliques aumentó 56%

5.3.2 Voluntad social

La metodología utilizada permitió describir empíricamente la voluntad del sector aeronáutico de reciente creación y de los actores locales y gubernamentales de desarrollar capacidades para la innovación en México. Permitted subrayar la complementariedad entre las acciones llevadas a cabo correspondientes a posturas discursivas coincidentes de los diferentes actores industriales y sociales orientados hacia la competitividad vía la innovación. Posturas compartidas que se expresan tanto en las comunicaciones de la FEMIA, en la constitución de la AERI, la cual desembocó en la formación de la ACQ, en los propósitos expresos del Querétaro Aerospace Valley, en la constitución de la UNAQ y de LABTA.

Casalet et al. (2012) advertía sobre los principales problemas para el desarrollo de la industria en Querétaro como la apertura de negocios, la falta de apoyo a emprendedores y la escasa orientación hacia la juventud, argumentando falta de competitividad, la cual no permitiría generar una proveeduría local que cumpliera con los requisitos exigidos por las grandes empresas internacionales. El diagnóstico queda complementado por la Figura 5.10, donde aparece una nube de empresas no enlazadas o vinculadas a las cliques principales del sector, representando el 50% de la totalidad de empresas recopiladas en el estudio. Resulta importante profundizar el concepto de creación de proveeduría local en contraste con la capacidad de participar en el fenómeno descrito de innovación abierta.

Por otra parte, el estudio permitió identificar la centralidad de 6 actores de prestigio para la innovación quienes cristalizan los discursos antes mencionados en la consecución de

actividad tecnológica hacia innovación. También pareciera no ser suficiente el involucramiento de las IES y los CPIs que pertenecen, no obstante, a la ACQ, pero que no tienen enlaces con grosores mayores a la media, es decir, que no desarrollaron proyectos tecnológicos con la industria aeronáutica. Fenómeno apoyado por la correlación de suficiente significancia, pero todavía baja, obtenida entre quienes son miembros de la ACQ y quienes llevaron proyectos tecnológicos con fondos para la innovación. Esta baja correlación es consecuencia de la falta de habilidades gerenciales y prácticas industriales que potencien la innovación desde la integración de las variables de interés, desarrollo tecnológico e incentivo del capital humano. En el modelo de la economía del conocimiento de P. Drucker presentada en un capítulo anterior.

La propuesta de intervención avanzada para estas empresas de prestigio consiste en vincular el discurso sobre innovación para la productividad con la vida cotidiana dentro de la empresa, es decir desde las actividades rutinarias de control estadísticos de procesos, pasando por la evaluación de proyectos con base tecnológica, para el desarrollo de valores compartidos entre industriales y especialistas técnicos que permitan alcanzar acuerdos y las habilidades gerenciales buscadas. Los proyectos de innovación nacen de los valores afines a la calidad que se persiguen con el control estadístico de los procesos, se complementan con la evaluación financiera y de riesgo, se logran concretar solamente mediante una gestión sensible de los incentivos y beneficios buscados por las partes involucradas. Estos conceptos deben aprenderse por los equipos técnicos y los administradores de proyectos en talleres impartidos de forma constructiva. La dualidad Riesgo/Beneficio permite fundamentar una toma de decisiones en tecnología.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la formación temprana de una industria aeronáutica en Querétaro se puede especular sobre disposiciones culturales que favorecen la integración de los actores involucrados en un fenómeno de innovación abierta. Se recomienda llevar a cabo estudios que permitan contrastar porqué algunas empresas extranjeras tienen mayor vinculación para la innovación y si las empresas con mayor tiempo de residencia en México tienen una ventaja cultural para perseguir

actividades tecnológicas y de innovación. El análisis de redes representa una contribución inicial que aporta una imagen descriptiva del fenómeno observado en los inicios de la localización de una industria de alto nivel tecnológico en un país emergente. El estudio transversal con análisis de redes presentó un mapa de la situación y permitirá abordar estudios de mayor profundidad en los temas de tecnología e innovación conforme se desarrollen estudios longitudinales en la forma de análisis dinámicos de redes.

5.4 Necesidades académicas del sector aeronáutico de Querétaro

En el estudio del Aeroclúster de Querétaro A.C sobre capacidades y necesidades, se recopiló información en 5 bloques: 1- Productos, clientes, 2- Procesos, capacidades, oferta, 3- Insumos, huecos. 4- Recursos humanos, actual y futuro, 5- Proyectos I+D+i, servicios tecnológicos, 6- Certificación, aduanas, etc. 7- Financiamientos.

Los resultados obtenidos en el estudio incluyen, dentro del bloque “Recursos humanos” los siguientes comentarios referentes a las IES:

“ ...

- *Los recursos humanos capacitados con las competencias adecuadas son un elemento esencial para el ACQ y la base de una cultura del sector en la región.*
- *Las empresas contratan su personal principalmente de la región, egresados de la UNAQ, ITQ, IPN, ITESM, UAQ y UNAM.*
- *Mucho del personal con experiencia proviene de la industria automotriz o de otras zonas donde existe industria aeroespacial, como Chihuahua.*

i) UNAQ

Las empresas de manufactura han encontrado un aliado estratégico en la UNAQ, que inició bien y ha entrenado buena parte de los TSUs y algunos ingenieros contratados.

La UNAQ necesita mantenerse y reforzarse para evolucionar con las crecientes necesidades de la industria, algunas recomendaciones son:

- ✓ *Reforzar sus programas con expertos extranjeros que tengan experiencia en el sector, ya que en México no los hay.*
- ✓ *Reforzar sus programas y abrir otros nuevos y más especializados sobre demanda, como las capacidades para ingeniería en diseño.*
- ✓ *Mejorar la preparación de sus profesores, quizá con estancias en las empresas locales o en sus filiales extranjeras.*

- ✓ *Dar mayor experiencia práctica a los estudiantes con estancias en las empresas y la participación en proyectos didácticos pero reales.*
- ✓ *Reforzar competencias básicas como el uso de software estándar (ej. Excel) y otras herramientas.*
- ✓ *Reforzar el aprendizaje de inglés y ofrecer algunos de los cursos técnicos en este idioma.*

ii) *ITQ, IPN, ITESM, UAQ, UNAM, etc.*

- *La mayoría de empresas de manufactura y MRO manifestaron que en general encuentran personal adecuado en estas instituciones, aunque sin experiencia en el ramo.*
- *La mayoría de empresas de manufactura y MRO están interesadas en que los ingenieros tengan exposición al sector aeronáutico y manifestaron apertura para recibir residentes y tesisistas.*

Se sugirió que, además de la formación disciplinaria de ingeniería mecánica, electrónica u otra, es importante que los ingenieros sepan al menos cómo está integrado un avión, qué es un aeromotor, etc. es decir es conveniente que tengan una formación de ingeniería aeronáutica global.

Las Instituciones de Educación Superior involucradas, o la misma UNAQ, pudiesen ofrecer cursos terminales o diplomados al respecto.

Estas Instituciones podrían recurrir a expertos retirados de este sector en otros países, ya que se requiere experiencia en el ramo.

iii) *Programas academia-industria.*

- *Varias empresas están interesadas en establecer programas para formación profesional con un balance adecuado teoría - práctica.*
- *Para ello hay propuestas de colaboración entre empresas e Instituciones de Educación Superior, como el Instituto Franco Mexicano.*
- *Instituciones de Educación Superior locales que deseen trabajar más de cerca con el sector aeroespacial también podrían explorar estos esquemas.*

iv) *Posgrados.*

- *En general no hay muchos requerimientos de personal posgraduado, ya que las empresas de manufactura y MRO aún hacen poco diseño y desarrollo.*
- *No obstante, las empresas que hacen I&D sí requieren un alto porcentaje de personal con la especialización que da el posgrado en áreas como diseño mecánico, electrónica, mecatrónica, física y química.*
- *La formación de los posgrados en la región fue inicialmente aceptable y se ha mejorado mediante la interacción de algunas empresas con IES, para el diseño de programas a la medida.*
- *La opción de posgrados de tiempo parcial o al extranjero para personal que ya está trabajando no ha sido posible porque las reglas del CONACYT no autorizan el apoyo para ello.*
- *Se considera deseable negociar con el CONACYT otros esquemas que permitan flexibilidad garantizando la calidad técnico-científica de los programas.” (ACQ, 2012, Uso reservado, p.33-34)*

5.4.1 Requerimientos en Investigación del sector aeronáutico de Querétaro

Los resultados obtenidos por el estudio ACQ dentro del bloque “I+D+I” incluyen los siguientes comentarios:

“

- *Mayor cercanía de los centros con las empresas, ya que existe la impresión en estas últimas de que los centros tienen poco interés y sólo ofrecen lo que ya tienen, que no están especializados en el sector aeronáutico. Además da la impresión que no son competitivos globalmente, ya que no conocen el mercado.*
- *Lograr especialización en las capacidades de los centros, ya que hay mucha dispersión de competencias y éstas, en muchos casos, son genéricas y no tienen la profundidad que requiere el sector.*
- *Organización y clarificación de la oferta de los centros, ya que las empresas muchas veces se confunden ante ofertas aparentemente semejantes para la misma demanda.*
- *Colaboración entre centros, cuando se trate de proyectos interdisciplinarios que requieren competencias interinstitucionales para lograr mayor impacto.*

Para lograr potenciar la colaboración empresas-centros en proyectos de I&D se requiere del CONACYT:

- *Definir prioridades por sectores estratégicos con ponderaciones específicas, conforme a planes nacionales y regionales, y hacer que la competencia entre proyectos sea dentro de los sectores.*
- *Hacer más eficaces y eficientes las reglas de los Fondos de Innovación, ya que los procesos de evaluación de proyectos y asignación de fondos son muy engorrosos, tardados, y disminuyen lo atractivo de la oferta .*
- *Abrir la posibilidad de proyectos multianuales, ya que la forma actual de asignación de fondos impide la planeación de proyectos de mediano o largo alcance y limita su impacto; un proyecto de mediano plazo debe fraccionarse en varios pequeños, se pierde cerca del 50% del tiempo anual solamente en los trámites, se rompe la continuidad en su ejecución y el riesgo inhibe su planteamiento.” (ACQ, 2012, Uso reservado, p.35-36)*

El estudio siguiente se generó en las mesas de trabajo que se conformaron en el ACQ para atender cada uno de los bloques mencionados en el estudio anterior. En la mesa de “investigación y desarrollo” presidida por Patrick Tessier de Bombardier, se produjo un documento denominado: “*Tendencias de la investigación – desarrollo – innovación en la industria aeronáutica. III era del crecimiento sustentable de la aeronáutica*” (Uso

reservado, no editado) en el cual se analizan las líneas de investigación pertinentes para el ACQ. El documento menciona los siguientes retos tecnológicos generales de la industria aeronáutica moderna:

CALIDAD Y ASEQUIBILIDAD: Reducción de los gastos de viaje, aumento de la capacidad de elección de los pasajeros, transformación de los vuelos de carga, creación de cadena de suministro competitiva, capaz de reducir a la mitad el tiempo de salida al mercado.

EL MEDIO AMBIENTE: Reducción de las emisiones de CO₂, Reducción del ruido externo, reducción del NO_x y otros compuestos (hollín, CO, UHS, SO_x, partículas, etc.), fabricación ecológicamente amigable, mantenimiento y procesos de eliminación de residuos.

LA SEGURIDAD: Eliminación de vuelos controlados desde tierra, minimización de factores que contribuyen a la pérdida de control, mantener una separación segura entre aviones, minimizar riesgos atmosféricos, aproximación y aterrizaje más eficaz y seguro, operaciones en tierra más eficaces y seguras, identificación y prevención de riesgos futuros, incrementar la supervivencia y reducir las lesiones en accidentes e incidentes aéreos, métodos y herramientas para ingeniería y certificación, garantizar un rendimiento humano eficaz y fiable.

LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE AÉREO: Optimización de la utilización de la capacidad del espacio aéreo en el Sistema de Gestión del Transporte Aéreo existente, eliminar las barreras de la capacidad del espacio aéreo en el Sistema de Gestión del Transporte Aéreo, maximizar el rendimiento actual de los aeropuertos, aeropuerto del futuro, sistemas globales transparentes en las diferentes regiones.

PROTECCIÓN: Seguridad y protección de la navegación aérea y del Sistema de Gestión del Transporte Aéreo, seguridad y protección en los aeropuertos, seguridad y protección en el aire.

SEIS ACTIVIDADES ESTRATÉGICAS DE I + D + i

- 1) Transporte aéreo ecológico
- 2) Incremento de la eficiencia en el tiempo
- 3) Garantizar la seguridad y satisfacción del cliente
- 4) Incremento de la rentabilidad
- 5) Protección de los aviones y de los pasajeros
- 6) Transporte aéreo del futuro

5.4.2 Actividades de I+D+i actuales y perspectivas de las instituciones mexicanas para la industria aeronáutica

Contrastando la expresión de los miembros del Aerocluster, las actividades de las empresas radicadas en Querétaro, con los programas de investigación de la comunidad europea, se obtuvieron una lista de líneas de investigación recomendadas para Querétaro:

I. MATERIALES AVANZADOS:

- 1) *Materiales compuestos inteligentes: materiales compuestos con sensores o actuadores embebidos*
 - *Detección de daños*
 - *Monitoreo de los procesos de manufactura*
 - *Capacidad de “morphing” (adaptación de la forma de las alas en vuelo o metamorfosis de las alas)*
- 2) *Materiales compuestos más ligeros: fibras / resinas con esferas sintéticas o núcleos de espuma con propiedades mecánicas similares a los comunes*
- 3) *Reciclado de los materiales compuestos*
- 4) *Recubrimientos cerámicos novedosos para aplicaciones a altas temperaturas*

II. AEROESTRUCTURAS:

- 1) *Monitoreo de la sanidad de las aeroestructuras*
- 2) *Reparación de las estructuras de materiales compuestos*
- 3) *PLM (project lifecycle management) de aeronaves ligeras*
- 4) *Automatización de la manufactura de aeroestructuras de materiales compuestos*
- 5) *Reciclado de las aeroestructuras – Final de la vida útil de las aeroestructuras diseñadas*
- 6) *Estructuras inteligentes - Sistemas adaptativos*

III. AVIÓNICA:

- 1) *Reducción del peso (masa) de los arneses eléctricos a través de 3 actividades principales:*
 - *Nuevas definiciones de la arquitectura eléctrica*
 - *Optimización del diseño eléctrico de los arneses*
 - *Desarrollo de nuevos núcleos de cables para incrementar su conductividad*
- 2) *Armonización de los procedimientos de certificación entre Europa y América Latina.*
- 3) *Acuerdo para la determinación de las condiciones de seguridad de los UAV (Vehículos aéreos no tripulados)*
- 4) *Sistemas de visión, MEMS, sensores y todo tipo de herramientas y metodologías para sistemas aviónicos.*

IV. PROPULSIÓN:

- 1) *Materiales compuestos de matriz cerámica*
- 2) *Recubrimientos de barrera térmica*
- 3) *Enfriamiento de las turbinas de baja presión*
- 4) *Procesos mejorados (i.e. Limpieza)*

- 5) *Bancos de prueba para motores pequeños para biocombustibles*
- 6) *Demostración de tecnologías de nuevas configuraciones de componentes en prototipos de vehículos*
- 7) *Posibilidades identificadas por ITP/ITR:*
 - *Mejoras en el sellado*
 - *Caracterización de materiales*
 - *desarrollo de nuevas tecnologías de forja y fundición*

V. BIOCOMBUSTIBLE

Análisis de los requerimientos de la cadena global de suministros para la producción de biocombustibles para la aviación

Objetivo: Identificar los elementos y requerimientos para una cadena de suministros óptima que garantice la factibilidad comercial para la producción y uso de una 2a generación de biocombustibles para la aviación sobre una base global.

(ACQ-Mesa de trabajo en investigación, desarrollo propio, uso reservado)

5.5 Modelo de gestión y vinculación para una IES

5.5.1 Descripción del proyecto

Las capacidades de la UNAQ en desarrollo de proyectos tecnológicos incluyen laboratorios de última generación de reciente creación además de una planta docente especializada que incluye tanto personal especializado de nivel técnico como un cuerpo académico de nivel doctoral. Una vez determinadas las líneas de investigación prioritarias para la academia y para la industria se debe fomentar la participación de los académicos en dos campos particulares: en propuestas comerciales de proyectos tecnológicos con la industria y en solicitudes de financiamiento en convocatorias de fondos de investigación gubernamentales.

