



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Propuesta de un modelo de gestión tecnológica fundamentado en el nivel de preparación tecnológica TRL

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestro en Administración de la Tecnología

Presenta:

José Antonio Cisneros Jiménez

Tutor:

Dr. José Antonio Echenique García
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, Junio de 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mi padre y mi madre, por haberme dado la vida, amor, cariño y muchas experiencias vitales para disfrutar de una vida plena, llena de apreciación por la misma.

A mi hermano Alan y mi abuelo Cornelio, por ser siempre amigos y colegas en varias situaciones, siempre positivas, llenas de aprendizaje y desarrollo para la familia.

A todos mis compañeros, amigos y amigas que confiaron en mí, pese a las adversidades; por permitirme dar cuenta de la esperanza en la amistad que radica en la humanidad, y en el valor de mí mismo como individuo frente al devenir.

Agradecimientos

A todas las personas que han dedicado su tiempo a cuidarme y guiarme, para hacer de su experiencia en mí, algo valioso y útil para los demás. La deuda de dicho tiempo, es infinita.

Sinceramente, gracias.

“Cada hombre es lo que hace con lo que hicieron de él”.

Jean Paul Sartre

“Estoy donde estoy, no donde quisiera estar, pero no voy a donde voy, sino a donde quiero ir”

Carlos Llano

Indice

1. Introducción.....	7
Planteamiento del problema de investigación	9
Delimitación de problema	12
Justificación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivo específico.....	14
Enunciados de investigación	14
Enunciado general	14
Enunciados específicos de investigación.....	14
Pregunta o preguntas de investigación.....	14
Pregunta de investigación general	14
Pregunta de investigación específica.....	14
Metodología	15
Estructura capitular	16
Resumen.....	17
2. El nivel de preparación tecnológica y las etapas de madurez en torno a una tecnología	19
El nivel de preparación tecnológica de la NASA	19
La calculadora del grado de dificultad de avance asociado al TRL	24
Comentarios sobre la herramienta del TRL	32
Modelos de evaluación de nivel tecnológico alternativos tipo TRL	35
Comentarios a las escalas cualitativas de los niveles de preparación.....	46
Combinación analítica de las escalas de los niveles de preparación.....	48
Comentarios a la combinación de las escalas y estrategia de investigación.....	52
3. El entorno competitivo y la inteligencia competitiva	57

La competitividad de la industria	57
Niveles de competitividad de la industria.	58
Las fuerzas presentes en el mercado	63
Comentarios sobre las fuerzas del mercado y la competitividad	68
Las metodologías de la inteligencia estratégica o competitiva	69
Comentarios sobre las metodologías y el proceso de inteligencia competitiva	79
4. Análisis de la gestión de proyectos y sus indicadores	83
Metodologías de gestión de proyectos	83
La administración de proyectos del PMI	84
El proceso de <i>Scrum</i>	89
Las contribuciones y ventajas del <i>Scrum</i>	93
Desig thinking en la administración de proyectos	98
Comentarios sobre las metodologías	104
Factores clave en la gestión de proyectos	106
Indicadores en la implementación de metodología Scrum	106
Métricas en dirección de proyectos de software.....	109
Las “mejores” o “buenas” prácticas en la gestión de proyectos	112
Comentarios sobre los de indicadores de control de los proyectos	116
5. La estructura organizacional y la planeación estratégica.....	119
Modelos organizacionales alrededor de la tecnología	120
El nivel tecnológico de las organizaciones.....	120
La gestión de la calidad e información en la organización	124
Modelo organizacional del nivel de preparación de sistemas	128
Planeación y formulación de indicadores para la competitividad organizacional	131
Nivel estratégico. Modelos de para la planeación estratégica.....	131
Nivel táctico. Indicadores clave para la implementación de la innovación: percepción vs usos actuales	139
Nivel Operativo. Procedimientos de calidad	140

Comentarios sobre los modelos de organización y planificación	142
6. Observaciones y comentarios sobre la integración metodológica de las herramientas para la gestión de los desarrollos tecnológicos	144
Síntesis de la investigación realizada	144
Requerimientos de los desarrollos tecnológicos y sus metodologías	145
Resultados alcanzados	153
Conclusiones finales	156
Referencias bibliográficas	159
Anexos	164
Anexo A: Cuestionario de evaluación de Grado de Dificultad en el Avance	164
Anexo B: Comparación de Escalas de nivel de preparación	167
Anexo C: Cuestionario integral de evaluación de desarrollo tecnológico por niveles de madurez, clasificados por tema	170
Anexo D: Abreviaciones	188

1. Introducción

Existen muchas metodologías para la gestión de desarrollos tecnológicos, consolidados en teorías que hacen modelos de buenas prácticas para que los desarrolladores, sean aquellos con una finalidad empresarial o de negocio, aquellos en búsqueda por innovar a través de la investigación, o en general, sea cualquiera interesado llevar a cabo un proyecto de índole tecnológica, puedan tener a su alcance las herramientas de análisis y gestión de las diferentes etapas en la que se desarrolla éste. La teoría de los modelos de administración de proyectos se encuentra distribuida en una gama de contribuciones en la literatura sobre innovación y gestión tecnológica. Los modelos de gestión de proyectos ofrecen una forma práctica de pensar los diferentes escenarios que se presentan en la realidad, y por tanto, el potencial que tienen para fines de evaluación comparativa entre el desempeño logrado y el esperado. Muchos de estos modelos, además, permiten establecer una distinción clara de las funciones y responsabilidades de los encargados de las diferentes actividades de un desarrollo, ya que difícilmente un desarrollo tecnológico empieza y se concluye únicamente a partir de los esfuerzos de una sola persona. Un desarrollo tecnológico dentro de una empresa sufre la influencia de las condiciones organizacionales, económicas, legales, tecnológicas y científicas tanto internas como externas a la empresa. Por lo tanto, el abanico de posibilidades se amplía cuando se consideran cada uno de estos factores, aunados a la evolución temporal y de recursos que se hayan efectuado en el desarrollo en cuestión. Así, se traten de herramientas para la gestión de proyectos, procesos de innovación, auditorías tecnológicas, vigilancia e inteligencia de mercados, y más; todas estas herramientas coadyuvan a la mejor toma de decisiones en lo que respecta a la gestión de la tecnología en la empresa, tal que permitan estructurar y guiar, seguir con un proceso básico, pero fundamental, un proceso administrativo para la gestión de la tecnología, tal que conste, como mínimo, de las etapas de planeación, organización, dirección y control, como lo establece la teoría administrativa.

En 1967, un ingeniero de software llamado Melvin Conway propuso la idea de que las organizaciones que diseñan sistemas, están determinadas a producir diseños que sean copias de las estructuras de comunicación de estas organizaciones. Dicha propuesta muchos la hubieron elevado de forma canónica como “Ley”, que no resulta ser más que una

consagración hipotética, no ajena a lo que concierne a los estudios de la cultura, la psicología y de la sociología en las empresas. Sin embargo, nos recuerda que no debe de hacerse de lado el hecho de que el propio entorno interno de la organización empresarial influye de manera sustancial en la forma en la que se realizan los proyectos, las actividades, y en cuya suma se reflejan dichas estructuras, más implícitas en la cultura organizacional antes que explícitas en un diagrama organizacional, en las actitudes, actividades y productos y servicios que genera la empresa.

El gestionar la tecnología en la empresa evoca una enorme cantidad de circunstancias y problemas por resolver al momento de analizar estratégicamente su desempeño, sus puntos fuertes y perspectivas futuras. El desarrollo de la tecnología, a su vez, involucra una multiplicidad de eventos y situaciones igual de grande, pero que de alguna forma están contenidos dentro de lo que involucra la gestión tecnológica. Ya que cada empresa, cada proyecto, cada producto o servicio resulta único, es necesario identificar claramente, en primer lugar, que tipo de modelo resulta adecuado para estudiarlos estratégicamente para diagnosticarlos y planificar, organizar, dirigir y controlar, en cada etapa, para coordinar y liderar exitosamente estos esfuerzos a objetivos claros y alcanzables en la empresa. Así, la empresa, de acuerdo con sus capacidades, se le puede identificar distintas variables, que se considerarán como las más influyentes, en lo relacionado a cada etapa de estos procesos, en virtud de poder caracterizarlos fundamentalmente en los modelo de forma preciso, en la búsqueda por mejorar las condiciones actuales que se presentan como desafíos al desarrollo tecnológico empresarial, como pueden ser los resultados económicos, la innovación de los productos, la ejecución y conclusión de proyectos exitosos, entre muchos otros.

En esta tesis se estudiará parte del fenómeno del desarrollo tecnológico, con base en la identificación de estrategias y metodologías que se puedan encontrar en la literatura de la gestión tecnológica para sugerir los fundamentos de una metodología básica a seguir para todo el proceso administrativo común al desarrollo tecnológico, en sus diferentes etapas. De manera similar a como una auditoría administrativa, pero de índole tecnológica, un referente clave y el cual será la base para estructurar los fundamentos de esta revisión, es el nivel de preparación tecnológica, TRL, de la NASA. Los niveles de preparación tecnológica,

conocidos como TRL (Technology Readiness Level) son un método para estimar la madurez de las tecnologías durante la fase de adquisición de un programa de desarrollo tecnológico aeroespacial, desarrollado en la NASA durante la década de 1970. Se ha dicho que el uso del TRL permite evaluaciones consistentes y uniformes de madurez técnica a través de diferentes tipos de tecnología; la ventaja principal de analizar este modelo consiste en su cualidad de *gate keeper*, o de una evaluación de compuertas, por llamarlo de alguna forma, en la que cada etapa se subdivide por un conjunto de requisitos que hay que completar para avanzar a la siguiente. Los TRL se basan en una escala del 1 al 9, siendo 9 la tecnología de mayor desarrollo y maduración, tal que pueda el sistema desarrollado desempeñarse sin riesgo a fallar, en un entorno real. Sin embargo, a pesar de las fortalezas técnicas especializadas relacionados a este modelo, también tiene carencias que se intentarán complementar con otras herramientas y metodologías de desarrollo y gestión de tecnología, como se verá más adelante en el trabajo.

Entonces, en el presente trabajo, se profundizará en el análisis de diferentes categorías y modelos de relacionados con el desarrollo de proyectos tecnológicos. Se explorarán diversos temas y campos de estudio de la gestión tecnológica para estructurar la propuesta de un nuevo modelo de desarrollo tecnológico coherente con la teoría en la literatura explorada, poniendo atención especial sobre la adaptación de las mejores prácticas y sistemas, con el fin de proponer un modelo que permita gestionar los desarrollos tecnológicos en relación las diferentes problemáticas que envuelven su evolución. Se pretende que con este modelo se pueda incrementar las oportunidades de los desarrolladores y las empresas en la resolución de problemas y el desarrollo de ideas, con vistas a implicar una herramienta más completa en el seguimiento y ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico mediante su aplicación. Con la propuesta de este modelo de desarrollo tecnológico, se pretende que también se pueda utilizar dentro de la empresa, como una guía efectiva de auxilio en su búsqueda por generar innovaciones tecnológicas.

Planteamiento del problema de investigación

Las teorías de la economía evolutiva establecen que la innovación tecnológica es uno de los motores principales del desarrollo nacional.

Su principal pionero, y precursor de la gran parte de los estudios posteriores de esta rama de la economía, es Joseph Schumpeter. Schumpeter es conocido como uno de los primeros economistas en sostener que el desarrollo tecnológico tendrá impactos positivos en el crecimiento económico. Se establece que las empresas adquieren las tecnologías adecuadas para sus operaciones productivas y del mercado, y al mismo tiempo, estas desarrollan nuevos avances tecnológicos. Schumpeter amplía el concepto de tecnología a partir del de la innovación, el cual se puede definir no sólo como el uso de una nueva tecnología en un proceso de producción, sino como un proceso de “creación destructiva” de un nuevo producto a partir de la combinación novedosa de varios elementos, que es realizada por un individuo emprendedor (J. Schumpeter & Backhaus, 2003). Así, es que la innovación tecnológica se convierte en un poderoso motor que mueve a la sociedad y la economía de un mercado por adquirir la ventaja competitiva, que representaría a un competidor más apto para la adquisición de recursos en dinamismo que, en última instancia, radica en la evolución de aquellos que poseen y forman un producto o servicio innovador. Sin embargo, este no es un fenómeno completamente nuevo; uno puede argumentar que ha estado presente en nuestras vidas y les ha dado forma por muchos años a lo largo de la historia de la humanidad. Sin embargo, es mucho más notorio dicho fenómeno de comportamiento competitivo en esta época reciente en el que la capacidad de las organizaciones para integrar componentes, productos y procesos ha aumentado de manera exponencial, gracias al avance de la ya tan llamada cuarta revolución industrial.

La innovación es un proceso complejo, de múltiples etapas y de muchas personas, donde el punto inicial comienza con la generación de una idea o invención, mientras que se concluye con la conversión o explotación de esta idea en una aplicación útil; con frecuencia recibe el nombre de comercialización. De acuerdo con Jasso (2005), los procesos de innovación implican tres aspectos para considerarlos como tal:

- 1) Que los productos de la innovación satisfagan demandas del sector productivo, a través del uso de cambios técnicos que colocados en el mercado, producen consecuencias económicas y sociales.

2) No necesariamente concierne ejecutar proyectos de investigación y desarrollo. La generación de cambios técnicos pueden estar esencialmente basadas en informaciones técnicas disponibles en la literatura, normas técnicas, patentes, etc., o en la compra de tecnología producida por terceros (innovación por adopción).

3) Necesariamente requiere del contexto de organizaciones del sector productivo, que incorporen los cambios técnicos a sus sistemas de producción y les atribuye significación económica y/o social.

Si las organizaciones pretenden considerarse competitivas, en un mercado, sea a nivel mundial o local, necesitan tener presentes muchas variables de este contexto, y nivelar estratégicamente sus oportunidades y amenazas respecto a los procesos de desarrollo de la tecnología que se gesta dentro de la empresa. Es aquí, donde radica uno de los principales problemas, generalizado en cualquier tipo de empresa de la que se trate: la ausencia de una planeación clara y precisa de los objetivos de la empresa respecto a las operaciones, su organización efectiva y dirección constante y virtuosa de los efectos que producen beneficios, y al mismo tiempo, el diagnóstico de los resultados producidos en dichos ejercicios, que terminan muchas veces por ser mucho más costosos y en ocasiones, inconcebibles o realizados más allá de los tiempos previstos que no terminan por ser redituables.

Sin embargo, la panacea del problema no radica nada más en poseer un conjunto de técnicas y herramientas, a la disposición del empresario o del gestor de la tecnología. Aunque debe ser claro, que si se tiene un buen plan, un buen camino proyectado que se pueda ejecutar con un liderazgo fuerte y decidido, y un buen sistema de control que realmente a la toma de decisiones para los desarrollos presentes y futuros, la adaptación de un modelo general a la especificidad de un proyecto particular puede darse mucho más fácilmente de la mano de un atento gestor de tecnología, al tener un mapa fundamental de los aspectos a considerar de los proyectos y la gestión tecnológica involucrada en los desarrollos tecnológicos y científicos. Así, por ejemplo, en el caso de una metodología para la dirección de proyectos, como la propuesta por el PMI, o las filosofías del tipo “ágil”, como es el *scrum*, deben de añadirse integralmente al proceso de creación técnica dentro de la

empresa, que se adecue lo mejor posible, de acuerdo a la sensibilidad del director del proyecto, a la naturaleza y requerimientos propios del proyecto, puesto que cada uno es único e irrepetible.

Delimitación de problema

En el manual de Oslo en su versión de 2018, se establecen las directrices para recopilar, informar y utilizar datos sobre innovación en las empresas (OECD, 2018). Entre las varias actividades que integran la realización de acciones que impulsan o desarrollan la innovación, se define a la gestión de la innovación como el conjunto de todas las actividades sistemáticas para planificar, gobernar y controlar los recursos internos y externos para la innovación, lo cual incluye cómo se asignan los recursos para la innovación, la organización de responsabilidades y la toma de decisiones entre los empleados, la gestión de la colaboración con socios externos, la integración de insumos externos en las actividades de innovación de una empresa y las actividades para monitorear los resultados de la innovación y aprender de las experiencias anteriores.

Por otra parte, las capacidades de la empresa para generar innovación; son aquellas capacidades incluyen el conocimiento, las competencias y los recursos que una empresa acumula a lo largo del tiempo y se basa en la búsqueda de sus objetivos. Se distingue en cuatro tipos que son relevantes para la investigación sobre el desempeño en innovación de las empresas: los recursos controlados por una empresa, las capacidades de gestión general de una empresa, incluidas las capacidades relacionadas con la gestión de actividades de innovación, las habilidades de la fuerza laboral y cómo una empresa gestiona su capital humano y la capacidad de desarrollar y utilizar herramientas tecnológicas y recursos de datos.

Por tanto, la gestión de la innovación incluye actividades para el establecimiento de políticas, estrategias, objetivos, procesos, estructuras, roles y responsabilidades para abordar la innovación en la empresa, así como mecanismos para evaluarlos y revisarlos. Mientras que las capacidades innovadoras, según esta definición, se distinguen por ser competencias propias de la empresa adquiridas en el proceso de ejecución de las varias actividades plasmadas en los planes y programas de la empresa, acumuladas y perfeccionadas a lo largo del tiempo.

En la presente tesis se planea explorar la conexión entre estos dos conceptos, a partir de la integración y complementación del modelo de desarrollo tecnológico del TRL, sobre el que se analizará como mejorar dicho modelo a una mejor herramienta para la gestión tecnológica y de innovación, con base en los temas concernientes a la gestión de la innovación y las capacidades de innovación siguientes:

- Vigilancia tecnológica
- Planeación estratégica
- Gestión de proyectos tecnológicos
- Estructura organizacional

Justificación

El propósito de esta tesis, es abordar desde un esquema general, un análisis de algunos de los modelos que se pueden considerar como de ayuda para mejorar la herramienta del TRL y aportar con ello a una propuestas teóricas más completa para el cuerpo teórico de la administración de la tecnología. Para ello, se compararán los modelos, metodologías y técnicas con estudios de evidencia empírica que se han llevado a cabo por investigadores profesionales del área, con el fin de demostrar la validez y utilidad de éstos en la formación de un modelo más útil para la de gestión de innovación tecnológica, particularmente en el área del desarrollo tecnológico. Haciendo esto, se pretende también contribuir con el desarrollo de la literatura sobre gestión tecnológica, incrementando el acervo y la difusión de conocimiento a la comunidad. En el estudio de esta tesis, se busca integrar este conocimiento, repartido en libros y publicaciones profesionales en universidades y centros de investigación. Se espera, que así, se tenga un recurso de mayor utilidad para todo aquel individuo que desee conocer sobre el área, especialmente desde el punto de vista de un gestor de tecnología, pueda incrementar su panorama sobre la importancia del desarrollo científico y tecnológico de las empresas, para aportar de una mejor forma al participar en ella; con un esfuerzo coordinado, bien dirigido a objetivos claros, como lo establece la disciplina administrativa.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un modelo de gestión de tecnología con base en el TRL y la gestión de la innovación a partir de la integración analítica de modelos, conceptos, metodologías, instrumentos, técnicas y teorías de la administración de la tecnología.

Objetivo específico

Seleccionar las técnicas y modelos la administración de la tecnología que puedan ser de mayor utilidad para ayudar a complementar el modelo del TRL como modelo para el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Enunciados de investigación

Enunciado general

Los modelos de gestión de la tecnología y de la innovación pueden integrarse en una sola herramienta metodológica para el desarrollo de tecnología, que abarque sus diferentes etapas principales de desarrollo.

Enunciados específicos de investigación.

1. Las etapas de desarrollo tecnológico involucran temas relacionados con la vigilancia tecnológica, planeación estratégica, la estructura organizacional y la gestión de proyectos tecnológicos.

Pregunta o preguntas de investigación

Pregunta de investigación general

1. ¿Qué modelos y herramientas metodológicas son útiles para complementar la propuesta del TRL y así formar parte de un modelo más congruente con la gestión de desarrollo tecnológico?

Pregunta de investigación específica

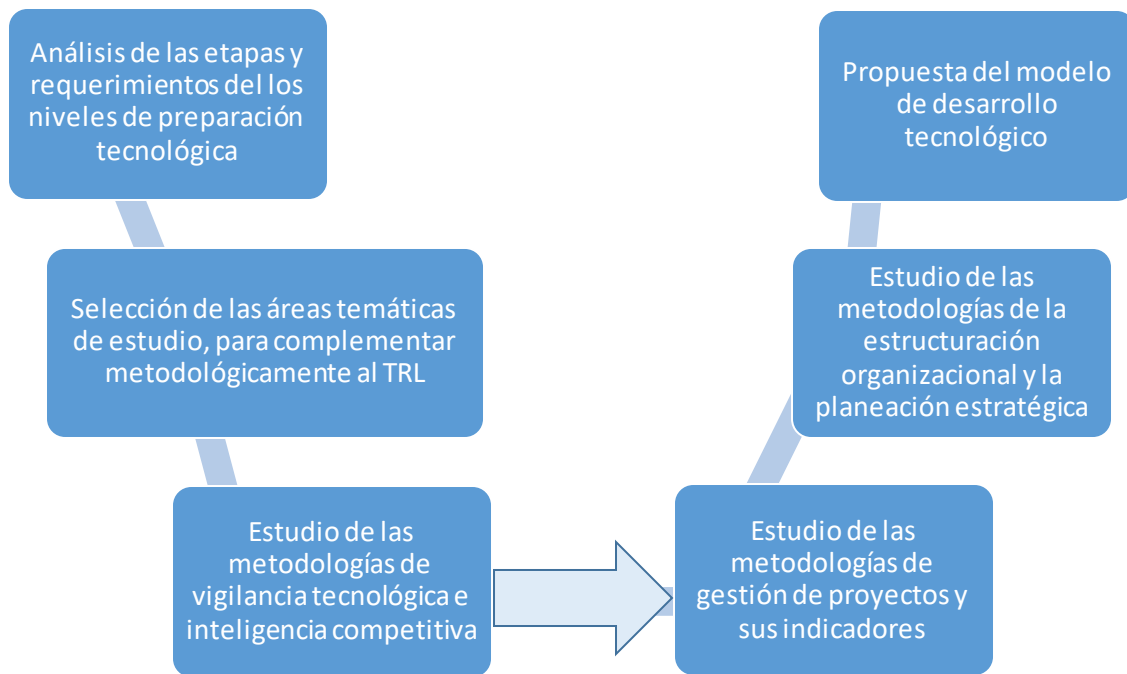
1. ¿Qué instrumentos y técnicas pueden integrarse respecto a sus variables, tal que pueda decirse que siguen un proceso metodológico coherente con las etapas del desarrollo de tecnológico?

Metodología

Se plantea una revisión literaria de las publicaciones relacionadas con temas de la gestión de la innovación y desarrollo tecnológico. Sin embargo, hay decenas de modelos y cientos de instrumentos y técnicas para la administración de la innovación, de la gestión de tecnología, de la administración de proyectos tecnológicos, tal que la lista podría ser interminable y difícil de acotar. Como los temas abarcan muchos conceptos y categorías diversas, que rebasan más allá del alcance de la tesis, se especifica que los temas a estudiar están relacionados con la forma de complementar la herramienta de análisis de desarrollo tecnológico del TRL, para que sus etapas puedan integrarse modelos y metodologías de los siguientes cuatro temas:

- Vigilancia tecnológica
- Gestión de proyectos tecnológicos
- Planeación estratégica y estructura organizacional

Para lograrlo, se plantea la siguiente metodología de estudio, que parte de una investigación secuencial por etapas en estas áreas temáticas de la teoría de la administración de la tecnología, congruente con lo que se analiza posteriormente en el texto, a partir del análisis del TRL y el análisis de sus áreas de oportunidad teóricas a mejorar. Dicha secuencia metodológica de estudio, se justifica en el segundo capítulo, en el apartado de “Comentarios a la combinación de las escalas y estrategia de investigación”. En éste, después de haber realizado un análisis de las escalas del TRL, se procede a discutir la estrategia de investigación respecto a los temas de interés que se muestran útiles a los temas que abarca el modelo del anexo C. Brevemente, se presenta una descripción de cada etapa propuesta.



Esquema de la metodología de estudio. Elaboración propia

Estructura capitular

El esquema de la metodología de estudio coincide con la estructura capitular, de tal forma que el análisis realizado en cada capítulo fluya de una manera lógica y comprensible respecto a cada etapa de estudio en vistas de complementar metodológicamente al TRL. El trabajo de la tesis se discute a lo largo de 6 capítulos.

En el primer capítulo, se introduce el estudio al concepto de niveles de preparación, sus diferentes tipos, alcances y carencias, poniendo especial énfasis en el TRL y en la forma en la que se les puede integrar en una sola secuencia de etapas de desarrollo tecnológico; es en este punto en donde se parte a identificar las siguientes cuatro áreas temáticas de estudio que se explorarán a lo largo del resto de la tesis, en los consecuentes capítulos del dos al cinco.

En el segundo capítulo, se estudian los conceptos de competitividad en la industria, analizando el entorno de las fuerzas en el mercado y demás factores externos que influyen en la innovación y la tecnología, para así, proceder con el estudio de técnicas y herramientas relacionadas con la inteligencia competitiva, discutiendo con ello a las metodologías que se

emplean en la vigilancia tecnológica del entorno, respecto a un esquema temporal de desarrollo.

En el tercer capítulo, se examina las técnicas de gestión de proyectos, tal que pueda comprenderse cómo dirigirse y controlar los proyectos de desarrollo tecnológico con estrategias de diseño ágil, sean las aplicadas al software, como las tradicionales de la mano del PMI; todo esto respecto a los diversos indicadores que deben tenerse presentes al momento de desarrollar la tecnología en los tiempos y costos establecidos en los planes.

En el cuarto capítulo, se estudian los modelos organizacionales que se estructuran en torno a la tecnología, como son los modelos sistémicos, de gestión y de procesos. Análogo a estos, se presentan indicadores y técnicas para medir la efectividad y competitividad en cada nivel, útiles para la formación de planes estratégicos y definición de objetivos críticos.

En el último capítulo, se presenta la discusión en la formación del concepto y modelo de la innovación por proyectos estructurales. La secuencia capitular es el siguiente.

1. Introducción.
2. El nivel de preparación tecnológica y las etapas de madurez alrededor de una tecnología.
3. El entorno competitivo y la vigilancia tecnológica.
4. Análisis de la gestión de proyectos y sus indicadores.
5. La estructura organizacional y la planeación estratégica.
6. Observaciones y comentarios sobre la integración metodológica de las herramientas para la gestión de los desarrollos tecnológicos

Resumen

El presente trabajo aborda los diferentes modelos, metodologías, técnicas y propuestas de la administración de la tecnología presentes en la literatura de administración de proyectos, vigilancia tecnológica, estructura organizacional, innovación, competitividad, gestión tecnológica, con el fin de analizar sus aportes en diferentes dimensiones, relativas al desarrollo tecnológico y sus etapas, fundamentalmente con base en el estudio y propuesta de mejora del TRL, en los distintos niveles de madurez innovadora incipiente de un desarrollo tecnológico. Este análisis se realiza sobre las capacidades de las empresas para

innovar desarrollando tecnología, en cuatro temáticas centrales, los niveles de preparación tecnológica; el entorno competitivo y la vigilancia tecnológica; el análisis de la gestión de proyectos y sus indicadores y la estructura organizacional y la planeación estratégica. Considerando todo esto se elabora una propuesta metodológica para la gestión de desarrollo tecnológico, discutiendo lógicamente los modelos de la mano con la una secuencia temporal de desarrollo tecnológico, para poder así poder identificar las áreas en las que este modelo desarrollado en la tesis, pueda disponerse como útil a los gestores y desarrolladores de tecnología.

2. El nivel de preparación tecnológica y las etapas de madurez en torno a una tecnología

En el segundo capítulo se comienza estudiando los antecedentes teóricos del TRL, en cuanto a la necesidad específica sobre la cual fue creado para atender en la industria aeroespacial; los entornos de laboratorio que hace referencia para los desarrollos de hardware y software, y los grados de dificultad asociados al tiempo y costo necesario para pasar de una etapa a otra del modelo. Con la difusión de este modelo a otras organizaciones, adaptan y mejoran el sistema, o crean otros más adecuados a las necesidades que enfrentan; se analiza entonces las bifurcaciones del TRL en modelos de atención social, de mercado, de propiedad intelectual, de demanda, comercial y las temáticas que aportan al estudio. El avance y estudio sobre el papel de la tecnología en las organización, independientes del TRL, nutre de perspectivas que abordan problemáticas y logros alcanzados por éstas en la realización de sus operaciones, por lo que se analizan los modelos más interesantes que podrían integrarse con las variables del TRL en una primera aproximación a proponer un nuevo modelo de gestión tecnológica, en sintonía con las actividades y estructuras de la organización.

El nivel de preparación tecnológica de la NASA

TRL se originó en la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA), donde comenzó como un medio para medir qué tan lejos estaba una tecnología de ser desplegada en el espacio. Más tarde, desde 1999, como resultado de una investigación del Gobierno de los Estados Unidos, El Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) tuvo que utilizar el TRL en la adquisición de tecnología de armas. Alrededor de ese tiempo, el uso de TRL se extendió entre otras organizaciones gubernamentales y militares en países de habla inglesa y también fue adoptado por la Agencia Espacial Europea. (Héder, 2017). Como remarca Héder, el TRL se utilizó para trazar los límites entre los diferentes esquemas organizacionales de los financieros del desarrollo tecnológico. Quizás es por esto que la Unión Europea hubiera considerado el beneficio de usar el modelo de TRL como la base para su política de innovación pública. Esto, a nivel estatal, ayudaría a regular el total del gasto público conforme al presupuesto y así cumplir las pruebas del lado del contratista y del lado del comprador.

La NASA ha estado utilizando TRL durante muchos años, tal que en una de las primeras formas de aplicación de TRL, solo había siete niveles diferentes de madurez tecnológica, midiendo el crecimiento técnico hasta el inicio de un programa de vuelo de la NASA (Nolte L., Kennedy C., Dziegiel J., 2003). El sistema original parte de Mankins, en 1995, constaba de nueve niveles que sustentaba el seguimiento del desarrollo de una nueva tecnología. Las descripciones actuales de TRL son congruentes con los últimos niveles TRL8 y 9 que se han adecuado para llevar la madurez tecnológica a través de las operaciones de la misión. Mankins define los TRL como un sistema medición sistemático que respalda las evaluaciones de la madurez de una tecnología en particular y la comparación consistente de madurez entre diferentes tipos de tecnología (Mankins, 1995). A cada uno de los niveles, el autor les asigna un determinado "costo" para lograrse, sea no como uno de oportunidad sino como una breve estimación de la dificultad asociada en cada una de ellas. Esto posteriormente se desarrolló más cabalmente en lo que se denominó como niveles de dificultad asociado al TRL, que se estudiarán en las secciones posteriores. Por el momento, se presentan los niveles básicos que contiene la denominada escala del TRL y su definición de cada uno siguiendo a Mankins:

TRL 1 - Principios básicos observados:

En este nivel, la investigación científica comienza a traducirse en investigación y desarrollo aplicados.

TRL 2 - Concepto de tecnología formulado:

Una vez que se observan los principios físicos básicos, en el siguiente nivel de maduración, se pueden "inventar" o identificar las aplicaciones prácticas de esas características.

TRL 3 - Prueba experimental de concepto:

En este paso del proceso de maduración, se inicia la investigación y el desarrollo (I + D) activos. Esto debe incluir tanto estudios analíticos para colocar la tecnología en un contexto apropiado, como estudios de laboratorio para validar físicamente que las

predicciones analíticas son correctas. Dichos estudios y experimentos deben constituir una validación de “prueba de concepto” de las aplicaciones y los conceptos formulados en el nivel anterior.

TRL 4 - Tecnología validada en laboratorio:

Luego de un trabajo exitoso de “prueba de concepto”, los elementos tecnológicos básicos deben integrarse para establecer que las “piezas” trabajarán juntas para lograr niveles de desempeño que permitan el concepto de un componente o sistema. Esta validación debe diseñarse para respaldar el concepto que se formuló anteriormente y también debe ser coherente con los requisitos de las posibles aplicaciones del sistema. La validación es denominada como de "baja fidelidad", lo que se refiere a que en comparación con el sistema eventual, este podría estar compuesto por componentes discretos “*ad hoc*”, o lo que se refiere el autor con esto, a que se hallan y funcionan en un entorno de laboratorio.

TRL 5: tecnología validada en un entorno relevante (entorno industrialmente relevante en el caso de tecnologías habilitadoras clave):

La fidelidad del componente o el sistema que se está probando tiene que aumentar significativamente. Los elementos tecnológicos básicos deben integrarse con elementos de apoyo razonablemente realistas para que las aplicaciones totales (nivel de componente, nivel de subsistema o nivel de sistema) puedan probarse en un entorno "simulado" o algo realista. De una a varias nuevas tecnologías podrían estar involucradas en la demostración.

TRL 6: sistema o subsistema del modelo o prototipo demostrado en un entorno relevante (entorno industrialmente relevante en el caso de tecnologías habilitadoras clave):

En este nivel, si el único "entorno relevante" es el entorno del espacio, entonces el modelo o prototipo debe demostrarse en el espacio. Por supuesto, la demostración debería tener éxito para representar un verdadero TRL 6. Mankins dice que no todas las tecnologías se podrán someter a una demostración de TRL 6: en este punto, el paso de maduración está impulsado más por asegurar la confianza de la dirección

que por los requisitos de I + D. La demostración puede representar una aplicación de sistema real, o puede que solo sea similar a la aplicación planificada, pero utilizando las mismas tecnologías. En este nivel, las nuevas tecnologías de varias a muchas podrían integrarse en la demostración.

TRL 7: demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo.

En este caso, el prototipo debe estar cerca o en la escala del sistema operativo planeado y la demostración debe tener lugar en el espacio. Los propósitos impulsores para lograr este nivel de madurez son asegurar la confianza de la gestión de desarrollo e ingeniería de sistemas (más que para fines de I + D de tecnología). Por tanto, la demostración debe ser de un prototipo de esa aplicación. No todas las tecnologías en todos los sistemas llegarán a este nivel. El TRL 7 normalmente solo se realizaría en los casos en que la tecnología y / o la aplicación del subsistema sea de misión crítica y de riesgo relativamente alto.

TRL 8 - sistema completo y calificado a través de pruebas y demostraciones (sea en tierra o en aire).

De acuerdo con Mankins, todas las tecnologías que se aplican en sistemas pasan por TRL 8. En casi todos los casos, este nivel es el final del verdadero "desarrollo del sistema" para la mayoría de los elementos tecnológicos, tal que las pruebas finales demuestren los últimos requerimientos para llevar a cabo una operación confiable en un entorno real, lo cual podría exigir la integración de nueva tecnología en un subsistema existente, según se considere.

TRL 9: sistema real probado en el entorno operativo (fabricación competitiva en el caso de tecnologías habilitadoras clave).

Por definición, todas las tecnologías que se aplican en sistemas reales pasan por TRL 9. En casi todos los casos, el final de los últimos aspectos de "corrección de errores" del verdadero "desarrollo del sistema". Esto podría incluir la integración de nueva tecnología en un sistema existente. En este último nivel del TRL no se incluye la mejora planificada del producto de sistemas continuos o reutilizables.

Esta escala funciona de tal manera que se tienen una adecuación de los desarrollos con alguno de los niveles, según se considere apta la evaluación cualitativa del desarrollador a acoplarse a algunas de las descripciones que anteriormente se han provisto. Esto es, evidentemente, problemático, si no se disponen de un mayor criterio de evaluación tal que se pueda diagnosticar con un criterio mucho más objetivo, las condiciones requeridas para pasar o aprobar las características y requerimientos de un nivel respecto a otro. Sin esto, resulta realmente complicado diferenciar los conceptos de pruebas y su nivel de rigurosidad de un TRL 7 a un TRL 8, por ejemplo. Así mismo, conceptos como entornos reales y de laboratorio quedan por ser más exhaustivamente definidos para distinguirlos uno de otro, más allá de las condiciones sistémicas y componentes de éste que se estén desarrollando y los recursos que tengan a su alcance (que también, queda por definir mejor). Otro aspecto de importancia clave, es el riesgo asociado a cada etapa, que únicamente se determina en una pequeña frase en cada nivel, y no coadyuva a limitar la multiplicidad de críticas posibles que se le pueden hacer a la metodología en general, como lo es la ausencia de consideración sobre las inversiones de capital o los tiempos de duración de cada etapa, los dos principales factores de riesgo, comúnmente aceptados, en cualquier proyecto de desarrollo tecnológico.

Sin embargo, se debe reconocer que en primera instancia, resulta un esquema muy útil para pensar, desde el lado técnico de la complejidad de los sistemas aeroespaciales, que involucran tanto conocimiento y práctica de ingeniería y ciencia relacionada con la computación, la electrónica, y la mecánica, en una secuencia lógicamente aceptable para desarrollarla con un criterio más preciso como una herramienta más práctica. Tales han sido las propuestas para determinar con un criterio en vistas de ser más objetivo, que se han desarrollado “calculadoras” como herramientas para gestionar el desarrollo tecnológica y determinar, con base en cuestionario más elaborado de los requerimientos técnicos de ingeniería, el nivel preciso en el que una tecnología se encuentra respecto a los TRL. Una de estas es la desarrollada por J.W. Bilbro & J.W. Cole (2008), que considera dentro de su evaluación el grado de dificultad asociado con el avance del proyecto de desarrollo.

La calculadora del grado de dificultad de avance asociado al TRL

En la evaluación del nivel del grado de dificultad en el desarrollo (*Advancement Degree of Difficulty*, ó AD²) es una ampliación metodológica a la escala del TRL que ayuda a categorizar el grado de dificultad asociado a la etapa de madurez de una tecnología, tomando en cuenta la base científica de desarrollo y los estimados de tiempo y costos estimados, de acuerdo a los requerimientos e imprevistos que surgen a lo largo del proyecto tecnológico. Explican que el propósito de la escala AD², es que al combinarla con la evaluación del TRL, ayuda a proveer de forma simple, a través de la solución que evalúa en 3 categorías el avance en software, hardware y manufactura, la tecnología de acuerdo a su madurez, el costo, el tiempo, dando como resultado el nivel de riesgo asociado con el desarrollo y la integración final hacia el TRL 9 exitoso.

Un aspecto importante a resaltar es la combinación de 3 escalas tipificadas dentro de la propia estructura de 9 niveles del TRL, siendo el SRL (*Software Readiness Level*), el MRL (*JDMTP Manufacturing Readiness Level*) y los criterios de salida para cada nivel una vez integradas las dos escalas previamente mencionadas con el nivel de preparación de *hardware*, para cada nivel respectivamente.

Categoría	#	Descripción	Riesgo	Éxito
CAOS	9	Requiere un nuevo desarrollo fuera de cualquier base de experiencia existente. No existen enfoques viables que puedan llevarse a cabo con ningún grado de confianza. Se necesita investigación básica en áreas clave antes de poder definir enfoques factibles.	100%	Fracaso casi seguro
DESCONOCIMIENTOS DESCONOCIDOS	8	Requiere un nuevo desarrollo donde la similitud con la base de experiencia existente se pueda definir solo en el sentido más amplio. Se deben seguir múltiples rutas de desarrollo.	80%	(Riesgo muy alto, Recompensa muy alta)
	7	Requiere un nuevo desarrollo, pero la similitud con la experiencia existente es suficiente para garantizar la comparación solo en un	70%	Muy arriesgado: alta probabilidad de

		subconjunto de áreas críticas. Se deben seguir múltiples rutas de desarrollo.		fracaso (alta recompensa)
	6	Requiere un nuevo desarrollo, pero la similitud con la experiencia existente es suficiente para garantizar la comparación solo en un subconjunto de áreas críticas. Se deben buscar enfoques de desarrollo dual para lograr un grado moderado de confianza para el éxito. (el rendimiento deseado se puede lograr en las actualizaciones de bloque posteriores con un alto grado de confianza.	50%	
CONOCIMIENTOS CONOCIDOS	5	Requiere un nuevo desarrollo, pero la similitud con la experiencia existente es suficiente para garantizar la comparación en todas las áreas críticas. Se deben buscar enfoques de desarrollo dual para proporcionar un alto grado de confianza para el éxito.	40%	Probablemente tenga éxito
BIEN COMPRENDIDO (Variación)	4	Requiere un nuevo desarrollo, pero la similitud con la experiencia existente es suficiente para garantizar la comparación en todos los ámbitos. Se puede adoptar un enfoque de desarrollo único con un alto grado de confianza para el éxito.	30%	Casi seguro el éxito (Sabemos cómo hacerlo)
	3	Requiere un nuevo desarrollo dentro de la base de experiencia. Un enfoque de desarrollo único es adecuado.	20%	
	2	Existe pero requiere modificaciones importantes. Un enfoque de desarrollo único es adecuado.	10%	
	1	Existe sin o solo se requieren modificaciones menores. Un enfoque de desarrollo único es adecuado.	0%	Éxito garantizado

Escala del Grado de dificultad de desarrollo. Fuente: Traducida de J.W. Bilbro & J.W. Cole (2008)

En el AD², la evaluación que determina el nivel de riesgo del desarrollo alcanzado, el valor final, es resultado de un cuestionario que está dividido en 5 categorías temáticas de preguntas relacionadas con los requerimientos propios de cada respecto al avance. Las respuestas son otorgadas en tres campos de respuesta:

1. El tiempo necesario para atender la causa respecto al programa establecido. Su rango es de 0 a 5 años.
2. El costo implicado en dar la solución particular a ese problema, con un rango de 0 a cien millones de dólares.
3. El nivel de riesgo percibido, evaluado conforme al AD².
4. Hay un campo de comentarios adicionales, que no influyen en la evaluación, pero que son agregados al finalizar el reporte.

Debido a la importancia de identificar las dimensiones de análisis que considera relevantes el TRL para justificar la clasificación de un proyecto en determinado nivel, se identificaron las preguntas más significativas que se considera que ayudan a caracterizar mejor el avance del desarrollo de una tecnología. Las cinco categorías, y los conceptos evaluados de cada una se incluyen en el Anexo A de la presente tesis. A nivel temático, son:

1. Diseño y análisis
 - a. Bases de datos, métodos y herramientas de diseño, métodos y herramientas de análisis, personal con habilidades, optimización e integración de los componentes, subsistemas y sistemas.
2. Manufactura
 - a. Materiales, instalaciones e infraestructura, maquinaria y herramienta, metrología, software, personal con habilidades, flujo de proceso, variabilidad del proceso, cadena de suministro, optimización del diseño para ensamblaje y alineación, modelos de prueba (y prototipos)* (todo lo anterior relacionado directamente hacia la fabricación)
3. Desarrollo de software

- a. Personal con habilidades, instalaciones de prueba y desarrollo, capacidad de modelado y simulación, entorno informático, modelos de desarrollo, sistemas prototipo.
4. Pruebas y evaluación
- a. Instalaciones y herramientas de prueba, software para pruebas, personal con habilidades, diseño de evaluaciones (para la comprobación), comprobación de los modelos y prototipos.
5. Operaciones
- a. Mantenimiento y servicio, costo del ciclo de vida, plan de costos (fijos y variables), nivel de confiabilidad, nivel de fiabilidad, instalaciones e infraestructura, software, personal con habilidades.

La versión 2.2 de esta calculadora, amplía las categorías con más criterios pertinentes a cada etapa, añadiendo en cada nivel las preguntas clave asociadas a niveles que conciernen a la manufactura, el software y el hardware, proveyendo un grado de avance a cada punto para considerarlo completo porcentualmente, y no únicamente de forma *booleana* (sí o no).

A pesar de cada pregunta se orienta a obtener una respuesta temática respecto a cada categoría, los conceptos de más recurrentes son los de software y el personal con habilidades. El software se refiere a tener una base informática sobre la cual pueda registrarse y controlar la información de las operaciones, desarrollo o pruebas, pero también significa que se cuente con el software necesario para realizar las pruebas, simulaciones y desarrollo técnico necesario para la tecnología en cuestión. El personal con habilidades se refiere a que se cuenta con las personas capaces de orientar sus competencias a las actividades de diseño, manufactura, desarrollo, evaluación y operaciones que se requieran en todo el proyecto. Sin la disponibilidad del recurso humano capacitado para realizar las necesidades técnicas del proyecto, jamás podrá ser completado cabalmente en tiempo y forma. Cabe resaltar también, que se menciona más de una vez a los prototipos y modelados como fuente de evaluación y comprobación de la capacidad de producción, desarrollo y pruebas. Así mismo, las instalaciones e infraestructura resultan pertinentes para evaluar tanto el aspecto de la manufactura como el de las operaciones.

Una de las calculadoras que se desarrolla de forma más avanzada, y que ya solventa muchas de las carencias iniciales asociadas a el resto de los problemas del TRL original, y que además se constituye sobre la base de las calculadoras anteriores, es la desarrollada por el Instituto de Seguridad Nacional (DHS por sus siglas en inglés, o bien, *Department of Homeland Security*) de Massachusetts (McGarvey, D., Olson, J., Savitz, S., Diaz, G., & Thompson, G., 2009). Desarrollan, además junto con los criterios prácticos de la evaluación en una calculadora mucho más sofisticada que involucra distintas escalas de medición, un manual en el que se proveen múltiples definiciones y métricas aunadas a temáticas y criterios técnicos más precisos en el desarrollo de los proyectos tecnológicos; tal medición se asocia con el nivel de avance y el nivel de riesgo del proyecto del AD² original, calculado con un algoritmo más desarrollado, que ya no decide únicamente de una simple suma de puntajes, sino que la ponderación del grado de avance de dificultad se agrega linealmente en el cálculo de cada uno en la determinación del resultado.

En el desarrollo de esta calculadora se tienen presentes muchas más especificaciones, que siguen la misma línea temática de la Bilbro y Cole (puesto que no está de más, mencionar que los reconocimientos del manual agradecen a los autores del AD² por su apoyo y consejo en el desarrollo de la misma), por lo que siguen siendo las mismas líneas relacionadas con el *software* y el *hardware*, respecto a los 5 criterios de ingeniería previamente mencionados y dispuestos en el anexo A.

En el manual, los autores definen en tres los tipos de condiciones de entorno a los que el sistema es sometido para sus evaluaciones; siendo de conformidad para el proyecto, se incrementa la exposición a más variables que puedan afectar su desempeño hasta acercarse lo más posible a las condiciones que enfrentaría en la realidad. Por fin, definiendo las características de cada uno, se procede a presentarlas:

- Ambiente de laboratorio:

Las pruebas en un entorno de laboratorio únicamente permiten demostrar los principios básicos relacionados con el rendimiento técnico (funciones) de los componentes, de forma aislada. Pueden empezar a hacerse pruebas de comunicación entre interfaces del sistema.

- Entorno relevante:
En el entorno relevante, se hacen las pruebas consideradas de mayor riesgo para el entorno operativo. Esto implica que se requiere demostrar los aspectos críticos para el rendimiento del producto final en un entorno operativo; las comunicaciones entre sistemas y subsistemas deben de haberse validado afirmativamente funcionales.
- Entorno operativo:
Es el entorno en el que se desempeñará el producto final. Los entornos están definidos por el alcance de las operaciones. En el caso de desarrollos de software, el entorno está definido por la plataforma operativa del usuario y el sistema operativo del software.

En relación a los entornos requeridos para validar las pruebas, se debe tomar en cuenta también que es de importancia radical definir aquellas que se refieren a simulaciones. La simulación es un método más de implementación de un modelo. En el glosario, se le define como un proceso de realizar experimentos con un modelo con el propósito de comprender el comportamiento del sistema modelado en condiciones seleccionadas o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema dentro de los límites impuestos por criterios de desarrollo u operativos. Así, la simulación puede incluir el uso de dispositivos analógicos o digitales, modelos de laboratorio o sitios de "banco de pruebas".

- Entorno de simulación relevante
 - 1) Un entorno real que pueda simular todos los requisitos y especificaciones operacionales requeridos del sistema final, pero no necesariamente al mismo tiempo.
 - (2) Un entorno simulado que permite probar un prototipo virtual. Se utiliza en cualquier caso para determinar si un sistema de desarrollo cumple con los requisitos operativos y las especificaciones del sistema final.

Respecto a los prototipos, podemos referirnos nuevamente al glosario para construir definiciones en lo que se refiere a la relación y exigencia que guardan con las pruebas demandadas de validación. De manera general, Los prototipos no se instalan en el campo, ni están disponibles para uso operativo (excepto tal vez como un recurso provisional a la espera de la disponibilidad de unidades de producción). Por lo general, se mantienen solo

el tiempo suficiente para establecer la viabilidad técnica. En el glosario, se proporcionan dos definiciones de prototipos:

1) Un modelo físico o virtual utilizado para evaluar la viabilidad técnica o de fabricación o la utilidad de una tecnología o proceso, concepto, producto final o sistema en particular.

(2) Un conjunto que es adecuado para la evaluación del diseño, rendimiento y potencial de producción y no se requiere que exhiba todas las propiedades del sistema final.

En el *argot* de las definiciones relativas a los prototipos o entregables similares que se manejan en el manual, pueden incluirse las siguientes, que se distinguen por ser las más importantes en cada etapa según se avanza en la complejidad del desarrollo.

- Prueba de concepto
Se refiere a la demostración analítica y experimental de conceptos de hardware / software que pueden incorporarse o no en unidades operativas o de desarrollo posteriores. Es un programa que define lo que se probará y determina tanto los criterios como los métodos para la prueba de concepto. Una vez que se demuestra la prueba de concepto, se puede iniciar un programa prototipo.
- *Protoboard*
Una representación de un sistema o componente que se puede utilizar para determinar la viabilidad del concepto y desarrollar datos técnicos. Normalmente configurado para uso en laboratorio para demostrar los principios técnicos de interés inmediato. Puede parecerse al sistema o componente final únicamente en función.
- Ciclo de vida de la versión de software.
Está compuesto por etapas que describen la estabilidad de una pieza de software y la cantidad de desarrollo que requiere antes de la versión final. Cada versión principal de un producto generalmente pasa por una etapa en la que se agregan nuevas funciones, o la etapa alfa; una etapa en la que se está depurando activamente, o la etapa beta; y finalmente una etapa en la que se han eliminado todos los errores importantes, o la etapa estable.

Las nuevas definiciones del DHS TRL que se manejan para cada nivel de avance, se muestran más específicas y detalladas, congruentes con lo que se evalúa en los cuestionarios de cada uno. Destaca observar que también que se subdivide la clasificación de los niveles en tres categorías que abarcan los niveles de acuerdo a una acción global, que en su caso, son la investigación y desarrollo para los primeros tres niveles, las pruebas y demostraciones del nivel 4 al 7, la producción y despliegue (del sistema total) en los últimos dos. A continuación se presentan las categorías y sus nuevas definiciones:

Fases de investigación y desarrollo:

1. La investigación científica inicia los primeros pasos hacia la investigación y el desarrollo aplicados. Los ejemplos incluyen estudios en papel de las propiedades básicas de una tecnología, exploración de un fenómeno técnico y definición de un concepto técnico. Este nivel representa el origen de la preparación tecnológica.
2. Una vez que se observan los principios básicos y se demuestra que son repetibles, se pueden formular aplicaciones prácticas. Las aplicaciones son especulativas y es posible que no haya pruebas o análisis detallados que respalden las suposiciones. Los ejemplos se limitan a estudios analíticos, fenomenología de dispositivos y experimentación.
3. Se inicia la investigación y el desarrollo activos. Esto incluye estudios analíticos y de laboratorio para validar físicamente las predicciones analíticas de elementos separados de la tecnología. Los ejemplos incluyen componentes que aún no están integrados.

Fases de pruebas y demostraciones:

4. Se integran componentes tecnológicos básicos para establecer que trabajarán juntos. Los ejemplos incluyen la integración de módulos y componentes en el laboratorio.
5. Los componentes tecnológicos básicos están integrados con elementos de soporte razonablemente realistas para que pueda probarse en un entorno simulado. Los ejemplos incluyen la integración de laboratorio de "alta fidelidad" de componentes y software.

6. El modelo representativo o el sistema prototipo se prueba en un entorno relevante. Representa un gran paso adelante en la preparación demostrada de una tecnología. Los ejemplos incluyen probar un prototipo en un entorno de laboratorio de alta fidelidad o en un entorno operativo simulado.
7. Prototipo cerca o en el nivel del sistema operativo planificado. Representa un paso importante desde TRL 6, que requiere la demostración de un prototipo de sistema real en un entorno operativo.

Fases de producción y despliegue del sistema total:

8. Se ha demostrado que la tecnología funciona en su forma final y en las condiciones operativas de despliegue previstas. En casi todos los casos, este TRL representa la finalización del desarrollo del sistema. Los ejemplos incluyen prueba y evaluación del sistema en su configuración de sistema prevista y requisito operativo.
9. Aplicación real de la tecnología en su forma final y en las condiciones de la misión, de acuerdo con el concepto de operaciones del usuario (es decir, los requerimientos de operación y confiabilidad, entre otros posibles relacionados a esta etapa).

Comentarios sobre la herramienta del TRL

Más que nada, este modelo es ampliamente utilizado para evaluar la madurez de las tecnologías, desde un aspecto técnico, para informar a los desarrolladores de tecnología, financiadores y formuladores de políticas sobre su nivel de desarrollo y así ayudar a identificar el tipo de desarrollo particular de ingeniería que podría permitir que la tecnología progrese de una etapa de madurez a otra. Así, es que resulta válido preguntarse si es realmente útil para evaluar la eficiencia total de un sistema. Se puede hacer la suposición de que, como se dice comúnmente en la estabilidad de los sistemas informáticos, la seguridad de cualquier sistema es tan fuerte como su eslabón más débil, es decir, que todo componente es crítico en el rendimiento del sistema. En cualquier caso, se debe reconocer que el TRL, permite ayudar a responder a esa respuesta, y no únicamente en cuestiones relacionadas al software, sino en cualquier componente del sistema tecnológico desarrollado. Es aquí donde la utilidad de esta herramienta como soporte al desarrollo tecnológico se hace brillar, puesto que pueden ser extrapoladas muchas de las preguntas y

requerimientos que considera no solo en cuestiones aeroespaciales, sino en cualquier tipo de proyecto de desarrollo tecnológico, que no es ajeno a temas científicos y de ingeniería, ya que considera de por medio, una elaborada complejidad discursiva a la hora de evaluar un sistema y sus componentes respecto a los conceptos claves comunes a los productos tecnológicos:

- Los sistemas, subsistemas y sus componentes
- Los entornos de prueba y de validación de los diferentes prototipos y sistemas
- Tres etapas globales de clave de desarrollo, que pueden definirse e integrarse:
 1. Fases de investigación y desarrollo (niveles 1, 2 y 3)
 2. Fases de pruebas y demostraciones (niveles 4, 5, 6 y 7)
 3. Fases de producción y despliegue del sistema total (niveles 8 y 9)

De alguna manera, se puede pretender acoplar un cierto tipo de “isomorfismo” en la forma en la que se puede disponer de la herramienta, cuya principal cualidad resulta en la flexibilidad de omitir preguntas relacionadas sea con el *software* o *hardware*, y dejarlo a las líneas temáticas de evaluación de requisitos duros de ingeniería, para controlar el avance de los logros y metas por alcanzar, sea cual sea el tipo de sistema tecnológico del que se trate, ya que se le trata como tal, de sistemas y componentes, en lugar de instancias particulares de una clasificación única como podrían ser los calentadores de agua (sistemas térmicos e hidráulicos) o de brazos robóticos (sistemas mecatrónicos). Puede aplicarse de forma útil también para gestionar desarrollos de software, hasta cierto punto, pero se argumentaría que se requiere una combinación más precisa de herramientas de gestión como lo pueden ser las metodologías *scrum* en esos casos. Así mismo, no es completamente aplicable a cuestiones de ingeniería civil como la construcción de un puente o de un edificio, pero debe observarse que en dicha instancia ya no se estaría precisamente hablando de desarrollos tecnológicos con la posibilidad de ser innovadores. La complejidad y flexibilidad de esta escala del TRL podría ser ajustada más precisamente al desarrollo de productos, de forma general, según se requiera puesto que no se puede pasar por alto algún tipo de proceso técnico relacionado con algún conocimiento especializado del que se requiera dar seguimiento de su desarrollo y validación final hasta poder posicionarlo

finalmente en el mercado. Pero es en este punto en el que se debe detenerse a evaluar dicho argumento con mucho mayor detalle.

Como se ha venido diciendo desde el principio, esta no es la panacea ideal a toda la problemática de la gestión de la tecnología. La tesis acabaría en este punto de ser ese el caso. Erróneamente se puede pretender que el proceso de evolución de un nivel a otro del TRL se vea reflejado paralelamente en un avance del tipo comercial. Es decir, que el desarrollo de la tecnología sea análoga a la del mercado, en la misma medida. Cabe, entre muchos otros, citar el trabajo de Marquis (1969), y recuperar la forma en la que este pionero estudia la innovación; Marquis establece que un avance tecnológico se considera innovador sólo cuando es aceptado por el mercado en tanto que resuelve una necesidad o satisface un deseo presente que previamente no podía haber sido resuelto con los productos o servicios existentes. Esto implica que la mera creatividad o novedad tecnológica es necesaria, pero no suficiente para considerar a todo producto desarrollado como innovación, ya no únicamente exitoso en el aspecto económico redituable para la empresa. Sin profundizar más demasiado por el momento, puesto que eso se hará posteriormente en el siguiente capítulo, el nivel de TRL 9 únicamente implica que el sistema real ha sido probado en un entorno operativo, en las condiciones esperadas de demanda y funcionamiento; es sólo a partir de este punto, en el que se puede comenzar a acreditar los requerimientos de conformidad con las regulaciones, legislaciones, y normas (sean de calidad, por ejemplo), propias del mercado para su cumplimiento pertinente al desempeño y posterior comercialización del producto desarrollado. Para solventar esta problemática, otras escalas han sido propuestas a lo largo de la literatura, que, para bien o para mal, contribuyen en algunos aspectos en los que flaquea el TRL, pero a su vez, son un tanto escuetos y no se tratan de ampliar a una mayor objetividad lo que termina siendo el mismo problema de la escala subjetiva inicial de Mankins, como se ha visto hasta ahora en este apartado con la dialéctica del grado de avance. Sin embargo, no hay que adelantar conclusiones, antes de explorar dichas temáticas, que en cualquier caso, resultan útiles para el análisis.

Modelos de evaluación de nivel tecnológico alternativos tipo TRL

El TRL fue diseñado para ser utilizado como una herramienta de evaluación, para la mejor comunicación de riesgos en la transferencia de tecnologías internas dentro de la misma organización. Con el tiempo, el alcance del TRL se expandió hasta llegar a ser escala de evaluación de proyectos de tipo tecnológico, sean cuestiones de hardware o software. La clara desventaja de ocupar únicamente esta escala como indicador de desarrollo, es que la clasificación asume que se tiene una preparación que asegura un funcionamiento en entornos reales, más no que se tenga la aprobación del cliente o los interesados en el resultado final, de tal suerte que estén satisfechos. Otro aspecto importante que advertir, es el aspecto financiero, puesto que en los últimos niveles de desarrollo, el costo de éste se eleva exponencialmente, situación que pasa inadvertida en los primeros niveles y por tanto, es necesario resaltar la importancia de prever un plan de costos adecuado, sea a través de la elaboración de un presupuesto, dentro del programa para solventarlo.

De acuerdo con Héder, en Australia, para abordar este problema, se creó el Índice de preparación comercial (CRI). El CRI surge en el sector de la energía renovable. Independientemente del área industrial a la que pertenece, el CRI puede aplicarse útilmente en otras áreas. El problema que cubre el CRI respecto al TRL, es el riesgo de éxito en el mercado que aún persiste después de que una tecnología haya logrado el nivel de TRL 9. Héder cita a Mankins (2002), el diseñador que extendió la escala del TRL a nueve niveles en la NASA, quien menciona que las limitaciones de la escala TRL aplicadas a sistemas complejos pueden abordarse mejor con otra escala llamada grado de dificultad de I&D (I&D3), puesto que ésta evalúa los sistemas a nivel de "programa", basándose en el riesgo y la probabilidad de éxito. Esto se hace calculando cuántos enfoques distintos se probarán antes de que el programa alcance su objetivo. Por otro lado, la escala SRL se calcula utilizando un concepto llamado Nivel de preparación de integración (IRL), que mide la madurez de la interfaz que existe entre dos tecnologías, igualmente evaluadas por su nivel TRL. De manera general, hay que tener en cuenta que, como menciona Khan et al. (2011), los objetivos de diseño detrás de las escalas de los niveles de preparación:

- Los niveles de preparación (RL en inglés) deben contextualizarse dentro del dominio del proyecto.
- Los RL no implican restricciones en el tamaño o la complejidad del producto o servicio.
- Las RL no imponen un nivel de madurez o perfección del dominio evaluado.
- Los RL son independientes de los métodos de gestión de proyectos (por ejemplo, *Agile o Six Sigma*).

Tomando estos puntos en consideración, a continuación se presentan los diferentes niveles en los índices de evaluación que han seguido de alguna manera estas pautas genéricas, en lo que son las escalas de preparación comercial, social, y de mercado, identificados como los más importantes en la literatura que tienen vinculación con el TRL y presentan una escala métrica similar a este en tanto tratan de complementar alguno de sus aspectos de diagnóstico, en relación con las temáticas de gestión de la tecnología que se ha presupuesto desde un principio, los debería de poder abarcar.

CRI

De acuerdo con David de Jager (2007), el Centro Australiano de Energía Renovable (ahora ARENA [*Australian Renewable Energy Agency*]), empleaba los TRL para evaluar tecnologías de energía renovable como fuente de información para el análisis en la selección de sus proyectos. Sin embargo, los TRL no representaron todas las variables pertinentes de la tecnología, una vez que ésta ha pasado a la fase de demostración en la cadena de valor. Debido a la necesidad por tener índices adecuados para medir el desarrollo comercial viable, ARENA diseñó el Índice de Preparación Comercial (CRI), específicamente para ayudarla a tomar decisiones mejor informadas sobre qué proyectos apoyar y como identificar en el proceso de desarrollo de los proyectos el valor de los indicadores a lo largo de las etapas de la vía de comercialización.

Índice de Preparación Comercial. Elaborado propia con base en David de Jager (2007)

Nivel	Descripción
-------	-------------

6	Estándares conocidos y expectativas de rendimiento del activo. El mercado y la tecnología corren el riesgo de no impulsar las decisiones de inversión. La capacidad del proponente, los precios y otras fuerzas típicas del mercado impulsan la aceptación.
5	La competencia del mercado impulsa el despliegue generalizado en el contexto de la configuración de políticas a largo plazo. La competencia emerge en todas las áreas de la cadena de suministro con la mercantilización de componentes clave y productos financieros.
4	Múltiples aplicaciones comerciales que se hacen evidentes localmente, aunque todavía están subsidiadas. Sin embargo, los datos verificables sobre el desempeño técnico y financiero en el dominio público generan interés en una variedad de fuentes de deuda y capital que aún requieren el apoyo del gobierno. Desafíos regulatorios que se abordan en múltiples jurisdicciones.
3	Aumento de la escala comercial impulsado por políticas específicas y financiación de deuda emergente. La propuesta comercial es impulsada por los proponentes de la tecnología y los participantes del segmento de mercado: datos públicamente reconocibles que impulsan el interés emergente de los sectores financieros y reguladores.
2	Prueba comercial: proyecto a pequeña escala, primero en su tipo, financiado con fondos propios y con apoyo gubernamental. Propuesta comercial respaldada por evidencia de datos verificables que generalmente no son de dominio público.
1	Propuesta comercial hipotética: Técnicamente preparada - no probada comercialmente y no probada. Propuesta comercial impulsada por defensores de la tecnología con poca o ninguna evidencia de datos técnicos o financieros verificables para justificar las reclamaciones.

El CRI clasifica la preparación comercial de la tecnología a nivel de síntesis comercial, de acuerdo con seis niveles que comienzan con una propuesta comercial hipotética y evolucionan hasta representar de activos económicos autosuficientes y financiados, en el último nivel.

El CRI evalúa 8 indicadores, que representan los factores que pueden ayudar o impedir que una tecnología se implemente a gran escala en un mercado determinado, importantes al considerar el desarrollo de la industria y las fuerzas competitivas que pueden afectar a la tecnología, como el financiamiento y regulaciones impuestas a los productos por parte del estado. El nivel de preparación comercial se califica en una matriz de seis renglones por ocho columnas, en las que se evalúa el nivel de cada indicador de acuerdo a la capacidad actual reflejada en el nivel del CRI que se estima, que va de 1 a 6.

Los indicadores son:

- A. Entorno regulatorio
- B. Aceptación de los *stakeholders*
- C. Desempeño Tecnológico
- D. Desempeño Financiero: costos
- E. Desempeño Financiero: ingresos
- F. Habilidades y Cadena de suministros de la industria
- G. Oportunidades de mercado
- H. Madurez de la compañía

TABLA. Ejemplo de evaluación del CRI. Elaboración propia

Niveles segregados del CRI	Estimación del nivel de los indicadores	Indicadores del CRI							
		A	B	C	D	E	F	G	H
6					*				
5	*	*	*			*		*	

4							*		
3				*					
2									*
1									

Se pueden identificar como ventajas el que considera diferentes factores que influyen en la preparación comercial y de mercado de las tecnologías, ayudando a detectar las principales barreras del desarrollo económico que impiden un mejor crecimiento. También se puede usar para ilustrar históricamente qué políticas han afectado el desempeño de ciertos indicadores.

Por otra parte, el modelo carece de complejidad, al tratarse de una “fotografía” en el tiempo, sólo puede proporcionar información comercial general hasta ese momento de análisis; la limitación de sus variables no explican totalmente los aspectos financieros ni de políticas del mercado, que podrían ser aprovechados por la organización para hacer más eficiente su desempeño. Estas carencias se complementan mejor al combinar modelos dentro un esquema conceptual consistente con los objetivos. Ejemplo de la metodología en la aplicación de este modelo, la propone Animah y Shafiee (2018), al unir el modelo TRL con el CRI, aplicados a tecnologías de energías renovables nuevamente, pueden integrarse el proceso de análisis en cinco pasos para determinar estrategias relativas al desarrollo tecnológico de turbinas de viento, en este caso, y con la información resultante, poder rediseñar políticas y estrategias para la sustentabilidad. Los pasos sugeridos por los autores son:

1. Seleccionar una industria adecuada e identificar las tendencias tecnológicas y de gestión, que han llegado al final de su período diseñado en su sustentabilidad
2. Seleccionar el sistema antiguo a reemplazar y descomponerlo en sus principales subsistemas y componentes

3. Identificar las políticas de expansión del ciclo de vida y seleccionar las estrategias aplicables.
4. Identificar las tecnologías emergentes de aplicación directa como actividades de soporte.
5. Mapeo integral del TRL y CRI del sistema, para evaluar el nivel de madurez requerido para la extensión de sus políticas y estrategias.