La actividad combinada permite desarrollar mayores capacidades tecnológicas a la vez que permite alcanzar la **auto-sostenibilidad** de la actividad de investigación desarrollada. Para alcanzar esta meta la propuesta avanza la necesidad de crear el **centro de desarrollo de proyectos tecnológicos de la UNAQ**, con una administración descentralizada que permita implementar reglamentaciones particulares adecuadas a los tiempos contratados por los aliados industriales y gubernamentales.

El centro de desarrollo, una extensión de la UNAQ se apoyará en su plantilla técnica y académica para desarrollar proyectos tecnológicos vinculados con la industria o con fondos de investigación gubernamentales. La actividad del centro de desarrollo será rentable, permitiendo por una parte el reparto de estímulos a los participantes y el crecimiento de sus capacidades tecnológicas, por otra parte brindará espacios de desarrollo para los estudiantes de posgrados y de actualización permanente del personal en el estado del arte aeronáutico industrial.

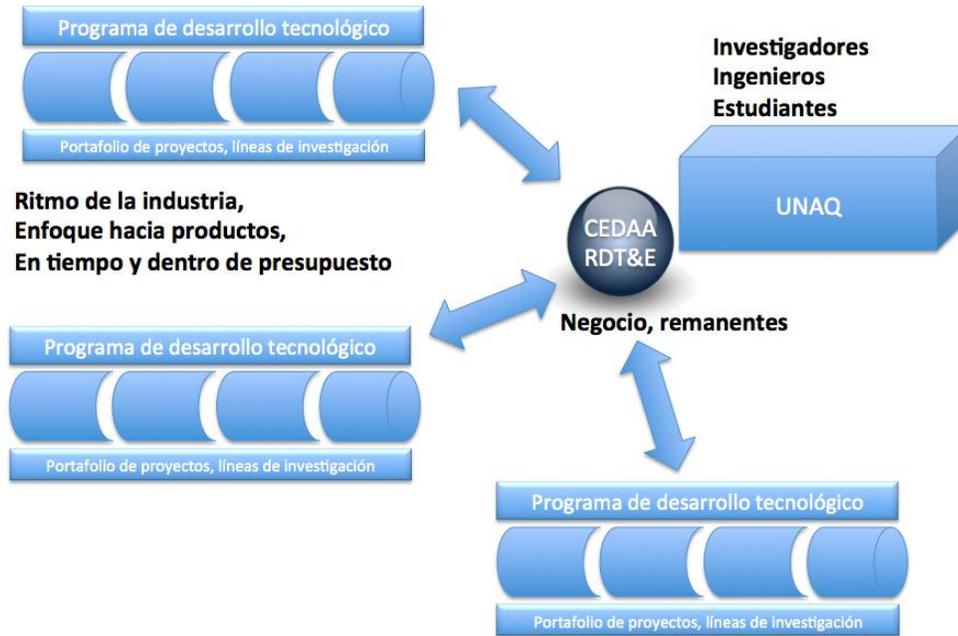


Figura 5.14. **Propuesta del Centro de Desarrollo Aeroespacial de la UNAQ.**

Elaboración propia.

Funciones del “Centro de Desarrollo”:

- Comunicar las capacidades de RDT&E de la UNAQ.
- Identificar las necesidades de RDT&E de los sectores aeroespaciales, gobierno, y demás actores e industrias.
- Elaborar propuestas donde aplicar las capacidades de la UNAQ a las necesidades detectadas
- Negociar contratos para lograr los alcances propuestos
- Administrar los esfuerzos contratados, mediante asignación de responsabilidad y autoridad, entregar los productos acordados en tiempo, forma y dentro de presupuesto

Beneficios para la UNAQ:

- Separación de responsabilidades administrativas académicas de las funciones contratadas

- Procesos eficientes, asignación de personal, para la detección, proposición, negociación, y administración de investigación contratada
- Claridad sobre la responsabilidad y autoridad para desarrollar actividades contratadas en tiempo, forma y dentro de presupuesto
- Proveer fondos para contratación de profesores/investigador a tiempo completo
- Proveer fondos para el desarrollo de capacidades y equipamiento
- Asegurar el reconocimiento nacional e internacional de las capacidades en investigación de la UNAQ

Beneficios para la industria:

- (a) Alta confidencialidad sobre el desarrollo de productos
- (b) Identificación de capacidades en RDT&E disponibles a corto plazo para complementar capacidades internas
- (c) Acceso a participaciones de bajo costo de estudiantes de posgrado
- (d) Punto de contacto único para adquirir, negociar, y administrar contratos

Beneficios para el gobierno:

- (a) Gastos compartidos/apalancados para contratación de personal altamente calificado de tiempo completo
- (b) Cumplimiento de la visión original del clúster aeroespacial
- (c) Modelo mejorado de transferencia de conocimiento y tecnología universidad/industria.

5.5.2 Elementos de evaluación de proyectos

Los elementos tomados en cuenta para la evaluación de dos escenarios contrapuestos alimentaran modelos desarrollados con los métodos de la teoría de evaluación de proyectos complementados con la teoría binomial de opciones reales. Los elementos pertinentes de entrada del modelo son los siguientes:

1. Ventas de proyectos comercializados: Proyectos tecnológicos contratados por la industria que generan remanentes, equipamiento especializado y capacidades tecnológicas. Única fuente de estímulo para el personal participante. Alto riesgo.

2. Ingresos de proyectos patrocinados: Proyectos de investigación financiados a fondo perdido por diferentes entidades de gobierno que no generan remanente pero dejan valor en equipamiento especializado y capacidades tecnológicas.
Bajo riesgo
3. Costos variables:
 - a. Gastos de venta: Representa **10%** de las ventas e ingresos.
 - b. Salarios: Representan un **30%** de “overhead” aplicado solamente a proyectos comercializados
 - c. Compensación por tiempo a la UNAQ: Representa el valor del tiempo del personal participante (media de 150 pesos/hr) solamente en proyectos patrocinados (liberación de **20%** de la carga académica por la duración del proyecto)
 - d. Insumos materiales (costos directos): **30%** de las ventas e ingresos.
 - e. Servicios tecnológicos de los laboratorios de la UNAQ: **5%** de las ventas e ingresos.
 - f. Servicios tecnológicos de otras entidades: **10%** de las ventas e ingresos.
4. Costos Fijos:
 - a. Indirectos: **4%** de las ventas e ingresos.
 - b. Servicios tecnológicos preliminares: **1%** solo de las ventas de proyectos comercializados.
 - c. Servicios de asesoría técnica y legal: **1%** solo de las ventas de proyectos comercializados.
5. Inversiones: Total de \$8,000,000.00 dividido en deuda y capital preferente.
 - a. Inversión de la UNAQ en gastos fijos del centro de desarrollo: **\$2,285,714.29** pesos para los conceptos de gastos fijos del primer año.
(Deuda a tasa del 12%)
 - b. Inversión en laboratorios y equipamiento especializado mediante la transferencia tecnológica de activo fijo de la UNAQ hacia el centro de desarrollo: Estimado en **\$5,714,285.71** pesos y considerado como capital preferente (con una tasa del 10%).

Además de los elementos de entrada se considera otro escenario donde la actividad se desarrolla desde la UNAQ sin la creación del centro objeto de la presente propuesta. En este caso contra-ejemplo no se considera inversión en laboratorio pero si un concepto de renta del **40%** de las ventas para la UNAQ. En el escenario objeto de la propuesta donde se considera la creación del centro de desarrollo implica la depreciación en 5 años correspondiente a la inversión en laboratorios y equipamiento especializado como inversión de la UNAQ a tasas preferentes del **11%** en promedio (WACC). La diferencia entre los dos escenarios consiste en la gestión independiente de los recursos generados para la optimización tanto de las actividades del centro de desarrollo como del **estímulo directo a los profesores asociados a los proyectos**. Se calculó la posibilidad de repartir el 25% de la utilidad neta como estímulo a los investigadores y utilizar el resto desde un fideicomiso para re-inversión en centro de desarrollo desde un comité directivo formado por los investigadores asociados a centro de desarrollo y activos en proyectos y un representante de la rectoría de la UNAQ.

Ambos escenarios consideran el crecimiento de las ventas por cinco años de la siguiente manera:

Ventas de proyectos comercializados con un crecimiento del **80%** anual a partir del *segundo año* desde unas ventas de **\$3,500,000.00** pesos.

Ingresos de proyectos patrocinados con un crecimiento del **50%** anual a partir del *primer año* desde un monto de **\$3,500,000.00** pesos.

5.5.3 Simulaciones

En los dos escenarios las ventas de proyectos comercializados e ingresos por patrocinados aumentan de la misma manera, 150% desde el segundo año y 130%, desde el primer año respectivamente. La Figura 5.16 muestra la evolución durante los 5 años utilizados para hacer la evaluación de la inversión total de 8 millones de pesos. Se alcanzan ventas e ingresos por un monto de \$37,984,500.00 de pesos al quinto año.

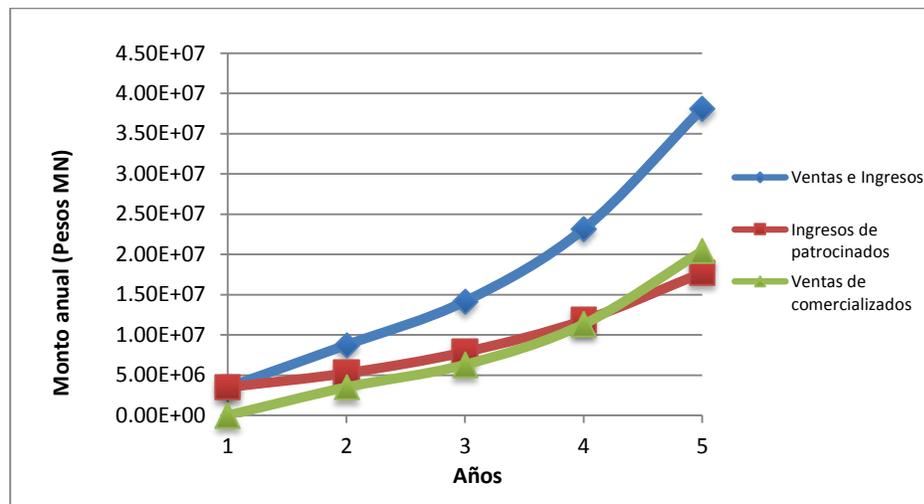


Figura 5.16. **Ventas e ingresos totales de ambos escenarios.**

Elaboración propia.

El escenario donde se paga 40% de los ingresos a la UNAQ por concepto de renta no permitió hacer ningún estudio posterior puesto que nunca genera utilidades o remanentes. La Figura 5.17 muestra las utilidades disponibles bajo este esquema donde se eliminó el concepto de inversión, en deuda y en capital preferente así como algunos rubros de costos variables como el pago de compensaciones por horas en proyectos para la UNAQ. A partir de este resultado se desechó mayor estudio del escenario de pagar una renta del 40% a la UNAQ.

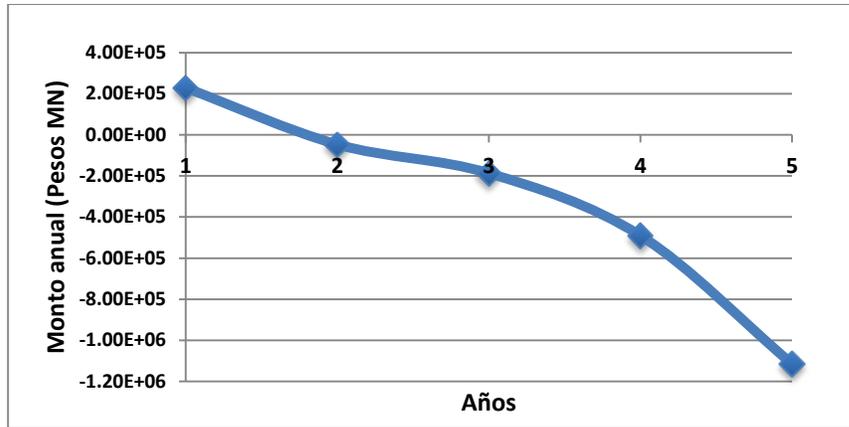


Figura 5.17. **Evolución de la utilidad disponible en el escenario 1 (40%).**

Elaboración propia

En el escenario objeto de la presente propuesta de creación de un laboratorio descentralizado (centro de desarrollo) se obtiene un crecimiento positivo y rápido de la utilidad disponible. La Figura 5.18 muestra la utilidad disponible en el caso de una gestión de proyecto como se propone con el centro de desarrollo (CDA).

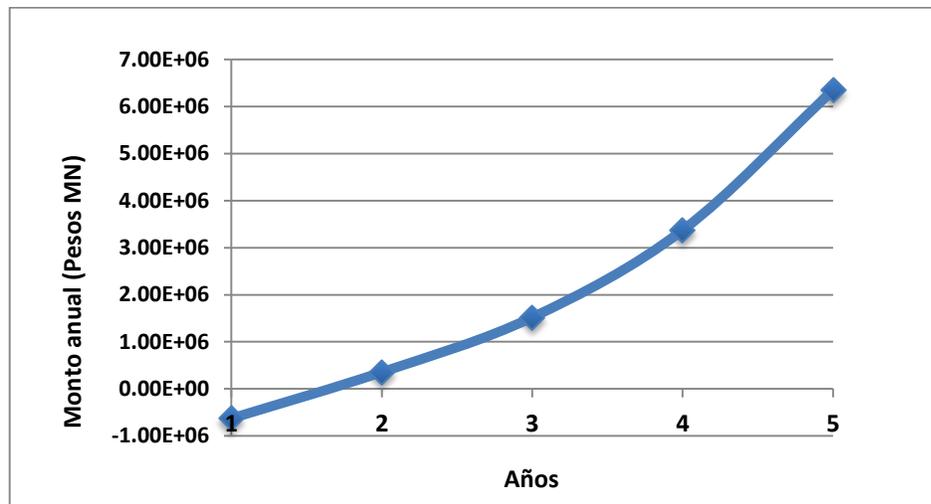


Figura 5.18. **Evolución de la utilidad disponible en el escenario 2 (CDA).**

Elaboración propia.

Se estudiaron los flujos anuales en el escenario centro de desarrollo y se llevaron a valor presente de forma que permitieron obtener el valor presente neto, VPN (\$5,537,464.67)

y la desviación estándar de los flujos (20.762%). Estos valores se utilizaron para hacer la evaluación con opciones reales tal como se muestra en la Figura 5.19.

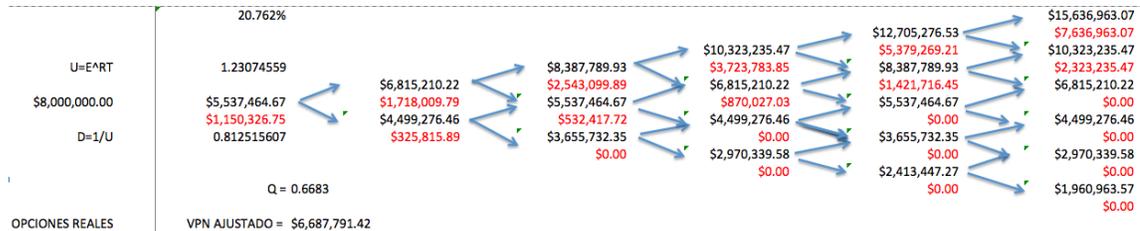


Figura 5.19: **Árbol binomial – Estimación del riesgo con opciones reales.**

Elaboración propia.

El estudio de opciones reales arroja un VPN ajustado de \$6,687,791.42 el cual expresa el riesgo del proyecto tomando en cuenta la volatilidad de los flujos. Como el valor del proyecto ajustado por el riesgo es relativamente cercano al VPN se evalúa el proyecto positivamente, con un alto grado de factibilidad. De esta forma se prosiguió a calcular el elemento sensible de liberación de estímulos para los profesores asociados en el centro de desarrollo (CDA) calculando el estímulo que pueden obtener a razón del 25% de la utilidad disponible (Figura 5.20) dividido entre el número de socios que fue creciendo conforme creció la actividad en proyectos de la siguiente manera: 3 el primer año, 3 más el segundo año, 1 más el tercero, cuarto y quinto año. En la Figura 5.20, se presentan los resultados del estímulo recibido por investigador asociado en cada año.