DRL

Paun (2011) diseñó la escala DRL (*Demand Readiness Level*), como respuesta a las necesidades de un esquema de transferencia tecnológica tanto de las oficinas de transferencia tecnológica (OTT) de las universidades y centros de desarrollos, así como de los departamentos de I&D. El beneficio que tiene asociarse con las empresas industria y las economías de mercado es necesario si se quiere tener fondos y mayores retribuciones a las actividades de investigación y desarrollo científico y tecnológico. Paun menciona que la mentalidad del *push* de los productos, plasmada implícitamente en el uso comercial del TRL, resulta de poca utilidad para identificar oportunamente a las necesidades de los clientes en el mercado. Para solventar el problema, propone usar una mentalidad inversa, la de las estrategias tipo *pull* del mercado, integrándolas dentro de un esquema tipo escala, que es DRL. Al usarlo junto con el TRL, se tiene una visión más amplia de las fuerzas del mercado y de la ubicación relativa de un proyecto en ellas.

TABLA Escala DRL. Elaboración propia con base en Paun (2011)

Nivel	Descripción
1	Ocurrencia de un sentimiento "algo falta"
2	Identificación de una necesidad específica.
3	Identificación de las funcionalidades esperadas para el nuevo Producto / Servicio
4	Cuantificación de las funcionalidades esperadas.

5	Identificación de las capacidades sistémicas (incluido el liderazgo del proyecto)
6	Traducción de las funcionalidades esperadas en las capacidades necesarias para construir la respuesta
7	Definición de las competencias y recursos necesarios y suficientes.
8	Identificación de los expertos que poseen las competencias.
9	Construyendo la respuesta adaptada a la necesidad expresada al mercado

MRL

Khan et al. presentan un nuevo enfoque de análisis de mercado, con los objetivos de aumentar el valor de los resultados del proyecto de I&D, así como reducir las tasas de fracaso del proyecto individual. Toman como referencia la brecha que existe entre la tecnología y la preparación del mercado, modelando a partir de ella la madurez de los servicios y procesos de soporte que las unen, e integrándolos como "Niveles de preparación del mercado" (MRL). Al igual que las escalas estudiadas anteriormente, el objetivo detrás de las evaluaciones sigue siendo el de comunicar un nivel de abstracción el estado actual, así como un objetivo futuro deseado.

De la escala se identifican cuatro variables principales para el desarrollo de las fases de transferencia al mercado, a los que corresponde hacerles estas preguntas de testeo, los *gate keepers*, de confirmación para continuar el avance de las pruebas.

Tabla. Etapas y confirmación de avance de las pruebas de transferencia al mercado.

Elaboración propia con base en Khan et al. (2017)

Situación de avance en la prueba	Preguntas de chequeo
----------------------------------	----------------------

Problema y Solución Ajustada	¿Existe el problema? ¿Podemos resolverlo? ¿Estamos "mejorando" o "creando nuevos" problemas?
Visión del fundador	¿Tenemos el equipo adecuado para resolver el problema? ¿Tenemos apoyo?
Producto ajustado al mercado	¿Es deseable mi producto? ¿Es el mercado objetivo correcto para mi producto / servicio?
Modelo de negocio ajustado	¿Entendemos el modelo de explotación y sostenibilidad?

Estas variables se ubican en los últimos cuatro niveles del MRL, que a su vez, se puede sintetizar en cuatro fases de desarrollo (Ideación, Pruebas, Arrastre y Escalamiento). Como

TABLA. Escala MRL. Elaboración propia con base en Khan et al. (2017)

Nivel	Descripción	Fase
0 corazonada	Percibe una necesidad dentro de un mercado y algo se enciende.	Ideación
1 Investigación básica	Ahora puede describir las necesidades pero no tiene evidencia.	
2 Necesidades de formulación	Usted articula las necesidades utilizando una historia de cliente / usuario.	
3 Necesita validación	Se tiene una oferta inicial, tal que a las partes interesadas les agrada la propuesta presentada	
4 Campaña de partes interesadas a pequeña escala	Ejecute una campaña con las partes interesadas, versión beta "cerrada", con 50 partes interesadas	Pruebas

5 Campaña de adopción temprana a gran escala	Ejecute una campaña con los primeros usuarios (beta "abierta" - 100 clientes previstos)	
6 Prueba de tracción	Problema / Solución Ajuste. Las ventas coinciden con 100 clientes que pagan	Arrastre
7 Prueba de satisfacción	Visión / Fundador. Un equipo feliz y clientes felices dan evidencia del progreso	
8 Prueba de escalabilidad	Producto / Ajuste del mercado. Una cartera de ventas estable y una sólida comprensión del mercado permiten proyecciones de ingresos.	Escalamiento
9 Prueba de estabilidad	Modelo de negocio / ajuste del mercado. Los KPI superaron el crecimiento predecible.	

SRL

De acuerdo con Innovationsfonden (2018), el nivel de preparación social (SRL) es una forma de evaluar el nivel de adaptación de la sociedad a un proyecto particular, tratándose de una tecnología, un producto, un proceso, una intervención o una innovación. Si se espera que la preparación social para la solución social o técnica sea baja, se requieren sugerencias para una transición realista hacia la adaptación social. Naturalmente, cuanto menor sea la adaptación social, mejor debe ser el plan de transición. El modelo resulta de utilidad para no olvidar a la sociedad en general y tener únicamente el concepto de mercado como sinónimo, puesto que el resultado a futuro de aceptación y adaptabilidad de la población es distinto al económico en tanto a los agentes económicos que forman parte de él.

Tabla. Escala SRL. Elaboración propia con base en Innovationsfonden (2018)

NIVEL	Descripción
1	Identificación del problema e identificación de la disposición social

2	Formulación del problema, soluciones propuestas e impacto potencial, preparación social esperada; identificación de partes interesadas relevantes para el proyecto.
3	Prueba inicial de las solución propuesta junto con las partes interesadas relevantes
4	Problema validado a través de pruebas piloto en un entorno relevante para corroborar el impacto propuesto y la preparación social
5	Soluciones propuestas validadas, ahora por las partes interesadas relevantes en el área
6	Solución demostrada en un entorno relevante y en cooperación con las partes interesadas relevantes para obtener comentarios iniciales sobre el impacto potencial
7	Perfeccionamiento del proyecto y / o solución y, si es necesario, volver a realizar la prueba en un entorno relevante con las partes interesadas relevantes
8	Soluciones propuestas, así como un plan para la adaptación social completo y calificado
9	Soluciones de proyecto reales probadas en un entorno relevante

IPRL

El valor de los activos ha ido desplazándose cada vez más al valor del capital intelectual acumulado de diversas maneras (principalmente en las personas de la organización como conocimiento), que aquel que se tiene sobre las máquinas o el equipo tangible para las operaciones, a tal punto que, como menciona Holmberg y Lyne (2017), se tiene que cerca del ochenta por ciento del valor de una compañía lo conforma los activos intangibles. El capital humano es aquel que puede ser desarrollado, sobre el que se conforman los activos intelectuales, propios del necesario para el desempeño de sus funciones de su área, que

más estrictamente podría ser considerado como parte del llamado *know how* en las áreas de la gestión del conocimiento, por una parte, y los activos de la propiedad intelectual, por la otra. Es en este último tema, que esta escala cualitativa pretende auxiliar la toma de decisiones respecto al considerarla como una estrategia importante para el mejor aprovechamiento de las oportunidades de licenciamiento de una tecnología, marca, modelo, o invención a ser protegida por la legislación correspondiente. Al nivel de abstracción sobre los momentos y avances en este proceso, los autores lo llaman como modelo del IPRL (*Intellectual Property Readiness Level*).

En la tabla siguiente, se detallan las características de cada nivel, tomando en consideración la secuencia estratégica que presupone el seguir nivel tras nivel, la protección de la tecnología en relación con la estrategia de operación del negocio con base en ella. Se hubieron completado varios descripciones con una traducción clara y más precisa al alcance presupuesto en cada nivel, dado que no se expande lo suficiente en la versión original y resultan ambiguos los “requerimientos” de cada escalón para distinguirse uno del otro.

Tabla. Modelo del IPRL. Elaboración propia con base en Holmberg y Lyne (2017)

NIVEL	Descripción
1	Se tienen hipótesis, con base en una invención potencialmente perfeccionable, en un posible desarrollo tecnológico para patentarse
2	Se ha identificado una posible invención patentable, o en otras formas de propiedad industrial que uno cuenta con la posibilidad de desarrollar y, en consecuencia, controlar.
3	Descripción detallada de una invención posiblemente patentable, o de protegerse en otras denominaciones de propiedad industrial. Para ello, se ha de tener realizado una búsqueda inicial del estado del arte de los campos técnicos correspondientes.

4	Se confirman los requisitos de existencia de la posible la novedad y patentabilidad, o en caso contrario, se decide en alternativas a la protección industrial correspondientes
5	Primer campo de la aplicación de la patente completado, y se cuenta con un primer borrador para implementar la estrategia.
6	Respuesta positiva en lo que respecta a proceder con la aplicación de una patente, tal que la estrategia pueda ser formulada en virtud de apoyar al negocio, contando ya con la evaluación para operar con dicha tecnología.
7	Posibles otros formatos de propiedad intelectual registrados o aplicaciones para patente adicionales registradas
8	Primera patente otorgada, con la estrategia de protección completamente implementada y una evaluación que permite la libertad para operar
9	Patente otorgada en los países clave y mantenida legalmente, contándose con un soporte y protección del activo para el negocio.

Comentarios a las escalas cualitativas de los niveles de preparación

En sí, el modelo de preparación tecnológica de la NASA TRL resulta una poderosa herramienta para evaluar y describir la condición de madurez de un desarrollo de una tecnología, siempre que ésta sea entendida como un sistema compuesto de varios subsistemas. Sus fundamentos iniciales nacen de la tecnificación requerida para la validez en pruebas de vuelo en el sector aeroespacial, para cuyos propósitos ha sido empleada con éxito, cuando se han determinado criterios y requerimientos más objetivos al momento de evaluar una tecnología. La suposición de que la escala TRL se queda como una mera herramienta cualitativa de análisis es desacertada en el peor de los casos, puesto que se ha visto como las calculadoras desarrolladas con mayor criterio objetivo solventan el problema y proveen una poderosa herramienta de auditoría tecnológica técnica. Sin

embargo, por una mala fortuna, siguiendo esta vía epistemológica que se traza en los intentos iniciales por ampliar los modelos a una mejor comprensión de la gestión tecnológica, caen en el mismo error metodológico de la escala inicial y no llegan a desarrollar un cuestionario más preciso de los requerimientos de cada etapa, tal que resulta estrepitosamente ambiguo evaluar y decidir en qué nivel de desarrollo uno puede encontrarse, sea en cualquiera de las escalas anteriores revisadas: la comercial, de demanda, de mercado, social, y el de propiedad intelectual.

Cabe, respecto a esto último, aclarar que varias de estas escalas distan mucho de ser un proceso ideal para el seguimiento y planificación para una estrategia de protección intelectual, al igual que todas las anteriores, es una mera conceptualización esquemática que tendría mucho más valor si, por un lado, se provee de una mayor exhaustividad en las descripciones y terminologías para no ser tan genérica y escueta, y por otro lado, aunado a éstas, se tiene la claridad narrativa o descriptiva suficiente para esquematizar un procedimiento global que incluya tiempos y las entradas y salidas documentales, además de los involucrados, en cada eslabón o paso del proceso.

Se puede observar además, que puede existir una cierta superposición entre los niveles y temas de una escala y otra, lo cual hace más complicado tomarlas completamente en serio como útiles al momento de evaluar la validez de una preparación comercial de un producto respecto a los resultados que se vayan obteniendo, con métricas que son sumamente redundantes entre sí, y sin un claro seguimiento entre etapas y tiempos de una y otra. Sin embargo, una alternativa viable a la que puede apelarse al valor conceptual que puede extraerse de ellas en vistas a concebir la intención original de coadyuvar al TRL y la toma de decisiones en los desarrollos tecnológicos, y con la que se procederá a continuación, es combinar este modelo de desarrollo tecnológico con las categorías y conceptos de la aceptación del mercado de una tecnología, de tal forma que la transferencia de la innovación incipiente pueda darse con éxito. Si en cada nivel existe una cierta correspondencia temática con respecto a las evaluaciones que se pueden esperar realizar y crear una escala global que sea paralela a los desarrollos técnicos del sistema en cuestión, puede proveerse de un criterio más objetivo para evaluar la prelación comercial a la par de la tecnológica con mejores descripciones y requerimientos de avance por etapa. Así, el control del proceso de

maduración se podría hacer de forma más efectiva. Con estos modelos de madurez, referidos a un producto tecnológico, abarcan los aspectos sociales, de mercado, de demanda, comerciales en sí, y de propiedad intelectual en cada una de sus escalas.

Combinación analítica de las escalas de los niveles de preparación

Se realizó una comparación de los modelos de preparación y madurez, respecto a cada nivel y sus descripciones cualitativas provistas. La tabla comparativa radica en el anexo B de la tesis. Se compararon los aspectos más relevantes en los que los niveles de las escalas de madurez y preparación en los cuales coinciden entre sí. Se pudo observar la gran similitud entre éstas en su interés por atender las causas sociales determinadas en el interés y conocimiento del mercado, principalmente, teniendo como fundamento la presencia de desarrollo tecnológico o científico incipiente. A continuación se describe la integración temática de las escalas en una nueva propuesta de los nueve niveles madurez para la innovación por gestión de proyectos estructurales.

1. Los principios básicos son observados y recopilados.

Desde el interés tecnológico, se tienen las investigaciones básicas y los protocolos de investigación. Con el conocimiento de las aplicaciones, los casos de uso y las limitaciones del mercado son de tipo limitado e incidental, o aún no se ha obtenido en absoluto. Existe un sentimiento de ocurrencia, de una falta o necesidad que puede ser atendida. Esta necesidad se percibe dentro de un mercado y se empieza por las primeras ideaciones de las soluciones. La identificación del problema implica también la identificación de la disposición social a querer atenderla. En este nivel, sólo existe un inventor solitario, o un equipo con la misma visión emprendedora, y la disposición para realizar atenderla.

2. Concepto tecnológico y aplicación potencial formulada

En el aspecto tecnológico, se tienen los estudios científicos producidos. De la investigación, ya existe un conocimiento superficial del mercado y la tecnología que tiene sus aplicaciones potenciales, así como productos competitivos existentes que pueden implicar el riesgo de sustitución. La investigación de mercado es derivada de fuentes como reportes de vigilancia

tecnológica. Las ideas de productos basadas en la nueva tecnología pueden existir, pero son meramente especulativas y aún no han sido validadas. Es por esta razón, que la identificación de la necesidad clave lleva a realizar una investigación más profunda para validar las soluciones hipotéticas. La formulación de esta solución involucra considerar el impacto potencial en la sociedad, así como una primera identificación de las partes interesadas relevantes para el proyecto.

3. Experimentación de funciones críticas y pruebas de concepto.

Existe la evidencia experimental de la tecnología para diseñar la oportunidad de negocio. Se tiene una comprensión más completa de las aplicaciones potenciales del producto, que considera ya varios casos de uso, conforme a los requisitos del usuario, así como de las restricciones del mercado que son impuestas sobre éste. Así mismo, existe el conocimiento suficiente para planear la estrategia del desarrollo contra las tecnologías y productos de la industria; permite la entender a la tecnología como un producto futuro del mercado. La formulación de hipótesis respecto al “producto” continúa. Ya se cuenta con una base de datos de tamaño considerable sobre los diseños realizados y la información recuperada del mercado y la tecnología. Se empiezan a proyectar los requisitos futuros esperados que puede demandar el mercado. Esto puede implicar la definición de nuevas funcionalidades esperadas para el producto o servicio en diseño. Estos nuevos requerimientos pueden detallarse en reuniones con los interesados, a través de técnicas de diseño y comunicación como son las “historia de usuario”. Se analiza la posible existencia de la protección intelectual de una invención. La descripción detallada de una posible invención patentable es realizable, a través de la búsqueda inicial en el campo técnico del estado del arte.

4. Construcción de componentes y realización de pruebas de validación en entornos de laboratorio.

Los requerimientos del producto se hallan plenamente identificadas y han sido refinadas gracias al análisis de mercado, sector industrial, y las discusiones con los clientes y usuarios potenciales. Se tiene la capacidad para trabajar programas de alcance limitado con equipos de proyecto. La comparación de las propuestas de valor de la tecnología del producto en desarrollo contra las necesidades del mercado es favorable. Se puede ya empezar a crear

un modelo básico de costo-rendimiento con base en la propuesta de valor. En un análisis competitivo se puede observar que características y ventajas tiene la tecnología del producto sobre la de la competencia.

Las validaciones de las pruebas piloto corroboran las funcionalidades esperadas, y permite demostrar las propuestas de valor a los interesados, así como observar el impacto y la preparación social con el producto. Con el compromiso dispuesto de los interesados clave, se puede identificar claramente a los proveedores, socios y clientes potenciales, y describir su papel dentro de la cadena de valor. Se comienza a analizar los requisitos de certificación o reglamentarios para el producto o proceso. Ha sido identificada la invención específica que es patentable, y las otras formas de Propiedad Intelectual presentes en la empresa.

5. Validación del componente en un entorno relevante.

Se tiene una comprensión más profunda de las aplicaciones del producto en el mercado, y el producto queda plenamente definido. Está hecho un modelo integral de costo-rendimiento para validar aún más la propuesta de valor y proporcionar una comprensión detallada de las compensaciones del producto. Las relaciones con los proveedores, socios y clientes, son de mayor confianza y se dedican a otorgar más información sobre el mercado y el producto. El análisis competitivo está completo. Un modelo financiero básico es realizado con proyecciones iniciales en cuanto a ventas, costos, ingresos y márgenes, a corto y largo plazo. Se definen todas las características de gestión del proyecto, como los integrantes del equipo, los programas organizacionales, el listado de hitos, y demás requeridos para dar inicio. Se recomienda tener una campaña confidencial de partes interesadas a pequeña escala, tal que con un total 50 interesados pueda hacer pruebas con el producto desarrollado hasta nivel beta. Como la novedad y la patentabilidad ha sido confirmada, se decide en alternativas de protección por PI si no se puede patentar.

6. Demostración de prototipo en un ambiente operativo.

Las pruebas del prototipo en el ambiente operativo reflejan el comportamiento funcional del producto. El desempeño de este, satisface las necesidades del mercado documentadas. La optimización del diseño del producto se lleva a cabo teniendo en cuenta los requisitos de detalle del mercado y del producto, las estimaciones de costo-rendimiento, las financieras,

de tiempo, etc. Los modelos financieros continúan siendo refinados, en función de los cambios percibidos necesarios en el desarrollo tecnológico. Las asociaciones con los principales interesados en toda la cadena de valor son formalizadas. Así, todos los requisitos reglamentarios y de certificación para el producto se comprenden plenamente y se están llevando a cabo los procesos oportunos para el cumplimiento. Se recomienda expandir la campaña de adopción temprana a mayor escala, destinada a 100 clientes, para obtener realimentación sobre el desempeño del producto, en cooperación con las partes interesadas relevantes para obtener comentarios iniciales sobre el impacto potencial. La aplicación de patente ha sido completamente llenada, teniendo además, un esbozo de la estrategia de PI a seguir por la organización.

7. Demostración del funcionamiento del sistema totalmente integrado en un ambiente operativo.

La integración de los componentes, sistemas y subsistemas del producto está completa. Así mismo, se tiene la capacidad para soportar una producción limitada, lo que permite tener el producto y los primeros ingresos derivados de este. Todas las certificaciones necesarias y el cumplimiento normativo necesario para el producto y los procesos operativos se cumplen. Por otro lado, están los acuerdos de suministro y de clientes, y de todas las partes interesadas, que participan en las calificaciones de productos-procesos; en busca del perfeccionamiento del producto, si es necesario, implica volver a realizar las pruebas en un entorno operativo con las partes interesadas. De todo lo anterior, se han validado los modelos financieros integrales para la producción en etapas tempranas y tardías. Definición de las competencias está completa y se cuenta con los recursos necesarios y suficientes para la producción. Respuesta positiva en la aplicación de la patente. La estrategia de PI aplicada al negocio.

8. El producto final está terminado y calificado en todas las pruebas y demostraciones.

Las calificaciones del cliente están completas y los productos iniciales se fabrican y venden. La preparación para la comercialización continúa madurando para respaldar la producción y las ventas a mayor escala. Las proyecciones financieras se validan de forma continua para adaptarse a la dinámica del mercado. Se identifican de los expertos que poseen las

competencias técnicas requeridas para escalar la producción y distribución. Se tiene un plan para la adaptación social completo y calificado sobre el impacto del producto. Primera patente otorgada. La patente protegida entra en una fase nacional o regional. Otros posibles registros de PI o aplicaciones de patente llenados.

9. Funcionamiento exitoso del producto.

El negocio está totalmente organizado con infraestructura y personal competentes para atender las demandas del mercado. La respuesta de ajuste a las necesidades del mercado llevan a escalar la producción del producto, con el fin de tener una cartera de ventas estable y una constante comprensión del entorno competitivo, que permita adecuar las proyecciones de ingresos. Los indicadores de la producción se ajustan al crecimiento escalado de la producción, en busca de la estabilidad y mejoramiento de los ingresos. Existe un fuerte apoyo a la propiedad intelectual, ya que ha sido otorgada en el país para la protección de la tecnología en el negocio. La estrategia de PI completamente implementada. Existe mayor confirmación para la libertad de operación.

Comentarios a la combinación de las escalas y estrategia de investigación

La nueva escala propuesta del TRL, se tiene un avance sumamente significativo en la complejidad que se toma desde el nivel 1 hasta el 9. Partiendo de un solitario emprendedor, o un equipo con una visión, con nada más que la estructuración de una investigación básica sobre los principios básicos de un posible producto, se llega hasta la capacidad comercializadora, productora y distribuidora, de una organización certificada que cuenta con la protección intelectual de su invención y con los recursos suficientes para incrementar su operación potencialmente en el mercado, previendo además las proyecciones financieras y tecnológicas de su empresa, a través del trabajo de personal competente para atender las necesidades de la organización y el pleno apoyo y confianza de todos los involucrados en la cadena de valor de su producto (sobre la base del contrato de trabajo, claro está). Sin embargo, cabe observar que ésta visión no es más que una mera idealización de la realidad, concebible únicamente a través de la constancia del trabajo duro bien coordinado durante un largo período de tiempo, que se extiende a más de unas cuantas semanas, pero permite

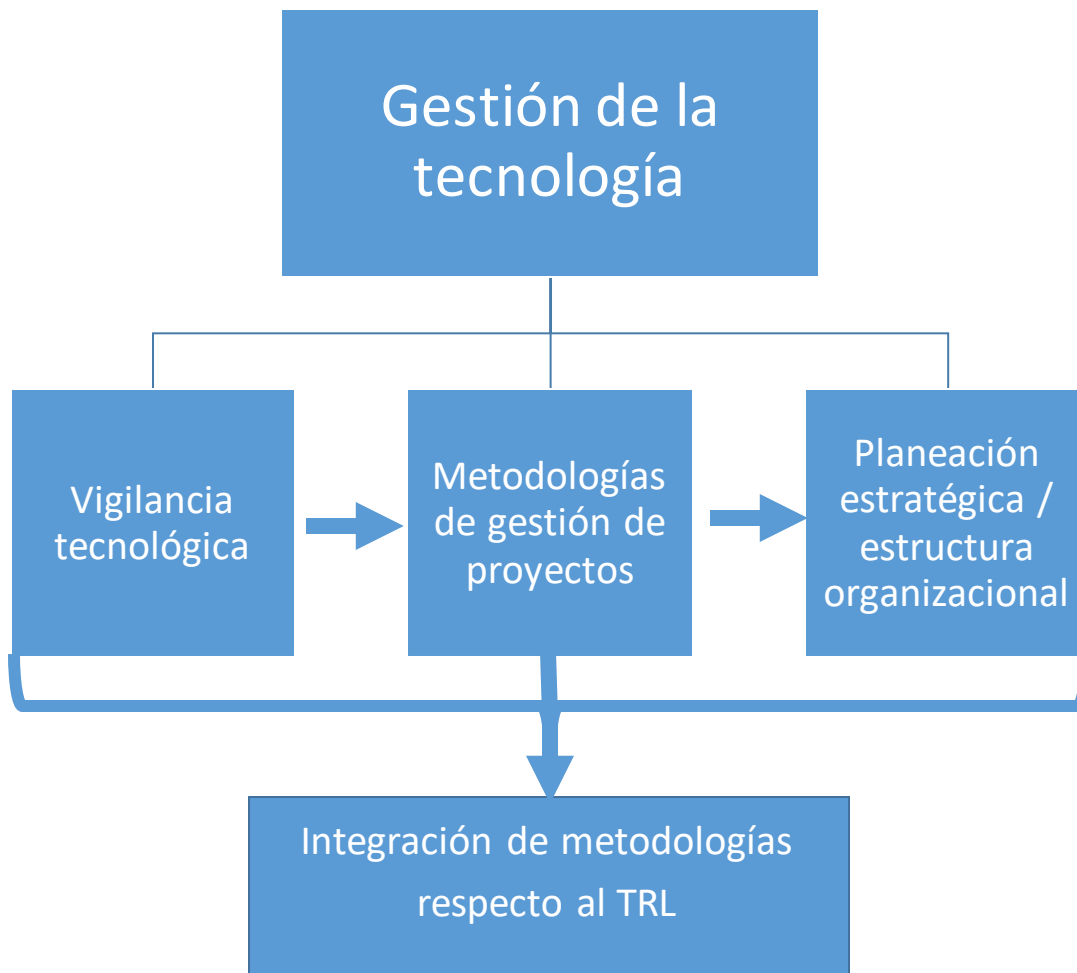
integrar y calificar de manera más completa y categórica la evolución de la tecnología como producto de la innovación, de la mano ahora sí con las necesidades de adaptación al mercado.

Con esta síntesis realizada, se desprenden varios de los temas que analíticamente que pueden identificarse y clasificarse en los puntos fuertes y débiles de la escala de evaluación de la calculadora del TRL del Instituto de Seguridad Nacional de Massachusetts, que es la más completa en cuanto a varios de los elementos que en ella se consideran. Tomando en cuenta las descripciones y el análisis de la integración de las escalas, se procedió con la reedición de la herramienta, traduciéndola al español, clasificando las categorías temáticas de las preguntas originales por tema e identificando en cada uno de los niveles las otras posibles temáticas de la gestión de tecnología que pueden ayudar a dar respuesta a cada una de estas las preguntas que se plantean en el cuestionario de preguntas guía, y de preguntas de salida. Cabe aclarar, que esta determinación se está haciendo considerando previstas las alternativas de una exploración de los temas de la literatura de la administración de la tecnología, que se cree son adecuadas para complementar estratégicamente esta herramienta analítica, sin perder la congruencia con el avance logrado en las discusiones llevadas a cabo hasta el momento. En virtud de ello, se han identificado tres áreas principales de soporte metodológico a los temas estudiados en cada nivel, que son la vigilancia tecnológica, la gestión de proyectos y la planeación estratégica.

Si se toma en cuenta, recordando desde los primeros pasos analíticos realizados a las virtudes del TRL, los nueve niveles de las etapas originales se había sugerido que podían clasificarse en tres grandes períodos o fases, que en cierta forma puede argumentarse que coinciden con los de la gestión de la tecnología, ya que si analiza la tabla del anexo C en correspondencia con los temas sugeridos se puede apelar a que existe una cierta congruencia secuencial en las etapas del desarrollo tecnológico originalmente planteadas por la escala cualitativa, tal que la complejidad de los requerimientos sube mientras más desarrollado se encuentra la tecnología como idea, pasando a ser un prototipo, evaluándose y confirmándose en consecuentes pruebas más exigentes, que en última instancia su aprobación demanda la readecuación dentro de los planes estratégicos de la organización para integrarla como parte de la estrategia organizacional de producción y venta en una

producción escaladamente mayor. Dicho lo anterior, de una forma bastante general para un producto tecnológico, a lo que se estará apelando es a la relación existente entre estas etapas y temas a fin de seleccionar las herramientas clave que guíen y permitan obtener mejores resultados a cada nivel de desarrollo y sus requerimientos ya expresamente detallados:

- 1) Fases de investigación y desarrollo (niveles 1, 2 y 3), respecto a la vigilancia tecnológica.
- 2) Fases de pruebas y demostraciones (niveles 4, 5, 6 y 7), en concordancia con la gestión de proyectos.
- 3) Fases de producción y despliegue del sistema total (niveles 8 y 9), en relación con la planeación estratégica y la estructura organizacional.



Esquema de investigación propuesto para el estudio de los modelos y metodologías que complementan al TRL. Elaboración propia.

Ya que el aspecto de la atención a las necesidades del mercado se ha visto en cierta medida abarcado por la integración de las escalas comerciales en este modelo, aunque no tan rigurosamente como se podría, al igual que la propiedad intelectual, involucran una gran cantidad de temas, herramientas y ejemplos situacionales con los que debería compararse para validarlo, que, de proceder con estos temas, llevaría una gran cantidad de tiempo y recursos adicionales en la lectura analítica e integración metodológica con el modelo. Otros temas que pueden incluso explorarse, son los de la gestión de conocimiento, la transferencia tecnológica, la vinculación universidad con la empresa, las políticas de innovación. La lista puede seguir, sin duda.

Se han sugerido estos tres temas para explorar, porque, por un lado, se puede ver que existe dentro de la clasificación temática de las preguntas de evaluación de cada nivel por responderlas en torno a cuestiones relacionadas principalmente con ellos, y por el otro, por el hecho intrínseco de los proyectos tecnológicos, hacia el cual la herramienta está primeramente orientado. La determinación de dar luz verde a los proyectos de desarrollo tecnológico, surgen en un primer momento de las decisiones estratégicas que se plantea la alta dirección respecto a la evaluación de alternativas y oportunidades, que en concordancia con los objetivos organizacionales, dirigen operativamente hacia un equipo de desarrolladores, que pueden ser de un departamento interno a la empresa, para coordinar esfuerzos entorno a la ejecución de un nuevo desarrollo tecnológico. Es decir, de una oportunidad observada en un posible desarrollo tecnológico, que puede estar fundamentado gracias a la vigilancia tecnológica, se puede añadir la línea de acción respecto a un plan estratégico organizacional de una empresa, en cuya estructura se gestará y dirigirá un proyecto tecnológico, otorgando recursos para llevarlo a cabo. Dicho esto, se puede ver que ahí radican estos tres temas por los que se apela, sus metodologías pueden apoyar a mejorar la herramienta de este nivel de preparación propuesto.

Por tanto, el resto de la tesis se procederá a investigar las herramientas y metodologías que pueden ser adecuadas para dar soporte metodológico a esta escala del TRL propuesta, estudiando dentro de la literatura de la gestión de la tecnología, las posibles alternativas que existen para hacerlo. Dentro de cada una de las etapas, se prevé describir y detallar la necesidad de la que emana cada una de las herramientas de forma general, en primer lugar, para luego analizarlas y comprender el porqué de su utilidad para cada tipo de situación problemática a la que se enfrentan cuando se les quiere hacer uso, no olvidando que son guías flexibles que dependen de la pericia y astucia del gestor o individuo que las emplea para ayudarse a salir adelante.

3. El entorno competitivo y la inteligencia competitiva.

Los temas principales identificados en los tres primeros niveles del modelo de preparación tecnológica pueden verse auxiliados de las metodologías de vigilancia tecnológica, denominada como una fase de investigación y desarrollo, en una primera aproximación hacia lo que las invenciones en el mercado pueden dar información en las primeras fases de investigación y desarrollo. Durante ellas, podrían emplearse técnicas propias de la vigilancia tecnológica como apoyo a la toma de decisiones. En este tercer capítulo se estudia la dimensión económica y de mercado que permite recuperar información sobre la situación competitiva de la industria tecnológica en cuestión, esto para la toma de decisiones en el desarrollo de nuevos productos. La importancia de considerar el uso de diversas técnicas de vigilancia de mercado e inteligencia competitiva se discute, sobre cuál resulta mejor adecuado en ciertas situaciones más concretas que otras respecto a un horizonte temporal de estudio. El estudio se centra primeramente en las aportaciones de Michael Porter para el análisis de la competitividad de la industria. Posteriormente, se introduce el concepto de la inteligencia estratégica y su relación con la tecnología.