Figura 5.20: **Evolución del estímulo por investigador socio (CDA).**

Elaboración propia.

En la Figura 5.21 se sintetiza el cálculo del tiempo de retorno de la inversión definida en el escenario 2 (Propuesta de Gestión Tecnológica)

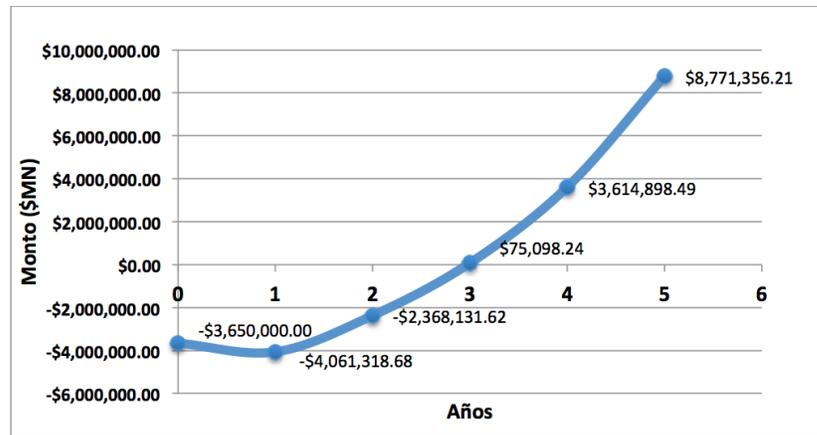


Figura 5.21: **Retorno de inversión dentro de los tres primeros años calculado con el flujo anual en el escenario 2 (CDA).**

Elaboración propia.

5.5.4 Aprobación del CDA

El ejercicio de evaluación de proyecto con opciones reales permitió comparar dos posturas diferentes para desarrollar proyectos con la industria, esto planteado como una necesidad razonable de crecimiento del posgrado de la UNAQ. Efectivamente los beneficios obtenidos por la actividad de desarrollo de proyectos en alianza con la industria incluyen la generación de espacios especializados para la formación de estudiantes de posgrado, la actualización de la planta docente en líneas de investigación pertinentes para la industria y otros beneficios intangibles como la vinculación y el prestigio de la UNAQ.

Se plantearon dos escenarios desde fundamentos opuestos. En un primer escenario se planteó la posibilidad de desarrollar proyectos desde la UNAQ considerando una cuota del 40% del valor de cada proyecto como concepto de renta. En el segundo escenario se buscó cumplir con requisitos de des-centralización de la administración de los proyectos y de los recursos obtenidos desde un esquema donde la UNAQ invierte en un laboratorio especializado (el centro de desarrollo) en un esquema de deuda y capital preferente. La inversión en deuda corresponde a los requerimiento de costos necesarios para lanzar los primeros proyectos (primer y segundo año) y la parte de capital preferente consiste en la transferencia en especie de los laboratorios especializados hacia el centro de desarrollo.

La UNAQ recibirá los intereses normales contraídos con la inversión además de los beneficios antes mencionados.

Este esquema considera dos puntos críticos para el éxito del proyecto: la gestión directa de los laboratorios por el centro de desarrollo en beneficio de los proyectos y la posibilidad de gestionar los recursos de manera a obtener remanente tanto para re-inversión conjunta UNAQ-CDA como para el reparto de estímulos a los profesores-investigadores participantes en proyectos. Es importante subrayar que el reparto efectivo de estímulo es la clave última para asegurar una participación con entrega de los profesores-investigadores. Se considera que sean beneficiarios de las actividades desarrollados en el CDA como asociados o socios consultores mientras realicen proyectos para el laboratorio des-centralizado de la UNAQ.

5.5.5 Entrevista dirigidas a académicos del posgrado de la UNAQ

¿Qué opina de la propuesta de CEDA?

Es la dirección acertada. Parte académica parte industrial. No es novedoso, ha funcionado desde hace muchos años. No es algo trivial implica mucho trabajo. La parte de auto sostenible, da miedo. Es como ponerse las pilas, echar a andar algo sin saber si va a funcionar, es como una aventura. El compromiso de los involucrados es algo muy importante. No es novedoso, fue desarrollado en varias instituciones en el mundo y en México. No funcionó en la mayoría de los casos. Hay una brecha de capacidad que cubrir antes de implementarlo. LABTA es un antecedente fallido en contraste al éxito del centro catalán del plástico. La implementación es difícil, requiere capacidad de gerencia y personal especializado en la administración como por ejemplo en adquisiciones. Hay que especificar el perfil del “manager” y del vendedor quienes deben ser especialistas.

¿Qué aspectos positivos y qué aspectos negativos ve en la propuesta CEDA?

Positivo	Negativo
<p><i>Si tienes un conocimiento aplícalo y explótalo. Voy a lo productivo, hay que sacarle el beneficio económico porque representa mucha inversión, social, gubernamental, inversión en educación. Una cadena de transferencia de conocimiento. Hay que trabajar en integración y negocios, investigación aplicada e investigación básica. El modelo de los Laboratorios Bell. Se puede comenzar con pocos proyectos, genera orden, responsabilidad social, Autonomía, vinculación con el sector privado, líneas pertinentes de investigación</i></p>	<p><i>Seguridad laboral (no habrá contratación del personal), responsabilidad social, plazas dependientes del mercado, Estímulos variables, no prevé apoyos a grupos de trabajo, no prevé inversión para cubrir la brecha de conocimiento mediante proyectos internos. Nos habían prometido plazas que no se dieron. Hay desmotivación en comprometerse. No hay confianza con la institución. Suena a más promesas.</i></p>

¿En lo personal que pudiera motivar su participación en el CEDA?

Tener la libertad de participar en las líneas que nos interesan, Asegurar los incentivos prometidos, enfocarse en desarrollo de productos no triviales, competir con el mercado, hacer transferencia de la propiedad con beneficios para el investigador, asegurar la factibilidad económica y técnico-académica. Un esquema atractivo es que yo me pagara lo de mi plaza, gano bien, tendría seguro puedo estar pensionado. En Notre Dame's solo les pagan 9 meses, entonces los otros 3 los deben cubrir de proyectos. Si me das chance de hacer proyectos en mi rubro, en mis temas de interés. Es el espíritu, es intangible pero lo siguiente es lo económico que me de comodidad relativa. Hay que darle por ejemplo incentivo a los de limpieza... Si creo que debe haber un tope máximo. Somos académicos, aunque estamos impulsando un negocio seguimos siendo académicos, tenemos una ética académica, haciendo usos de las instalaciones.

6. CONCLUSIONES

La tesis presentada para el otorgamiento del título de Doctor por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) desarrolla y aplica una gran variedad de métodos cuantitativos y cualitativos en una búsqueda efectiva para conocer las competencias de gestión y esquemas de vinculación que permiten construir un modelo que genere un alto desempeño del desarrollo y la investigación en aeronáutica. Para este cometido se llevaron a cabo estudios de caso en tres instituciones de alta tecnología, una PYME certificada en aeronáutica, un centro de investigación de la red CONACYT (CI), y una institución de educación superior (IES) dedicada a la aeronáutica.

Bajo los marcos conceptuales de la gerencia del talento en la sociedad del conocimiento, de la economía de la innovación, y de la innovación abierta: Se estudiaron las competencias de gestión en armonía con los valores implícitos en la norma AS9100C de aplicación en la industria aeronáutica. Se representó en grafos cómo se vincula el sector aeronáutico establecido en Querétaro en un esquema de innovación abierta. Se establecieron criterios para medir y para impulsar el desempeño de la actividad de desarrollo e investigación en aeronáutica. Se establecieron las líneas de investigación relacionadas a la actividad industrial aeronáutica local. Y finalmente se estableció un modelo de gestión para un alto desempeño de la investigación aeronáutica en vinculación con la industria aeronáutica.

El modelo (CDA) es actualmente implementado en la UNAQ en un proceso de desarrollo definido en el plan estratégico. Si se utiliza un indicativo como el número de propuestas en fondos para la innovación (PEI, FIT, FOMIX...) en alianza con la industria, en 2014 los montos pasan de 16 propuestas negociadas de las cuales 7 proyectos fueron apoyadas y se desarrollaron por un monto de 10 M de pesos. Solo para el Fondo PEI2015, se anunció que la UNAQ emitió 42 propuestas por un monto de \$52 M de pesos, de las cuales ganaron 12 proyectos que sumados a un FIT2016 suman \$20

M de pesos. De forma clara la integración de los conceptos de competencias de gestión abordados en la tesis en un modelo real de gestión tecnológica aplicado en la UNAQ muestra de manera temprana beneficios muy grandes con riesgos menores.

El modelo CDA se beneficia de los estudios desarrollados en la tesis. Incluye conocimiento sobre el entorno industrial y social del sector aeronáutico (el ACQ y la FEMIA) para aprovechar la cercanía y la oportunidad de intercambios cara a cara como se mostró ser benéfico en Europa (Barge-Gil A., Modrego A., 2009; Vásquez-Urriago A., 2011, Giovanni Abramo, 2009) para facilitar la colaboración en pos de la innovación. El estudio de análisis de redes puso en evidencia la voluntad de una parte de la comunidad industrial y académica en hacer proyectos de innovación. Casalet (2012) tiene razón en preguntar por qué falta mayor integración de una proveeduría local, cuándo el grafo obtenido por análisis de redes muestra que aproximadamente el 50% de las empresas no están vinculadas a las dos mayores asociaciones y a los actores académicos del sector aeronáuticos. Siendo que la innovación se diseña en alianza por lo menos de un proveedor y un productor pudiera potenciarse con la interacción de una institución académica y de otros aliados industriales con contribuciones complementarias. Fortaleciendo a la vez el desarrollo de la cadena de proveeduría local. El desarrollo constante de grafos mediante análisis de redes permitiría obtener una imagen dinámica de las interacciones en el esfuerzo de innovar del sector industrial aeronáutico, una herramienta de valor para la prospección tecnológica y la vinculación.

En el contexto definido por Drucker del trabajador del conocimiento, (Drucker, 2002) la tesis acerca lecciones y reglas de gestión para un alto desempeño (Buckingham y Coffman, 1999), complementada por la recolección empírica de la expectativa y el discurso de los investigadores en los casos de estudio presentados. Esta última prueba resultó ser definitoria para obtener parámetros EMIC, conocer el léxico de los investigadores y su aportación y construcción moral (Kottak, 2006).

El contenido ETIC provino de los rigurosos estándares internacionales impuestos al sector de la aeronáutica. Se integraron los valores imperativos de la normatividad

internacional (AS9100C), su instrumentalización y se llevó a cabo un levantamiento de elementos valorativos tras la introyección en la preparación y la certificación. De siete valores promovidos por la norma (curso Aeroconsultek 2014) los niveles directivos recuperaron cuatro en una estructura y manera propia de expresarse, dejando fuera los tres valores de categoría superior deducibles de los anteriores. Es decir que se introyectaron positivamente los valores y motivaron procesos de producción más esbeltos, controlados y eficientes.

Para medir el desempeño de la actividad de investigación se desarrollaron métodos novedosos que incluyen medición del riesgo de la inversión en desarrollo tecnológico mediante el uso de los niveles de madurez tecnológica (TRL), y un método de valoración de la tecnología para asesorar la transferencia y comercialización. El procesamiento de la información histórica empírica permitió definir líneas de investigación con mayores rendimientos, seleccionar las tecnologías maduras y valorarlas. Las entrevistas con investigadores que tienen tecnologías de alto TRL permitieron conocer los conceptos compartidos entendidos estos como requerimientos para el lanzamiento comercial de los productos tecnológicos. El modelado de un esquema de gestión financiera que cumple las expectativas recopiladas de la comunidad, de auto-sostenibilidad, rentabilidad y responsabilidad social, se alinea con los estudio sobre la motivación intrínseca (Ryan y Deci, 2000) donde el actor siente libertad de acción y reconocimiento. Finalmente, el procesamiento estadístico del valor (costo) de los diferentes niveles de madurez (TRL) permitió poner en evidencia áreas que reforzar para agregar mayor valor en los niveles más altos. Este método facilita la toma de decisiones para la dirección de la investigación y de la inversión en recursos.

Se propone mejorar el modelo presentado a la UNAQ sobre la base planteada aquí con métodos como la madurez de manufactura (MRL), la revisión por compuertas del proceso de diseño y desarrollo aeronáutico, y de la administración de proyectos. Para ello se requerirán más estudios de tipo participación observante para adaptar los métodos y esquemas al caso particular de la investigación vinculada con la industria desde una IES.

Finalmente, por lo expuesto en conclusión se afirma que la tesis contesta efectivamente a la siguiente pregunta: ¿Que competencias gerenciales y mecanismos de vinculación, en armonía con los valores implícitos en la norma AS9100C, permiten alcanzar un alto desempeño en la actividad de desarrollo e investigación aeronáutica?

Cuyo análisis permitió fundamentar afirmativamente la hipótesis:

Es posible desarrollar un modelo de competencias gerenciales y mecanismos de vinculación, complementarios a los valores promovidos por la norma AS9100C, que permitan alcanzar un alto desempeño en la actividad de desarrollo e investigación.

Si bien la tesis presenta un modelo de competencias gerenciales y mecanismos de vinculación estos se componen de técnicas, de estudios y de prácticas que pueden ser adaptadas a otros entornos institucionales mediante estudios de caso similares, se entiende que no es posible agotar todas las competencias gerenciales ni todos los mecanismos de vinculación que abonan al desempeño de la investigación y desarrollo tecnológico. Este estudio contribuyó especialmente con mostrar que la combinación de metodologías mixtas de investigación permiten adaptar métodos a instituciones particulares, poniendo especial énfasis en el contenido del discurso de los actores involucrados.

LITERATURA CITADA

- Abramo, G., D'Angelo C.A., (2009) Assessing the Technical and Cost Efficiency of Research Activities: A Case Study of the Italian University System, *Research Evaluation*, 18(1); 61-70.
- ADIAT, (2013) *El despegar de la innovación en México*, XXV Congreso, Querétaro.
- Ahuja, G., (2000) *Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study* *Administrative Science Quarterly*, 45(3); ABI/INFORM Global pg. 425-455
- Amabile, T. M., DeJong, W., y Lepper, M. R. (1976). Effects of externally imposed deadlines on subsequent intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 92–98.
- Beaudry, C., Breschi, S., (2000) Does “clustering” really help firms’ innovative activities?, *Centro Studi Sui Processi di Internazionalizzazione. CESPRI*. WP. No. 111
- Barge-Gil, A., Modrego-Rico., A., (2009) Ciencia y economía, *Arbor*, Vol. CLXXXV, 738; 757-766 / doi:10.3989/arbor.2009.738n1050
- Boschma, R., (2009) Evolutionary economic geography and its implications for regional innovation policy, *report for the OECD, version 20*.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G, Freeman, L.C., (2002) *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgatti, S.P., Foster, P.C., (2003) The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. *Journal of Management*. 29(6); 991–1013.

- Buckingham M., Coffman C., (1999) First break all the rules. What the world's greatest managers do differently. Simon & Schuster, ISBN 978-958-45-3886-4
- Cameron G., Proudman, J., Redding, S., (2005) Technological convergence, R&D, trade and productivity growth. *European Economic Review*. 49; 775 – 807.
- Casalet, M., Buenrostro, E., Stezano, F., Oliver, R., Abelenda, F., (2011) Evolución y complejidad en el desarrollo de encadenamientos productivos. Los desafíos de la construcción del cluster aeroespacial en Querétaro. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), LC/W.411*, Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Chesbrough, H., (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston.
- Chesbrough, H., (2006) Open innovation: A new paradigm for understanding industrial innovation. En H.W. Chesbrough, W. Vanhaverbeke y J. West (Eds.): *Open Innovation: Reaching a New Paradigm*, Oxford University Press, New York, 1-12.
- Congressional Budget Office. (2005) R&D and Productivity Growth: A Background Paper, *Congress of The United States*.
- Cooke, P., Gómez Uranga, M., Etxebarria, G., (1997) Regional systems of innovation: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*. 26; 475-491.
- Cooke, P. y Gómez Uranga, M. (1998): Dimensiones de un sistema de innovación regional: organizaciones e instituciones, *Ekonomiaz*, 41; 46-67.