La competitividad de la industria

Un buen punto de partida para comenzar el estudio del fenómeno del entorno mercado, es regresar a la perspectiva sistémica de los modelos estructurales de una empresa. La organización es un todo funcional que se encuentra situada en un ambiente de competencia constante donde la fuga de poder de acción y decisión cambia continuamente respecto a las dinámicas relacionales entre los agentes institucionales, productivos y formativos, en su contacto con la sociedad. Si se aíslan las relaciones que tiene el agente de productivo con el sector de la esfera social, puede observarse una interdependencia mutua en el sustento económico de sus prácticas productivas de servicios o productos que se consumen en lo que se aprecia desde los modelos de la economía un fenómeno microeconómico de oferta y demanda. Según se considere el alcance de estas relaciones a una escala superior en el cual las diversas empresas buscan perseverar “viviendo”, ofreciendo su servicio en la supuesta perpetuidad considerada en los principios financieros, y no caer en quiebra, se seguirán dando sus actividades en un espacio de intercambio de bienes y servicios, que se puede definir desde una perspectiva clásica de la economía, como mercado. Un enfoque

científico de la economía más elaborado se requiere para pretender abordar el alcance y limitaciones epistémicas del concepto de mercado, algo que rebasaría el propósito de este capítulo. El análisis realizado en este apartado de la presente tesis, investigará como expandir ese concepto de mercado desde las posturas de la competitividad en la industria y su relevancia en el seguimiento y vigilancia para la toma de decisiones estratégicas desde la empresa.

Niveles de competitividad de la industria.

En el estudio de los modelos de sistemas de vinculación se observó como la participación de las instituciones es fundamental para sostener un sistema saludable de desarrollo de innovación tecnológica. Los agentes principales, siendo las instituciones educativas, las instituciones regulatorias, y las instituciones productivas, realizan diferentes tareas en este complejo de red que cambia dinámicamente, evolucionado y, podríamos decirlo, enfrentando los paradigmas tecnológicos y económicos que suponen los mismos desarrollos innovadores de gran escala, en medida del impacto sistémico que se considere, sea regional, nacional o incluso multinacional.

Jasso (2005) remarca un aspecto interesante desde las posturas del desarrollo científico por paradigmas, cuyo representante más reconocido en boga del concepto mismo que el autor acuña, es Thomas Kuhn. Jasso, en su discusión sobre los modelos de medición de las relaciones en los sistemas nacionales de innovación, y de la efectividad de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, propone otro marco analítico para su evaluación, en el que se incluya el entramado analítico de una dimensión evolutiva de los paradigmas tecno-científicos, agregándolos a los ya presentes en abundancia de las dimensiones institucionales y cíclicas de éstos. Las tres dimensiones se detallan en la tabla siguiente.

Tabla Dimensiones de estudio de los paradigmas tecno-económicos

Institucional	Cíclica	Evolutiva
Es la representación misma de las vinculaciones en los Sistemas de Innovación.	Se alude al hecho de la presencia cíclica de los paradigmas tecno-	Se refiere a las teorías del concepto de paradigma como ruptura de la brecha

<p>Representa los mecanismos de cooperación, coordinación y competencia entre empresas e instituciones y organizaciones especializadas. Tal ambiente posibilita la generación de cambios institucionales en el sector según su escala</p>	<p>económicos en la historia, como evidencia de las revoluciones industriales, y su representación del conjunto de un sistema de innovación que evoluciona, en períodos de surgimiento, madurez y caída de cada ciclo, u ola.</p>	<p>indefinida por las capacidades actuales del conocimiento científico y tecnológico que se dispone para resolverlas, y su posterior evolución tras el descubrimiento de nuevas fronteras de desarrollo.</p>
---	---	--

Para delimitar la participación de cada paradigma tecno-económico en el nivel de impacto sobre sistema de innovación, Jasso propone desde esta postura de la dimensión evolutiva, definir las capacidades de un sistema de innovación. En la siguiente tabla, podemos notar como a nivel macro, se tienen categorías para evaluar la evolución de órdenes tecnológicos de fenómenos como el las revoluciones industriales; la participación de una empresa de orden nacional o multinacional en las relaciones institucionales y el resultado de estas con un impacto considerado disruptivo, aquel que rebasa las fronteras del sistema para alcanzar a influir en otros de manera significativa (como el hecho histórico de las revoluciones industriales en torno a la invención de la máquina de vapor, o del transistor, por ejemplo). A nivel meso, se sugiere alterar algunos conceptos propuestos originalmente, y enfocarlos a la participación industrial a nivel sectorial, en el entorno competitivo que representa el mercado y la participación de la investigación y desarrollo que se realiza como resultado de la búsqueda por incrementar la competitividad. A nivel micro, se deben considerar los indicadores relacionados con el conocimiento y las capacidades generadas a través del desarrollo interno en la empresa y la red de relaciones involucrada en el sostenimiento de la cadena productiva, siempre en contacto con los proveedores y agentes objetivo, los clientes, de información y recursos Además, el modelo de curva de trayectoria tecnológica

resulta apropiado para estudiar tal fenómeno en cuanto a las innovaciones producidas en ese sector (Jasso, 2004; Sood y Tellis, 2005)

Tabla. Dimensión evolutiva, cíclica e institucional en las capacidades de un sistema de innovación. Elaboración propia con base en Jasso (2005), Porter (2008) y Valdés (2006)

Dimensión cíclica de estudio	Dimensión Institucional
Nivel Macro	
Modelo de paradigmas tecnológicos históricos	<ul style="list-style-type: none"> • Difusión e Integración del mercado mundial. • Oportunidades de negocio. • Ambiente competitivo que incide en la innovación tecnológica. • Régimen comercial. • Difusión e Integración del mercado mundial. • Oportunidades de negocio. • Ambiente competitivo que incide en la innovación tecnológica. • Régimen comercial. • Difusión e Integración del mercado mundial. • Oportunidades de negocio. • Ambiente competitivo que incide en la innovación tecnológica. • Régimen comercial. • Difusión e Integración del mercado mundial. • Oportunidades de negocio a nivel multinacional. • Características sociopolíticas del estado-nación • Innovación tecnológica de orden disruptivo
Nivel Messo	
Modelo tecnológico en una industria o sector industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de conocimiento en las instituciones. • Impulso sostenido y creativo de la investigación y desarrollo • Competitividad en la articulación entre actores de innovación.

Nivel micro	
Modelo de curva de trayectoria tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Interacción entre demandantes y proveedores de conocimiento. • Incremento de la capacidades organizacionales. • Difusión de los desarrollos tecnológicos al conjunto del sistema productivo

Ahora bien, es aquí donde podemos observar el lugar preciso donde se encuentra el mercado, alrededor de las relaciones de escala media en la anterior división sectorial realizada. Desde una perspectiva sistémica, si el todo organizado dirigido a un objetivo productivo es la empresa, entonces el mercado es el entorno de relaciones de poder que existen alrededor de la organización, que influyen pueden influir de manera significativa de acuerdo a la intensidad de la fuerza, sea económica, política, mediática, tecnológica, etc.; tal impacto dependerá de la intensidad con la que esta altere internamente la estabilidad productiva del sistema empresa, ante lo cual, la toma de decisiones estratégicas se hace necesaria para balancear ese dinamismo. Tal capacidad de adaptación estratégica de la producción al mercado que se puede ver reflejada en indicadores económicos, por el momento la llamaré competitividad. Exploremos más el concepto.

Hay una multitud de definiciones válidas del concepto de “competitividad”, en lo que concierne al entorno empresarial, que aluden siempre a un tipo de ventaja que se tiene sobre los competidores, dada cierta diferenciación en los productos, una mejor productividad, sobre los costos y calidad, entre otras condiciones de efectividad y eficiencia comparativa. La OECD (2005) define a la competitividad como la implementación de un producto, proceso de producción, método de mercado, o método organizacional nuevo, o significativamente mejorado, en las prácticas de negocios, espacio de trabajo o relaciones externas.

Diversos indicadores pueden ser empleados para medir la competitividad de una empresa, objetivamente o subjetivamente, como son la rentabilidad, el cociente de exportaciones, el

porcentaje de participación en mercados regionales, el grado de optimización de los costos de producción y la calidad de los productos (en este último caso, dígame que por certificaciones).

Jasso (1997), en su análisis de los resultados competitivos y reales, matiza los resultados económicos de los históricos de la industria petroquímica mexicana, y a partir de ello caracteriza cuatro situaciones competitivas que presentan las empresas: óptima, de oportunidad perdida, de vulnerabilidad y de retirada; corresponden éstas a los tipos de empresas específicos, de acuerdo a su dinamismo en el mercado y su dinamismo tecnológico.

Dinamismo de Mercado ALTO	
<p>Aparente</p> <p><i>Líderes de Mercado</i></p> <p>Empresas que aumentan su participación en el mercado internacional, mayoritariamente en líneas de productos maduros</p> <p>Vulnerable</p>	<p>Real</p> <p><i>Líderes Optimos</i></p> <p>Empresas que aumentan su participación en el mercado internacional, mayoritariamente en líneas de productos innovadores</p> <p>Optima</p>
<p>No competitiva</p> <p><i>Seguidores</i></p> <p>Empresas que disminuyen su participación en el mercado internacional, mayoritariamente en líneas de productos maduros</p> <p>Alta Vulnerabilidad o De Retirada</p>	<p>Aparente</p> <p><i>Líderes en Tecnología</i></p> <p>Empresas que disminuyen su participación en el mercado internacional, mayoritariamente en líneas de productos innovadores</p> <p>Oportunidad Perdida</p>
BAJO(A)	Intensidad Tecnológica ALTA

Clasificación del comportamiento de los grupos petroquímicos. Recuperado de Jasso (1997)

Los líderes óptimos en el escenario internacional se ubican en los productos con mayor “contenido tecnológico” (es decir, altamente diferenciados), que es lo que les permite ser altamente competitivos.

Los líderes en mercado abarcan productos maduros, ubicados al inicio de la cadena petroquímica y su competitividad en costos está relacionada con un alto nivel de integración vertical que les permite aprovechar sinergia y disminución de costos de transacción.

Los líderes tecnológicos no han reflejado plenamente su capacidad inventiva en resultados económicos de mercado. Se requeriría de tiempo y un impulso de comercialización importante para traducir esos esfuerzos en retribuciones económicas.

Los grupos de seguidores, en posición de retirada, están ubicados en nichos de mercado más maduros y con menor contenido tecnológico, los cuales pueden terminar o ser sustituidos por otros más innovadores. El autor también hace notar la evidencia de que una mayor intensidad tecnológica no implica una mayor participación en el mercado, dado que por lo anteriormente dicho, se estaría participando en el sector de competitividad aparente, siendo líderes en tecnología, pero no financieramente en el mercado.

De acuerdo con lo anterior, uno se pregunta ¿Qué estrategias debo seguir para poder demostrar un comportamiento de líder óptimo frente a los competidores en el mercado? Está de más decir que un buen ánimo y actitud positiva son necesarias, sin embargo, más fundamental resulta saber cómo adaptarse al cambio de ese entorno turbulento, en el que tantos factores existen como fractales dentro de un cristal. Para formular una buena estrategia de vigilancia tecnológica y económica del mercado, primero hay que ubicar los agentes principales que ejercen fuerzas de mayor influencia sobre un sector industrial. Para lograr tal propósito, el modelo de las fuerzas de la industria de Porter puede ser de ayuda.

Las fuerzas presentes en el mercado

En el análisis competitivo de Porter (1995), para poder definir la estructura de una industria, se deben identificar cinco fuerzas competitivas que determinan el potencial de crecimiento de una empresa en el mercado. Las cinco fuerzas implican observar cuánto retienen las empresas de la industria en comparación con lo negociado por los clientes y proveedores, limitados por sustitutos, o limitados por nuevos participantes potenciales. Primeramente, se

debe de comprender el contexto general en el que está inmersa la industria de una región. El autor recomienda comenzar por obtener información de las tasas de crecimiento de la industria, la tecnología y la innovación del mercado, las regulaciones impuestas por el gobierno a las empresas, y los productos y servicios complementarios que se ofrecen a los clientes.

Los cambios en la estructura industrial pueden emanar desde fuera de una industria o desde dentro. Pueden aumentar el potencial de ganancias de la industria o reducirlo. Porter detalla cinco situaciones de atención.

1. Amenaza de las barreras de entrada a nuevos participantes.
2. Poder de negociación del proveedor.
3. Poder de negociación del cliente.
4. Amenaza de productos sustitutos.
5. Nuevas bases de rivalidad.

El análisis de la empresa involucra conocer los antecedentes de la organización; los servicios que ofrece la empresa y sus principales clientes; los productos sustitutos que la amenazan. La competencia dentro de la industria involucra: conocer el nivel de beneficios apreciables; posicionamiento de los agentes; el análisis de las fuerzas del mercado proyectadas al futuro

1. Tasas de crecimiento de la industria.

El crecimiento tiende a silenciar la rivalidad, porque un pastel en expansión ofrece oportunidades para todos los competidores.

Incluso sin nuevos participantes, una alta tasa de crecimiento no garantizará la rentabilidad si los clientes son poderosos o los sustitutos son atractivos.

2. Tecnología e innovación.

La tecnología avanzada o las innovaciones no son suficientes por sí mismas para hacer que una industria sea estructuralmente atractiva (o poco atractiva).

3. Gobierno

Analizar cómo las políticas gubernamentales específicas afectan a las cinco fuerzas competitivas. Por ejemplo, las patentes aumentan las barreras de entrada y aumentan el potencial de ganancias de la industria. Por el contrario, las políticas gubernamentales que favorecen a los sindicatos pueden aumentar el poder del proveedor y disminuir el potencial de ganancias.

4. Productos y servicios complementarios.

Los complementos surgen cuando el beneficio para el cliente de dos productos combinados es mayor que la suma del valor de cada producto de forma aislada.

Los cambios en la estructura industrial pueden emanar desde fuera de una industria o desde dentro. Pueden aumentar el potencial de ganancias de la industria o reducirlo. Porter detalla cuatro situaciones de atención.

1. Amenaza de las barreras de entrada a nuevos participantes.

Los cambios en cualquiera de las siete barreras descritas anteriormente pueden aumentar o disminuir la amenaza de una nueva entrada; puesto que las decisiones de los competidores directos a menudo tienen un gran impacto en la amenaza de entrada.

2. Poder de negociación del proveedor.

A medida que los factores subyacentes al poder de los proveedores y compradores cambian con el tiempo, su influencia aumenta o disminuye.

3. Poder de negociación del cliente.

Los compradores tienen más poder cuando son grandes y compran gran parte de su producción. Si su negocio vende a unos pocos grandes compradores, tendrán un apalancamiento significativo para negociar menores precios y otros términos favorables debido a la amenaza de perder un comprador importante te pone en una posición débil. Los compradores también tienen poder si pueden enfrentar a los proveedores entre sí

4. Amenaza de productos sustitutos.

La razón más común por la que los sustitutos se vuelven más o menos amenazantes con el tiempo es que los avances tecnológicos crean nuevos sustitutos o cambian las comparaciones de precios y rendimiento en una dirección u otra.

5. Nuevas bases de rivalidad.

La rivalidad a menudo se intensifica naturalmente con el tiempo. A medida que una industria madura, el crecimiento se ralentiza. Los competidores se vuelven más parecidos a medida que surgen las convenciones de la industria, la tecnología se difunde y los gustos de los consumidores convergen. La rentabilidad de la industria cae y los competidores más débiles son expulsados del negocio.

Tabla. Factores que otorgan poder a las fuerzas del mercado. Elaboración propia con base en Ehmke, Erickson, Linton (s.f.)

El poder de negociación de los proveedores	Poder de negociación de los clientes	Barreras de Entrada / Amenaza de nuevos competidores	Amenaza de los sustitutos	Rivalidad entre competidores
Mayor concentración que la industria la que provee	Apalancamiento Negociador Concentración de compradores o	Barreras de Entrada Economías de escala	Grado de ventajas precio-desempeño	Bases de la competencia: precios,

<p>Independencia / proveedor de diversas industrias</p> <p>Costos de intercambio de los clientes en la industria</p> <p>Diferenciación cualitativa y especializada de insumos.</p> <p>Ausencia de insumos sustitutos</p> <p>Amenaza de integración hacia adelante</p>	<p>compra de gran volumen</p> <p>Estandarización, poca diferenciación o existencia de productos sustitutos</p> <p>Ausencia de costos de intercambio</p> <p>Amenaza de integración hacia atrás.</p> <p>Grado de Sensibilidad a los Precios</p> <p>Proporción con la estructura de costos o presupuesto para compras</p> <p>Grado de rentabilidad del comprador</p> <p>Impacto en calidad y desempeño</p> <p>Grado de impacto en otros costos (precio vs calidad)</p>	<p>Beneficios de escala en la demanda (efectos de red)</p> <p>Costos de intercambio del cliente</p> <p>Requerimientos de capital</p> <p>Ventajas de posicionamiento</p> <p>Curva de aprendizaje</p> <p>Acceso preferencial a insumos</p> <p>Patentes y diseños protegidos</p> <p>Ubicación geográfica</p> <p>Acceso preferencial a la distribución</p> <p>Políticas gubernamentales restrictivas</p> <p>Capacidad de los competidores existentes para ejercer represalias</p>	<p>Bajos costos de intercambio</p>	<p>características, servicio, imagen</p> <p>Mayor Intensidad en la Competencia</p> <p>Menor concentración</p> <p>Crecimiento lento de la industria</p> <p>Barreras de salida elevadas</p> <p>Dificultad para percibir, interpretar y prever los movimientos de la competencia</p> <p>Mayor Competencia Basada en Precios</p> <p>Mínima diferenciación de productos y bajos costos de intercambio</p> <p>Grado de obsolescencia elevado</p>
---	---	---	------------------------------------	--

Ya para cerrar, conviene aquí mencionar brevemente la taxonomía de Pavitt (2000), para ilustrar una sugerencia más de clasificación funcional empresarial, desde quien toma indicadores particularmente relevantes de las fuerzas de mercado, como aquellas que se han visto hasta ahora en Porter, en un sector industrial. Pavitt sostiene que las fuentes y los efectos de la innovación son específicas de cada sector. Sugiere que las empresas particularmente innovadoras pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Empresas dominadas por proveedores, aquellos quienes poseen el conocimiento técnico que domina los servicios que les proporcionan las primeras.
- Proveedores especializados, en el campo de los equipos y bienes de capital, que proporcionan las innovaciones a las otras empresas.
- Empresas dominadas por escala, donde se cuenta con la innovación de escala, similar a como funciona el fenómeno de economía de escala.
- Empresas de base científica, las cuales innovan a través de sus actividades de investigación y desarrollo, internamente, en laboratorios propios.

Los temas de competitividad sectorial van de la mano con varios aportes hechos en la rama de la economía evolutiva, que para este caso, partiendo en el precepto de la integración sectorial de las empresas que compiten entre sí, se diferencian unas de otras a partir de las innovaciones continuas que van generando a través del tiempo, dentro de un paradigma tecnológico que les provee de una frontera de desarrollo y les impulsa a seguir perfeccionando sus desarrollos y productos con el fin de obtener una mayor retribución económica, reflejada ahora en un paradigma tecno-económico de mayor nivel, en el que, según se estudie a nivel regional o nacional, se podría empezar a hablar de lo que en la literatura se conoce como sistemas de innovación. Sin embargo, ese es un tema mucho más elaborado de lo que en estas líneas de texto se pudo introducir, pero sirve para tener presente la creciente complejidad, más allá del nivel sectorial relativamente “cercano” a la empresa, repercute realmente en las operaciones internas que maneja, y en consecuencia, el rumbo que debe constantemente ajustar ante estas fuerzas del mercado, principalmente, pero también sociales, académicas y políticas que influyen sobre él. En lo que se ha podido presentar de este fenómeno del mercado, corresponde a las metodologías de la inteligencia estratégica, ayudar a hacer frente a estas problemáticas para gestionar con mayor eficacia, dicha complicada actividad.

Comentarios sobre las fuerzas del mercado y la competitividad

Hasta ahora se han sugerido indicadores para cada uno de los niveles estructurales de la organización, el estratégico, táctico y operativo. Esto ha sido alrededor del análisis de un plan estratégico que apunta a incrementar la competitividad de la empresa en el mercado,

respecto a las estructuras sistémicas del entorno que le rodean. Uno de los procesos clave en la determinación del horizonte de la innovación es la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva. Estas técnicas permiten auxiliarnos en la toma de decisiones para el desarrollo de nuevas tecnologías y visualizar el camino que seguirán al futuro, por ejemplo, desde los análisis de prospectiva tecnológica. Se estudiarán algunos de ellos.

Un proceso que tomar en cuenta como complemento a las posturas de modelos de planeación estratégica, es el del mismo flujo de conocimiento en la formación de una estrategia tecnológica. La inteligencia estratégica se define como un sistema de conocimiento, que permite gestionar la innovación a partir de la planeación estratégica de las organizaciones, basándose en información del pasado, presente y futuro, mediante la metodologías vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva y prospectiva, aplicando un conjunto de técnicas, métodos, herramientas y recursos tecnológicos, con capacidades específicas y diferenciadas para gestionar con un sistema de información, las actividades de selección, procesamiento, almacenamiento, evaluación, difusión y actualización de conocimiento, transformándola en un conocimiento útil, como sabiduría, para la toma de decisiones estratégicas en un entorno dinámico y de cambio.

Las metodologías de la inteligencia estratégica o competitiva

Se puede entender a la inteligencia competitiva como el proceso mediante el cual datos son transformados en información que a su vez se emplea para generar conocimiento listo para ser usado en la toma de decisiones. Una forma particular de la inteligencia competitiva se dirige a vigilar la tecnología y su base científica como componentes de negocios, poniendo énfasis en las funciones de I&D y de ingeniería. Sus objetivos en un plan estratégico de tecnología, serían evaluar aquella que necesita adquirirse, así como definir en qué partes de un proceso o equipo invertir para su desarrollo.

Un proceso de inteligencia competitiva consta de varios pasos en los que se tienen aspectos clave que se necesita considerar al momento de desarrollar un plan maestro que genere buenos resultados. En función de esto, se tiene que la planificación es el aspecto central de la inteligencia estratégica, ya que sus metodologías constan principalmente de guías para

generar estrategias que corresponderán no solo a las actividades de un nivel operativo, sino táctico y estratégico también. Sin embargo, y como se podrá observar más adelante, corresponde más que nada a un nivel estratégico la toma de decisiones globales que orientan a la empresa a tomar decisiones que en última instancia, son las que determinan que proyectos se llevan a cabo y cuáles no. La toma de estas decisiones requiere de tener información disponible sobre el panorama externo y de las posibilidades de desarrollo tecnológico con las que cuenta la empresa, tomando en consideración lo que ya se ha venido hablando sobre las fuerzas competitivas del mercado. Para integrar la información y transformarla en un conocimiento útil para la determinación de estas elecciones empresariales, es recomendable seguir un procedimiento estructurado de búsqueda de problemas y soluciones. En lo relacionado con la vigilancia tecnológica, Aguirre (2015) propone este modelo básico para el diagnóstico de las condiciones actuales de la empresa.

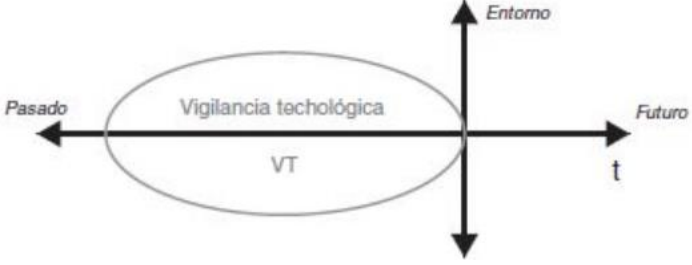
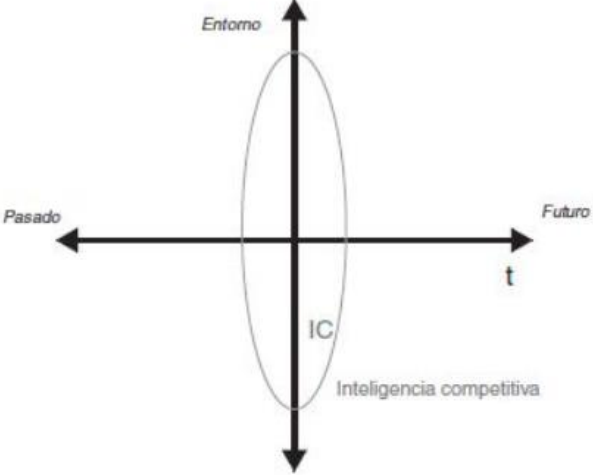


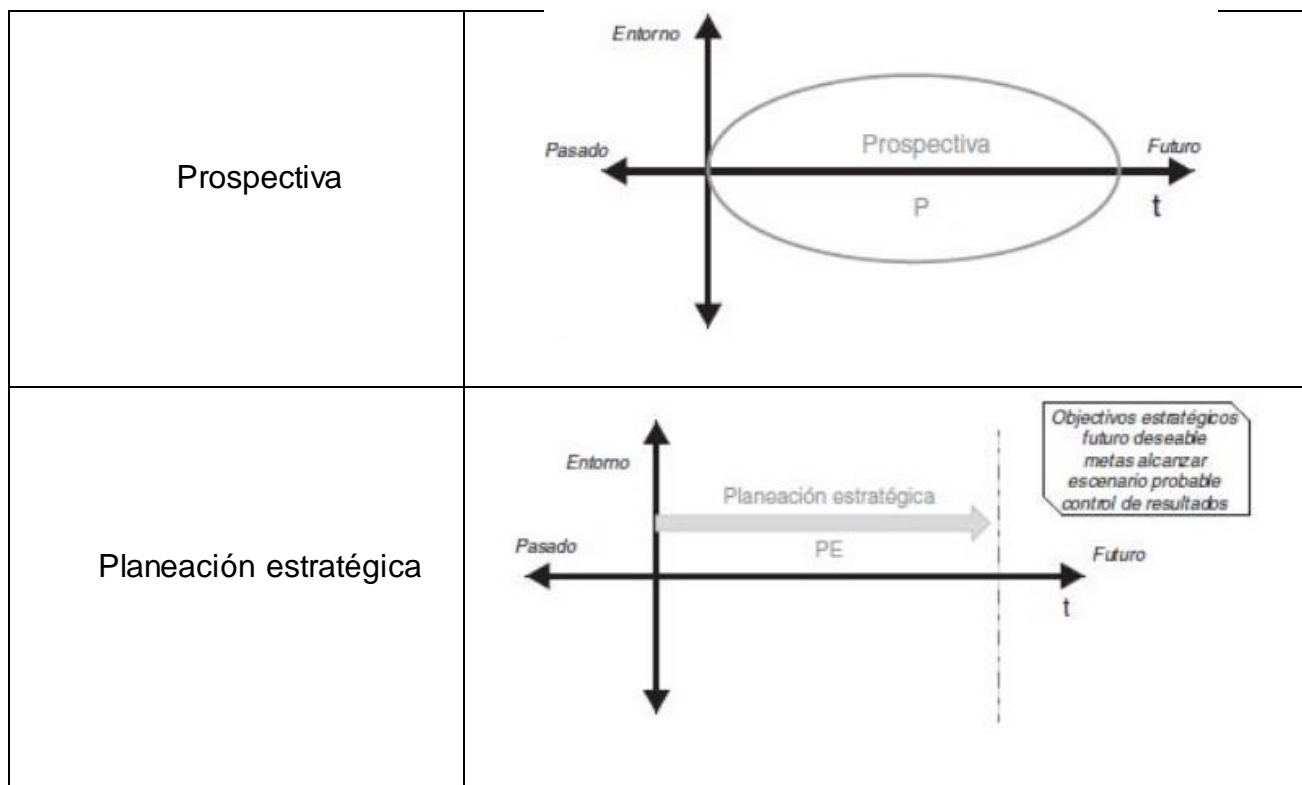
Proceso de inteligencia estratégica-diagnóstico del diagnóstico actual. Recuperada de Aguirre (2015)

De acuerdo con la propuesta de Aguirre, la inteligencia estratégica es concebida como un análisis integral, que contempla estudios del pasado, presente y futuro, transformando la información en conocimiento útil para la toma de decisiones, a partir del análisis de líderes a nivel mundial, redes de cooperación, instituciones pioneras en publicación, tendencias de los mercados, de consumo, identificando potenciales socios o aliados estratégicos, a partir del plan estratégico, el cual brinda la posibilidad de planificar y formular estrategias tecnológicas, minimizando la incertidumbre del entorno, con la finalidad de gestionar exitosamente proyectos de desarrollo tecnológico, en el fortalecimiento competitivo de las organizaciones. Su definición se integra de cuatro los pilares conceptuales de la inteligencia

estratégica, que de manera muy interesante, acopla según su período de estudio, a determinados horizontes temporales, presentados en la tabla inferior. La planeación estratégica vendría siendo aquella herramienta metodológica que engloba a todo el panorama de las anteriores, y además lo proyecta hacia el futuro.

Tabla. Horizonte temporal de las metodologías de estudio de la inteligencia estratégica.
Elaboración propia con base en Aguirre (2015)

Metodología de inteligencia estratégica	Horizonte temporal
La vigilancia tecnológica	
La inteligencia competitiva	



La planeación estratégica se estudiará y discutirá su metodología en el capítulo 5, ya que su utilidad pragmática radica principalmente en los temas organizacionales que corresponden con la última fase del TRL que se estudia en los niveles 8 y 9, además de que se plantea, a su vez, como otro conjunto de metodologías integradas temporalmente de forma similar. Por el momento, corresponde explicar algunas de las características de estos métodos de inteligencia estratégica en relación con este horizonte temporal sugerido por Aguirre, a fin de comprender, primero, como funcionan, y luego, como se integran en un proceso más elaborado de vigilancia tecnológica del mercado en la propuesta final de la publicación de este autor.

Análisis de patentes

El análisis del estado pasado en la inteligencia competitiva, son los análisis tecnológicos de patentes como parte de la vigilancia tecnológica. Las patentes son fuentes valiosas de información. Se dice que del setenta al noventa por ciento de la información tecnológica que se encuentra en las patentes, no está publicada en otros medios. Con frecuencia se emplean como aproximación para medir niveles o capacidad de innovación, como

indicadores de la función de investigación y desarrollo de las empresas. Los usos que se obtienen del análisis de patentes son aquellos para evitar la duplicación de iniciativas de investigación y desarrollo, que permite determinar la patentabilidad de invenciones y así evitar que se vulneren los derechos de patentes de otros inventores. El objetivo principal es el de valorar sus propias patentes o las patentes de otros inventores, para que sea posible explotar la tecnología de solicitudes de patentes que no hayan sido concedidas y de patentes que no sean válidas en determinados países o ya no estén vigentes. La información reunida en patentes, que es de principal interés, es:

- El titular de la patente
- El inventor
- La fecha de publicación
- País de registro
- Número de clasificación de registro
- Otros según se requiera para el análisis.

Con ayuda de ciertos programas de análisis de redes, como son Matheo Analyzer, Gephi, Sci2, esta información puede ser presentada de forma coherente y ordenada en clusters de redes, histogramas, líneas de tiempo, etc. Técnicas diversas pueden ser empleadas con mayor eficacia, dependiendo el tipo de información que se analice, y el objetivo por el que se pretende satisfacer una hipótesis de investigación.

Ejemplos de lo que con estas técnicas se puede lograr son:

- Redes de citas de patentes
- Clusters con citas de patentes
- Búsqueda de términos de inclusión/exclusión
- Minería de textos y factor atípico local
- Análisis semántico
- Palabras clave
- Ajuste de curvas
- Análisis estocásticos
- Análisis del ciclo de vida de la tecnología

Dado que algunas patentes tardan cierto tiempo después de su publicación en las bases de datos para ser recuperadas e incluidas en los análisis de vigilancia de patentes, además de la ineficacia de varios métodos estocásticos para pronosticar el “potencial a futuro” de una patente, Lee et al. (2017) demuestran la aplicación de una red neuronal para procesar los diversos indicadores que pueden definir el valor de una patente como emergente, y la intensidad que en un lapso de tiempo de 3, 5 o 10 años a futuro, ésta podría ser citada en otras invenciones. Los parámetros que emplean los autores en su análisis son:

- Novedad: Originalidad y valor de la tecnología
- Intensidad científica: Cercanía a las fuentes del conocimiento
- Velocidad del crecimiento: Del desarrollo tecnológico
- Alcance y cobertura: Campo tecnológico y de aplicación; países de registro
- Esfuerzo y capacidades de desarrollo: Colaboración y cesionarios.

Los autores indican que la predicción del número de citas no determina el valor concreto de una patente, sino que los resultados, así como los de la mayoría de los análisis de patentes, exclusivamente presentan perspectivas de la aparición de una tecnología, incluso en etapas tempranas, aunque con mayor precisión, dada la naturaleza de los algoritmos de la red neuronal. Así mismo, el proceso de aprendizaje y campo de aplicación de la red neuronal, requiere tiempo, una gran cantidad de datos y cierta especificidad del sector industrial que se quiere estudiar para que, dinámicamente, la red “aprenda” (en este caso, con su algoritmo de *back propagation*) y asigne apropiadamente los valores en un cálculo certero del parámetro de surgimiento, o cualquier otro que se quiera medir en con este tipo de metodología.

Benchmarking

El análisis del estado presente en la inteligencia competitiva, se puede abordar con una técnica comparativa entre organizaciones como lo es el *benchmarking*. La interacción con todas las áreas relevantes al desarrollo tecnológico de una determinada tecnología o procedimiento es un aspecto que el *benchmarking* se ocupa de analizar. El *benchmarking* es una técnica que consta de proceso continuo y sistemático de medición y evaluación de productos, servicios y prácticas de líderes reconocidos para determinar el grado en que

éstos podrían ser adaptados en la organización para mejorar su desempeño. Involucra también un proceso de búsqueda y adaptación de las mejores prácticas de otras organizaciones como vía para alcanzar un desempeño superior.

Tabla. Clasificaciones de benchmarking. Elaboración propia con base en Boxwell (1994)

Benchmarking competitivo	Benchmarking cooperativo	Benchmarking de colaboración	Benchmarking interno
Media funciones, procesos, actividades, productos y servicios en comparación con los de sus competidores y mejorar los propios de forma que sean, en el caso ideal los mejores en su clase, pero, por lo menos, superiores a los que de sus competidores.	Se refiere a las cooperaciones que hace el benchmarking con los contactos de la empresa, en vistas de buscar analizar las relaciones establecidas por un contrato, por ejemplo.	Un grupo de empresas comparten conocimientos sobre una actividad particular, y todas esperan mejorar a partir de lo que van aprender.	Identifica las mejores prácticas internas y pretende extender el conocimiento, sobre éstas a otros grupos en la organización; se realiza con frecuencia en grandes compañías como punto inicial de aquello que puede ser más tarde un estudio enfocado al exterior.

Los tipos de benchmarking pueden compararse de las definiciones de Boxwell (1994), que no son tan precisas como se esperaba, debido a la ambigüedad conceptual que refiere el concepto de “imitación” de mejores prácticas. Conviene señalar entonces, que el benchmarking no se basa en una técnica de copia o imitación hacia una práctica o un modo determinado de hacer las cosas en otra organización exitosa en ellas, sino notar en un aspecto concreto; se trata de emular, interiorizar y adaptar esa práctica positiva a la propia

organización y a su idiosincrasia cultural (Marciniak, 2017). Respecto al concepto anterior y con las aportaciones de de Abreu et al. (2006), se sugiere una mejor clasificación del *benchmarking*, en cuanto a su objeto de estudio. Se agrega además, la dimensión estratégica sobre la cual puede compararse los planes estratégicos con los objetivos y estrategias directivas de otras organizaciones.

Clasificación de los tipos de *Benchmarking*. Elaboración propia

Estratégico	Funcional	Interno	Competitivo
Está enfocado a la comparación de las estrategias globales de diferentes organizaciones evaluando su éxito en el mercado o en la provisión de servicios.	Se orienta al análisis del desempeño de funciones centrales de la empresa o de la organización. Es por ello, que es necesario concentrarse en competidores directos, sino en aquellos con funciones similares.	Se orienta a los procesos de la empresa respecto a sus propios procesos productivos. Se busca no sólo analizar el proceso operativo sino también las prácticas administrativas que los soportan.	Equivalente a ingeniería de reversa o análisis competitivo de un producto o proceso. Se orienta a evaluar o estimar los costos, atributos, conceptos, diseño, etc. de los productos o servicios de los competidores directos dentro de la misma organización

Los pasos para la implementación de un *Benchmarking* varían de autor en autor, como toda perspectiva. A continuación se menciona la metodología empleada por de Abreu et al., debido a que en su estudio se determina una síntesis de varias propuestas de “pasos a seguir” de otros autores para establecer una metodología general y congruente con el concepto hasta ahora elaborado.

1. Identificar qué usar como marco de referencia

2. Identificar empresas comparables
3. Determinar el método de recolección de datos
4. Determinar la corriente de desempeño
5. Proyección de los niveles de desempeño
6. Integración de la información. Comunicación de ésta y validación
7. Establecer metas funcionales
8. Desarrollar los planes de acción
9. Implementar las acciones específicas y dar seguimiento a los procesos
10. Reajustar marcos de referencia

Se podrá haber notado, que su forma es muy parecida a la secuencia de investigación y determinación estratégica de un FODA, así como en los procesos iniciales delimitando los marcos de referencia para definir objetivos de la metodología de *design thinking*. Si ubicamos temporalmente el diagnóstico que realiza un *benchmarking*, observamos que lo hace respecto a las condiciones del presente. Para poder estudiar el pasado y el futuro, se requiere emplear otras técnicas, puesto que el benchmarking ocurre como una comparación fotográfica de dos imágenes diferentes, que si bien se trata de dos instantes distintos, son precisamente eso, instantes de un presente relativamente actual de la operación que se busca comparar. En el caso de la proyección de los estados al futuro, existe la llamada prospectiva tecnológica, que se verá a continuación.

Prospectiva y escenarios

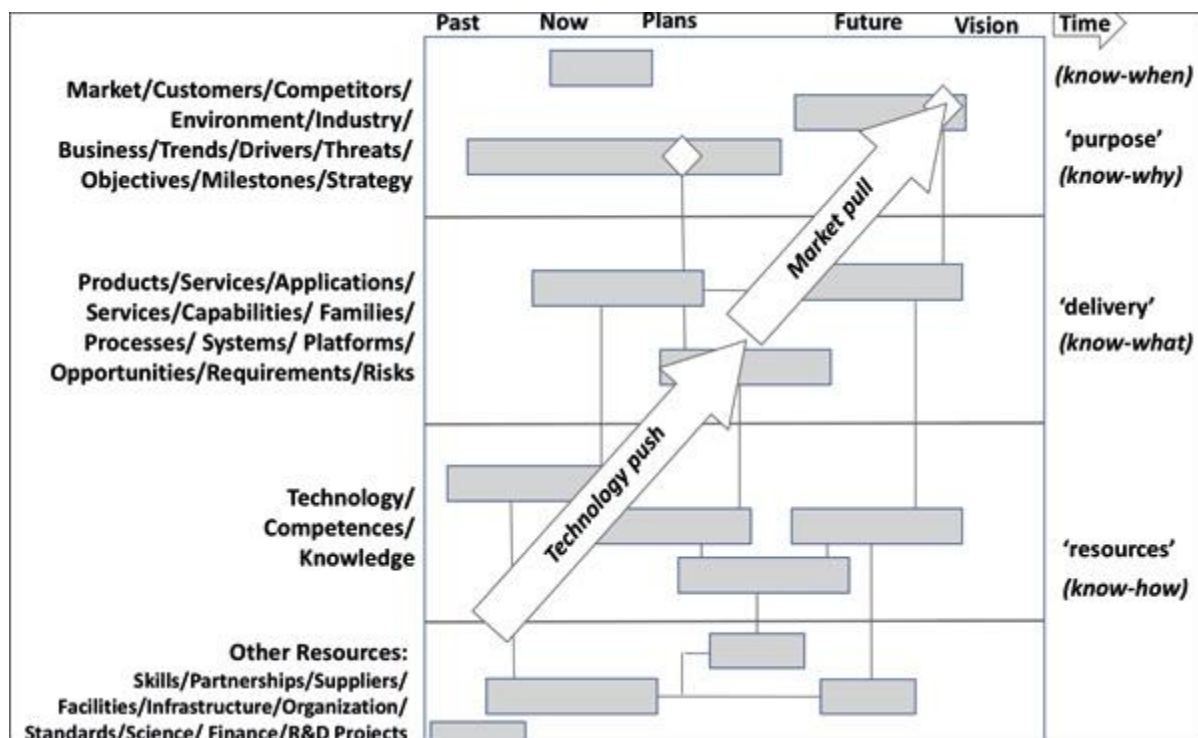
El estado de las condiciones del futuro, en el bagaje de técnicas de vigilancia tecnológica, se puede analizar desde los estudios de prospectiva tecnológica. La prospectiva tecnológica se ha utilizado para prever la adopción o difusión de innovaciones. Comúnmente implica el trazo de mapas comerciales viables para el desarrollo tecnológico, herramienta muy usada por empresas y gobiernos, para para evaluar el curso y el impacto del cambio tecnológico,

así como sus implicaciones para la formulación de política públicas de ciencia y tecnología. (de Almeida, et al., 2015). Los objetivos de los estudios de prospectivos buscan completar una visión compartida de las demandas más importantes y los campos de investigación del futuro, para establecer prioridades, así como para articular a los diversos actores en torno a los desafíos del futuro incierto y sus limitaciones de complejidad, como así como mejoras en la calidad de vida y la sociedad.

La técnica *Delphi* se define como un método estructuralizado de interacción indirecta y anónima entre especialistas mediante cuestionarios, que dispone de datos estadísticos y una realimentación de la información generada por los especialistas consultados (Adler y Ziglio, 1996).

La técnica de mapa tecnológico consta de llevar a cabo talleres focalizados, permitiendo a varios actores aprehender el conocimiento organizacional sobre temas estratégicos, así como capturar señales de cambio de los entornos tecnológicos y de mercado externos. Cetindamar, Phaal y Probert (2009) desarrolla un modelo genérico de ruta tecnológica que integra diversos enfoques de la innovación de una tecnología, como el impulso y atracción (*fuerzas de push & pull*) tecnológico del mercado. Indica los aspectos tácticos del conocimiento, referidas a los saberes del tipo *know how*. Su propuesta divide a la empresa en tres niveles involucrados con la planeación estratégica de la tecnología:

- Nivel de negocios: involucra las redes de organización e innovación, cartera de negocios, el marketing, la planificación estratégica y funciones financieras necesarias para la creación de valor para el negocio.
- Nivel de producto: las funciones de fabricación y operaciones, desarrollo de proyectos, cartera de portafolios, programas y proyectos.
- Nivel tecnológico: las habilidades y plataformas tecnológicas, de ingeniería y científicas de la organización, junto con los procesos de gestión de la tecnología.



Esquema de ruta tecnológica general. Recuperado de de Almeida et al. (2015)

En el estudio de Almeida et al. se evalúa el futuro prospectivo regional de Brasil, a través de la aplicación técnica del método Delphi y de un mapeo de ruta tecnológica. Se identifica que el mapeo de ruta tecnológica debe construirse trazando las tecnologías de interés, de acuerdo con dos ejes principales: el de la sostenibilidad, de acuerdo a los impactos sociales y económicos de cada tecnología; y el del grado de esfuerzo requerido para la materialización de las trayectorias tecnológicas respectivas. Considerando los esfuerzos necesarios para la capacitación de recursos humanos, la consolidación de la infraestructura física, las inversiones, el establecimiento y revisión de regulaciones sobre la viabilidad de producción limpia y la comercialización y distribución competitiva y sostenible.

Comentarios sobre las metodologías y el proceso de inteligencia competitiva

Una organización competitiva en un entorno cambiante cambia sus metas y acciones para alcanzar dichas metas. El aprendizaje se vuelve organizativo cuando la información se comparte, es almacenada en la memoria de la organización de modo que pueda ser accedida, transmitida y utilizada en los procesos destinados a alcanzar las metas de la organización. Se puede decir que existe una organización efectiva, cuando el grado en el

cual los resultados esperados se igualan a los resultados reales, dadas determinadas condiciones del entorno. Es decir, de acuerdo con las metodologías de inteligencia competitiva, la empresa es competente en sus actividades. La teoría nos dice que las relaciones se actualizan por medio de adiciones o rechazos a la base de conocimiento, cuando están basados en evidencias. Un punto crítico es que las acciones de la empresa cambian como reacción a los cambios en el entorno. Las empresas buscan señales de cambio significativas para anticiparse a ellos. Así, una empresa competitiva sigue estos comportamientos de interpretación, adaptación, aprendizaje y toma de decisiones:

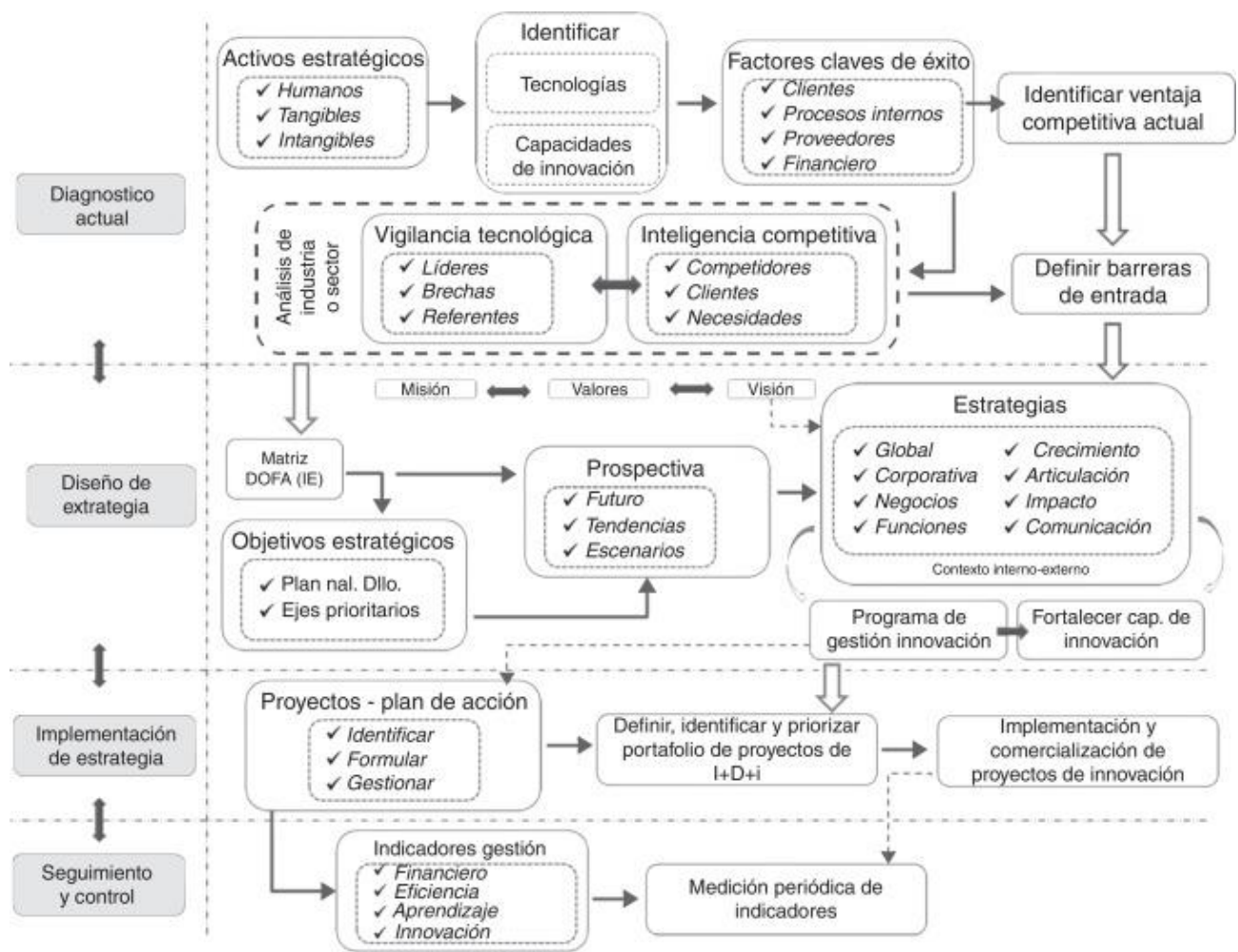
1. Vigila los indicadores planteados en los objetivos y los ajusta según los cambios según su sistema de control.
2. La empresa compara continuamente los resultados de las acciones y los resultados esperados para agregarlos a su análisis de seguimiento y control de vigilancia competitiva. La comparación genera una evaluación para encontrar causas y adaptar las nuevas acciones o especificar nuevas relaciones acción-resultado. Esta etapa no incluye la actuación.
3. La empresa utiliza el conocimiento para seleccionar nuevas rutas de acción estratégicas, apropiadas a las nuevas condiciones contextuales del entorno. Una vez la empresa se haya adaptado, actualizará su base de conocimiento.

Los modelos de inteligencia competitiva se vienen empleando en las empresas desde el origen de la industria espacial y de defensa en EU, durante las décadas de los 1940s y 1950. Éstos involucraban el análisis de sistemas, la investigación de operaciones, entre otros procesos. Los primeros métodos se basaron en opiniones de expertos. La creciente complejidad de la tecnología y dependencia de las empresas respecto a su competitividad, además de que el acceso a información de aplicabilidad inmediata y grandes impactos en costos y precios, justifica la necesidad de invertir con mayor grado de certeza en tecnología más eficiente. Los métodos ubicados como los más sobresalientes en la literatura estudiada son:

- *Benchmarking*
- Opinión de expertos y sus refinamientos como el método Delfos

- Extrapolación de tendencias y curvas de crecimiento/difusión
- Análisis morfológico
- Árboles de relevancia
- Monitoreo tecnológico
- Analogía histórica o análisis historiográfico
- Desarrollo de escenarios
- Mapas de trayectoria tecnológica

Las metodologías de inteligencia competitiva se relacionan directamente con la toma de decisiones estratégicas a nivel directivo de una empresa. Cada herramienta cumple un propósito funcional específico que les permite acoplarse a diferentes necesidades, según el enfoque desde el pasado, presente o futuro que se requiera para definir objetivos y planes de acción. Una perspectiva del macro-proceso que es la vigilancia competitiva para la empresa, lo da Aguirre en su propuesta de control y flujo del proceso de la información en un sistema holístico de captura y toma de decisiones estratégicas. Se puede sugerir que es una buena opción a seguir este procedimiento junto con algunas de las tres metodologías presentadas, en combinación con el proceso de inteligencia estratégica completo de Aguirre, que se ilustra en la figura inferior. Este ilustra un conjunto de elementos que ya incluyen también la planeación estratégica dentro de ellos, pero eso es tema que se deberá tocar en otro capítulo posterior, ya que los temas consta de una relación explicativa en tanto a esta herramienta con respecto a los de la estructura organizacional y su disposición para integrarse alrededor de la tecnología.



Propuesta de proceso de inteligencia estratégica de Aguirre (2015)

4. Análisis de la gestión de proyectos y sus indicadores.

Los temas principales identificados en los niveles del cuarto al séptimo del modelo de preparación tecnológica pueden verse auxiliados de las metodologías de la gestión de proyectos, denominada como una fase de pruebas y demostraciones, en los varios procesos iterativos que involucra diseñar un sistema tecnológico y que involucran dar seguimiento de los recursos que se despliegan a lo largo de estas actividades, tanto económicos como temporales. Durante ellas, podrían emplearse técnicas propias de la gestión de proyectos como apoyo a la dirección y ejecución de los proyectos de desarrollo tecnológico.

En el cuarto capítulo se abordarán las propuestas de varios autores para la gestión de los recursos humanos tanto en los proyectos, como en la organización, además de cómo el conocimiento y las habilidades son adquiridas por éstos y los ambientes de trabajo en los que se desenvuelve la actividad humana de manera más prolífica. Otro gran tema sobre el que se recuperan las contribuciones de los autores, es el de las metodologías de proyectos tecnológicos, fijando la atención en las descripciones de las metodologías y técnicas mayormente aceptadas como exitosas, y por lo tanto empleadas, que se siguen, cambian o combinan, de acuerdo a la naturaleza del proyecto ha de desarrollar, como son el *design thinking*, *sprint*, *scrum*, entre otras. Así mismo, se dedica un apartado a presentar algunas métricas empleadas, consideradas sobre los factores clave en el desempeño de proyectos, sean exitosos o no. Esto es de interés analizarlo, para comprender la necesidad de emplear buenos indicadores que permitan controlar los procesos, no solo durante el desarrollo, sino también posteriores al término del proyecto.

Metodologías de gestión de proyectos

Un desarrollo de un sistema complejo requiere ser constantemente sostenido en el tiempo. Esto es siempre resultado de la participación de muchas personas; individuos que participan en la realización activa de un proyecto común, mediante la inversión de su tiempo y recursos en la visión y valores que la fundamentan. En una etapa de desarrollo maduro, donde la infraestructura organizacional es tal que permite concentrar y dirigir las actividades a la realización de un proyecto, también deben administrarse, y muchas de las veces resulta un caso de éxito o fracaso si es que hay o no una buena gestión tras de ellas que, a manera

de proceso administrativo, las planea, organice, dirija y controle. A continuación se estudiarán las principales propuestas más reconocidas en el campo de la administración de proyectos, revisando en el transcurso de esta narrativa, cómo se diseñan y controlan procesos, que indicadores hay para mejorar su eficiencia, y que prácticas son críticas para seguir de forma general sea el tipo de proyecto del que se trate.

La administración de proyectos del PMI

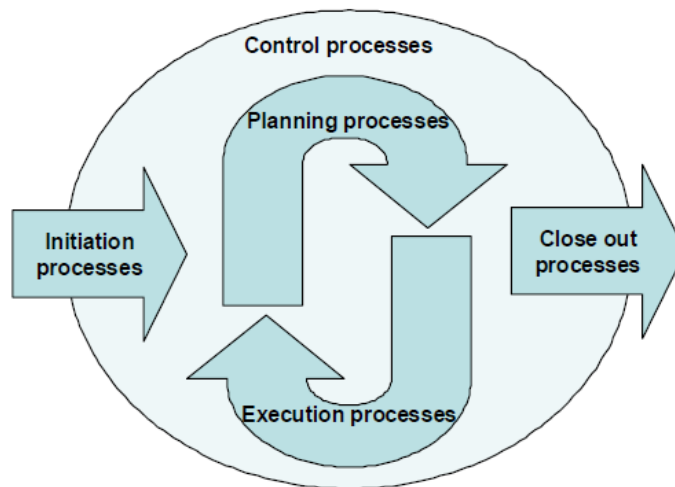
La de definición más ampliamente aceptada y referenciada de proyecto es la descrita por el PMI (2017), que define el proyecto como una "actividad temporal, un esfuerzo, realizado para crear un producto, servicio o resultado final único". Los proyectos son llevados a cabo para cumplir con los objetivos, produciendo entregables. Un entregable es, a su vez, "un producto único y verificable, resultado o capacidad para desempeñar un servicio que es requerido ser producido para completar un proceso, fase o proyecto". Los entregables pueden ser producto, por ejemplo un componente, un servicio, un resultado único, por ejemplo un documento, o una combinación única de productos, por ejemplo en un software. Los proyectos son realizados en todos los niveles organizacionales, tanto por un solo individuo como un grupo de ellos, y estos a su vez pueden involucrar la participación de una o múltiples unidades organizacionales.

Los proyectos pueden ir desde la implementación de sistemas de suministro eléctrico solar en una región, la construcción de un edificio, la entrega de un servicio de entretenimiento para fiestas, etc. Por otro lado, el PMI define la gestión del proyecto como la "aplicación de conocimientos, herramientas y técnicas sobre las actividades del proyecto para realizar y cumplir los requisitos del proyecto".

El PMBoK (2008) reúne una colección de prácticas "generalmente aceptadas" con el conocimiento de la gestión de proyectos. Los procesos principales se seccionan en las siguientes 5 fases.

Tabla. Etapas de un proyecto. Elaboración propia con base en el PMbok (2008)

Etapa	Descripción
Iniciación	Establecer el comienzo de un proceso o fase, y lo necesario para ejecutarlo.
Planeación	Planear el esquema de trabajo, que permita cumplir con los objetivos, dado un alcance, y las personas y recursos para lograrlo.
Ejecución	Coordinación de los agentes del proyecto y los recursos necesarios para realizar las actividades
Control	Asegurarse de que se estén realizando las actividades establecidas, monitoreando el progreso, para tomar acciones correctivas si es oportuno.
Cierre	Aceptación formal del término del proyecto o fase de una forma ordenada.



Flujo de etapas de gestión de proyectos. Recuperado de Oliveira y Barbin (2013)

La gestión de proyectos involucra la administración de diversos aspectos presentes a lo largo de todas las etapas de un proyecto. De acuerdo al PMbok, estos son:

1. Gestión de la integración
2. Gestión del alcance
3. Gestión del tiempo
4. Gestión de costos.
5. Gestión de la calidad
6. Gestión de recursos humanos
7. Gestión de comunicaciones
8. Gestión de riesgos
9. Gestión de adquisiciones

Estos, así mismo, se dividen en procesos específicos para controlar las variables de entrada y entregar documentos como salida que integran información clave para todos los involucrados en el proyecto, otorgando la capacidad de dar seguimiento a las actividades esperadas respecto a las realizadas, para que sean actualizados y entren a otros procesos posteriores de control, en combinación con otros documentos. Cada proceso debe estar planificado y controlado, a partir de la generación de varios documentos para darles seguimiento atento a cada actividad que pueda ir desarrollándose hasta concluirse.

Tabla. Documentos elaborados en las etapas de la gestión de un proyecto genérico.

Elaboración propia con base en Oliveira y Barbin (2013)

Etapa del proyecto	Documentos generados
Gestión de la integración	Desarrollo de la carta del proyecto Desarrollo del alcance preliminar del proyecto Desarrollo del plan de gestión del proyecto Desarrollo de la ejecución del proyecto

	<p>Monitoreo y control del trabajo del proyecto</p> <p>Integración del control de cambios</p> <p>Cierre del proyecto</p>
Gestión del alcance	<p>Planeación del alcance</p> <p>Definición del alcance</p> <p>Creación de la hoja de trabajo</p> <p>Verificación del alcance</p> <p>Control del alcance</p>
Gestión del tiempo	<p>Definición de actividades</p> <p>Secuenciación de actividades</p> <p>Estimación de recursos</p> <p>Estimación de la duración</p> <p>Desarrollo del cronograma de trabajo</p> <p>Control del cronograma de trabajo</p>
Gestión de costos	<p>Estimación de costos</p> <p>Presupuestación de costos</p> <p>Control de costos</p>
Gestión de la calidad	<p>Planeación de la calidad</p> <p>Desempeño de la evaluación de la calidad</p> <p>Desempeño del control de calidad</p>
Gestión de recursos humanos	<p>Planeación de los Recursos Humanos</p> <p>Adquisición del equipo de trabajo</p> <p>Gestión del equipo de trabajo</p>
Gestión de comunicaciones	<p>Planeación</p> <p>Distribución de información</p> <p>Desempeño de los reportes</p> <p>Gestión de los interesados en el proyecto</p>
Gestión de riesgos	<p>Planeación de riesgos</p> <p>Identificación de riesgos</p> <p>Análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos</p> <p>Control y monitoreo de los riesgos</p>

Gestión de adquisiciones	Plan de compras y adquisiciones Planeación de contrataciones Selección de vendedores Gestión de contratos Control de los cierres de contratos
--------------------------	---

Pinto y Slevin (1986) identificaron dos facetas en la gestión de proyectos. La faceta interna, en relación con el mantenimiento de los objetivos relativos a los costos, el tiempo y la calidad, están estrechamente vinculados a las acciones del gerente y el equipo del proyecto. La faceta externa está relacionada con el usuario a través de indicadores sobre el uso y la satisfacción del producto y la resolución del problema que dio origen al proyecto.

En el estudio realizado por Oliveira y Barbin, se abordan las dos cuestiones anteriormente planteadas por Pinto y Slevin: la madurez de la gestión del proyecto y el desempeño del proyecto. Los indicadores son los siguientes:

TABLA. Indicadores de desempeño de un proyecto, respecto a su madurez. Elaboración propia con base en Oliveira y Barbin (2013)

Indicador de desempeño	Variable utilizada
Eficiencia del proyecto	Cumplimiento del programa Cumplimiento del presupuesto
Impacto en el cliente	Desempeño de la funcionalidad Especificaciones técnicas
Éxito del negocio	Éxito comercial Creación de una gran participación en el mercado
Preparación para el futuro	Creación de un nuevo mercado

	Creación de una nueva línea de producto Desarrollo de una nueva tecnología
--	---

Los autores aplicaron en encuestas a 3500 profesionales en TI para su análisis. Observaron que, aunque no emplearon un modelo teórico para medir la madurez de un proyecto, la evaluación de la formalización de los procesos de control del PMBok, sería útil para reflejar la madurez del proyecto respecto a la de la organización. Este resultado clasifica a la madurez en tres niveles: inferior, medio y superior. Los autores dicen que, para un nivel de madurez bajo, se tiene un nivel de desempeño bajo; con un nivel de madurez medio o alto, no se garantiza un mayor éxito en el desempeño de los proyectos. Los niveles del desempeño del proyecto están en función de la eficiencia del proyecto y el impacto en el cliente.

El papel central de la experimentación y la exploración es el de formular el plan de acción para atender las incertidumbres imprevistas con el fin de permitir que se descubran nuevos problemas y soluciones. El proceso de administración de proyectos debe tener en cuenta tanto el valor del producto y la acumulación de conocimiento (que permite la reformulación de objetivos durante el desarrollo del proyecto).

El proceso de *Scrum*

En contraste con la forma tradicional de gestión de proyectos, con su división en fases secuenciales, definidos en tiempo y alcance dados todos los requerimientos establecidos por el cliente al comienzo del proceso de desarrollo; la metodología *Scrum* (de las metodologías del tipo ágiles) excluye las fases secuenciales del proyecto, centrándose en la relación con el cliente. Ozierańska et al. (2016) estudian la metodología, que consta de tres partes principales: los roles del equipo; los artefactos y los eventos.

Tabla. Roles del equipo. Elaboración propia

Equipo <i>Scrum</i>	<i>Scrum</i> Master	Propietario del producto	equipo de desarrollo
consta de <i>Scrum</i> Master, equipo de desarrollo y propietario del producto	Persona responsable de comprender y utilizar los valores y las reglas de <i>Scrum</i> por parte del equipo de desarrollo y el propietario del producto. Sus tareas principales son las de servir para que <i>Scrum</i> Team logre los objetivos del proyecto	Persona que conoce el caso de negocio asociado con el proyecto. Las tareas principales del propietario del producto son controlar la cartera de productos	Desarrolla el producto de acuerdo con los requisitos. Gestiona sus actividades de forma auto-organizada y cuenta con autonomía.

Tabla. Artefactos de uso en el *Scrum*. Tabla. Elaboración propia

<i>Product Backlog</i>	<i>Backlog</i> de <i>Sprint</i>	El objetivo de <i>Sprint</i>	Incremento	Definición de hecho
Determina el alcance y la lista de características que deben	parte de la <i>Backlog</i> del producto, que se selecciona durante la	Elemento vital para allanar el camino para el Equipo de	Determina los componentes totales del Registro de productos	Es la claridad de la comprensión cuando el

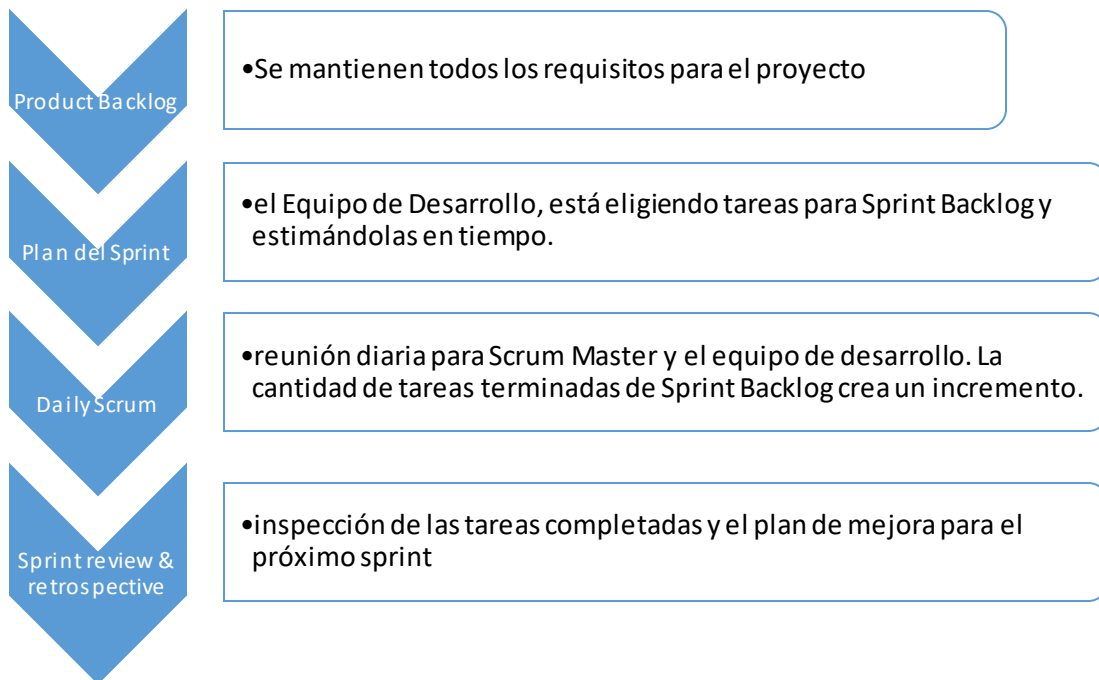
implementarse durante el proyecto. Los elementos en la cartera de productos están ordenados jerárquicamente y cada tarea tiene una descripción, número de serie, el valor estimado y prioridad. puede modificarse durante el proyecto.	planificación de <i>Sprint</i> . Designa todas las acciones a realizar para lograr el <i>Sprint</i> .	Desarrollo y el <i>Scrum</i> Master.	completados durante el <i>Sprint</i> y <i>Sprint</i> en el pasado	elemento de la Lista de Producto se puede aceptar como terminado. La definición debe ser reconocida y entendida por todos los miembros del equipo.
--	---	--------------------------------------	---	--

Tabla. Eventos de atención en el *Scrum*. Elaboración propia

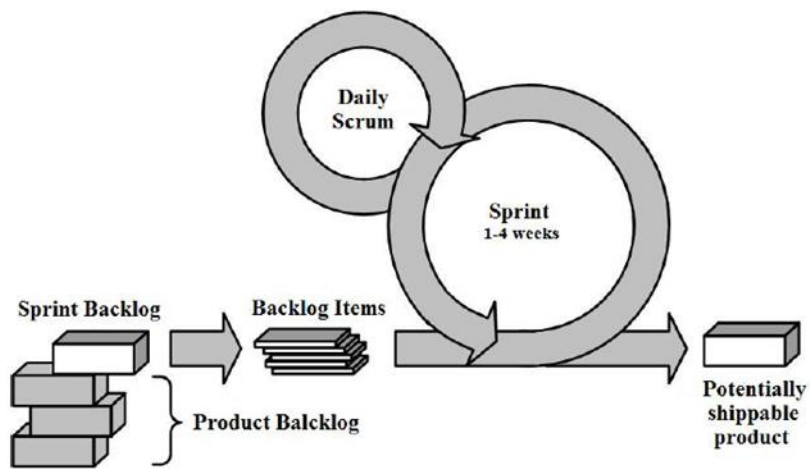
<i>Sprint</i>	Planificación de <i>Sprint</i>	Revisión de <i>Sprint</i>	Retrospectiva de <i>Sprint</i>
Es "una caja de tiempo de un mes o menos durante el cual se crea un Incremento de producto 'Hecho', utilizable y	Es el objetivo principal de este evento es configurar el alcance del trabajo a realizar durante la iteración.	Es el evento al final de cada <i>Sprint</i> , que se utiliza para inspeccionar la funcionalidad entregada. La	Reflexiones sobre el <i>Sprint</i> finalizado. El equipo de desarrollo y <i>Scrum</i> Master se enfocan en la inspección

potencialmente liberable", consiste en <i>Sprint Planning, Sprint Review y Sprint Retrospective.</i>	Durante la planificación de <i>Sprint</i> , se seleccionan los elementos de la cartera de productos para implementarlos y garantizar la creación del incremento del producto.	la reunión está orientada a la inspección y los refinamientos.	de las tareas completadas y el plan de mejora para el próximo sprint
--	---	--	--

La metodología *Scrum* se integra de los siguientes pasos, que cumplen con un proceso de desarrollo específico con base en el crecimiento incremental del producto y los lapsos de tiempo fijados:



Fuente: Elaboración propia con base en Surtherland (2010)



El proceso de *Scrum*. Fuente: recuperado de Kaleshovska et al. (2015)

Las contribuciones y ventajas del *Scrum*

Uno de los informes más utilizados cuando se trata de la tasa de éxito de proyectos en proyectos relacionados con software es el Informe CHAOS. El primer informe de la tasa de éxito y fracaso de los proyectos data de 1994, desde cuando el *Standish Group* estaba recopilando los datos a lo largo de los años (The Standish Group, 2015). Los resultados de este informe consolidan la tasa de éxito y fracaso en proyectos de software en tres categorías:

- Éxito del proyecto: proyectos completados a tiempo dentro del presupuesto aprobado, que contiene las funcionalidades de acuerdo con las especificaciones.
- Proyecto desafiado: proyectos completados, pero más allá del presupuesto aprobado, o más de lo planeado y / o que no cumplen con algunas de las funcionalidades inicialmente especificadas en el alcance del proyecto.
- Deterioro del proyecto: proyectos que se cancelaron en algún momento después del inicio.