- Danison, E., (1962) *The sources of economic growth in the United States and the alternatives before us*, Committee for Economic Development, New York. BOOK, 101-196-576
- David, P. A., Hall, B. H., Toole, A. A., (2000) Is public R&D a complement or substitute for private R&D?: A review of the econometric evidence. *Research policy*. 29(4/5); 497 – 529. Doi 10.1016/S0048-7333(99)00087-6
- Day, G.S., Schoemaker, P.J.H., Gunther, R.E., (2001) *Gerencia de tecnologías emergentes*, Vergara Business, Buenos Aires, Argentina. pag.447
- De Nooy, W., Mrvar, A., Batagelj, V., (2005) *Exploratory Social Network Analysis with Pajek* Cambridge University Press. ISBN: 9780521602624
- Deci, E. L., y Cascio, W. F. (1972). Changes in intrinsic motivation as a function of negative feedback and threats. Presented at the meeting of the *Eastern Psychological Association*, Boston.
- Deloitte-Thomson Reuters , (2010) R&D value measurement, *Life Sciences*, November.
- Directory of Companies / *Directorio Empresarial 2010 – 2011*. Queretaro Aerospace Valley.
- Drucker P.F., (2002) *Managing in the next society*. St. Martin Press, New York. ISBN 978-958-45-4080-5
- Gallaher, M., Link, A., Petrusa, J., (2005) *Measuring Service-Sector Research and Development*. Final Report, B.A RTI International is a trade name of Research Triangle Institute.
- García-Quevedo J., (2004) Do Public Subsidies Complement Business R&D? A Meta-

Analysis of the Econometric Evidence. *Kyklos* 57(1); 87–102. DOI:
10.1111/j.0023-5962.2004.00244.x

Hall, B.H., Rosenberg, N., (2010) *Handbook of the Economics of Innovation*, Volume 1,
Elsevier ISBN 10: 0-444-51995-5, ISBN 13: 978-0-444-51995-5.

Holger G., Strobl, E., (2007) The effect of R&D subsidies on private R&D. *Economica*,
2007, 74(294); 215 – 234. Doi 10.1111/j.1468-0335.2006.00547.x

Geertz C., (1957) Ethos, World-View and the Analysis of Sacred Symbols. *The Antioch
Review* 17(4); 421-437

Granovetter, M., (1973) The strength of weak ties. *Am J Sociol.* 78; 1360–1380.

Griliches, Z., (1991a) The search for R&D spillovers, *National Bureau of economic
research*. Working paper No. 3768

Griliches, Z., (1991b) The discovery of the residual: an historical note, *National Bureau
of economic research*. Working paper No. 5348

Griliches, Z. (1998) *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of
Chicago Press. ISBN: 0-226-30886-3

Harrison, B., (1992) Industrial districts: Old wine in new bottles? *Regional Studies*.
26(5); 496-483

Heslop, L.A., McGregor, E., Griffith, M., (2001) Development of a Technology
Readiness Assessment Measure: The Cloverleaf Model, *Journal of Technology
Transfer*. 26(4); 369

- Hofstede, G., Hofstede G.J., Minkov, M. (2010) *Cultures and organization: Software of the mind*, McGraw-Hill Companies, New York. ISBN: 978-0-07-177015-6
- Hulten, C.R., (2000) Total Factor Productivity: A short biography. *NBER working paper 7471*, National Bureau of Economic Research.
- Koestner, R., Ryan, R. M., Bernieri, F., y Holt, K. (1984). Setting limits on children's behavior: The differential effects of controlling versus informational styles on intrinsic motivation and creativity. *Journal of Personality*, 52; 233–248.
- Kottak, C (2006). *Mirror for Humanity*. McGraw-Hill, New York. ISBN 978-0-07-803490-9.
- Landau, D., (1986) Government and Economic Growth in the Less Developed Countries: An Empirical Study for 1960-1980. *Economic Development and Cultural Change* 35; 68
- Leydesdorff, L., and Etzkowitz, H, (1996) Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations, *Science and Public Policy*. 23; 279-286.
- Lichtenberg, F.R., (1992) R&D investment and international productivity differences. *National Bureau of economic research*. Working Paper No. 4161.
- Liker, J. (2003) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill; 1st edition, New York.
- Markusen, A. (1996) Sticky places in slippery spaces: A typology of industrial districts, *Economic geography*. 72(3); 293-313.
- Malmberg, A., Power, D., (2003) (How) do (firms in) clusters create knowledge? *DRUID, Summer Conference 2003* on: Creating, sharing and transferring

knowledge. The role of Geography Institutions and Organizations. Copenhagen
Jun 12-14.

Malmberg, A., Maskell, P., (2002) The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. *Environment and Planning A*, 34(3); 429 -449.

Mankins, J.C., (1995) Technology readiness levels, *Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA*, A White Paper.

Mankins, J.C., (2009a) Technology readiness assessment: a retrospective. *Acta Astronautica*, 65; 1208-1215.

Mankins, J.C., (2009b) Technology readiness and risk assessment: a new approach. *Acta Astronautica*. 65; 1216-1223.

Moguel, R., Guzman M. de A., (1993) *Vida comunitaria y sistema total de calidad*. Editorial de la red nacional de investigación urbana. ISBN968-6934-02-2

Morris M. W., Leung K., Ames D., Lickel B., (1999) Views from inside and outside: Intergrating emic and etic insights about culture and justice judgement. *Academy of Management. The Academy of Management Review*. 24(4); 781-796.

Nelson, R.R. y Rosenberg, N. (1993): *Technical innovation and national systems*, en OECD (2001), *Devolution and Globalization, Implications for local decision-makers*, Paris: OECD.

OECD, (2013) *Commercializing Public Research: New Trends and Strategies*. OECD Publishing.

Ohno, Taiichi (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.

- Productivity Press. (English translation ed.). Portland, Oregon. ISBN 0-915299-14-3.
- Porter, M.E., (1985) *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Collier Macmillan, ISBN 0-684-84146-0
- Porter, M. E., Clark, G., Gertler, M., y Feldman, M., (2000) *Location, Clusters, and Company Strategy*. Oxford Handbook of Economic Geography. Oxford University Press.
- Porter, M., (2003) The Economic Performance of Regions, *Regional Studies*, 37(6-7);. 549- 578.
- ProMéxico (2011), Flight Plan Mexico's Aerospace Industry Road Map, *Secretaría de Economía* 2nd. Edition
- Putnam, R.D., (2001) Social Capital: Measurement and Consequences. *Isuma: Canadian Journal of Policy Research*. 2; 41 -51.
- Reeve, J., y Deci, E. L. (1996). Elements of the competitive situation that affect intrinsic motivation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22; 24–33.
- Rivera-Batiz, L.A., Romer, P.M., (1990) Economic Integration and Endogenous Growth. *National Bureau of economic research*. Working Paper No. 3528.
- Roessner, D., (2008) *National and Regional Economic Impacts of Engineering Research Centers: A Pilot Study*. Submitted to the Engineering Education and Centers Division, National Science Foundation, under Govt. Prime Contract No. GS10F0554N/SIN 874-1, Contract No. D050513.

- Ruef, M. (2002) Strong ties, weak ties and islands: structural and cultural predictors of organizational innovation, *Industrial and Corporate Change*, 11(3); 427-449.
- Ryan R. M. y Deci E. L., (2000) Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*. 25; 54–67
- Schimtz, H. (1999) Global competition and local cooperation: Success and failure in the Sinos valley, Brazil. *World development*, 23(1); 9-28
- Scott, J. (2011) Social network analysis: developments, advances, and prospects, *SocNet*, 21-26.
- Segerstrom, P.S, (2000) The Long-Run Growth Effects of R&D Subsidies. *Journal of economic growth*. 5(3); 277-305. DOI: 10.1023/A: 1009881717993
- Senge P. M., (2012) *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*, Ediciones Granica S.A., ISBN 9506414300, 9789506414306, 490 páginas
- Sennett, R. (2000) *The corrosion of character: The personal consequences of work in the new capitalism*, W.W.Norton & Company, New York.
- Sharpe, A., (2002) Productivity Concepts, Trends and Prospects: An Overview, *The review of economic performance and social progress*.
- Smith, J., (2004). *An Alternative to Technology Readiness Levels for Non-Developmental Item (NDI) Software*, TECHNICAL REPORT, CMU/SEI-2004-TR-013, ESC-TR-2004- 013, Carnegie Mellon University.
- Solow, R.M., (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*. 70 (1); 65-94.

- Solow, R.M., (2000) *The neoclassical theory of growth and distribution*, Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review, 53, 215; ABI/INFORM Global pg. 349
- Stanton W.J., Etzel M.J., Walker B.J., (2004) *Fundamentos de Marketing*. Mc Graw Hill, 13a. Edición, de Págs. 212-219. ISBN: 970-10-3825-8
- Steudel, H.J., Mann, T., (2003) *What every employee needs to know about AS9100: A Pocket Guide to the Basics*, Copyright Harold J. Steudel
- Sveikauskas, L., (2007) R&D and Productivity Growth: A Review of the Literature, *U.S. Bureau of Labor Statistics*, Working Paper 408.
- Terleckyj, N.E., (1980) *Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries*, Chapter pages in book: Kendrick J.W., and Vaccara B.N., (eds.) *New Developments in Productivity Measurement*. UMI. 357-386, ISBN: 0-226-43080-4,
- Tornatzky, L.G., (2000) *Building state economies by promoting university-industry technology transfer*, by the national governors' association, 444 north capitol street, Washington, D.C. 20001-1512.
- United States General Accounting Office. (1991). *Best practice: Better Management of Technology Development Can Improve Weapon System Outcomes*, Report to the Chairman and Ranking Minority Member, Subcommittee on Readiness and Management Support, Committee on Armed Services, U.S. Senate.
- Vásquez-Urriago, A., Barge-Gil, A., Modrego, A., (2011) El impacto de los parques científicos y tecnológicos españoles sobre la innovación empresarial según distintos tipos de empresas. *Información Comercial Española. Revista de Economía*, 860; 73-88.

Von Hippel, E. (1988) *The sources of innovation*. Oxford University Press, New York.

Wasserman, S., Faust, K., (1994) *Social Network Analysis. Methods and Applications*
Cambridge, University Press. ISBN: 9780521387071

Zuckerman, M., Porac, J., Lathin, D., Smith, R., y Deci, E. L. (1978). On the importance of self-determination for intrinsically motivated behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 4; 443–446.

Referencias electrónicas:

- Barker, E. M., (2002) Aerospace's AS9100 QMS Standard, recuperado de <http://www.qualitydigest.com/magazine/2002/may/article/aerospace-as9100-qms-standard.html#>
- Becerril, D., (2012) Próspera cluster aeronautico en Querétaro. *El Economista*, recuperado en <http://eleconomista.com.mx/estados/2012/05/09/prospera-cluster-aeronautico-queretaro>
- Boeing forecast 2013, World Air Cargo Forecast (acceso libre en línea)
- Market forecast 2013-2032, Business Aircraft, Bombardier 2013 (acceso libre en línea)
- Market Outlook 2012-2031, Embraer, 2013 (acceso libre en línea)
- Europe Flightpath 2050, 2011 (acceso libre en línea)
- Prieregistrar, referencia en línea, recuperado en <http://www.prieregistrar.org/Aerospace-Standards/AS9100-standard.html>
- Publicaciones de la SAE AS9100, recuperado en <http://www.sae.org/iaqg/publications/standards.htm>
- Royo, S. (2005). “*Diseño y realización de entrevistas*” a NTP 107, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, recuperado en línea.
- The Global Competitiveness Report 2012-101, (2013) *World Economic Forum Geneva*, autor Schwab K, recuperado en www.weforum.org/gcr.

ANEXO UNO: Entrevista a directivos

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS DIRECTIVOS DE LA PYME.

La presente entrevista tiene por objeto conocer los valores aportados y transferidos a la PYME tras el proceso de preparación a la certificación AS9100C y las auditorías de certificación AS9000C como previó en el proyecto PROCEI 2012 desarrollado por Labta, un programa de los tres centros de investigación CONACYT erradicados en Querétaro.

Se recomienda contestar de forma coloquial en forma de conversación las generalidades planteadas desde la perspectiva del entrevistado.

1. ¿Por qué decidió CENIT certificarse AS9100C?
2. ¿Qué se observa como cambios en CENIT que pudieran atribuirse al proceso de certificación?
3. ¿Hubo un cambio en la filosofía de CENIT antes de certificarse hasta después de la certificación, si sí o no, cuáles son esos valores que finalmente empatan con la industria aeronáutica?

ANEXO DOS: Cuadro de frecuencia a directivos

Entrevistado/ Puntos	1. ¿Por qué decidió CENIT certificarse AS9100C?	2. ¿Qué se observa como cambios en CENIT que pudieran atribuirse al proceso de certificación?	3. ¿Hubo un cambio en la filosofía de CENIT antes de certificarse hasta después de la certificación, si sí o no, cuáles son esos valores que finalmente empatan con la industria aeronáutica?
Socio 1 (Grado Doctor)	Vemos oportunidades de crecimiento en el sector aeronáutico. Sin este financiamiento a lo mejor todavía ni estaríamos interesados.	Estos sistemas de calidad no son una carga realmente. Debe de ser algo muy sencillo algo que ayude a tener repetitividad en procesos, reproducibilidad y repetitividad. Aprendimos a ver que los sistemas de calidad sean más reales más sencillos, fáciles de seguir. Cumplir con su parte que le toca para que los demás puedan también avanzar y que funcione todo eso como engranes sincronizados.	Si el personal de una empresa no está disponible a certificarse o a que la certifiquen no lo va a hacer porque mucho de esto tiene que ver con la disponibilidad de las personas, entonces en este sentido yo siento que las personas ya son diferentes Yo creo que haber logrado la norma es producto que el mismo personal tuvo que cambiar, ya no buscar ver en su compañero de trabajo alguien que le cae gordo, y bueno que si le cae gordo ok, pues es otra cosa y ya no tienen que mezclarlo con el trabajo. La puntualidad... la auto sustentabilidad... Certeza.
Socio 2 (Grado Doctor)	La idea fundamental pues es en pensar a hacernos de las herramientas para poder competir a nivel internacional. La idea en resumen es tenemos visión de negocio a mediano y largo plazo de oportunidades de realizar trabajos de alto valor agregados que son competidas a nivel internacional, y que no podemos quedarnos atrás, debemos que competir.	Todo ese proceso que llevamos de certificación con visión propia, lo estamos aplicando al desarrollo de los proyectos que tenemos con otras entidades. La auditoría tiene como finalidad hacer conciencia de las partes que podemos mejorar, y eso, pues es para todos. Los siento más íntegros, el problema no es lo que pueda fallar, el problema es tratar de ocultar esas fallas, el problema no es si tengas o no un error, el problema es cómo le hacemos para documentarlo , exponerlo para tratar de resolverlo.	Una parte muy muy muy importante del sector aeronáutico es la parte de la integridad, que yo lo resumo de una manera muy sencilla haz lo que dices y di lo que haces. Eso tiene mucha importancia sobre todo el aspecto seguridad. Lo más importante es esta parte de la integridad, yo creo que todo se deriva de ahí, cuestiones de seguridad, cuestiones de manejo de información, orden, todo viene, todo viene de si uno es integro yo creo se desprenden muchos beneficios.