Las consecuencias de tal falla están implicadas en deficiencias de contenido y altos gastos financieros. Los diez problemas más comunes que causan fallas en los proyectos de software de acuerdo con el informe CHAOS, se pueden abordar con los factores

categoriales desde el estudio de Kaleshovska et al., que se muestran en la imagen correspondiente.

Table 2: Reasons for Project Failure

Project impaired factors	% of responses
1) Uncompleted requirements	13.1%
2) Lack of user involvement	12.4%
3) Lack of resources	10.6%
4) Unrealistic expectations	9.9%
5) Lack of executive support	9.3%
6) Changing requirements & specifications	8.7%
7) Lack of planning	8.1%
8) Didn't need it any longer	7.5%
9) Lack of IT management	6.2%
10) Technology illiteracy	4.3%
Other	9.9%

Source: Standish Group Report, (1995), "*CHAOS*", p.4-5,
 [http://www.projectsmart.co.uk/docs/chaos-report.pdf] (08.09.2014)

Fuente: tomado de Kaleshovska et al. (2015)

La dinámica del cambio tecnológico y el aumento de complejidad de los proyectos de desarrollo de software han llevado a una mayor demanda de flexibilidad y adaptación en los requisitos del usuario a medida que evoluciona la realización de un proyecto. Los requisitos incompletos y la alteración de éstos son los principales problemas en la gestión de proyectos de desarrollo de software, provocando fallos y retrasos.

Situaciones como estas, han impuesto la necesidad de desarrollar métodos que ofrezcan flexibilidad en la planificación y ejecución de proyectos de software. *Scrum* es la metodología ideal para esta clase de proyectos, pues ofrece un marco iterativo y flexible como herramienta para la administración de proyectos. Los procesos de esta metodología es adecuada para proyectos con experiencia en TI porque reconoce la flexibilidad de los cambios del proyecto a lo largo de su duración. Durante la duración del proyecto, los clientes o usuarios pueden realizar ajustes o cambios en los requisitos, que pueden incluirse en etapas posteriores del proyecto, en una iteración siguiente.

El aspecto principal del proceso de la ejecución del *Scrum*, está en la realización de las actividades en ciclos de trabajo iterativos llamados *sprints*. Su duración depende de lo establecido por el equipo de *Scrum* en la planeación, abarcando usualmente un lapso de 1 a 4 semanas. Otra característica de estos ciclos es que son continuos; cuando se concluye uno empieza el otro, sin interrupciones ni pausas en el proceso. Los sprints tienen un límite de tiempo y finalizan en una fecha definida específicamente, sea que el trabajo se haya completado o no, pues nunca se prolongan más allá de la fecha límite establecida.

El equipo multifuncional elige un segmento de requisitos de usuario de la cartera de productos que ha desarrollado el propietario del producto junto con las partes interesadas.

El equipo se dedica a trabajar en el segmento elegido a partir de la cartera de productos, conocida como la cartera de sprint. Durante el sprint, la lista de requisitos no está sujeta a cambios.

El registro de sprint y el conjunto de requisitos del usuario que incluiría se predefinen durante la planificación del sprint en una reunión entre el equipo y el propietario del producto.

Reuniones diarias de Scrum, coordinadas por el Scrum Master, que tratan tres temas en cada reunión: ¿Qué hiciste ayer?, ¿Qué vas a hacer hoy?, ¿Hay algún impedimento en tu camino?

Al final de cada carrera, el equipo realiza una revisión de la misma con los interesados y demuestra lo que se ha hecho y también recibe comentarios para mejorar el siguiente Sprint.

Proceso típico de *Sprint*. Fuente: Elaboración propia con base en Kaleshovska et al. (2015)

Los sprints continúan hasta que se implementa el último backlog de sprint, cumpliendo así con la lista completa de requisitos del usuario y entregando el backlog del producto. De esta manera, este marco ofrece desarrollo de productos en fases, sprints, permitiendo la adaptabilidad y flexibilidad que los proyectos de software consideran un requisito previo.

La metodología *Scrum* puede asegurar una mayor probabilidad de éxito en los proyectos de desarrollo de software, ya que ayuda a resolver, primeramente a evitar que ocurran, problemas que surgen al usar la metodología de diseño de ingeniería clásica de cascada (*waterfall*). Se resumen en la tabla siguiente.

Tabla. Ventajas del Scrum frente a problemáticas surgidas en los proyectos. Elaboración propia con base en Kaleshovska et al., 2015

Problemática	Ventaja de <i>Scrum</i>
Requisitos incompletos	Reconocimiento de que este concepto acepta el cambio de requisitos durante la duración del proyecto y la gestión de estos cambios en las próximas iteraciones del proyecto. La metodología está diseñada para ser flexible a lo largo de la vida del proyecto.
Falta de participación del usuario	tiene una gran parte en <i>Scrum</i> ya que los usuarios / clientes están incluidos en el proceso durante toda la duración del proyecto, proporcionando información para los Requisitos del usuario (UR) y la revisión del producto.
Falta de recursos	El equipo está formado por "especialistas generales", personas con un campo específico de experiencia, sin embargo, también con conocimiento general de áreas

	similares, lo que permite el apoyo de recursos entre el equipo.
Expectativas poco realistas	<p>Los usuarios y el equipo están en comunicación constante y hay información difundida y conciencia del progreso durante el tiempo del proyecto.</p> <p>La comunicación es abierta, transparente y se establece a diario, lo que facilita que todos los interesados estén al día con el progreso del proyecto y la entrega del mismo.</p>
Falta de apoyo ejecutivo	El soporte ejecutivo se incluye en la configuración de la lista de priorización para la acumulación de productos, durante la revisión y la retrospectiva del sprint
Cambio de requisitos y especificaciones	Permiten la actualización de la lista de productos atrasados y la inclusión de las modificaciones y actualizaciones en los próximos sprint. La metodología permite a las organizaciones modificar el proyecto y sus resultados en cualquier momento, entregando al final la versión más adecuada.
Falta de planificación	La planificación ocurre durante todo el tiempo del proyecto. Posibilidades para

	volver a planificar y ajustar la línea de base del proyecto se pueden hacer después de cada carrera o iteración.
No lo necesitaba más	Incluye la planificación del proyecto y los aportes con respecto a la necesidad del proyecto de todos los interesados relevantes.
Falta de administración de TI	La transparencia del progreso del proyecto, el seguimiento del proyecto y la gestión del proyecto, al mismo tiempo que evita la necesidad de un gerente de proyecto que simplemente dedique tareas, sin el conocimiento y la comprensión de TI.
Analfabetismo tecnológico	Son personas orientadas a TI cuya tarea es cumplir los requisitos del usuario establecidos con cooperación mutua. Comparten su experiencia y emprenden tareas que se ajustan a su conocimiento tecnológico, pero también pueden apoyar otras áreas.

Design thinking en la administración de proyectos

La solución de problemas es una actividad compleja, que va más allá de tener claros los objetivos y las metodologías para su solución. Si se toma en cuenta estos dos aspectos como variables para definir el éxito del proyecto, Turner y Cochrane (1993) diseñaron su matriz de objetivos y métodos.

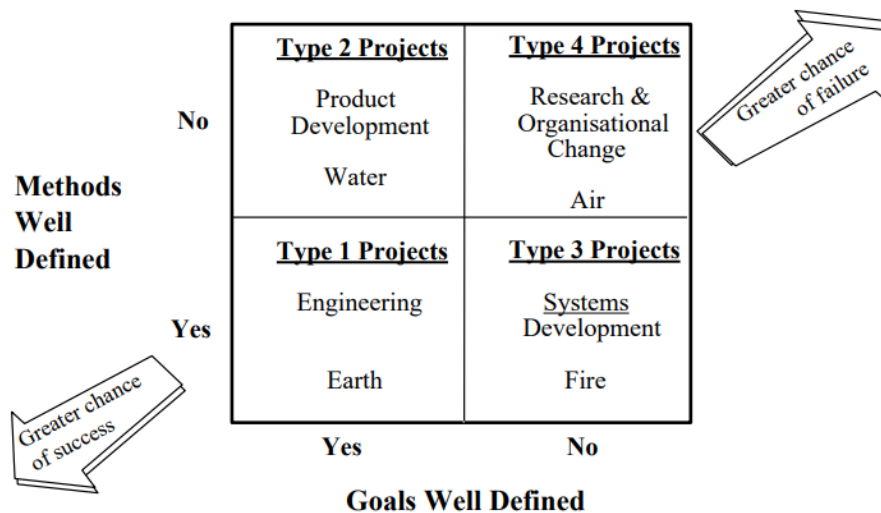


Figure 1: Turner and Cochrane's Goals and Methods Matrix

Matriz de objetivos y métodos. Fuente: Turner y Cochrane (1993)

La administración de proyectos ha de ser entonces el instrumento que encauza los esfuerzos no sólo al cumplimiento de los objetivos dentro del tiempo y presupuesto establecidos en la metodología, sino también a generar un cambio beneficioso que la agregue el valor esperado por el cliente.

Design thinking es considerada como una herramienta para la gestión de proyectos. Consta de un proceso en equipo, para establecimiento de un marco mental de conceptos e ideas, discutidas para obtener una profunda comprensión de una problemática central de su contexto social, ambiental u organizativo que le rodea. (Dijksterhuis y Silvius, 2017).

Es decir, no se enfoca en realizar las clásicas metodologías de diseño en cascada o de ingeniería para el desarrollo de un producto, sino en una actividad dinámica de intercambio de puntos de vista entre distintos participantes para abordar un conflicto y encontrar diversas soluciones de acuerdo al contexto considerado por cada uno, para así, llegar a una solución más eficiente y satisfactoria. De acuerdo con Dorst (2011), citado por Dijksterhuis y Silvius (2017), existen diversos patrones de pensamiento, que se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla. Principios de razonamiento en la resolución de problemas. Elaboración propia con base en Dijksterhuis y Silvius (2017)

<p>QUÉ (cosa) + CÓMO(principio de funcionamiento) = RESULTADO(observado)</p>	<p>QUÉ (cosa) + CÓMO(principio de funcionamiento) = VALOR (esperado)</p>	<p>QUÉ + CÓMO = VALOR ----marco de referencia----</p>
<p>Deducción: se conoce el "qué" y el "cómo", el resultado puede predecirse e informa la "justificación".</p>	<p>Abducción, que también puede representarse de esta forma: ??? (cosa) + ??? (principio de funcionamiento) = VALOR (esperado)</p>	<p>El marco de referencia implica que al aplicar un cierto principio de funcionamiento se creará un valor específico. Esto significa que la "cosa" y el "principio de funcionamiento" se crean juntos.</p>
<p>Inducción: el "qué" y el "resultado" son conocidos, la propuesta de un "principio de funcionamiento" que podría explicar el resultado observado es un acto creativo y un "descubrimiento".</p>	<p>Implica descubrir "qué" crear, mientras que no se conoce un "principio de funcionamiento" en el que se pueda confiar para conducir al valor deseado.</p>	<p>Contextualizar es una acción de creación novedosa que agrega un punto de vista nuevo desde el cual se puede resolver el problema.</p>

Este tipo de razonamiento del *Design Thinking* requiere de un proceso iterativo de razonamiento especial, que combina la deducción e inducción lógicas. Empieza preguntándose cuál será el valor generado o esperado, para luego analizar si el producto que se habrá de desarrollar, si su funcionamiento, realmente satisface el valor deseado.

De acuerdo con Dijksterhuis y Silvius, el aspecto más importante de la metodología de *Design Thinking* en su opinión es la percepción (*insight*), que implica la comprensión de un problema mediante la empatía; es un proceso de diseño centrado en el ser humano.

Esta percepción permite al individuo crear nuevos marcos de referencia, que toman el punto de vista de otros involucrados para la generación de una solución alternativa, pero dentro de la misma limitación establecida en el mismo marco. Así, se pueden atender situaciones más complejas que queden comprendidas por todo el equipo diseñador durante el proyecto. A esto, se le llama un tema, entendiéndolo como una experiencia enfocada, con significado, sin una posición o espacio claros en la solución del problema.

Estos temas se convierten en activadores para la creación de nuevos marcos que permiten abordar el problema central de una manera nueva e interesante. Por tanto, es importante que los administradores del proyecto desarrollen nuevos marcos en estrecha colaboración con sus clientes, conversando sobre el valor esperado del proyecto, apoyándose de metáforas o analogías para explorar las posibilidades de solución y comprensión mutua. Dijksterhuis y Silvius (2017)

En la literatura existen diferentes menciones al esquema usado por el *Design Thinking*. Brevemente se presentan las principales metodologías y principios de los cuales ésta última se fue construyendo y moldeando hasta la que hoy representa.

1) Metodología Ágil

Término originado en el diseño y desarrollo de software, en relación con la gestión soluciones de diseño. Existen 12 principios de la metodología publicados en 2001 por Beck et al. (2001), para la ágil para la práctica de gestión de proyectos. Las ideas principales del manifiesto son:

1. La máxima prioridad es la satisfacción al cliente, con la entrega oportuna y de valor del software.
2. Aprovechamiento de los requisitos cambiantes para obtener una ventaja competitiva con el cliente.

3. Entregue frecuente y continua de software, de preferencia a la escala de tiempo más corta.
4. Los empresarios y desarrolladores trabajan juntos continuamente durante todo el proyecto.
5. Los proyectos se desarrollan alrededor de personas motivadas; con el ambiente, confianza y apoyo necesario para realizar su trabajo.
6. La comunicación efectiva de información en el equipo es de cara a cara.
7. Un software funcionando es el principal indicador del progreso.
8. Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.
10. La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados.
12. A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.

Destaca observar que las características del *Design Thinking* coinciden principalmente en la colaboración con el cliente, ciclos de desarrollo iterativos, y la bienvenida al cambio.

2) Planteamiento del problema (*Problem-setting*)

El proyecto vincula las ideas, costos, alcances, los objetivos, la calidad, los interesados y demás elementos para desarrollar un producto. Las actividades de diseño sirven para establecer un escenario para el problema, y se debe procurar mantenerlo abierto a otros puntos de vista para permitir soluciones emergentes.

No sólo se debe formular la resolución de un problema dado. Los objetivos del proyecto deben de ser claros y aclarados en la fase de factibilidad, al limitar el alcance. Esto evita que en el transcurso de las posteriores etapas, los objetivos resulten poco claros,

contradictorios o imposibles. Es necesario definir un escenario para el problema, comprender su naturaleza y de las posibles ocurrencias que deriven de su comportamiento.

3) Incertidumbre

La incertidumbre se entiende en la gestión de proyectos como la administración de riesgos y oportunidades. La incertidumbre puede anticiparse, planificarse y gestionarse. Los agentes que generan incertidumbre son diversos (falta de información, costos inesperados, ausencias del equipo de trabajo, etc.) y se presentan en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto, en algunas etapas con una probabilidad mayor de ocurrencia que en otras.

Conviene recuperar la investigación de Atkinson et al. (2006), para distinguir el concepto de incertidumbre, del de ambigüedad, pues si bien uno está relacionado con la administración de riesgos y oportunidades en una metodología clásica de gestión de proyectos, el otro está más de cerca con el hecho de creación de soluciones creativas en el *Design Thinking*:

Tabla. Diferencia entre incertidumbre y ambigüedad. Fuente: Elaboración propia con base en Atkinson et al. (2006)

Incertidumbre	Ambigüedad
Se define por la diferencia entre los datos requeridos y los datos que ya se poseen: es "falta de información".	Significa la existencia de interpretaciones múltiples y conflictivas: está vinculada a la confusión y la falta de comprensión.
Garantiza la adquisición de información objetiva y la respuesta a preguntas específicas.	Garantiza el sentido, el intercambio de puntos de vista y las definiciones de situaciones / problemas.

La ambigüedad garantiza el sentido, el intercambio de puntos de vista y las definiciones de situaciones / problemas. Este sentido es especialmente importante en la etapa inicial de diseño y planificación del ciclo de vida del proyecto. En la gestión de la incertidumbre del proyecto se necesitan formular medidas de éxito cualitativas para ayudar a gestionar proyectos, en lugar de solo medidas de éxito cuantitativas.

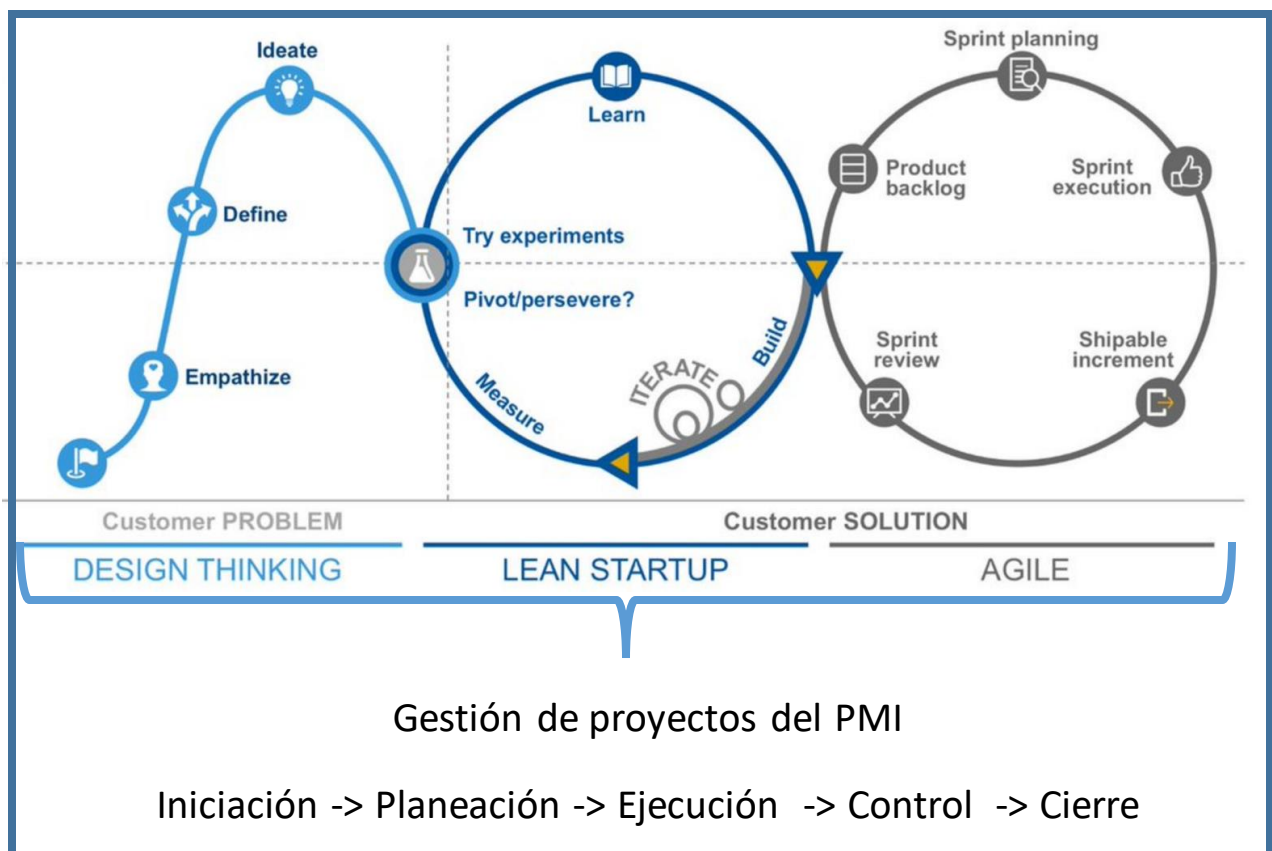
4) Cambio e innovación.

El desarrollo de un proyecto es único y específico; no hay dos proyectos iguales. El producto que se crea, más comúnmente como un bien tangible, a veces se entiende como algo nuevo, pero no necesariamente se trata de un invento, ni mucho menos de una innovación. El cumplimiento de objetivos claramente definidos dentro del presupuesto, los requisitos de calidad y el tiempo, así como el hecho de la ocurrencia de divergencias e incertidumbres imprevistas no garantiza de una innovación se genere.

Comentarios sobre las metodologías

Una propuesta interesante que puedo sugerir desde la revisión de las metodologías de gestión de proyectos, al compararlas con las de desarrollo de ideas, es la importancia no sólo de combinarlas, sino de identificar los momentos y tiempos precisos para ejecutarlas unas tras otras. El *design thinking* resulta una herramienta espectacular para acomodar los pensamientos y soluciones alrededor de un marco contextual que limita la infinitud de soluciones a un objetivo razonable de cumplir en la búsqueda. El hecho de que también amplía las perspectivas simultáneamente en la enmarcación (*enframing*) del problema, para escuchar y sugerir alternativas de acción desde otros esquemas de pensamiento que no se considerarían si no fuera por el hecho de que el equipo de personas que participa en evento tiene historias, experiencias y conocimientos distintos que no siempre revela y comparte tan fácilmente. La metodología de Eric Ries, el *Lean Startup*, es un desarrollo natural a este proceso de ideación sobre la base de los resultados del *design thinking*. La iteración, desarrollo de clientes, y la esquematización en el lienzo *lean canvas* se dan de forma fluida

con un mayor impulso desde el inicio y el seguimiento respectivo que se le da a las soluciones aceptadas al combinarlas con el proceso de desarrollo ágil, dentro de lo que abarca la filosofía de gestión de proyectos desde el *scrum*. Todo este proceso puede gestionarse a partir de los *sprints*, como parte de un todo mayor que sigue la metodología propuesta por el PMI, en tanto permite un acercamiento más directo con las red de relaciones se establecen en todo momento con los niveles operativos dentro de lo que se refiere al control global del seguimiento de la cartera de proyectos, así como de los informes y reportes que se hacen con lo involucrados en el proyecto a nivel gerencial e incluso estratégico organizacional; cosa que las metodologías ágiles únicamente contemplan a un nivel operativo. Así se sugiere desde el personal punto de vista del autor de esta tesis, que tales metodologías pueden solventar sus carencias y ubicarse críticamente donde más funcionales y útiles sirven a los propósitos organizacionales. Un buen esquema que les sintetiza, se presenta en la imagen inferior.



Secuencia de las metodologías de gestión “ágiles” en el desarrollo de proyectos.

Elaboración propia, con base en la imagen original recuperada de:

Factores clave en la gestión de proyectos

Indicadores en la implementación de metodología Scrum

De los estudios de Ozierańska et al., se integran cinco grupos de factores principales que afectan el éxito o el fracaso de un proyecto del tipo ágil; se señalan factores relacionados con la estructura organizativa, el proceso, las personas, la tecnología y el diseño. Así mismo, señalan otra clasificación que consta de cuatro categorías de factores de éxito de las metodologías de migración ágil: gestión y estructura organizativa, personas, procesos y tecnología. Por otro lado identifican también tres grupos de barreras para una introducción exitosa de metodologías ágiles: conflicto de valores ágiles con el proceso de producción de software administrado linealmente, conflicto de valores ágiles con procesos y problemas comerciales relacionado con el factor humano.

Finalmente, el modelo que integraron y aplicaron para el análisis de una empresa francesa de Tecnologías de la Información quedó dividido en las siguientes 5 categorías, donde se observa el tipo de impacto, sea positivo o negativo, de cada factor en el proyecto. Tal resultado, se elabora en la tabla siguiente.

Tabla. Factores críticos de la implementación del Scrum, respecto a aspectos psicológicos y culturales. Fuente: Elaboración propia con base en Ozierańska (2015)

Categoría	Subcategoría	Factor	Impacto en Scrum
Equipo del proyecto	Factores Espaciales	Distancia corta de los miembros de equipo	+
		La posibilidad de trabajar remotamente	-

	Composición del equipo	Un pequeño número integrantes de equipo	+
		Áreas separadas de competencia (especialización) de los integrantes de equipo	-
		Disponibilidad de tiempo parcial de algunos miembros del equipo	-
	Metas del equipo	La divergencia de la responsabilidad del equipo respecto a la práctica y la teoría	-
Aspectos psicológicos y culturales	Trabajo en equipo	Individualismo de los miembros del equipo	-
	Relaciones del equipo	Relaciones amistosas más allá del proyecto	+
	Disciplina	Impuntualidad en las reuniones	-
		Ausencia de los integrantes a las reuniones, y la falta de información derivada de la ausencia	-
	Perfil de los miembros de equipo	Un alto nivel de competencia de los miembros individuales	+
		Alta motivación del trabajo	+
		La apertura de los integrantes del equipo	+
	Relaciones con el ambiente	Comunicación de los integrantes con gente fuera del proyecto	-
		Temor de ser evaluados por personas fuera del proyecto	-
	Actitudes	La resistencia de los integrantes a usar una herramienta para el soporte de la administración del proyecto	-
		Hábitos existentes de adaptación de los integrantes	+
		Inteligencia emocional y sentido del humor de los integrantes del equipo	+
	Características de los miembros de equipo	Apreciaciones poco realistas de las posibilidades del trabajo	-

Procesos y metodologías	Roles en el equipo	El compromiso del equipo del <i>Scrum</i> Master en el espíritu del equipo	+
		El hecho de que el rol del Propietario del Producto está en una persona competente	+
		La ausencia del <i>Scrum</i> Master en las reuniones de <i>Scrum</i>	-
		Esfuerzos limitados del <i>Scrum</i> Master en ayudar al Equipo de Desarrollo	-
	Entrenamiento en <i>Scrum</i>	Comprensión de lo principios y valores de <i>Scrum</i> por todos los miembros del Equipo de <i>Scrum</i>	+
	Técnicas	Aplicación de apropiados métodos de estimación de la actividad	+
		Inadecuada definición de las especificaciones del proyecto	-
	Eventos de <i>Scrum</i>	Se violan las reglas de las reuniones	-
	Herramientas	Una apropiada adaptación de los indicadores de producción	+
	Equipo de trabajo	El comienzo de varias actividades simultáneamente	-
Aspectos del entorno	Conflicto en el proceso de negocios	Superposición de todas las citas de la organización con reuniones del proyecto	-
		Rígida adquisición de la organización para adaptarse a planes y programas	-
	Sincronización entre equipos	Problemas con la ausencia de métodos formales para la comunicación en el equipo	-
		Dependencias entre equipos	-
		Frecuente contacto entre proyectos mutuamente dependientes	+

	Contacto frecuente con el cliente	Comunicación limitada con el cliente	-
	Influencia de personas fuera del equipo	el equipo fue testigo de una implementación fallida de <i>Scrum</i> en otro equipo cercano	-
	Dependencias	Retraso de entregas de los proveedores externos	-
Aspectos de la tecnología	Continuidad del trabajo en equipo	Problemas técnicos	-
	Funcionalidad de las tecnologías de producción	Uso de tecnologías innovadoras previamente no consideradas	-

Métricas en dirección de proyectos de software

Varias de las métricas habitualmente empleadas para medir el desempeño de un proyecto pueden estar enfocadas en 6 categorías de desempeño, de acuerdo a Reifer (2006), que van desde el presupuesto, los procesos, la calidad de los productos, el del personal, el organizacional y el empresarial, con sus respectivos indicadores. Cada uno responde a una pregunta en cuanto se hayan logrado los objetivos establecidos en el plan del proyecto.

Category	Examples	How defined?	Questions answered
Project performance the budget?	Budget performance	Actuals versus targets	Is our rate of expenditure in line with
	Schedule performance	Rate of progress of milestone achievements	Is our rate of progress as planned?
	Earned value performance	Value earned for milestones achieved versus budget set for work to be performed and actual expenditures	Is the progress we are making commensurate with our rate of expenditure and our budget?
	Technical performance	Indicators like: <ul style="list-style-type: none"> • Requirements growth • Size growth 	Are we making suitable progress relative to the indicators? For example, have our requirements stabilized or are they volatile? Is growth under control?
Process performance	Rework rate	Number of times it takes you to get it right	Is the process working the first time through?
	Defect rates	Number of defects discovered and removed as a function of time	Are defects being detected versus fixed at anticipated rates?
Product quality	Product complexity	Cyclomatic number or some similar metric	Is the product overly complex?
	Defect density	Number of defects as a function of size	Is the defect density as expected?
Personnel performance	Personal productivity	Individual output as function of inputs used to generate them	Are staff members generating products at anticipated rates?
Organizational performance	Process maturity	SEI rating using either the discrete or continuous models of the CMMI	Are projects using organizational processes?
	Product quality	Complaint rate	Are customers happy with the product?
	Productivity	Group output as function of inputs used to generate them	Are teams producing at anticipated rates?
Enterprise performance	Profitability	Price/earnings ratio	Is the enterprise profitable?
	Return on equity	Earnings as a function of capital used to generate it	Are investments generating acceptable earnings?
	Cost of sales	Dollars spent on sales as a function of revenue earned	Is the cost of sales acceptable?
	Competitiveness	Productivity versus benchmarks or competitive figures	Are we as productive as our competition?

Métrica habitual de medición en proyectos, de acuerdo con Reifer D. (2006). Fuente: <https://elvex.ugr.es/decsai/project-management/slides/CCIA%206%20Control.pdf>, p37

Estos indicadores están basados en la realización de proyectos de software, bien pueden ser empleados en cualquier clase de proyecto por el tipo de problemáticas que atienden las preguntas de investigación que se plantean a partir de la solución del control estadístico de éstos. Por otro lado, y como ya se vio en el análisis del primer capítulo con el modelo del TRL, mientras más específicos y técnicos se vuelven los indicadores, menos pueden ser generalizados a otro tipo de proyectos que no se desarrollen si no fuera del área tecnológica de competencia organizacional. De acuerdo con Hetzel (2003), algunos de los indicadores más frecuentes en las métricas de los proyectos de desarrollo de software son los de la tabla siguiente.

Tabla. Indicadores empleados en proyectos de desarrollo de software. Elaboración propia con base en Hetzel (2003)

Indicadores más frecuentes	Indicadores menos frecuentes
Número de defectos encontrados después de la liberación	Módulo / complejidad de diseño
Número de cambios o solicitudes de cambio	Número de líneas de origen entregadas
Satisfacción del usuario o cliente	Tamaño de la documentación / complejidad
Número de defectos encontrados durante el desarrollo	Número de líneas fuente reutilizadas
Documentación completa / precisa	Número de puntos de función

La atención de los indicadores de las métricas no ha de ser excluyente, puesto que todos los factores son reflejo de la medida de las contribuciones de las partes del sistema organizacional al proyecto. Si se considera como más importante un factor, retirando la atención de los demás por triviales o menos significativos, se atiende únicamente ese factor y los otros se olvidan, resultando en problemas en etapas posteriores del proyecto. Por otro lado, al decir que todo es importante, entonces nada realmente puede enfocarse con los esfuerzos por mejorar. El director del proyecto debe tener a su disposición los datos para tomar una decisión sobre los aspectos que debe fijar la atención para que el proyecto no fracase. La captura de los datos han de estar optimizada como parte del proceso de control y seguimiento, para que estos puedan ser procesados y convertirse en información útil que pueda ser transferida al resto del equipo de desarrollo, así como a todos los interesados que les sea de su incumbencia conocer.

Las “mejores” o “buenas” prácticas en la gestión de proyectos

Las herramientas e Infraestructura de la organización en el desarrollo de proyectos, es un área de investigación demográfica empresarial que el Standish Group (2011) se ha encargado de investigar, cuestionándose acerca del éxito y fracaso de los proyectos relacionados con desarrollos de software. Su estudio identifica los siguientes aspectos clave en el éxito de un proyecto:

1. Patrocinio ejecutivo: la mejora aquí es el área más importante que aumentará el éxito del proyecto. El sesenta y seis por ciento de los patrocinadores ejecutivos hacen un mal trabajo y eluden sus ejecutivos.
2. Toma de decisiones: es la razón más importante para aumentar el costo y el tiempo de los proyectos. La disminución de la latencia aumentará el éxito del proyecto y disminuirá los excesos. Para reducir la latencia, la organización necesita adoptar un proceso de canalización de decisiones.
3. Cumplimiento y gobernanza: provoca un aumento en el costo y el tiempo. Es la carga de gastos generales la que debe gestionarse, porque demasiado no es algo bueno. Dicha transparencia ha reducido el número de proyectos riesgosos desde el comienzo, y ha ayudado a matar proyectos malos al principio del ciclo.
4. Optimización: Centrarse en los requisitos verdes del usuario aumentará tanto el éxito del proyecto como la satisfacción del usuario. El aumento de las aplicaciones de una sola función utilizada en dispositivos móviles es otro contribuyente importante a la mayor tasa de éxito.

El estudio revela, además, diez líneas de acción claves que intensifican las probabilidades de desarrollo de los proyectos. Estos son los de la lista siguiente, y en las tablas se detallan los indicadores principales que emplearon en su estudio para evaluar a las empresas.

1. Involucramiento del usuario
2. Apoyo de gestión ejecutiva
3. Objetivos comerciales claros
4. Madurez emocional
5. Mejoramiento
6. Proceso ágil

7. Experiencia en gestión de proyectos
8. Recursos calificados
9. Ejecución
10. Herramientas e infraestructura

Tabla. Primera parte de los 10 aspectos de éxito en los proyectos de desarrollo de software. Elaboración propia con base en *The Standish Group* (2011)

1. Involucramiento del usuario	2. Apoyo de la gestión ejecutiva	3. Objetivos comerciales claros	4. Madurez emocional	5. Mejoramiento
1. Usuarios identificados que querían estar en el proyecto	1. Presentó la visión de una manera que todos pudieran entender	1. Tenía un entendimiento común del objetivo del proyecto	1. Divide el proyecto en pedacitos y lo entrega en pequeñas implementaciones	1. Funciones y características eliminadas y rechazadas que tenían poco o ningún valor para la empresa
2. Aclaró los valores del proyecto a los usuarios.	2. Explicó el compromiso de tiempo y esfuerzo con el patrocinador ejecutivo.	2. Tenía la capacidad de recitar el gol en 10 segundos	2. Atado un resultado exitoso del proyecto a todos los interesados	2. Calificó cada requisito con un nivel de confianza y eliminó o retrasó los requisitos de baja confianza.
3. Creó una plataforma de comunicación bidireccional	3. Explicó el inconveniente de la lenta toma de decisiones al patrocinador ejecutivo	3. Entendió cómo el proyecto encaja en el panorama general	3. Creó oportunidades educativas y ordenó que todos los interesados esenciales participen	3. Actividades organizadas en microproyectos con entregables concertados.
4. Capacidades demostradas	4. Usó una tubería de decisión para la	4. Tenía un sentido de urgencia para	4. Eliminó y reemplazó a cualquier miembro que no participó en	4. Educó a todos los interesados sobre qué funciones serían y

temprano y a menudo	toma rápida de decisiones	completar tareas rápidamente	las actividades normales del proyecto.	no serían parte del nuevo sistema
5. Proporcionó una capacidad de retroalimentación clara y comprensible	5. Educó al patrocinador ejecutivo sobre el proyecto.	5. Medidas precisas y concertadas aplicadas	5. Obligó a todos los participantes a asistir a un programa de capacitación y educación sobre ética.	5. Se aseguró de que el proyecto permaneciera sincronizado con los planes y objetivos comerciales
6. Acuerdo garantizado sobre los artículos de alto valor	6. Usó un sistema de medición de costo, riesgo y ganancia	6. Realizó un análisis de valor detallado	6. Proporcionó un medio común para demostrar funciones o características	6. Alejado de lanzamientos y movido a la entrega continua de pequeñas mejoras
7. Aseguró un evangelista para promover el proyecto a los usuarios.	7. Entendió la estructura informal de poder de su propia organización.	7. Realizó revisiones por pares capaces y responsables	7. Insistió en una transparencia abierta y honesta	7. ¿Las características y funciones de alto valor y bajo riesgo primero
8. Ejecuté una serie de investigaciones primarias, como encuestas y grupos focales.	8. Tenía un plan de proyecto ágil y flexible	8. Tenía un sistema maduro para la colaboración.	8. Persistió en conseguir la participación en la reunión	8. Actividades organizadas por el riesgo.
9. Construyó un ambiente de confianza con los usuarios.	9. Tenía un interruptor de apagado para reducir el desperdicio	9. Reúna un pequeño equipo experto y experimentado	9. Mantenían su objetividad.	9. Actividades organizadas por ganancia
10. Desafié la validez de los requisitos.	10. Celebramos pequeños éxitos en el camino	10. Tenía un proceso de	10. Comprometidos con la calidad y la excelencia.	10. Actividades optimizadas

		proyecto formal pero flexible		basadas en riesgo, costo y ganancia.
--	--	----------------------------------	--	---

Tabla. Segunda parte de los 10 aspectos de éxito en los proyectos de desarrollo de software. Elaboración propia con base en *The Standish Group (2011)*

6. Aplicación del proceso ágil	7. Experiencia en gestión de proyectos	8. Recursos calificados	9. Ejecución	10. Herramientas e Infraestructura
1. Usó un proceso iterativo	1. Tenía certificación PMI y tenía entrenamiento básico de PM	1. Construyó un equipo con habilidades que coincidían con los requisitos del proyecto	1. Creó reglas claras de compromiso	1. Tenía un conjunto completo de herramientas de gestión de proyectos
2. Peldaños usados y entregas pequeñas y concertadas.	2. Se mantuvieron los cambios al mínimo, limitando la fluencia del alcance	2. Hice un mejor trabajo gestionando los puestos de personal en el proyecto.	2. Tenía una declaración de problema comprensible	2. Estableció un vocabulario común entre técnicos y usuarios.
3. Cajas de tiempo corto usadas	3. Tenía un sistema para hacer un seguimiento de todos los detalles	3. Construyó un plan de proyecto realista que limita las noches y los fines de semana.	3. Tenía requisitos formales	3. Utilizó una herramienta de gestión de requisitos
4. Usó un proceso flexible	4. No tenía miedo de decir que no	4. Los desarrolladores trabajaron en parejas o en equipo.	4. Sabía su punto de equilibrio	4. Utilizó herramientas de gestión de cambios

5. Tenía interacción constante con el usuario	5. Comunicación abierta y honesta, pero optimista.	5. Tenía personal capacitado en los productos	5. Gestionado para mantener el cambio al mínimo	5. Servicios de colaboración en línea usados
6. Utilizaron el estilo ágil adecuado para su organización.	6. Asegurarse de que todos conozcan sus roles y responsabilidades.	6. Tiempo de tutoría incorporado en la planificación del proyecto.	6. Estableció un lenguaje común con los usuarios.	6. Herramientas de prueba automáticas usadas
7. Tenía retroalimentación rápida	7. No se sentó en malas noticias; en cambio lo entregó rápidamente	7. Prestó mucha atención a cómo interactuaban los miembros del equipo	7. Centrado en los valores empresariales, no en la tecnología.	7. Usó una infraestructura estándar madura
8. Tenía retrospectivas de fin de iteración	8. Tenía una gran comprensión del negocio.	8. Trata rápidamente con miembros tóxicos	8. Tenía buena mecánica de gestión de proyectos	8. Vendedores confiables enlistados
9. Realizó refactorización constante	9. Tenía buen juicio y capacidad para tomar decisiones	9. Construyó el proyecto distribuyendo incentivos vinculados a objetivos específicos	9. Tenía un compromiso de roles y responsabilidades clave	9. Componentes de código abierto usados
10. Uso de una secuencia de procesos, conforme a los requisitos	10. Era un agente de campo experimentado del FBI	10. Creó un grupo caliente (pequeño grupo especializado)	10. Había comunicado claramente los beneficios	10. Optimizado los requisitos

Comentarios sobre los de indicadores de control de los proyectos

Respecto a los indicadores revisados, y los demás encontrados en toda la revisión de la literatura de esta tesis, que incluye las propuestas metodológicas en los estudios empíricos, se discutirá acerca de la utilidad y búsqueda por la eficiencia a partir de éstos a partir del

concepto de optimización. La optimización recibe coloquialmente muchas acepciones en la cotidianidad del lenguaje, entendido como una forma de hacer mejor las cosas respecto a una anterior. Si bien este significado puede ser tomado como certero, hemos de considerar la dimensión matemática del concepto para referirnos a una comprensión más profunda y coherente con la medición y control de los valores numéricos de los indicadores que representan el fenómeno. Aquello que se optimiza es en sí una función matemática, que es una relación numérica que describe un comportamiento de una variable respecto a otra(s), como la ecuación de una curva en el espacio, y a partir de ella, aplicar operadores matemáticos (derivada de cada variable respecto a la objetivo). Esta nueva ecuación se resuelve al igualarla a cero, haciendo lo mismo para cada una de las derivadas, con el fin de encontrar las coordenadas (valores de cada variable) que pertenecen al valor optimizado, sea máximo o mínimo, el cual se obtiene al evaluar la función original con estas coordenadas obtenidas. Esto quiere decir que la optimización no puede realizarse si, en primer lugar, no se tiene una función que describa la relación entre variables y, en segundo lugar, si los indicadores de verdad representan una dimensión del fenómeno. El mero valor podría comprenderse en un sentido estadístico si se le compara con el tiempo y el registro histórico de éste, en tanto se noten las variaciones de su valor, el cual es útil para gestionar su comportamiento, pero de forma aislada. La verdadera razón de su valor queda determinado por la relación que guarda con el resto de las variables, y la importancia está en la relación de estas, sobre la cual se puede decir que se optimiza cuando se entienden estas relaciones, aunque sea en un sentido meramente conceptual. Por otro lado, la idealización matemática de un modelo que represente fielmente la realidad social de los proyectos es, sin duda alguna, lejos de ser realizado y por demás, que resultara útil debido a la complejidad que involucraría en su planteamiento y cálculo. Para no entrar en las discusiones sobre los modelos organizacionales de los grupos sociales, basta recordar que cada proyecto es diferente, único en su naturaleza; se requeriría formular una función única y exclusiva de las relaciones de cada proyecto en cuestión, y esta resultaría de incorrecta aplicación para otros proyectos. Sin embargo, los parámetros empleados, recomendados ampliamente en la literatura, como son el tiempo de desarrollo de los proyectos, la eficiencia del presupuesto, el número de expertos en el equipo de trabajo, etc. Tienen una frecuencia constante de uso en la administración de proyectos, porque implica considerarlos para

satisfacer la razón de ser de cualquier proyecto, que es dar una solución a un problema. La importancia de estos parámetros, sus indicadores, las áreas de acción, ha de asignarse de acuerdo a la sensibilidad del director o gestor del proyecto, tomando en cuenta todo el sistema socio-técnico en el que se desenvuelven las actividades organizacionales. Establecer modelos para comprender mejor dicho sistema organizacional, es tarea que se escatima llevar a cabo en el siguiente capítulo.

5. La estructura organizacional y la planeación estratégica.

Los temas principales identificados en los últimos dos niveles del modelo de preparación tecnológica pueden verse auxiliados de las metodologías de la gestión organizacional, denominada como una fase de producción y despliegue del sistema total, en los varios procesos organizacionales que involucran estructurar los medios para que el desarrollo tecnológico puedan terminar de concluirse y empezar a considerar un mayor escalamiento productivo de dicho sistema. Durante ellas, podrían emplearse metodologías propias de la gestión organizacional como apoyo al control y organización del desarrollo tecnológico si bien en sus etapas finales, pero que en realidad aplican a todo el proceso.

Ya se estudió en el capítulo tercero algunos de las fuerzas externas que pueden influir en la empresa, y en consecuencia, las oportunidades y amenazas que servirían de ella ante la cual, la inteligencia estratégica se serví útil para tener conocimiento de ellas. En este capítulo corresponde atender el sistema interno de la empresa, la estructura organizacional y como está puede estar organizada en tanto los objetivos y planes que busca cumplir para orientar buenas prácticas operativas en sus niveles organizacionales, que en última instancia, de estar bien estructurados y controlados, podrían favorecer la dirección de los desarrollos tecnológicos que se llevaran a cabo. Tener esto presente es fundamental para las estrategias en torno al desarrollo tecnológico en todas sus etapas del TRL, pero principalmente en las últimas dos, puesto que ya habiéndose acumulado una inversión, tiempo y esfuerzo en llegar hasta esos niveles, implica con ello la acumulación de una mayor riesgo de fallar y de no ser completado con éxito el desarrollo, de no tener una infraestructura que ya no recaer únicamente en manos de un director de proyecto, sino en la organización como tal, facilitar sus últimas etapas de pruebas que avanzan hacia el despliegue del sistema en un entorno real y efectivo, previo a la producción como tal de dicha tecnología (que además implica tener ahora con mayor énfasis los estudios económicos y de mercado, además de los requerimientos para vincularse con proveedores y acreditar todas las certificaciones necesarias para llevarlo a cabo de la mejor forma posible). En primer lugar, deberá estudiarse como el sistema organizacional está estructurado y la forma en la que la tecnología encuentra su lugar en él. Por otra parte, se analizará con mayor detalle la metodología de la planeación estratégica y el papel de cada uno de los niveles

organizacionales en una empresa, respecto a una forma ideal en la que las operaciones, tácticas y estrategias, permitirían desempeñar en toda una organización.

Modelos organizacionales alrededor de la tecnología

El nivel tecnológico de las organizaciones

Con base inicial en la propuesta de la actual Secretaría de Economía, durante 1960-1970, Valdés (2007) desarrolló un modelo para determinar el nivel tecnológico de las empresas, de acuerdo a un diagnóstico general funcional de una auditoría tecnológica; al combinar su análisis con el modelo de los tres vectores organizacionales, se hace una evaluación como una función de la investigación y desarrollo e ingeniería, de las áreas de producción, recursos humanos e información como integrantes de todo el sistema tecnológico empresarial. Como resultado de esa evaluación, a las empresas se les puede ubicar en seis niveles de capacidades tecnológicas. A continuación se describen las características fundamentales de estos.

1. Dependencia completa

Desconocimiento total del producto, lo que implica altos costos de producción; del mercado, de los clientes en cuanto a sus necesidades; del proveedor, del cual se depende por las especificaciones necesarias para disponer de la materia prima, así como de la tecnología para hacerlo. Se participa en mercados “cautivos”.

2. Dependencia relativa

Se cuenta con experiencia en la producción del producto, lo que permite conocer algunas características del cliente y el mercado en pequeña escala. El proceso de transformación sigue siendo desconocido. La dependencia tecnológica hacia el proveedor impide mayor participación en el mercado; no es posible ser competitivo más allá de conservar la posición actual.

3. Creatividad incipiente

Se implementan adaptaciones y sustituciones al producto en cuanto a diseño, materia prima, de acuerdo a las especificaciones del cliente (mínimas). La optimización comienza al valorar la calidad en el proceso, con la participación del licenciador.

4. No dependencia

Mejoras en la operación van de la mano con la calidad y una mejor curva de aprendizaje, al tener presente las aplicaciones del producto y sus usos en diferentes mercados, lo que permite ser líder nacional y competir mundialmente, con la exportación del producto.

5. Autosuficiencia

Generación de productos y servicios nuevos; el rango de las actividades permite competir con el licenciataria y no depender de un solo proveedor. Se tiene conocimiento de todas las variables críticas del proceso productivo y del producto; así reduciendo costos. La marca y nombre es reconocida en el nivel mundial gracias a las exportaciones.

6. Excelencia

Los procesos están optimizados; se es competitivo, dominando el mercado nacional y existe una importante presencia en el extranjero. Los productos son especialmente diferenciados; se desarrolla investigación para optimizar productos y procesos, en cuanto a costos y calidad.

Como se puede observar, existe una cierta similitud en la trayectoria de crecimiento de un nivel a otro respecto al modelo integrado de los niveles de preparación, previamente realizado. La aportación principal de Valdés que atañe a este apartado, viene dada en el modelo de los tres vectores organizacionales, que complementan el análisis de una auditoría tecnológica empresarial de este tipo, siendo uno de los primeros pasos el desarrollo de una planeación estratégica organizacional. El modelo de los tres vectores del autor, clasifica las áreas que atiende una empresa en cuanto al sistema socio-técnico que hace referencia, existentes en toda organización; divídanse en un vector de ámbito social, uno tecnológico y otro "directivo" (al que le llama misión organizacional). Considerando las aportaciones que cada vector hace al sistema organizacional como un todo, puede considerarse más cabalmente a aquellos sistemas, en los que participan determinados agentes, involucrados en los procesos de transformación de los productos y servicios de una organización.

Es solo entonces que, a partir de todo lo anterior, puede empezar a considerar realizarse una evaluación apropiada, un diagnóstico del nivel tecnológico de la organización en cuestión, esto al contraponerla con las variables del entorno turbulento que rodean sus actividades; el mercado y los las relaciones institucionales del sistema de innovación conforman el entorno externo a la empresa.

Esto es importante, puesto que demuestra que no puede hacerse un análisis correcto partiendo únicamente del supuesto holístico de las operaciones dividido en aquellas áreas funcionales dedicadas al desarrollo de un producto, sino que debe mantenerse en mente la participación de todos los sistemas y sus consecuentes subsistemas en la integración de los procesos, con sus respectivas entradas y salidas, su interacción entre ellos y la realimentación continua que tienen en el flujo de información constante para la satisfacción de las necesidades del cliente al que atienden.

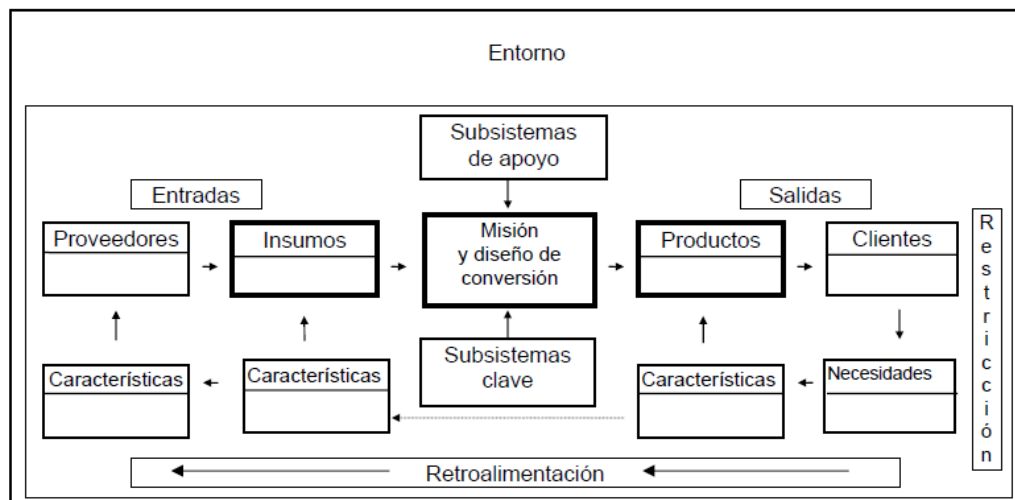


Modelo del sistema tecnológico en las organizaciones, acotado por tres vectores (Modelos de los tres vectores). Recuperado de Valdés (2007)

Cabe hacer la aclaración que este proceso de análisis para Valdés, así como varias de las estrategias de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica, es sólo una parte del proceso para la adquisición de información necesaria para la planeación estratégica organizacional,

cuyo fin último es la toma de decisiones más precisas de los directivos de la organización para mejorar los aspectos de mayor oportunidad, así como para evitar amenazas del entorno turbulento en el que se desenvuelve la actividad empresarial constantemente.

Se pueden identificar, en el sistema de evaluación tecnológica, un énfasis en el conocimiento del producto, del proceso de operación, del mercado, de las necesidades del cliente; la calidad, los costos, la participación en el mercado, podría decirse que son consecuencias de ello, que deviene en el liderazgo organizacional frente a otras empresas competidoras.



La organización como un sistema considerando las entradas y las salidas del mismo.

Recuperado de Valdés (2007)

Los flujos de información están siempre presentes en cada uno de los procesos que Valdés identifica, estando contenidos en los materiales que son adquiridos para la producción, la realimentación de los clientes, las diferentes especificaciones o características adicionales que deben ser cumplidas en el diseño de conversión dentro de las operaciones. A su vez, este mapeo de actividades esenciales, que pueden ser categorizadas en cualquier empresa de acuerdo a este modelo, hace notar a varios de los agentes esenciales en la empresa como otros subsistemas a estudiar y evaluar su impacto en la organización.

El modelo de los tres vectores permite observar en que categorías entra el actuar técnico y en cual el cultural organizacional, desde el punto de vista de un sistema abierto, en el que

existe una realimentación constante por parte del entorno a la cual el sistema debe adaptarse. Estudiar este modelo resulta conveniente para aterrizar más dentro del papel que juega cada agente dentro de cada sistema para empezar a considerar como sus relaciones influyen en la adaptación del todo organizativo al entorno turbulento, a partir de la administración de su conocimiento y tecnología interna para hacerle frente, consideraciones que debe hacerse en el plan estratégico para plantear las mejores estrategias motrices que promuevan un crecimiento óptimo.

La gestión de la calidad e información en la organización

Como se ha argumentado, el conocimiento y la tecnología de una organización también debe administrarse, puesto que debe conocerse aquello que se tiene antes de empezar a usarlo. Si únicamente se cuenta con un martillo como herramienta, entonces, todo querrá ser resuelto a martillazos. La totalidad de la caja de herramientas que tiene la organización puede estar tanto dispersa como mal empleada en múltiples propósitos ajenos a lo que en realidad se requiere. En parte, las mismas personas que lo emplean deben de estar conscientes del uso que le dan a sus herramientas y el potencial que representa tenerlas organizadas para realizar las actividades y proyectos con menores retrasos, en cuanto todos aquellos capaces de realizarlo tengan acceso al material que requieren para laborar, así como que permita conocer la necesidad de adquirir mejor equipo o personal para efectuarlos. Este control de información tecnológica es necesario para ubicar en qué aspectos se están haciendo bien las cosas y en cuáles no.

Entre los modelos de organización basados en esta evaluación de las prácticas de información tecnológica, está ITIL, CMMI, CISA, ISO 27001, que se enfocan en las actividades de la gestión de las tecnologías de la información en los negocios, para establecer esquemas de buenas prácticas que puedan ser seguidas para tener más éxito cumpliendo las metas globales y facilitar el crecimiento organizacional. La mayoría de estos modelos o esquemas son sugeridos y gestionados por organizaciones certificadoras de alcance mundial, como en el caso de los cuatro anteriores mencionados. Esto implica cumplir con todos los requerimientos que establece la norma para que el equipo de auditoría evalúe satisfactoriamente a la organización y le sea otorgada su certificación.

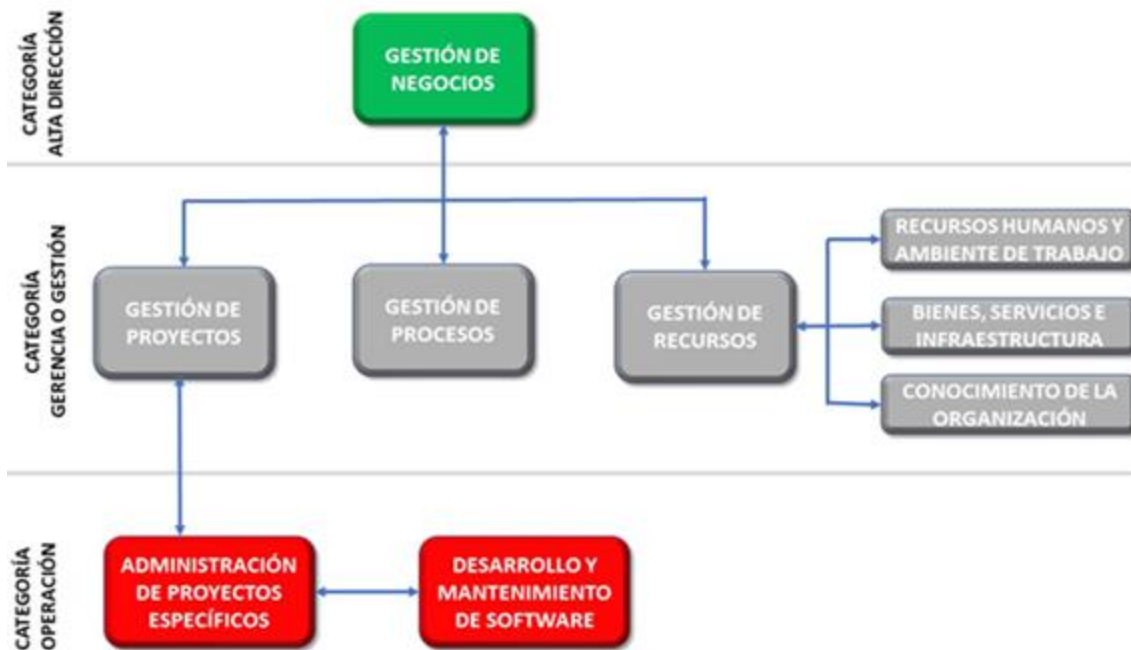
Desde las propuestas de esquemas filosóficos de calidad, que buscaban que la producción estuviera hecha en tiempo y fueran funcionales los productos para los requerimientos solicitados por un cliente, de parte de Juran, Crosby, Deming o Ishikawa, han permanecido actualmente a la fecha como un referente importante para todo empresario que desee aplicar los modelos de mejora continua en sus organizaciones, cuyos beneficios se reflejan no sólo en el área operativa, sino también en la cultura organizacional de todos los trabajadores. La estandarización de las actividades por parte de las normas ISO, particularmente la serie 9000 para el asunto que se trata, pretende que de antemano estos sistemas de pensamiento, como el ciclo planear, hacer, verificar y actuar, puedan ayudar a cumplir con la normatividad para que una empresa se certifique exitosamente. Una empresa se certifica en calidad para demostrar el nivel en que las operaciones son efectuadas para dar al cliente la garantía de la calidad de sus productos frente al de otros competidores en el mercado. Sea cual sea el giro empresarial al que la empresa se dedique, existen recomendaciones y modelos para orientarse al cabal cumplimiento de la norma ISO 9000.

En el caso de las empresas desarrolladoras de software, que están orientadas principalmente a ofrecer servicios y cuya participación en el mercado es cada vez mayor por el alcance de las tecnologías para desarrollarlo, es de suma importancia gestionar los procedimientos para desarrollarlo y esto implica, así mismo, considerar un modelo organizacional adecuado para lograrlo.

MoProSoft es un modelo desarrollado entre la secretaría de economía y la facultad de ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el propósito de orientar a las organizaciones desarrolladoras de software en la estructuración de su empresa, de acuerdo con el marco normativo de la ISO 9001, además de contener una guía de procesos, responsabilidades, objetivos, a manera de política, que provee diversos indicadores para evaluar el desempeño de las actividades realizadas. Se diseñó para que fuera fácil de entender, fácil de aplicar, no costoso en su adopción, siendo así la base para alcanzar evaluaciones exitosas con otros modelos o normas, tales como ISO 9000:2015 o CMM. (Oktaba, Hanna, Alquicira, et al., 2005)

Se fundamenta en la NMX-I-059/02-NYCE-2016. Dicha norma consta de las siguientes partes:

1. NMX-I-059/01-NYCE: Definición de Conceptos y Productos.
2. NMX-I-059/02-NYCE: Requisitos de Procesos (MoProSoft).
3. NMX-I-059/03-NYCE: Guía de Implantación de Procesos.
4. NMX-I-059/04-NYCE: Directrices para la Evaluación de Procesos (EvalProSoft).



Modelo organizacional de áreas funcionales propuesto por MoProSoft. Recuperado de: <http://conogasi.org/articulos/MoProSoft-un-modelo-para-mejorar-la-calidad-del-software-en-mexico/>

En cada área funcional propuesta, se cuenta con una guía de colores que indica el nivel de competencia y responsabilidad al que corresponden las determinadas actividades de la organización. Éstas pueden ser medidas con los indicadores especificados en los rubros de cada área.

Tabla. Algunos indicadores de la gestión de las áreas de MoProSoft

Gestión de procesos	Gestión de proyectos	Recursos humanos
Los miembros de la organización conocen	Las acciones correctivas y	Grado de satisfacción de los responsables de

los procesos que les corresponden y trabajan en función de éstos.	preventivas de los proyectos se generan oportunamente y en función del análisis de los reportes de seguimiento.	los procesos y proyectos con respecto a la calidad del trabajo.
Los procesos se mantienen documentados y organizados.	Las actividades se llevan a cabo de acuerdo a lo establecido en el plan de Gestión de Proyectos.	Relación entre gasto presupuestado y gasto real de los recursos entregados.
El reporte cuantitativo y Cualitativo es entregado periódicamente a Gestión de Negocio.		

Con base en los indicadores, el autor de la presente tesis sugiere que los requisitos más importantes para estructurar un programa de calidad de software, serían

1. Contar con un equipo profesional en calidad.
2. Que los roles y actividades de cada participante del proyecto estén claramente definidos.
3. Capacitación del equipo en los estándares aplicables.
4. Adaptación del proyecto a los estándares seleccionados, conjuntamente con el cliente.
5. Revisiones periódicas de control (asegurando su cumplimiento).

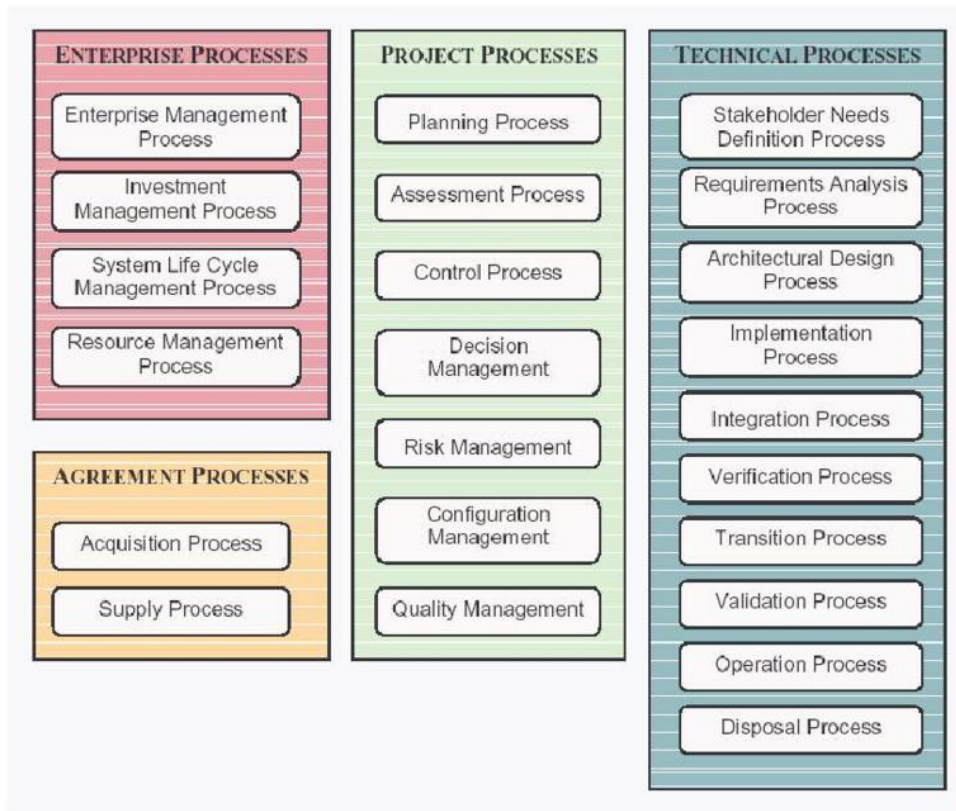
6. Evaluación final del cumplimiento de los estándares.

Independientemente del enfoque que se le dé a los costos asociados a la calidad, como sería el costo de oportunidad de no tenerla implementada, es claro los beneficios que trae, si bien no concretamente certificándose en ISO 9001, seguir las recomendaciones y filosofías para el desarrollo de mejores procedimientos para entregar mejores productos y servicios al cliente, pero también en el sentido de que, en el proceso de la estructuración del sistema de información de la organización para cumplirlo, se creen los hábitos y generen los medios para una mejor comunicación y un mejor ambiente laboral en última instancia, en donde las actividades y responsabilidades sean claras, y sea posible medirlas respecto a los objetivos con el fin de mejorarlas de forma continua.