Director Administrativo (Grado Ingeniería)	<p>La industria aeroespacial en Querétaro está en su punto, entonces vimos nosotros también mucho potencial entendimos vimos también nosotros que podíamos. Podría haber sido la parte económica por el costo pero entramos fuimos seleccionado con apoyo de gobierno y teníamos todo de nuestra parte entonces esa fue la motivación.</p>	<p>La organización de nuestros procedimientos, de nuestros procesos eso fue el gran cambio. Una certificación es facilitar las cosas. Quitar procesos obsoletos que nos son necesarios y no agregan valor mejor quitarlo. Hicimos procedimientos más esbeltos y quitamos cosas que no son necesarias. Estamos en el proceso de hacerles saber a los empleados los beneficios de la certificación. Es un reto hacerle creer al personal que es bueno.</p>	<p>Lo que nos pide la industria es honestidad. De ahí respeto, para los trabajadores y los demás, hay un proceso que deben respetar, y si lo siguen todo va a estar bien. Sobre todo también liderazgo... ya no estamos al mismo nivel de otras PYMES.</p>
---	--	--	--

ANEXO TRES: Clasificación TRL

AÑO	#	CLIENTE	NOMBRE DEL PROYECTO	INICIO	TÉRMINO	LÍDER	# PART	MONTO	ÁREA	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	TRL
1991			Desarrollo de un sistema de pretratamiento al effluente de la ampliación poliéster fibra corta	septiembre-91	junio-93		4	\$32,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
1992			Estudio de caracterización y tratabilidad del effluente del Municipio de Pedro Escobedo	junio-92	julio-93		2	\$23,700.00	DESARROLLO	AGUA	3
1992			Pruebas y diseño de un sedimentador de alta tasa para separar sólidos sedimentables del hipoclorito de sodio.	septiembre-92	abril-93		2	\$15,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	4
1995			Estudio de evaluación de la operación de un sedimentador lamella a nivel piloto y diseño básico	agosto-95	marzo-96		2	\$15,290.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
1995			Validación en planta del proceso para el tratatamiento de aguas de pozo en Huimanguillo, Tab.				1	\$37,900.00	DESARROLLO	AGUA	2
1995			Filtrado morfológico y dinámica: aplicación a la segmentación de imágenes.	febrero-95	mayo-97		2	\$181,866.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	3
1995			Diseño y construcción de un reactor electrolítico de membrana	marzo-95	abril-01		4	\$549,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	3

1996			Rehabilitación integral de los embalses infestados por malezas acuáticas, caso de la presa La Soledad	agosto-96	diciembre-99		3	\$500,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
1997			Estudio de Factibilidad de la eliminación de materia orgánica en Acido Sulfúrico negro	enero-97			1	\$15,290.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
1997			Certificación del protocolo de pruebas para la utilización del residuo denominado NKO como combustible alterno	febrero-97	diciembre-97		1	\$19,850.00	DESARROLLO	ENERGÍA	2
1997			Estudio de evaluación de la operación de un sedimentador lamella a nivel piloto y diseño del mismo, Parte II	marzo-97	julio-97	quiz	2	\$16,990.00	DESARROLLO	AGUA	2
1997			A. - X Evaluar el proceso de estañado en sus diferentes etapas y establecer los procedimientos técnicos que permitan el control del mismo y de los productos obtenidos	abril-97	abril-98		1	\$76,000.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
1997			X Evaluar el proceso de estañado en sus diferentes etapas y establecer los procedimientos técnicos que permitan el control del mismo y de los productos obtenidos	abril-97	abril-98		1	\$76,000.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2

1997			de	Selección y suministro de un filtro prensa y realización de pruebas de tratabilidad a tres muestras de aguas residuales	septiembre-97	diciembre-98	J	iz	1	\$34,782.61	DESARROLLO	AGUA	2
1997			A.	Preselección de información y pruebas de laboratorio para la remoción de grasas y aceites, cloruro de sodio, dureza, fósforo total, sólidos suspendidos y jabones del agua del sistema de tratamiento de aguas residuales	octubre-97	mayo-98	J	iz	1	\$35,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
1997				Curso de Capacitación en el área de corrosión					1	\$15,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	2
1997			n lgo	Desarrollo de depositos anticorrosivos de aleaciones de Zn-Co					1	\$1,034,800.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
1997			de	Selección y suministro de un filtro prensa y realización de pruebas de tratabilidad a tres muestras de aguas residuales					1	\$34,782.61	DESARROLLO	AGUA	2
1997			de	Curso de Electroquímica y de Tratamiento de Aguas						\$45,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
1997			n lgo	Diseño y construcción de un reactor electrolítico de membrana	marzo-97	abril-01	Y M		4	\$549,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	3

1997			Suministro y arranque de una planta para tratar 20 m3 / día de agua residual derivada del lavado de camiones tolva para obtener agua tratada para su reuso en el mismo lavado de camiones	junio-97	marzo-08	2	\$310,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
1997		an algo	Desarrollo de un paquete tecnologico de un sistema integral para la reducción, tratamiento y reuso de las aguas residuales de la industria textil			1	\$286,600.00	DESARROLLO	AGUA	3
1998			Mecanismo de acción de inhibidores de corrosión	enero-98	enero-99	1	\$947,752.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
1998			Segmentación de imágenes: estudio de una familia de filtros no crecientes y una familia multiescala de filtros morfológicos conexos	enero-98	febrero-00	1	\$262,159.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
1998			Modificación Superficial con Materiales Dendríticos. Substratos para Estudiar el Transporte Electrónico en Geometrias Restringidas y Para la Construcción de Dispositivos Fotoelectroquímicos, Electrocatalíticos y Electroanalíticos	junio-98	abril-01	1	\$70,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
1998		IGUI	Instalación de un polipasto para una línea de galvanizado	junio-98	julio-98	1	\$45,000.00	DESARROLLO	ELECTRODEPÓSITOS	2

1998			Determinación los parámetros de operación para la electrodiálisis del sulfato de sodio para la obtención de sosa cáustica al 30% y ácido sulfúrico.	julio-98	octubre-98	ico teda	1	\$50,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
1998			Mecanismos de acción de inhibidores de corrosión	diciembre-98	diciembre-03	y	1	\$390,000.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
1998		xico, .	Curso sobre "Procesos de obtención de recubrimientos por vías química y electroquímica"				1	\$10,000.00	DESARROLLO	ELECTRODEPÓSITOS	2
1998		l quez	Diseño y fabricación de una planta modular de tratamiento de aguas residuales para uso didáctico y de investigación en laboratorio	marzo-98	octubre-01	nas	1	\$759,855.00	DESARROLLO	AGUA	3
1998			Optimización del proceso de cromado de válvulas	mayo-98	diciembre-99	es ya	2	\$825,000.00	DESARROLLO	ELECTRODEPÓSITOS	3
1998		IGUI	Instalación de una línea de Zinc-cromatizado	mayo-98	julio-98		1	\$379,731.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	3
1998		store ?	Suministro, instalación, arranque y pruebas de tratamiento de aguas residuales con tintas A.P.	julio-98	diciembre-99	es	1	\$29,240.00	DESARROLLO	AGUA	3
1998		o y CCI	Suministro de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del lavado de trailers	septiembre-98	julio-99	quez	1	\$480,000.00	DESARROLLO	AGUA	3

1998		Onest	al de . de	Renta de un módulo piloto de tratamiento de aguas residuales				1	\$9,450.00	DESARROLLO	AGUA	3
1998				Desarrollo de un paquete tecnológico de un sistema integral para la reducción, tratamiento y reuso de las aguas residuales de la industria textil	enero-98	marzo-01	n uez	1	\$286,600.00	DESARROLLO	AGUA	5
1999			S AL	Estudio de tratamiento de aguas residuales	febrero-99	mayo-99	ya	1	\$96,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
1999			EX	Electrodepósitos de zinc utilizando polvos de óxido de zinc como materia prima - Estudio de factibilidad de recuperación de zinc por electrodepósito en medio sulfúrico utilizando polvos de óxido de zinc-carbonato de zinc como materia prima	abril-99	diciembre- 99		1	\$29,970.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
1999			ji	Diseño de un sistema de tratamiento de las aguas residuales	abril-99	diciembre- 99	a	1	\$175,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
1999				Diseño de ingeniería básica y de ingeniería de detalle para la construcción de una planta piloto de aguas residuales	mayo-99	febrero-00	n uez	1	\$320,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
1999				Desarrollo de métodos de obtención de gráficas de intensidad potencial por voltametría cíclica	julio-99	septiembre- 99	co eda	1	\$121,750.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2

1999			S.A.	Diseño, supervisión de la construcción, prueba y arranque de una planta para la producción de 1,600 ton/año de hidóxido de potasio y la producción de ácido clorhídrico.	mayo-99	diciembre-04	1	\$3,094,740.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	3
1999				Diseño y fabricación de un equipo para el estudio de la corrosión en zonas de oleaje	junio-99	diciembre-01	1	\$85,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	3
1999				Diseño, suministro y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias, desmineralización de agua de pozo y bordo de capacitación,	julio-99	febrero-00	1	\$2,144,923.50	DESARROLLO	AGUA	3
1999			S.A.	Planta de tratamiento de aguas residuales industriales para el efluente de la línea de fosfatizado	diciembre-99	mayo-01	1	\$2,080,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
1999	227		n algo	Estudio y desarrollo de un sistema de purificación de agua para pequeñas comunidades	enero-99	diciembre-02	1	\$390,000.00	DESARROLLO	AGUA	5
2000				Desarrollo de Sistemas Aditivos Orgánicos Para el Electrodeósito de Aleaciones de Cinc a Partir de Baños Alcalinos no Contaminantes	enero-00	diciembre-03	1	\$715,908.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2

2000			Q	Disminución del consumo de agua en la industria de la galvanoplastia mediante el reuso de efluentes tratados por técnicas electroquímicas	enero-00	diciembre-03		1	\$88,400.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2000			n lgo	Desarrollo de protocolos de análisis de recubrimientos y de control de procesos de galvanoplastia basados en técnicas ópticas.	enero-00	septiembre-03		1	\$180,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2000				Transferencia de tecnología en analisis de aguas	marzo-00	mayo-01	uis	1	\$100,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2000				Electrodepósitos de aleaciones de zinc con materiales del grupo del hierro	abril-00	diciembre-02		1	\$91,000.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2000			V	Recubrimientos Duros Para Aplicaciones en Herramientas Industriales	junio-00	junio-05	ico quez	1	\$86,790.40	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2000			n lgo	Mapa de corrosividad atmosférica para los estados de Querétaro y Guanajuato	noviembre-00	septiembre-03		1	\$267,538.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2000			n lgo	Desarrollo de la tecnología de purificación del ácido fosfórico mercantil por electrodiálisis	febrero-00	septiembre-02	an o	1	\$305,236.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	3
2000			-	Suministro, construcción y arranque de una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias	septiembre-00	julio-01	s a	1	\$1,500,560.00	DESARROLLO	AGUA	3

2000		ÉC	Sist. Eliminación de sólidos suspendidos en agua desmineralizada				1	\$134,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
2000		S.A.	Suministro, instalación y puesta en operación de una línea de fosfatizado	febrero-00	diciembre-00		1	\$6,999,080.40	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	8
2001			Modificación de Superficies con Polimeros Dendriticos, Diseño y Construcción de Nuevos Materiales Para aplicaciones en Electroquímica	enero-01	febrero-04		1	\$1,399,350.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2001			Desarrollo de algoritmos geneticos para la gestión óptima de la producción en plantas de galvanoplastia	marzo-01	enero-04		1	\$91,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2001			Fito-remediación y Bioadsorción Para el Uso Sustentable del Agua	junio-01	junio-04		1	\$302,044.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2001		C.	Asistencia Técnica para el desarrollo de solución integral para el tratamiento y reusos de efluentes acuosos en el sector terminal de almacenamiento y distribución de azufre del CPG Área Coatzacoalcos.	octubre-01	enero-02		1	\$300,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2002		Q	Recuperación y Clacificacion de Informacion del Sistema de agua del Estado de Querétaro	abril-02	noviembre-03		1	\$100,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2

2002			Q	Desarrollo de Un Baño Electrolytico alcalino, libre de cianuros para obtener recubrimientos de Zinc protectores contra la corrosión	agosto-02	diciembre-03		1	\$120,000.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2002			esa,	Prevención de la corrosión en alambre y cable de acero desnudo.	febrero-02	diciembre-02		1	\$115,300.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	3
2002			to o	Elaboración del proyecto ejecutivo de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la cabecera municipal de Santa Catarina Gto.	marzo-02	octubre-02		1	\$381,997.80	DESARROLLO	AGUA	3
2002			s,	Elaboración de un diseño básico y de detalle de una celda de electrofloculación para tratamiento de aguas, para un flujo de 1 lps.	julio-02	mar 03		1	\$1,000,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	3
2002			l e e bras	Planta de tratamiento de aguas residuales del Hospital del Niño y la mujer	febrero-02	diciembre-02		1	\$4,371,250.00	DESARROLLO	AGUA	4
2002			e ,	Planta de tratamiento de efluentes municipales del romeral, El Romeral, Corregidora, Qro.	diciembre-02	marzo-03		2	\$726,763.76	DESARROLLO	AGUA	4
2003	291		onal ña	Mantenimiento preventivo-correctivo de la planta de tratamiento de aguas residuales y planta desmineralizadota de agua de pozo	abril-03	marzo-04		3	\$274,104.00	DESARROLLO	AGUA	2

2003	290		Estudio de la Noción de Clase Conexa y el Concepto de Marcadores en el Filtrado Morfológico y en la Segmentación de Imágenes	abril-03	abril-06		1	\$293,920.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2003	446		Estudio de análisis y evaluación de opciones de tratamiento de aguas residuales generadas por la operación de una planta extractora de aceite de palma africana en Acayucan, Ver.	junio-03	julio-03		1	\$67,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2003	293	ION CYT	Desarrollo de Aleaciones Anticorrosivas Cinc-Manganeso	junio-03	diciembre-04		1	\$335,113.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2003	297	a de	Estudio de factibilidad técnica, económica y financiera para la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la Cabecera Municipal de Penjamo, Gto.	agosto-03	diciembre-03		1	\$247,703.93	DESARROLLO	AGUA	2
2003	2000		Tratamiento de suelos contaminados con metales mediante el lavado de suelos	octubre-03	noviembre-04		1	\$59,317.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2003	2002		Eliminación de arsénico de agua de pozo por medio de un sistema combinado de ozonización y disolución electrolítica de hierro	diciembre-03			1	\$50,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2003	298/ 3020	rial T 300	Diseño y Construcción de una Celda de combustible Tipo PEMFC de H2/O2	septiembre-03	abril-07		1	\$2,000,000.00	DESARROLLO	ENERGÍA	3

2003	1000		Suministro e instalación de una planta multifuncional, llave en mano, de purificación de agua con características didácticas	octubre-03	abril-04		1	\$903,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
2003	1001		Diseño, suministro, montaje, arranque y estabilización de una planta de tratamiento de aguas residuales	octubre-03	mayo-04		1	\$478,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
2003	294	L	Diseño, Construcción y Optimización de un equipo de bajo costo para la Desinfección y Lavado de Vegetales	diciembre-03	junio-05		2	\$375,000.00	DESARROLLO	AGUA	6
2004	1003	A	Estudio ejecutivo para separar agua residual	marzo-04	enero-05		1	\$433,375.00	DESARROLLO	AGUA	2
2004	3005	NO SOS ES Q	Sustentabilidad del sistema de agua en la región Querétaro de la cuenta lerma-chapala	marzo-04	abril-06		2	\$30,400.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2004	2003		Implementación y validación de métodos de tratamiento de residuos peligrosos generados en laboratorios de investigación	marzo-04	noviembre-04	isco quez	1	\$29,426.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2004	3003	o el (CE Q)	Eliminación de Plomo y Manganeso de Aguas Potencialmente Potables por Medio de Absorción en un Carbon Activado Tratado Electroquímicamente.	abril-04	julio-05	o ras	1	\$353,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2

2004	1005	Z	Proyecto de estudio de factibilidad y la ingeniería básica del sistema de conducción y tratamiento de aguas residuales generadas en la ciudad de ISLA, Veracruz	abril-04	octubre-04	nas	1	\$517,356.57	DESARROLLO	AGUA	2
2004	1009	de	Investigación y desarrollo de un proceso electroquímico para obtener cromato de plomo a partir de plomo	junio-04	julio-04	y	1	\$34,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2004	1007	Agua ato	Ingeniería básica para el sistema de tratamiento de aguas residuales de la cabecera municipal de Salvatierra Guanajuato	julio-04	noviembre-04	fo	1	\$301,010.35	DESARROLLO	AGUA	2
2004	1008	Agua ato	Ingeniería básica para el sistema de tratamiento de aguas residuales de la cabecera municipal de Valle de Santiago	julio-04	octubre-04	fo	1	\$305,756.17	DESARROLLO	AGUA	2
2004	1010	Agua ato	Ingeniería básica y proyecto de licitación para la construcción de la planta de tratamiento, en la cabecera municipal de Pénjamo, Gto.	julio-04	septiembre-04	fo	1	\$239,212.94	DESARROLLO	AGUA	2
2004	3006	Q	Síntesis electroquímica de percarbonato de sodio para su uso en tratamiento de aguas	julio-04	julio-05	y	1	\$75,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2

2004	1011	Se ag sa al de S.L. (S	Consultoría integral especializada, técnica y administrativa para el proyecto de construcción de la planta de tratamiento del agua residual municipal de la Cd. de Matehuala, S.L.P. Actualización del programa de acciones que tiene comprometido SAPSAM ante la CNA de SLP	agosto-04	septiembre-04		1	\$35,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2004	1013	Q C	Obtención y evaluación de desempeño de fosfatados a base de zinc, níquel y manganeso sobre rines de acero.	octubre-04	abril-06		1	\$810,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	2
2004	3002	C FC Ed G	Proteccion de monumentos y piezas historicas de metal o piedra con la aplicación de aerosol, brocha y/o permeación electroforetica de electroforetica de materiales hibridos polímero-vidrio inertes y de gran adaptabilidad	marzo-04	marzo-06	J érez	1	\$470,000.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	3
2004	2004	C	Determinación de una tecnología y estimación de los costos de una planta piloto para la remoción de flúor de agua de pozo potencialmente potables.	mayo-04	¿?	C o ras	1	\$70,716.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	4

2004	3007		Desarrollo de una tecnología fotoelectroquímica para la generación insitu del reactivo de fenton, aplicación de la potabilización del agua para comunidades rurales	diciembre-04	diciembre-07		1	\$1,580,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	4
2004	2005		Prueba de tratabilidad biológica de los residuos sólidos generados en un rastro	mayo-04	¿?		1	\$104,029.60	INVESTIGACIÓN	AGUA	6
2004	3001		Integración de la Energía Solar con Celdas Combustible	marzo-04	marzo-06		2	\$561,204.00	DESARROLLO	ENERGÍA	7
2004	1012		Fabricación, instalación y puesta en operación de un sistema para la Generación de Hipoclorito de sodio	septiembre-04	may05		2	\$415,424.03	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	7
2005	1015		Implementación del control de baño de bronceado de alambre para ceja de llanta	enero-05	¿?		1	\$550,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	2
2005	3008		Diseño y construcción de superficies modificadas empleando conceptos de química supramolecular, desarrollo de dispositivos orientados a la detección, cuantificación y sistemas de aminoácidos y Cationes	enero-05	diciembre-07		1	\$662,500.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2

2005	1014		Ingeniería básica para el proyecto de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales de la ciudad de Matehuala S.L.P.	enero-05	diciembre-06		1	\$846,700.00	DESARROLLO	AGUA	2
2005	3010	G-	Estrategia estatal para el manejo de lodos de tratamiento de aguas residuales	junio-05	marzo-06	scosuez	1	\$267,393.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2005	3014	DO.	Estudios de métodos para el tratamiento de aguas residuales industriales con fines de reutilización	noviembre-05	mayo-06	oz	1	\$204,836.91	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2005	¿?		Factibilidad ing .Básica PTAR valle de santiago			fo	1	\$305,757.00	DESARROLLO	AGUA	2
2005			Ing.Básica de PTAR salvatierra			fo	1	\$301,010.00	DESARROLLO	AGUA	2
2005	1018	SA	DIAGNOSTICO PARA LA REDUCCION DE LA VARIABILIDAD DE ESPESOR EN EL PROCESO DE PINTURA EN POLVO PARA PERFILES DE ALUMINIO	noviembre-05			1	\$373,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	3
2005	3004	orial CY	Aprovechamiento de las cenizas que se generan en las centrales generadoras que utilizan carbón como combustible	enero-05	diciembre-05	e érez	1	\$533,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	4

2005	1017		SUMINISTRO E INSTALACIÓN Y ARRANQUE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SANITARIAS PARA EL CIDESI	octubre-05	mayo-06		1	\$794,000.00	DESARROLLO	AGUA	8
2006	3012	L	Descripción Cinética de procesos de adsorción-desorción en electrodos mediante perturbaciones moduladas sobre la capacitancia de la doble capa	enero-06	diciembre-08		1	\$252,250.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2006	3017	- ADO	Desarrollo de un baño electrolítico para obtener recubrimientos de aleación cinc-manganeso (Zn-Mn) protectores contra la corrosión de sustratos ferrosos	marzo-06	marzo-07	el	1	\$192,550.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2006	3018	- ADO	Desarrollo de nuevas técnicas electroquímicas de suavización y desinfección del agua.	marzo-06	abril-07	y	2	\$200,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2006	3011	- ADO AS	Tratamiento de suelos contaminados con agroquímicos mediante el acoplamiento del lavado de suelos y procesos de oxidación avanzada	abril-06	marzo-08	isco uez	6	\$150,000.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2006	1021	TIC	Supervisión técnica de los trabajos de limpieza y rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas	mayo-06	diciembre-06	s	1	\$52,700.00	DESARROLLO	AGUA	2

2006	3019		Tratamiento de suelos en zonas mineras mediante el uso de biosólidos	junio-06	may 09		6	\$613,000.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2006	3023		Modelo hidrológico distribuido con regulación de caudal en zonas urbanas. Estudio de la problemática de inundaciones en la Cd. de Querétaro. Calidad del agua	junio-06	mayo-07		3	\$164,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2006	5007		Desarrollo de un baño de cobre libre de cianuro y sin electricidad para la obtención de recubrimientos metálicos	julio-06	marzo-07		1	\$10,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2006	5001		Estudio del comportamiento de aleaciones base molibdeno como alternativas de sustitución de cromo hexavalente	agosto-06	agosto-07		1	\$10,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2006	5006		Determinación de parámetros cinéticos en el tratamiento de agua residual contaminada con hidrocarburos mediante el uso de un sistema de lodos activados con aireación prolongada	septiembre-06	septiembre-07		1	\$10,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2006	5004		Estudio de la síntesis de un material híbrido formado por dióxido de manganeso y carbón activado con potencial aplicación en la adsorción de iones	septiembre-06	agosto-08		1	\$10,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2006	3025	SIAI	Optimización del proceso de cristalización para fármacos	septiembre-06	septiembre-07		1	\$230,000.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2

2006	3029		/CO	Oxidación electrolítica de glucosa para la producción de fármacos	octubre-06	octubre-08	co meda	1	\$415,000.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2
2006	1030			Evaluación de muestras de acero fosfatizado tricatónico	diciembre-06			1	\$75,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	2
2006			-V	DISEÑO Y CONST. DE SUPERFICIES MOD. EMPLEANDO CONCEPTOS DE QUIMICA SUPRAMOLECULAR			ez	1	\$3,216,681.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2006	3016		AN	Desarrollo de sistemas eléctricos autónomos basados en dispositivos híbridos solar fotovoltaico-hidrógeno-celda de combustible para zonas rurales	enero-06	enero-08		2	\$700,000.00	DESARROLLO	ENERGÍA	3
2006	1020			PRUEBAS DE ELCTROFORMADO DE PANEL DE 40 X 50	enero-06	abril-07		2	\$190,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	4
2006	5002			Ingeniería de una planta de remoción de flúor con hidroxapatita con una capacidad de 20 lps con opción de recuperación regenerante	agosto-06	septiembre-97	ndez	1	\$20,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	4
2006	1029		ÓN	Proyecto para producir biogás y calor en una lechería de mediana capacidad, aprovechando la energía en usos productivos	agosto-06	agosto-07	o	1	\$250,000.00	DESARROLLO	ENERGÍA	4
2006	1022			Diseño, construcción y suministro de una planta para la producción de sosa mediante electrodiálisis, a partir de sulfato de sodio	junio-06	abril-07	co meda	1	\$1,350,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	5

2006	1024		DE	Suministro de un sistema de electrodiálisis de laboratorio	julio-06	abril-07		1	\$129,700.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	5
2006	3028		EDO.	Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas y pluviales de las localidades ribereñas a la Laguna de Yuriria	octubre-06	abr 08		1	\$484,300.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	5
2006	1028		al	Fabricación de prototipos para paneles de níquel electroformado para el GTM	septiembre-06	agosto-07		2	\$700,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	6
2006	3015		TO	Diseño y construcción de un generador de hipoclorito de sodio que opere con apoyo de energía solar	enero-06	abril-07		2	\$690,000.00	DESARROLLO	ENERGÍA	7
2006	3013		ADO GO	Implementación de métodos electroquímicos para la remoción de color y olor en aguas residuales industriales y propuestas de normas de control para estos parámetros.	enero-06	diciembre-08		1	\$497,604.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	7
2006	1027		ES	Diseño, construcción, equipamiento, arranque y estabilización de una planta de tratamiento biológico anaerobio de las aguas residuales de Cd. Valles, S.L.P.	agosto-06	¿?		1	\$1,280,500.00	DESARROLLO	AGUA	8
2006	1025		A	Adquisición de accesorios para la puesta en operación de dos sistemas para generación de hipoclorito de sodio con fines de desinfección	agosto-06	diciembre-06		1	\$114,320.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	8

2006	3030		AS	Diseño y desarrollo de un proyecto tipo para el pretratamiento de las aguas residuales azules procedentes de las aeronaves	noviembre-06	mayo-07	to ras	1	\$525,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	8
2007	3034		EDO. ACY	Estudio de la calidad de lodos de aguas residuales para usarlos como mejoradores de suelos	enero-07	May, 2008		4	\$290,000.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2007	3031		CON	Uso del agua de mar para servicios sanitarios y tratamiento de efluentes	enero-07	Ene, 2008	to ras	1	\$305,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2007	3035		CY	Estudio de la influencia de la estructura y grupo funcional de compuestos orgánicos sobre la cinética de nucleación y crecimiento de cristales durante el proceso de electrodeposición de zinc	enero-07	Dic, 2009	el	2	\$1,030,198.00	INVESTIGACIÓN	CORROSIÓN	2
2007	1034		M	Estudio de factibilidad y diseño conceptual para un proceso de aprovechamiento del residuo AsF3	enero-07	abril-07	has	2	\$300,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2007	1033		M	Definición de alcances y diseños conceptuales para el desarrollo de la ingeniería de limpieza de metales: Metal "A"	enero-07	junio-07	has	2	\$1,037,745.00	DESARROLLO	SUELOS	2
2007	1039			Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias	febrero-07	abril-07	S a	2	\$62,370.00	DESARROLLO	AGUA	2

2007	3038		Estudio de la adsorción de aditivos orgánicos utilizados en electrodeposición	febrero-07	febrero-10		4	\$965,000.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	2
2007	3039	ION CYT	Elaboración y caracterización de recubrimientos funcionales de cromo duro obtenidos a partir de una solución acuosa de cromo trivalente	febrero-07	febrero-10	TA ES ÁLE	12	\$666,338.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2007	1049	M CV	PRUEBAS DE FACTIBILIDAD DE UN PROCESO ELECTROQUÍMICO PARA LA SEPARACIÓN DE ARSÉNICO A PARTIR DE UNA SOLUCIÓN DE HF + AsF3	julio-07	abr,2009		1	\$251,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2007	3046	RO	INMUNOSENSORES BASADOS EN TRANSDUCTORES OPTOELETRÓNICOS Y ELECTROQUÍMICOS PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DEL ANTÍGENO PROSTÁTICO ESPECÍFICO (APE)	julio-07	julio-10	OSÉ AND PEZ	5	\$2,220,000.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2
2007	3040	ION CYT	Estudio de Cristales Fotónicos Coloidales y Mesoestructuras de Polímeros Híbridos Orgánico-Inorgánicos por Electrodepositos Metálicos y Electroforesis" con clave 67134	julio-07	diciembre-08	OSE SUS Z O	1	\$99,999.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2007	3041	L	Estudio in-situ de procesos electroquímicos en condiciones supercríticas (con clave 57026)	julio-07	julio-10	OSE SUS Z O	2	\$667,687.50	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2

2007	3044		L	Estudio de la síntesis de un material híbrido formado por dióxido de manganeso y carbón activado con potenciales características de adsorción de iones con clave 59989	julio-07	julio-09	RTORER OS	1	\$143,250.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2007	3042		L	Desarrollo de nano-materiales electrocatalíticos para celdas de combustible tipo LMMFC" con clave 61067	julio-07	julio-10	UISRD AGA AD	3	\$482,250.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2007	3045		L	Estudio y control de la reactividad de líquidos iónicos como disolventes ecológicos para el electrodeposición eficiente de materiales nanoestructurados" con clave 60737	julio-07	julio-10	AUL GA ES	3	\$1,670,000.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	2
2007	1047		M DE	PRUEBAS DE TRATABILIDAD PARA DEFINIR EL PROCESO DE APROVECHAMIENTO DE UN RESIDUO DE SULFATO DE CALCIO	agosto-07	agosto-08	RTORER	1	\$1,045,410.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2007	1048		M DE	FACTIBILIDAD DE UN PROCESO DE ARRASTRE CON VAPOR DE H2O PARA LA ELIMINACIÓN DE HF PRESENTE EN UNA SOLUCIÓN DE HF+ASF3 Y POSTERIORMENTE NEUTRALIZARLA CON CA(OH)2	diciembre-07	agosto-08	RTORER	1	\$418,500.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2

2007	1045		OBTENCION Y EVALUACION DE RECUBRIMIENTOS METALICOS DE ALEACIONES DE ORO SOBRE NIQUEL	julio-07	febrero-08		4	\$150,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	3
2007	3032	DE Z/C	Implementación de métodos de oxidación avanzada para el tratamiento complementario de las aguas residuales industriales con compuestos orgánicos no biodegradables en la zona industrial Coatzacoalcos-Minatitlán-Cosoleacaque	enero-07	Ago, 2008		8	\$575,000.00	DESARROLLO	AGUA	4
2007	3033	DE Z/C	Desarrollo de nuevos materiales con micro y nano estructura a partir de opalos inversos para nanotecnología aplicada a la protección contra corrosión en la industria	enero-07	Feb, 2009		2	\$577,500.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	4
2007	3037	DO. AN/	Nanotecnología de recubrimiento con materiales compósitos para la protección del deterioro en concretos de varillas de acero o fibra de vidrio	mayo-07	Oct, 2008		1	\$300,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	4
2007	3043	L	Segmentación morfológica basada en nuevos criterios de conectividad y su extensión a imágenes de color'' con clave 58367	julio-07	julio-10		3	\$279,555.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	4

2007	1031	M		Ingeniería de detalle para una planta modular de producción de sal de mesa solar	enero-07	julio-07		10	\$507,470.00	DESARROLLO	ENERGÍA	5
2007	1032	M		Diseño e ingeniería de detalle de una celda electrolítica de membranas para el proceso de producción de cloro-álcali	enero-07	julio-07		10	\$950,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	5
2007	1051	IN		DISEÑO, FABRICACION, PRUEBAS Y SUMINISTRO DE PANELES DE NIQUEL ELECTROFORMADO	diciembre-07	julio-09		21	\$16,000,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	7
2007	1036	Ra G Jo Ba		Diseño, instalación, equipamiento, arranque y estabilización de un sistema de tratamiento de aguas residuales para el Rancho Guadalupe en El Marqués, Qro.	febrero-07	octubre-07		5	\$723,888.00	DESARROLLO	AGUA	8
2007	1040	Sr G		Suministro de una planta purificadora y llenadora para producir 2500 garrafrones/día de agua para consumo humano	abril-07	agosto-07		2	\$832,000.00	DESARROLLO	AGUA	8
2007	3036	FN D C O		Nuevos materiales compósitos como elementos constructivos alternativos de bajo costo para vivienda popular extrapolables a prácticas de autoconstrucción	junio-07	Jun, 2010		2	\$1,571,500.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	8

2008	3047		RO	Análisis costo-beneficio, diseño y construcción de un prototipo para tratamiento de aguas residuales y su reutilización en sanitarios	abril-08	septiembre-09		5	\$800,000.00	DESARROLLO	AGUA	2
2008	3048			Estrategia para la identificación y biorremediación in situ de la laguna el limón de la zona norte del estado de Chiapas, en el municipio de reforma mediante la inoculación de microorganismos nativos.	abril-08	abril-10		7	\$514,820.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	2
2008	1055		IMI	ESTUDIO DE EVALUACION y OPTIMIZACION PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO MORELOS	junio-08	diciembre-09		1	\$2,914,319.06	DESARROLLO	AGUA	2
2008	3049		LE	METODO ELECTROQUIMICO PARA LA PRODUCCION Y USO DEL HIDROGENO	julio-08	diciembre-08		2	\$160,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2008	3051		ION CYT	Construcción de Celdas Solares Fotovoltaicas Empleando Nanopartículas de Ag Soportadas en Moléculas Dendríticas: Hacia una Nueva Aplicación de los Recursos Mineros	agosto-08	agosto-09		1	\$100,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2

2008	3053	ION CYT ria tari res de ón	Estudio de Aceros Ferríticos como Materiales para Placas de Flujo de Celdas Combustible	agosto-08	agosto-09	IAN CO BOA	6	\$100,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2008	3052	ION CYT ria tari res de ón	Desarrollo de un método de recuperación de residuos de baños ácidos de decapado y su transformación en productos de valor agregado			ENE ÑO Z	8	\$310,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2008	3050	- AS	Interconexión de un sistema fotovoltaico y/o eólico con una celda regenerativa unificada, para electrificación rural.	julio-08	julio-10	UIS RD AGA AD	4	\$2,200,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	4
2008	1052		SISTEMA ELECTRONICO AUTOMATICO PARA EL CONTROL DEL POTENCIAL DE DIEZ RECTIFICADORES DIGITALES Y MONITOREO			REZ	1	\$875,325.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	5

2008	1053		IDA UST AS	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN OPERACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE UN RASTRO	abril-08	julio-08		1	\$1,197,000.00	DESARROLLO	AGUA	8
2008	1054			MODULO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE ENJUAGUE DEL AREA DE NDT	mayo-08	diciembre-09		1	\$500,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	8
2009	3055		RO	INFRAESTRUCTURA PARA LA IMPLEMENTACION DE TECNICAS OPTICAS AVANZADAS PARA LA EVALUACION Y CARACTERIZACION MICRO Y NANOSCOPICA DE SUPERFICIES Y MATERIALES NANOESTRUCTURADOS DE APLICACIÓN EN LAS INDUSTRIAS AERONAUTICA Y AUTOMOTRIZ	enero-09	diciembre-09		2	\$4,100,100.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	2
2009	3056		L	ESTUDIO DEL EFECTO SINÉRGICO DE LA APLICACIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS EN LA ACTIVIDAD DE MICROORGANISMOS, EN LA BIODEGRADACIÓN DE COLORANTES AZOICOS con clave 80227	enero-09	septiembre-09		5	\$130,000.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2
2009	3058		L	ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE CARGA Y MODIFICACIÓN SUPERFICIAL CON DENDRÍMEROS DE ELECTRODOS NANOCRISTALINOS DE TIO2.	enero-09	septiembre-11		3	\$1,002,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2

2009	3057		ESTUDIO DEL MECANISMO DE ELECTRO-REMEDIACION EN SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO EMPLEANDO UN MODULO DE PARTICIONES	enero-09	septiembre-11		6	\$703,000.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2009	3061		ELECTROREMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADO CON HIDROCARBURO EN LAS INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA EN COATZACOALCOS, VERACRUZ. " Clave: 00000000096313	marzo-09	marzo-13		5	\$1,487,000.00	INVESTIGACIÓN	SUELOS	2
2009	3062		INMUNOENSAYO ELECTROQUÍMICO BASADO EN UNA ETIQUETA-NANOPARTÍCULA DE SULFURO DE PLOMO PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE ANTÍGENO CARCINOEMBRIÓNARIO (ACE) EN SUERO HUMANO	marzo-09	marzo-13		6	\$675,000.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2
2009	3059		Estudio de la Factibilidad de Desarrollar Placas de Flujo para Celdas de Combustible en Querétaro	marzo-09	febrero-10		6	\$200,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2009	3064		Investigación básica en nanomateriales innovadores avanzados: aplicaciones a la solución de desordenes neurológicos	septiembre-09	septiembre-11		11	\$2,155,950.12	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2

2009	3063		LA INFILTRACIÓN INDUCIDA CON POZOS DE ABSORCIÓN AL ACUÍFERO DEL VALLE DE QUERÉTARO COMO ALTERNATIVA, CON DIFERENTES PROPÓSITOS, PARA LA GESTIÓN PLUVIAL EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO, Clave QRO-2009-C01-116848.	marzo-09	marzo-13	8	\$3,300,000.00	INVESTIGACIÓN	AGUA	3
2009	3060		SISTEMA DE PRONÓSTICO DE LA CALIDAD DE AGUA EN PLAYAS DE BAHÍA DE BANDERAS, ESTADOS DE JALISCO Y NAYARIT	marzo-09	septiembre-10	5	\$1,202,000.00	DESARROLLO	AGUA	3
2009	1056	S.A.	ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PROCESOS	marzo-09	junio-09	1	\$277,500.00	DESARROLLO	AGUA	3
2009	1057		Estudio Integral de los Fenómenos Físicoquímicos en los Procesos de Remoción de Manchas con Perspectivas hacia el Diseño Inteligente de Nuevos Procesos de Lavado	julio-09	julio-10	3	\$948,487.80	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	3
2009	1058	S.A	Desarrollo y evaluación de un innovador reactor prototipo para el tratamiento de aguas a partir de la generación del reactivo de Fenton insitu vía electroquímica	agosto-09	mayo-10	10	\$1,414,365.00	DESARROLLO	AGUA	5

2009	1060	Pi		PRODUCCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA DEL AGUA RICA EN MATERIA ORGÁNICA RESIDUAL DEL PROCESAMIENTO DE AVES	octubre-09	octubre-10		6	\$5,528,793.74	DESARROLLO	ENERGÍA	5
2009	1062	PI PE CA	I	DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA PARA LA OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CP MORELOS.	diciembre-09	junio-10		9	\$12,370,462.00	DESARROLLO	AGUA	6
2009	1059	M T D	A	Estimado para desarrollo de un proceso para la producción de sulfato de cobre y de un proceso de desulfurización del (PbSO4) para obtención de productos comerciales Na2SO4 ó [NH4]2SO4	septiembre-09	mayo-10		11	\$2,230,700.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	7
2010	3065	FC SE SC CO		ARREGLOS LITOGRAFICOS DE AU Y AG NANOESTRUCTURADA PARA ESTUDIOS DE INTERACCIONES BIOMOLECULARES ESPECÍFICAS: SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO MÉDICO (EN EL SITIO), con clave 101701	febrero-10	febrero-13		4	\$612,500.00	INVESTIGACIÓN	BIO-ELECTROQUÍMICA	2

2010	3068	FC SE SE CO	<p>AJUSTE DEL TIEMPO DE VIDA DE LOS ELECTRONES FOTOGENERADOS EN NANOTUBOS DE TIO₂/IN₂O₃ EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE FOTOÁNODOS DE CELDAS SOLARES GRÄTZEL, CUANDO SE MODIFICAN CON COMPLEJOS DE MANGANESO(II)-OSMIO(II), NANOCLUSTERS DE PBS Y DENDRIMEROS, con clave 106000.</p>	febrero-10	febrero-13	4	\$802,181.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2010	3069	FC SE SE CO	<p>ESTUDIO FUNDAMENTAL DE PROCESOS FOTOCATALITICOS EN MATERIALES NANOESTRUCTURADOS DE COMPOSITOS DE TIO₂, CARBON Y FIERRO, con clave 106590</p>	febrero-10	febrero-13	6	\$900,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	2
2010	3070	FC SE SE CO	<p>EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE EFECTOS ASOCIATIVOS INTRA E INTERMOLECULARES EN LA ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DE DEGRADACIÓN DE ESPECIES REDUCIDAS EN MOLÉCULAS ORGÁNICAS CONTENIENDO GRUPOS QUINONA, A TRAVÉS DE MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS, con clave 1070</p>	febrero-10	febrero-13	2	\$900,000.00	INVESTIGACIÓN	ING. ELECTROQUÍMICA	2

2010	1064		SA	PRUEBAS DE RECUPERACION DE ORO, PLATA Y COBRE DE UNA SOLUCION CIANURADA	febrero-10	noviembre-09		4	\$522,800.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2010	3071		DO UA	Desarrollo y aplicación de nanopartículas metálicas soportadas sobre nanotubos de carbón en un stack de micro celda de combustible”, clave CHIH-2009-C02-127461	abril-10	junio-12		1	\$1,800,000.00	INVESTIGACIÓN	NANOTECNOLOGÍA	2
2010	1065		RBO	DESARROLLO DE LINEA DE CONSERVADORES PARA COSMETICOS.DETERMINACION DE BASES ACTIVAS	abril-10	noviembre-10		4	\$315,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	2
2010	3066		L	ESTUDIO POR MODULACIÓN DE LA CAPACITANCIA DEL EFECTO DE LA ESTRUCTURA QUÍMICA DEL ADSORBATO EN LA CINÉTICA DE ADSORCIÓN DE ESPECIES ORGÁNICAS SOBRE ELECTRODOS	junio-10	junio-13		1	\$675,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2010	3072		ION	ALIANZA ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR DE LA GALVANOPLASTIA	julio-10	abril-10		2	\$1,392,000.00	INVESTIGACIÓN	ELECTRODEPÓSITOS	2
2010	3067		L	DESARROLLO DE MATERIALES PARA CELDAS COMBUSTIBLES DE OXIDACIÓN DIRECTA DE METANOL	junio-10	junio-13		5	\$629,000.00	INVESTIGACIÓN	ENERGÍA	3

2010	1063	M S A A		PROTECCION CONTRA LA CORROSION DE PARTES AERONAUTICAS C/NUEVAS PINTURAS DE EFECTO SACRIFICIAL CLAVE QRO- 2009-C01-117938	enero-10	mayo-10		1	\$2,009,000.00	DESARROLLO	CORROSIÓN	5
2010	1066	M S A A		DESARROLLO DE UN PRODCESO INNOVADOR PARA HERRAMIENTALES ESPECIALES EN PROCESOS DE CROMADO, NIQUELADO Y CADMINIZADO MEDIANTE REUSO DE ELECTRODOS DE PLOMO Y ÁNODOS AUXILIARES.	febrero-10	diciembre- 10		11	\$5,500,000.00	DESARROLLO	ING. ELECTROQUÍMICA	5

ANEXO CUATRO: Entrevista a tecnólogos

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS PROPONENTES DE LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA

La presente entrevista tiene por objeto definir la estructura ideológica del negocio planteado en el proyecto “DESARROLLO DE UN PROYECTO INTEGRAL PARA LA MEJORA DE OPERACIÓN EN RASTROS MUNICIPALES, ASI COMO LA TECNOLOGIA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE SUS RESIDUOS Y SUS AGUAS RESIDUALES.” Del FOMIX-QRO.

La entrevista será complementada con encuestas al usuario y estudio de mercado para el desarrollo de un plan de negocios, se recomienda contestar de forma coloquial en forma de conversación las generalidades planteadas desde la perspectiva del entrevistado.

1. ¿En base a su participación y conocimiento en del proyecto mencionado, cuál debería ser el futuro negocio o empresa? ¿Cuáles sería los objetivos y estrategias de tal negocio?
2. ¿Qué productos y o servicios se ofrecerán en este negocio, a que publico se dirige la oferta? ¿Por qué lo adquirirán?
3. ¿Quiénes considera como competidores en el mercado?
4. ¿Hasta qué dimensiones estima conveniente o posible como negocio aumentar la capacidad en términos de flujo a tratar? ¿Les sería posible al negocio atender un flujo de 300m³/día?
5. ¿Qué hace diferente su concepto de negocio al de sus competidores?
6. ¿Qué recurso humano requerirían para producir e instalar una serie de plantas con la misma capacidad?
7. ¿Puede usted enunciar una propuesta de visión del negocio que sea viable, motivadora y clara para el personal?

ANEXO CINCO: Cuadro de frecuencia de tecnólogos

Entrevistado/ Puntos	¿Cuál debería ser el futuro negocio o empresa?	El objetivo del proyecto:	El producto:	Ventajas de la propuesta propia frente a la de la competencia:	Debilidades y amenazas:	¿Capacidad a tratar con su propuesta tecnológica?	Visión de la propuesta tecnológica
Tecnólogo participante 1 (Grado Doctor, líder)	Apoyados en la SEDESU hacer una campaña de concientización dirigida al gobierno federal para la obtención de apoyos económicos.	Acercamiento a la sociedad. Solución de problemas ambientales.	Paquete de plan de producción más limpia, estudio de impacto ambiental y PTAR con capacitación y asesoría al usuario.	Paquete completo. Tecnología probada. Más servicio posventa, durabilidad y calidad.	Compañías con una buena estrategia de ventas.	Posibilidad de escalar. Posibilidad de cambiar materiales dependiendo del flujo a tratar.	Liderazgo en el ramo, hacer sentir parte del sistema a los trabajadores. Crecimiento personal con la empresa.
Tecnólogo participante 2 (Grado Maestría)	Dirigir al gobierno, buscando financiamiento. Desarrollo de un producto para una empresa privada.	Colaborar en el desarrollo sustentable del estado. Eficiencia en recursos económicos.	Paquete o separárseles dependiendo necesidades.			En el que sea lo más conveniente para su óptima operación.	Principio de calidad. Trabajar por el bienestar social.
Tecnólogo participante 3 (Grado Maestría)	Propuesta a rastros y casas de matanza del estado.	Mejora continua del proyecto.	Paquete de plan de producción más limpia, estudio de impacto ambiental y PTAR.	Reactores a la medida. Posibilidad de perfeccionar la PTAR. Servicio, especialidad y ubicación geográfica.	Firmas extranjeras.	Posibilidad de escalar.	Mejora continua.

Tecnólogo participante 4 (Grado Maestría)	Proyecto estatal con capacidad de extenderse a otros estados.	Ofrecer una serie de servicios de calidad que resulte con la recomendación del cliente.	Paquete de plan de producción más limpia, estudio de impacto ambiental y PTAR.	Esquema más completo.	UNAM UAM Falta de apoyos económicos.	Posibilidad de escalar.	Bienestar social y reducción del impacto ambiental.
Tecnólogo participante 5 (Grado Ingeniería)	Dirigido al gobierno para apoyos financieros, con posibilidad de ofrecerse al sector privado.	Reducción de carga orgánica del agua residual para contribuir al bienestar social y ambiental.	Paquete diversificado por la situación en el estado.	Especialización dependiendo necesidades. PTAR a cada necesidad.		Posibilidad de escalar aunque se probó bajo cierta capacidad.	Motivación continúa.

ANEXO SEIS: Entrevista a profesores de posgrado

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS PROFESORES DE POSGRADO DE LA UNAQ

La presente entrevista tiene por objeto definir las necesidades percibidas para participar en proyectos de vinculación con la industria desde la propuesta de creación de un centro de desarrollo tecnológico de la UNAQ presentada y comentada en grupo focal.

Se recomienda contestar de forma coloquial en forma de conversación las generalidades planteadas desde la perspectiva del entrevistado. El entrevistador fomenta una conversación mediante reformulación y profundización de los comentarios del entrevistado.

1. ¿Qué le pareció el modelo propuesto en la reunión grupo focal?
2. ¿Qué aspectos positivos y negativos tiene el modelo?
3. ¿Cómo podemos implementar el centro desarrollo tecnológico?
4. ¿Cómo podemos fomentar su participación personal en el centro?

ANEXO SIETE: Cuadro de frecuencia de profesores de posgrado

Entrevistado/ Puntos	¿Qué le pareció el modelo propuesto en la reunión grupo focal?	¿Qué aspectos positivos y negativos tiene el modelo?	¿Cómo podemos fomentar su participación personal en el centro?
Profesor participante 1 (Grado Doctor)	Es la dirección acertada. Parte académica parte industrial. No es novedoso, ha funcionado desde hace muchos años. Que no ha prosperado en México a pesar del dinero invertido. Hay que ver si tiene un impacto en la sociedad y la academia. No es algo trivial implica mucho trabajo.	<p>Positivo: Si tienes un conocimiento aplícalo y explótalo. Voy a lo productivo, hay que sacarle el beneficio económico porque representa mucha inversión, social, gubernamental, inversión en educación. Respecto a la investigación básica. Debes de hacer investigación básica propia que te permita hacer negocios novedosos y no solamente dedicarse al conocimiento. Una cadena de transferencia de conocimiento. Hay que trabajar en integración y negocios, investigación aplicada e investigación básica. El modelo de los Laboratorios Bell. Y redituar al gobierno porque nuestra educación es fruto de los impuestos.</p> <p>Negativo: no le veo cosas malas</p>	Esa está bien complicada. Crítica a las formas actuales de investigar, todos lo hacen de la misma manera, publicar un capítulo, un artículo. Dentro del arcoíris de posibilidades que hay de actividades del investigador. Necesitamos generar otra cultura, otros espacios donde se obligue al investigador a hacer ese trabajo que hace desde otra perspectiva. Hay que quitarles los apoyos. Decía yo que hiciéramos contratos de 10 mil pesos y que lo demás sea de proyectos. Hay gente que a esto no le gusta mucho, que hacen lo mínimo. Un esquema atractivo es que yo me pagara lo de mi plaza, gano bien, tendría seguro puedo estar pensionado. Y si no alcanzo a producir lo que corresponde a mi plaza pues empiezo a hacer actividades que la Universidad debe hacer y que contara gente para eso. Y si puedo hacer algo que entregue a la universidad. En Notre Dame's solo les pagan 9 meses, entonces los otros 3 los deben cubrir de proyectos.
Profesor participante 2 (Grado Doctor)	Hay que especificar el perfil del “manager” y del vendedor quienes deben ser especialistas. La implementación es difícil, requiere capacidad de gerencia y personal especializado en la administración como por ejemplo en adquisiciones.	<p>Positivo: Creo que es loable intentarlo.</p> <p>Negativo: No creo que funciona como otras muchas cosas. Nos habían prometido plazas que no se dieron. Hay desmotivación en comprometerse. No hay confianza con la institución. Suenan a más promesas.</p>	Hacer transferencia de la propiedad con beneficios para el investigador, asegurar la factibilidad económica y técnico-académica.

Profesor participante 3 (Grado Doctor)	No es novedoso, fue desarrollado en varias instituciones en el mundo y en México. No funcionó en la mayoría de los casos. Hay una brecha de capacidad que cubrir antes de implementarlo. Labta es un antecedente fallido en contraste al éxito del centro catalán del plástico.	<p>Positivo: Genera orden, líneas pertinentes de investigación</p> <p>Negativo: Seguridad laboral (no habrá contratación del personal), plazas dependientes del mercado, no prevé apoyos a grupos de trabajo, no prevé inversión para cubrir la brecha de conocimiento mediante proyectos internos. Estímulos variables</p>	Tener la libertad de participar en las líneas que nos interesan. Enfocarse en desarrollo de productos no triviales, competir con el mercado
Profesor participante 4 (Grado Doctor)	La parte de auto sostenible, da miedo. Es como ponerse las pilas, echar a andar algo sin saber si va a funcionar, es como una aventura. El compromiso de los involucrados es algo muy importante, debe ir acompañado de buenos productos. Gestión interdepartamental. La auto-sostenibilidad es generar un producto para que no nos estemos sacando los ojos como los centros actuales que se vuelven competidores del mercado, o utilizan recursos públicos para hacer eso. Me parece bien es una aventura que vale la pena correr	<p>Positivo: No veo que sea solo integración de tecnología si no que podríamos tener tecnología propia. Ese tipo de cosas son motivante. Se puede comenzar con pocos proyectos con un administración pequeño, el de ventas todavía no, y el de compras que te consiga hasta el último tornillo. Con los proyectos que hay nos pongan dos o tres monos y que nos apoyen con las compras. Y tienes el centro porque es el capital humano el que forma el centro.</p> <p>Negativo: Que la disponibilidad de la gente no va darse. Muchos investigadores no van a comprometerse.</p>	<p>Me dan chance de participar en los temas que me laten, y tener lo suficiente económicamente. Si me das chance de hacer proyectos en mi rubro, en mis temas de interés. Es el espíritu, es intangible pero lo siguiente es lo económico que me de comodidad relativa. Está bien tienes un sueldo base que te da una cierta tranquilidad y tienes un tanto que te puede dar un buen aguinaldo con un tope para que no acapare un solo investigador todos los ingresos. Hay que darle por ejemplo incentivo a los de limpieza...</p> <p>Si creo que debe haber un tope máximo. Somos académicos, aunque estamos impulsando un negocio seguimos siendo académicos, tenemos una ética académica haciendo usos de las instalaciones. Debe haber reglas también para los remanentes que incluya número de proyectos montos y remanentes.</p>

Certificate of Registration

Intertek

This is to certify that the quality management system of

Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT)

Main Site/Central Function: Xel-Ha 22, Vista Azul, Santiago de Querétaro, Querétaro, 76090, México

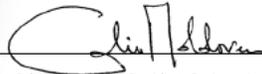
has been assessed and registered by Intertek as conforming to the requirements of

AS9100C and ISO 9001:2008

The quality management system is applicable to

Design, Development and Assembly of Electromechanical Systems for Aerospace Industry.

Certificate Number: **0017232-00**
Initial Certification Date: 07 May 2015
Certificate Issue Date: 07 May 2015
Certificate Reissue Date:
Certification Expiry Date: 06 May 2018



Calin Moldoveanu – President, Business Assurance
Intertek Testing Services NA, Inc. dba Intertek –
4700 Broadmoor Avenue S.E., Kentwood, MI, (45912) USA



The assessment was performed in accordance with the requirements of AS9104/1:2012-01. Intertek is accredited under the Aerospace Registrar Management Program and IAQG ICOP scheme.

In the issuance of this certificate, Intertek assumes no liability to any party other than to the Client, and then only in accordance with the agreed upon Certification Agreement. This certificate's validity is subject to the organization maintaining their system in accordance with Intertek's requirements for systems certification. Validity may be confirmed via email at certificate.validation@intertek.com or by scanning the code to the right with a smartphone.

The certificate remains the property of Intertek, to whom it must be returned upon request.

C-T-AS9100:2009-AS9104_1-LT-EN-08.jan.15



Intertek Intertek Intertek Intertek Intertek

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	⁴ NCR Number:	II-01	
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Quality Process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	4.1 (C & F)	¹⁰ Classification (ma/mi):	Major
¹¹ Statement of Nonconformity: C) Criteria and methods determined to for effectively operate and control QMS processes F) Actions implemented to continually improve planned results are not entirely effective			
¹² Objective Evidence: Goal to Achieve 100% CI activities (Not Measured) No Corrective Actions are taken for CI activities, CS, Scrap rate, and rework CNT-CA-PA-15-2013 for OTD			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
⁷ SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		¹⁷ Planned Completion Date:	
		¹⁸ Actual Completion Date:	
¹⁹ Root Cause:			

		²⁰ Cause Code:	
²¹ Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		²² Planned Completion Date:	
		²³ Actual Completion Date:	
¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	⁴ NCR Number:	II-02	
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Management process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	5.6.1 (c&d)	¹⁰ Classification (ma/mi):	Minor
¹¹ Statement of Nonconformity: Input to Management Review Meeting was not entirely effective			

¹² Objective Evidence: Input to MRM were partially addressed for the first quarter in 2014, Ref: status of CARs/PARs and Process/Product performance & conformity were not addressed			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGR
⁷SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		¹⁷ Planned Completion Date:	
		¹⁸ Actual Completion Date:	
¹⁹ Root Cause:			
		²⁰ Cause Code:	
²¹ Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		²² Planned Completion Date:	
		²³ Actual Completion Date:	
¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)	
-----------------	-----------------------------------	---

3 Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) 5 Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	4 Audit Report ID/Type:		2014-042616
	4 NCR Number:		II-03
	6 Issue Date:		05/21-22/2014
7 SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
8 Process/Area/Department:	Management process		
9 Requirement/Clause No.(s):	5.5.2	10 Classification (ma/mi):	Minor
11 Statement of Nonconformity: Management Representative responsibility was not defined			
12 Objective Evidence: Job description for MR has not been established			
13 Due Date:	6/11/2014		
14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGR
7SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		17 Planned Completion Date:	
		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	

¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:		2014-042616
	⁴ NCR Number:		II-04
	⁶ Issue Date:		05/21-22/2014
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Departme nt:	Human Resources and Training process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	6.2.2	¹⁰ Classification (ma/mi):	Minor
¹¹ Statement of Nonconformity: Training is not entirely effective			
¹² Objective Evidence: Only two personnel out of 11 are trained for AS9100 documentation and processes			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR

7 SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)		
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):		
	17 Planned Completion Date:	
	18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:		
	20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):		
	22 Planned Completion Date:	
	23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:		
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):	27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)	
3 Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) 5 Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	4 Audit Report ID/Type:	2014-042616
	4 NCR Number:	II-05
	6 Issue Date:	05/21-22/2014
7 SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:		

8 Process/Area/Department:		Control of monitoring and measuring equipment	
9 Requirement/Clause No.(s):		7.6	10 Classification (ma/mi): Minor
11 Statement of Nonconformity: Control of monitoring and measuring equipment is not entirely effective			
12 Objective Evidence: Pressure gage ID#CNT-PG-01 & Dynamometer ID# CNT-DIN-01 calibration record were not found			
13 Due Date:		6/11/2014	
14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGS R
7 SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		17 Planned Completion Date:	
		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			

^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):	²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	⁴ NCR Number:	II-06	
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Procurement / Purchasing Process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	7.4.1	¹⁰ Classification (ma/mi):	Minor
¹¹ Statement of Nonconformity: Procurement / Purchasing Process is not entirely effective			
¹² Objective Evidence: The risk when selecting and using some suppliers is not determined and being managed			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGR
⁷ SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		¹⁷ Planned Completion Date:	

		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
3 Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) 5 Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	4 Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	4 NCR Number:	II-07	
	6 Issue Date:	05/21-22/2014	
7 SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
8 Process/Area/Department:	Design and Development Planning Process		
9 Requirement/Clause No.(s):	7.3.1	10 Classification (ma/mi):	Minor

11 Statement of Nonconformity: Design and Development Planning Process is not entirely effective

12 Objective Evidence:
Not all design stages are defined, reviewed, verified, and validated

13 Due Date: 6/11/2014

14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGR

7 SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)

16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):

	17 Planned Completion Date:	
	18 Actual Completion Date:	

19 Root Cause:

	20 Cause Code:	
--	-----------------------	--

21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):

	22 Planned Completion Date:	
	23 Actual Completion Date:	

15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	

7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:

7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):	27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek		Nonconformity Report (NCR)			
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)		⁴ Audit Report ID/Type:		2014-042616	
		⁴ NCR Number:		II-08	
		⁶ Issue Date:		05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:					
⁸ Process/Area/Department:		Design and Development Review Process			
⁹ Requirement/Clause No.(s):		7.3.4	¹⁰ Classification (ma/mi):		Minor
¹¹ Statement of Nonconformity: Design and Development Review Process is not entirely effective					
¹² Objective Evidence: Review record(s) ref.: Preliminary design review was not available, testing was conducted to obtain test results, without the design reviews					
¹³ Due Date:		6/11/2014			
¹⁴ Auditor			¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement		
Name: Ibrahim A Ibrahim		Signature: 	Name: Jose Suarez		Signature: JGSR
⁷SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)					
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):					
			¹⁷ Planned Completion Date:		
			¹⁸ Actual Completion Date:		
¹⁹ Root Cause:					
				²⁰ Cause Code:	

21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
3 Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) 5 Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	4 Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	4 NCR Number:	II-09	
	6 Issue Date:	05/21-22/2014	
7 SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
8 Process/Area/Department:	Control of design and development changes Process		
9 Requirement/Clause No.(s):	7.3.7	10 Classification (ma/mi):	Minor
11 Statement of Nonconformity: Control of design and development changes Process is not entirely effective			
12 Objective Evidence: Review record(s) ref.: No process in place for change control			

13 Due Date:		6/11/2014	
14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
7SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		17 Planned Completion Date:	
		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)	
3 Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT)	4 Audit Report ID/Type:	2014-042616
	4 NCR Number:	II-10

⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)		⁶ Issue Date:		05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:					
⁸ Process/Area/Department:		Configuration Management Process			
⁹ Requirement/Clause No.(s):		7.1.3		¹⁰ Classification (ma/mi):	Major
¹¹ Statement of Nonconformity: Configuration Management Process is not effective					
¹² Objective Evidence: Review record(s) ref.: No process in place for change control, Configuration Identification and status accountability					
¹³ Due Date:		6/11/2014			
¹⁴ Auditor			¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement		
Name: Ibrahim A Ibrahim		Signature: 	Name: Jose Suarez		Signature: JGSR
⁷ SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)					
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):					
				¹⁷ Planned Completion Date:	
				¹⁸ Actual Completion Date:	
¹⁹ Root Cause:					
				²⁰ Cause Code:	
²¹ Corrective Action(s), including supporting completion date(s):					
				²² Planned Completion Date:	
				²³ Actual Completion Date:	
¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:				Date:	

²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):	²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):		

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	⁴ NCR Number:	II-11	
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Control of production and service provision Process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	7.5.1	¹⁰ Classification (ma/mi):	Minor
¹¹ Statement of Nonconformity: Control of production and service provision Process is not entirely effective			
¹² Objective Evidence: Review record(s) ref.: No process in place for provisions of Foreign Object Debris/Damage (FOD) program, No training or awareness			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
⁷ SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			

¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		¹⁷ Planned Completion Date:	
		¹⁸ Actual Completion Date:	
¹⁹ Root Cause:			
		²⁰ Cause Code:	
²¹ Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		²² Planned Completion Date:	
		²³ Actual Completion Date:	
¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

<i>Intertek</i>	Nonconformity Report (NCR)	
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616
	⁴ NCR Number:	II-12
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:		

8 Process/Area/Department:		Internal Audit Process	
9 Requirement/Clause No.(s):		8.2.2	10 Classification (ma/mi): Minor
11 Statement of Nonconformity: The Internal audit Process is not entirely effective			
12 Objective Evidence: Review record(s) ref.: The entire Internal audit is conducted by two internal auditors who audit their own work (Quality process)			
13 Due Date:		6/11/2014	
14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
7 SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		17 Planned Completion Date:	
		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

--	--

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:		2014-042616
	⁴ NCR Number:		II-13
	⁶ Issue Date:		05/21-22/2014
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Corrective Action Process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	8.5.2	¹⁰ Classification (ma/mi):	Major
¹¹ Statement of Nonconformity: Corrective Action Process is not effective			
¹² Objective Evidence: CA record(s) ref.: The review of CNT-NCR-001- NCR-007 indicates weak Root causes, No review for action taken or effectiveness and the implementation was not on timely manner			
¹³ Due Date:	6/11/2014		
¹⁴ Auditor		¹⁵ Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
⁷ SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
¹⁶ Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		¹⁷ Planned Completion Date:	
		¹⁸ Actual Completion Date:	
¹⁹ Root Cause:			

		²⁰ Cause Code:	
²¹ Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		²² Planned Completion Date:	
		²³ Actual Completion Date:	
¹⁵ Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
²⁴ Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
^{7/25} SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
^{7/26} SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		²⁷ Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	

APPENDIX B – NONCONFORMITY REPORT (NCR)

Intertek	Nonconformity Report (NCR)		
³ Organization: Centro de Ingeniería y Tecnología SC (CENIT) ⁵ Site/OIN: HO (site 1). Xel-ha 22, Vista Azul, 76090 Santiago de Querétaro, Querétaro, México (5 Personnel) Site 2: Carretera Estatal Queretaro, Tequisquiapan, No> 22154 Parque Aeroespacial, QRO., Colon, Queretaro C.P. 76270 (6 Personnel)	⁴ Audit Report ID/Type:	2014-042616	
	⁴ NCR Number:	II-14	
	⁶ Issue Date:	05/21-22/2014	
⁷ SECTION 1 - DETAILS OF NONCONFORMITY:			
⁸ Process/Area/Department:	Risk Management Process		
⁹ Requirement/Clause No.(s):	7.1.2	¹⁰ Classification (ma/mi):	Major
¹¹ Statement of Nonconformity: Risk Management Process is not effective			
¹² Objective Evidence: Risk Management is not implemented			

13 Due Date:		6/11/2014	
14 Auditor		15 Auditee Representative Acknowledgement	
Name: Ibrahim A Ibrahim	Signature: 	Name: Jose Suarez	Signature: JGSR
7SECTION 2- AUDITEE PLANNED ACTIONS (Attach separate sheet, as needed.)			
16 Containment Action(s), including correction, with supporting completion date(s):			
		17 Planned Completion Date:	
		18 Actual Completion Date:	
19 Root Cause:			
		20 Cause Code:	
21 Corrective Action(s), including supporting completion date(s):			
		22 Planned Completion Date:	
		23 Actual Completion Date:	
15 Auditee Representative Name and Signature:		Date:	
24 Auditor Signature for Acceptance of C/A(s):		Date:	
7/25 SECTION 3 - DETAILS OF AUDITOR VERIFICATION OF ACTION:			
7/26 SECTION 4 - NCR CLOSURE (Auditor Name /Signature/Date):		27 Approved by Audit Team Leader (Name/Signature/Date):	