En la búsqueda por implementar una evaluación con indicadores al ámbito de las empresas de giro tecnológico, la propuesta de tener un modelo matemático alineado con las exigencias normativas vigentes resulta tentador, puesto que indicaría con precisión el nivel tecnológico actual y, por tanto, las áreas de mejora necesarias para crecer. En el ámbito de los proyectos, éstos están incluidos como parte de la generación de los procesos, como ya se ha discutido en las secciones anteriores de la tesis. ¿Cómo gestionar los procesos alrededor de la tecnología, desde la perspectiva técnica de su desarrollo?

Modelo organizacional del nivel de preparación de sistemas

La ISO / IEC / IEEE 15288: 2015 establece un marco común de descripciones de procesos para describir el ciclo de vida de los sistemas creados en los proyectos. Se define un conjunto de procesos y terminología asociada desde un punto de vista de ingeniería. Estos procesos se pueden aplicar a cualquier nivel en la jerarquía de la estructura de un sistema. Se pueden aplicar conjuntos seleccionados de estos procesos durante todo el ciclo de vida para administrar y realizar las etapas del ciclo de vida de un sistema. Esto se logra a través de la participación de todas las partes interesadas, con el objetivo final de lograr la satisfacción del cliente.



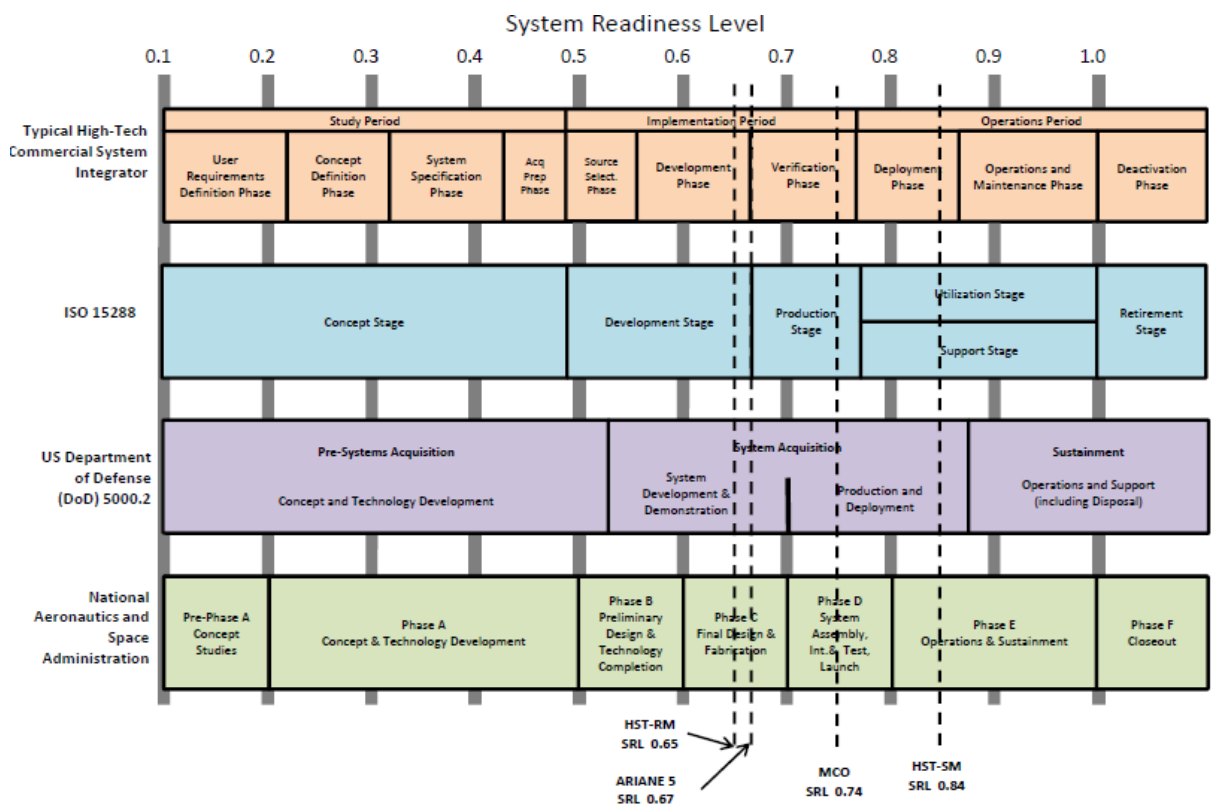
Áreas del ciclo de vida de los procesos de la ISO 15288. Recuperado de: (Cook y Kasser, 2003)

En torno a ello, la propuesta de Sauser (2007) considera la preparación de nivel del sistema (SRL, en inglés) como una respuesta a la evaluación del riesgo y potencial de un sistema (de una tecnología). El SRL es resultado de la operación entre dos matrices, de dos métricas relacionadas, el TRL (*Technology Readiness Level*) y el IML. El IML, entendido como el nivel de madurez en la integración (*Integration Maturity Level*), se refiere a la capacidad de ensamblaje de los diversos componentes en módulos de un sistema operante; así mismo en una escala de 9 niveles está distribuido, con su respectiva descripción y riesgo asociado al nivel.

Al comparar tecnologías como módulos de un sistema mayor, es posible asociar a cada una un TRL, en una matriz cuyos renglones son iguales al número de elementos, y un IRL, en una matriz cuadrada. Posteriormente, previo al producto cruz entre matrices, se normalizan las matrices (se divide entre el primer número de la primera columna, primer renglón, a todos

los demás elementos) y se realiza la multiplicación de la matriz IRL por la TRL. Resultado de la operación anterior es una matriz de 1xn, de la cual, de acuerdo al autor, se suman linealmente sus elementos y la suma se divide entre n, resultando así, el nivel SRL.

Comparando las etapas de los diferentes modelos, tras asociar un índice a cada etapa, Sauser asigna así la estimación del SRL de la tecnología, que sirve de comparación con el cálculo realizado previamente con las matrices.



Índice de los sistemas de maduración para los ciclos de vida de sistemas de ingeniería.

Recuperado de: Sauser (2007), p39

Como se puede observar, se tiene un cálculo no tan difícil que pretende hacer más objetivo el análisis de sistemas más complejos de la integración tecnológica, aunque no deja del todo de lado la subjetividad del evaluador a la hora de asignar los índices de las matrices.

Planeación y formulación de indicadores para la competitividad organizacional

Nivel estratégico. Modelos de para la planeación estratégica

Con el conocimiento de los indicadores económicos de una región a nivel regional institucional, del sector productivo en el mercado y de la competitividad como potencial diferencial de un sector en particular, se entiende porqué la empresa debe sostener su sistema de vigilancia tecnológica para mantenerse competitiva. Un pensamiento sistémico, nos demuestra cómo se puede estructurar la empresa alrededor del papel de la tecnología dentro de las organizaciones, y como esta se puede gestionar desde los procesos involucrados. Para plantear la posibilidad de un reajuste, o formación inicial, alrededor de la tecnología, la empresa debe saber con qué capacidades cuenta para dar estratégicamente con un plan que le permita hacerlo efectivamente. Al proceder a analizarse internamente, en cuanto a sus capacidades y recursos que dispone para emprender nuevas actividades de negocio o de reestructuración organizacional, la superación de la frontera o brecha actual se logra a través de realizar proyectos tecnológicos. ¿Pero en qué momento surgen estos dentro del proceso de planeación estratégica? Tal pregunta, nos invita a reflexionar sobre tal proceso. Por tal motivo, se continuará con el estudio de los modelos y técnicas para analizar la empresa en cuanto a sus capacidades y recursos, y como a partir de esos modelos surgen objetivos estratégicos, que en última instancia, son los que dan el visto bueno a la validación, ejecución y formación de los proyectos tecnológicos.

La planeación estratégica es el proceso de toma de decisiones en el que se establecen los medios y fines de una organización, se aclaran las amenazas y oportunidades competitivas, para posteriormente implementar acciones, y los medios de control de estas, para mejorar el desempeño de la empresa. La planificación estratégica es esencial para que una empresa se encuentre en condiciones para desarrollo de proyectos y nuevos productos. Ésta es una ayuda para aumentar la cantidad de proyectos de desarrollo de productos que pueden mejorar el desempeño de la empresa competitivamente. (Song et al. 2011).

La planeación estratégica es una parte del proceso de toma de decisiones, que abarca varios procesos de recopilación de información de la empresa. Partiendo de identificar el

perfil de la empresa y hacer un modelo funcional de esta para después, por un lado, partir con la investigación del entorno externo, lo que implica un estudio de vigilancia e inteligencia competitiva; por el otro lado, realizar auditorías internas sobre los recursos y capacidades de la empresa. La forma en la que esta información es integrada y presentada se hace a través de diferentes modelos, según sea el interés último sobre el que se quieran abordar las estrategias y alternativas de acción de la empresa.

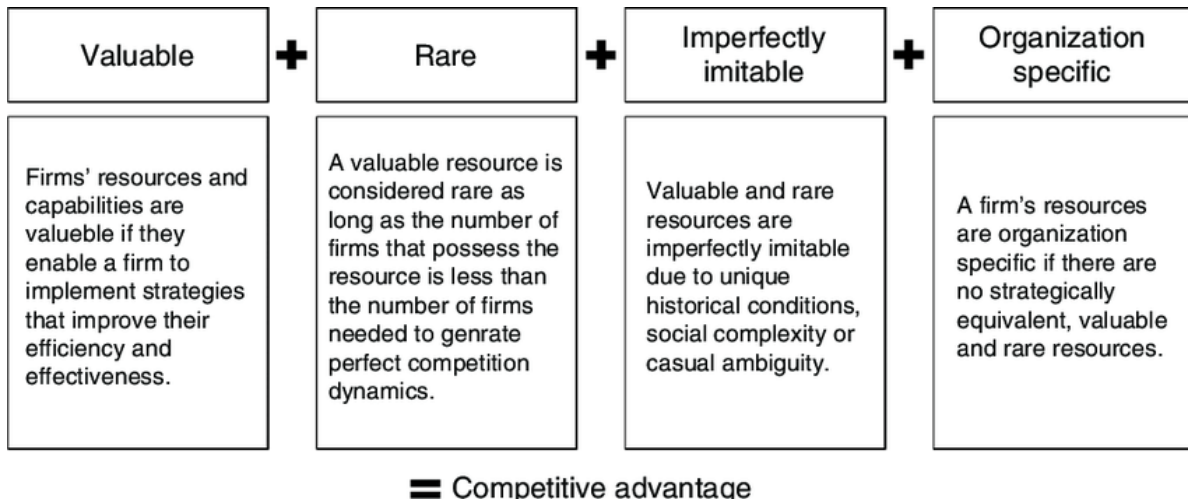
En otro estudio de Michael Porter (1990) se modela lo que será posteriormente su sistema de fuerzas de la industria. En dicha propuesta inicial, se diagraman los factores que una empresa debe observar para cuidar su desarrollo competitivo en el sector industrial. Este modelo es representado como un esquema en forma de rombo que alinea los factores para la creación de ventajas competitivas. Como se puede observar, todavía no incluía el entorno del mercado sobre el que se relacionan los cuatro factores entre sí a través de él.



Modelo del Diamante de Porter. Fuente: Porter (1990)

Una propuesta para el análisis de la empresa en cuanto a sus capacidades y recursos es el modelo VRIO (Acrónimo de “Valioso, Rareza, Imitabilidad, Organización”). Mediante esta técnica la empresa es capaz de detectar cuáles son los recursos y capacidades que pueden proporcionarle una determinada ventaja competitiva sostenible, es decir, una posición de superioridad en el mercado frente a sus competidores a lo largo del tiempo. El análisis VRIO puede realizar a partir del análisis interno de la empresa y se compone de tres fases o

etapas: la auditoria de recursos, el estudio de la potencialidad de los recursos y capacidades y el estudio de la sostenibilidad de las ventajas competitivas que proporcionan algunos de dichos recursos, tangibles e intangibles. (Peng, 2018)



Marco analítico de VRIO. Imagen recuperada de:

https://www.researchgate.net/figure/Core-competencies-as-sources-of-competitive-advantage-VRIO-framework_fig2_286622222

Otros métodos de los que cabe hacer mención por la utilidad transversal de las variables de competitividad empresarial en el tiempo son los siguientes:

- El método de *Bostón Consulting Group*
- El método de *General Electric*
- El método de Arthur D. Little
- El método *Profit Impact of Marketing Strategy*

La cualidad especial de los métodos anteriores, es que están diseñados por especialistas en el área de mercadotecnia. En general, en las metodologías se parte de considerar una orientación a la venta y promoción de los productos, desde su ubicación en una matriz o escala de valoración económica que lo distingue de ser un valioso activo fundamental para las ganancias de la empresa, o como un producto que no genera tantos ingresos, y puede desarrollarse. Tal descripción metodológica se ajusta en especial a lo que la matriz del *Bostón Consulting Group* sugiere para la planificación de la estrategia. Sin embargo, si se

pretende relacionar las actividades internas y externas alrededor a la formulación crítica de líneas de acción controlables en el tiempo, y con impacto profundo positivo en la empresa, deberá contarse con un método que permita aplicar las técnicas de planeación de forma decisiva. Tal método es el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, conocido como FODA.

El método FODA consta de un análisis sistémico, de las capacidades y características tanto internas como externas, de una organización o empresa. El aspecto interno lo abarcan los puntos positivos de buen desempeño que se identifican como fortalezas, y los negativos o de atraso en forma de desventajas como debilidades. El aspecto externo consta de los puntos de oportunidades y amenazas, aquellas que deben tomarse para desarrollarse y aquellas que deben evitarse por su potencial daño a la organización, respectivamente.



Ejemplo de análisis FODA para un planteamiento de turismo agroalimentario en Texcoco, Estado de México. Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Analisis-FODA-para-un-planteamiento-de-turismo-agroalimentario-en-Texcoco_fig3_325859650

Para aprehender el aspecto externo, se requiere considerar las fuerzas del entorno de las que surgen las oportunidades y amenazas. Valdés (2014) sugiere analizar el entorno

turbulento en torno a los ejes económicos, políticos, sociales, culturales, tecnológicos, científicos, laborales, de mercado, educativos, relevantes del sector industrial específico, y otros según se considere de importancia.

La toma de decisiones estratégica nace no solo de hacer el modelo FODA, sino de manipularlo para observar las relaciones internas recuperadas de la búsqueda de información que lo integra. La matriz de impacto cruzado se revela al contraponer las oportunidades con las fortalezas, y las debilidades con las amenazas; comparándolas, en cuanto sus similitudes, se formulan lo que serán las estrategias ofensivas y las estrategias defensivas de la empresa (Valdés, 2014). Tales estrategias, se definirán de la siguiente manera:

- Las estrategias defensivas son aquellas que se forman para enfrentar la adversidad no favorable que impactará en las debilidades de la organización
- Las estrategias ofensivas abrazan a aquellas líneas de acción que buscan aprovechar momentos favorables de desarrollo, partiendo desde las virtudes de la organización.

A cada estrategia se le asigna un objetivo, que es la meta a vigilar y controlar en el transcurso de su ejecución. El horizonte temporal del pasado y del futuro deben de tomarse en cuenta en el seguimiento de las capacidades disponibles que vienen marcando una tendencia desde el pasado, y las perspectivas que éstas podrían abrir en caminos posibles que la empresa tomará para llegar a un determinado punto en el porvenir. Sólo así, dominando lo más posible el horizonte significativo de la temporalidad hacia el momento presente de la condición empresarial, puede decirse que el seguimiento de la estrategias críticas se lleven a cabo, y se cumplan los objetivos.

El análisis por las condiciones del pasado están relacionadas con el desempeño que ha venido logrando la empresa desde un determinado período de tiempo, el cual, para motivos holísticos de análisis, se pretende que sea lo suficientemente largo para tener buenos resultados, como mínimo de 3 a 5 años. En tal período de tiempo, se van a considerar

aquellos indicadores que puedan ser medidos respecto a un parámetro de desempeño, que permita revelar el comportamiento de las tendencias a futuro por medio de un análisis estadístico de éstos. Tales parámetros de desempeño están relacionados con la capacidad productiva de la empresa. Pueden usarse indicadores de un proceso de control de gestión de la producción, como son los KPI (*Key Performance Indicators*). Ejemplos de estos para el análisis de una empresa de la rama industrial, pueden ser el tiempo de la línea de producción, la utilidad neta o la capacidad productiva. Se pretende que el modelado estadístico de los indicadores, revele el trayecto que se puede seguir en la empresa, de continuar operando con las fuerzas de arrastre del pasado. Con base en ello, se tendrá la capacidad esperada o proyectada a futuro de los resultados obtenidos para un horizonte de máximo tres años.

Las estrategias que se definirán a partir de este análisis, se conocen como estrategias desde el pasado, y se toman como objetivos, aquellos que permitan mejorar o sostener las condiciones proyectadas a futuro, consideradas como favorables, que se requieren para encontrarse en una situación más competitiva en el futuro.

Se recomienda que tal horizonte de proyección no rebasase ese período, puesto que las condiciones actuales del presente, internas relativas a la empresa, y externas, respecto al mercado, cambian continuamente de tal forma que los pronósticos más alejados a ese período, no siempre son precisos. Para solventar tal dificultad, y extender el horizonte de participación a una proyección estratégica más lejana en el futuro, la prospectiva estratégica será de ayuda.

Las condiciones del futuro son idealizadas a partir de la información del presente que se disponga para pronosticar cómo se comportará tanto el mercado y la respuesta que podrá dar la empresa a sus cambios. El fundamento para crear una visión a futuro, se encuentra en tres aspectos esenciales: los valores, los objetivos y la visión organizacional que ha establecido la dirección de la empresa. Éstos serán los criterios con los que se compararán los escenarios a futuros imaginados como posibles, de acuerdo a las tendencias de cambio del entorno. El seguimiento de los cambios del entorno requiere una tenaz vigilancia y

actualización del conocimiento de las fuerzas del mercado, los desarrollos tecnológicos, las decisiones políticas, entre otros. Se recomienda recopilar tal información, siguiendo diariamente en revistas especializadas de publicación científica, periódicos reconocidos por su crítica y veracidad, y portales electrónicos de empresas del sector productivo de relevancia para la estrategia a plantear.

Es importante aclarar, que el horizonte temporal que se recomienda establecer al plantear las condiciones del futuro, es a partir de 5 años posteriores al momento actual. Una fecha más alejada, se podría establecer a 20 años. Sin embargo, la capacidad cognitiva del ser humano es limitada, y nadie puede decir con certeza lo que ocurrirá en el futuro mientras más se distancie de nuestra percepción actual, la cual no se puede rebasar. Un horizonte muy distante, se acercará a lo que en el imaginario colectivo se le puede llamar como ciencia ficción, lo cual sería interesante contemplarlo desde un punto de vista estético o literario, más no relativo a los temas de la presente tesis.

De los escenarios posibles, aquel que se distinga como el más deseable, representa un punto a alcanzar en el futuro. La brecha temporal también va acompañada de una brecha de capacidades; aquellas capacidades se necesitan para llegar a ese estado en el futuro. A partir de ello, los objetivos de la estrategia a futuro se pueden definir. A su vez, los indicadores para medir el desempeño a futuro, serán principalmente orientados a la modificación de valores, objetivos y visión global de toda la empresa.

Ahora bien, la exploración estratégica, como toda actividad, consume recursos, que justifican completamente su uso en la elaboración del plan estratégico para el establecimiento inicial de la empresa desde sus primeros cimientos y momentos de gestación. Sin embargo, no siempre resulta así en la toma de decisiones directivas. Cabe notar que en el estudio de Song et al. se explora la posibilidad de que la improvisación directiva, dado un enfoque experimental que no tiene una planificación formal, puede aumentar mejor el número de proyectos tecnológicos porque motiva la adquisición y aplicación de conocimiento e inteligencia, que son ajenas a las normas, reglas y regulaciones de la empresa. Los autores sugieren que la planificación estratégica impide,

mas no mejora, el número de proyectos tecnológicos. Según su análisis, el tamaño de la empresa es importante, pues las más grandes se benefician más de la planificación estratégica, y aún más cuando se tienen grandes recursos invertidos en I&D, en el que la relación es benéfica para la empresa; por otro lado, cuando la empresa es pequeña y/o la inversión en I&D es relativamente poco intensa, la planeación estratégica se muestra como un impedimento para el desarrollo de nuevos productos.

Ellos reconocen que su análisis está ampliamente limitado por la muestra que tomaron para realizar su estudio empírico, y que es necesario explorar más a fondo la relación de la planeación con otras variables de desempeño como el nivel de competitividad. Sin embargo resulta interesante considerar este hecho, para ubicar con mayor eficacia los indicadores claves que relacionan la planeación estratégica tecnológica con la generación de proyectos, que se ubica en un nivel táctico. Tal propuesta, habría de empezar a rastrearse en las diferentes capacidades de investigación y desarrollo que poseen las empresas de acuerdo a su tipo, cuya distinción más básica es al distinguir si están más enfocadas en la producción de bienes o en la oferta de servicios.

A nivel estratégico, el principal rector de toma de decisiones debería ser el plan estratégico y los objetivos estratégicos. De ellos, es donde nacen las rutas de acción que se deberán ejecutar en los niveles organizacionales, sea departamentos o unidades empresariales, para contribuir a lograr dichos objetivos. La cadena de gestión a tal nivel, partiendo del principio de la administración de delegación de actividades, correspondería a un nivel táctico de gestión, en donde se vigilan y monitorean las actividades productivas en relación con la comunicación más cercana a los niveles directivos de la empresa. En dicho nivel, la elaboración de un plan táctico también ha de contemplarse, en vistas de poder controlar y mejorar los procesos productivos de los niveles operativos sobre los que se sea responsable. Una propuesta conceptual se encuentra en el concepto de los indicadores clave de rendimiento (KPI en inglés).

Nivel táctico. Indicadores clave para la implementación de la innovación: percepción vs usos actuales

De acuerdo con Sawang (2009), los KPI son mediciones cuantificables de aquellos procesos claves de una empresa, en cuanto les ayuda a definir y medir el progreso hacia los objetivos de la organización. Una observación atenta, revela que algunos de estos indicadores son tales que indican el nivel de competitividad de la empresa, como se discutió anteriormente. Sawang sugiere los siguientes, que aplicaron en evaluaciones a empresas de manufactura y de servicios Tailandesas:

1. Retorno de la inversión
2. Diversas medidas de margen de beneficio
3. Ventas y crecimiento de ventas
4. Recuperación y período de recuperación
5. Flujo de efectivo
6. La satisfacción del cliente
7. Tasa de retención de clientes
8. Productividad laboral
9. Calidad de productos y / o servicios.
10. Tiempo de espera
11. Entrega confiabilidad o velocidad
12. Tiempo de procesamiento
13. Desarrollo de empleado
14. Conocimiento del empleado

Se halla que los KPI relacionados con las ventas y su crecimiento, la calidad de los productos o servicios y el tiempo de proceso fueron percibidos como los de mayor importancia entre las empresas de manufactura; mientras que relacionados con la satisfacción del cliente, calidad de productos o servicios; y tiempo de proceso, fueron percibidos como los más importantes para las empresas no manufactureras. Un énfasis principal existe en los procesos. La búsqueda por controlarlos, y de aplicar estos indicadores, yace en conocer los procedimientos a nivel operativo de la empresa.

Nivel Operativo. Procedimientos de calidad

Recordemos que a nivel operativo, la especialización sobre el procedimiento o labor que se realiza es tal, que la ejecución de las tareas se realiza de forma tácita o implícita, respecto al conocimiento transmisible se refiere. Aspectos como la seguridad industrial, salud en el trabajo, estándares de calidad, son algunos de los elementos que forman parte del complejo que representa el cuidado de los individuos que realizan la ejecución de los procedimientos. Para poder controlar de alguna forma la forma en la que se realizan dichos procesos, un excelente sistema de gestión de éstos, se encuentra alrededor de los sistemas de gestión de calidad para la acreditación de la norma de calidad ISO 9001 (2015, o la que en futuro sea su versión más reciente al tiempo en el que se lee esta tesis), respecto a la elaboración de procedimientos de calidad.

La norma distingue entre un proceso y un procedimiento. El primero viene siendo un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto. Por su parte, un procedimiento es la forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso. (Norma ISO 9000:2015). Es decir, los procesos pueden ser vistos como una sucesión de cajas negras con entradas y salidas de información o materiales elaborados, mientras que el procedimiento es aquél mecanismo que existe dentro de la caja negra.

Muchas veces, ni siquiera es visible o está bien definida la secuencia de pasos que se siguen en un procedimiento, dando resultados a redundancias, pérdidas de tiempo, mal entendidos en la comunicación y demás problemas. Un buen sistema de procedimientos, incluso antes de pretender que sean de calidad, se requiere para mejorar la eficiencia global de los procesos. Desde la experiencia del autor de la presente tesis, se sugieren los siguientes pasos para la elaboración de un procedimiento de calidad.

1. Identificar aquellos procesos de la cadena productiva que agregan valor al producto; sus entradas y salidas de información.

2. Identificar aquellos que se observa que no cuentan con un procedimiento. Pueden ser aquellos que se observe que provocan retrasos en la cadena productiva o entregan con una calidad deficiente los productos o contenidos de su actividad
3. Reunir a los involucrados en la ejecución de dicho procedimiento. Se requiere entrar en contacto directo con los responsables de la gestión y ejecución del procedimiento en cuestión para conocer los porqués de las actividades y la secuencia de cada una de ellas.
4. Dialogar con ellos, escuchar y anotar las actividades que realizan y las formas en las que lo hacen. Poner especial atención a dificultades y períodos de tiempo entre cada actividad narrada.
5. Realizar un esquema de procedimientos, siguiendo alguna metodología conveniente de diagramación. Se busca que la comunicación del diagrama sea clara para las personas y puedan entender fácilmente el flujo de actividades de una etapa a otra. Tales metodologías que pueden ser empleadas son variadas. Se sugieren las siguientes alternativas: ASME, ANSI o ISO.
6. Elaborar un manual de procedimientos que integre la información a una base de conocimiento de referencia para su consulta, resguardo, facilite el control de las actividades así como capacitación de los individuos que se encargarán de dicha tarea. Un manual de procedimientos se sugiere conste formalmente de las siguientes partes, por cada procedimiento registrado: encabezado, carátula, índice, objetivos, alcance, documentos de referencia, definiciones, desarrollo descriptivo, esquematización del diagrama, indicadores asociados, responsabilidades del procedimiento, anexos y control de cambios.

Los indicadores se identifican en aquellas partes del proceso en las que existe una toma de decisiones, donde se requiera un documento específico o material indicado para continuar el flujo de la actividad. Si dicho material no se encuentra en las condiciones establecidas por la calidad necesaria de este “punto de control”, entonces hemos de fijar ahí la atención, puesto que eso es un indicador. Es decir, la presencia de una característica observable que

se desea cumpla con un requerimiento específico fijado en una toma de decisiones, será un indicador de impacto en la ejecución del procedimiento.

Comentarios sobre los modelos de organización y planificación

En los modelos organizacionales alrededor de la tecnología, la propuesta de Valdés es una muy poderosa para comprender el sistema holístico empresarial de una organización. La gestión de la calidad siempre ha jugado su papel en ella, como se vio en las metodologías de gestión del modelo de MoProSoft. A diferencia del modelo MoProSoft, el SRL está exclusivamente basado en la evaluación del ciclo de vida de la tecnología en tanto sistema de componentes, útil para evaluar el área de los proyectos tecnológicos. Para no perder el enfoque de esta línea de pensamiento sobre los modelos de evaluación tecnológica organizacional, que se han estudiado hasta el momento, es conveniente recapitular el objetivo y alcance de cada uno de ellos. El modelo de Valdés permite el diagnóstico sistémico de una organización sobre el conocimiento y aplicación de su tecnología; el modelo de MoProSoft, lo hace en tanto al esquema de calidad de la ISO 9001 para la estructuración de las áreas funcionales, sus operaciones e indicadores para su evaluación, de una empresa desarrolladora de software; el SRL basado en el TRL, el IML y el ISO 15288, por la forma en la que las tecnologías se integran en un sistema de componentes y su ciclo de vida respectivo. La tendencia aquí es, a manera de visión de pájaro, tomar en cuenta el análisis de los sistemas y agentes de la organización; su estructura y áreas funcionales, programas y objetivos específicos; el desarrollo e integración sistemática de la tecnología.

En los modelos de planeación estratégica, se estudiaron tres propuestas diferentes para el planteamiento de objetivos críticos y caminos que seguir para alcanzarlos. El mejor método, por las razones discutidas previamente, es el de FODA, combinado con las técnicas de planeación estratégica que sugiere Valdés (2014) al darle un enfoque sistémico, y distinguir las estrategias entre ofensivas y defensivas. La combinación de estas, permite definir objetivos críticos para el nivel directivo de la organización. Así mismo, se hace la aclaración del nivel de impacto y de acción de tales objetivos críticos. El nivel directivo influye en el resto de la organización con estos, y la delegación de funciones y actividades en los niveles inferiores de mando implica distinguir el rango de nivel táctico donde se gestionan las operaciones del nivel operativo. En el nivel operativo, se ejecutan planes a partir de

programas de desarrollo, que gestionan los medios y procesos para el desarrollo de procedimientos.

Es a partir de los planes estratégicos, de la participación de las actividades para la persecución del cumplimiento de los objetivos de la dirección, emanan las instrucciones directivas para la proceder con la selección y ejecución de proyectos de desarrollo tecnológico. Tales proyectos están gestionados por un conjunto de portafolios, carpetas y carteras, que se dan el visto bueno para llevarse a cabo, según estén orientados a solventar las necesidades establecidas por las estrategias de los planes estratégicos de la dirección, tácticas de la gestión, y operaciones de los operativos. Este el espacio y momento en el que los proyectos tecnológicos surgen, y se deciden llevar a cabo. Se argumenta entonces, que si una organización está bien estructurada organizacionalmente, tal que las actividades y procesos clave estén claramente identificados con las responsabilidades y actividades planteadas en los planes para cada nivel organizacional, el flujo de ejecución de los proyectos de desarrollo tecnológico tendrá menos dificultades en ser realizado, sea desde su gestión en sus primeros albores de experimentación y desarrollo desde el nacimiento de una idea, hasta las últimas etapas que involucran la puesta en marcha de una actividad de escalamiento operativa, para la cual, los indicadores en cada nivel organizacional son claves en el buen mantenimiento del sistema socio-técnico de la organización.

6. Observaciones y comentarios sobre la integración metodológica de las herramientas para la gestión de los desarrollos tecnológicos

Síntesis de la investigación realizada

Una organización que pretenda sustentar la innovación debe tener una estructura tal que la generación de proyectos de desarrollo tecnológicos y científicos, se dé de forma continua. Hasta ahora, en la presente tesis, la investigación de las categorías de la administración de la tecnología, se ha llevado a cabo estudiando desde el inicio el concepto del TRL como una metodología para el desarrollo tecnológico de las empresas, que puede ser complementada por otras herramientas del cuerpo teórico de la gestión de la tecnología.

Primeramente, se determinó la utilidad del TRL al haber sido elevado de un mero diagnóstico cualitativo a una poderosa herramienta de aspectos técnicos de ingeniería que puede expandirse versátilmente a la evaluación de tecnologías diversas. Sin embargo, se determinó que faltaba incluir aspectos que coadyuvaran a una evaluación de mercado, en relación con las expectativas sociales, así como de propiedad intelectual, para lo cual, se habían desarrollado otras escalas que sirvieron para comparar temáticamente, los puntos fuertes y débiles de una síntesis inicial de las escalas cuantitativas. Con base en esto último, se analizó por categorías las preguntas de evaluación de la herramienta del TRL más avanzada por cada nivel, para determinar algunas vías de investigación adicionales que deberían de estudiarse para explorar cómo podían apoyarse para proporcionar una mejor toma de decisiones en alguna de las tres etapas globales que se designaron: la fase de investigación y desarrollo, la fase de pruebas y demostraciones, y la fase de producción y despliegue del sistema total. Los temas que se decidieron explorar, se determinaron con base en la importancia de los proyectos tecnológicos los planes estratégicos que los justifican. Esos fueron la inteligencia competitiva, la gestión de proyectos y la planeación estratégica. Cada uno implicaba introducir la problematización de la cual surgía la necesidad de usar las metodologías de cada campo de estudio.

Así, se pasó a revisar la participación del entorno de fuerzas que es el mercado, analizándolo desde el concepto de competitividad en las organizaciones. Así mismo, debido a que el mercado es un conjunto dinámico, no aislado, de interacciones a nivel sectorial

desde el sector productivo, si es que se le quiere ver también como un *cluster*, se requiere que las empresas estén actualizadas con un sistema efectivo de selección de información útil, para la mejor toma de decisiones. Tal proceso se puede lograr empleando las técnicas de inteligencia competitiva. La inteligencia competitiva se puede abordar desde técnicas que reúnan el conocimiento desde el pasado, el presente y el futuro; la vigilancia de patentes, el *benchmarking*, y la prospectiva se determinaron como las mejores y más representativas técnicas para ello, respectivamente al horizonte temporal que enmarcaban en su uso. Éstas, habrían de ser empleadas dentro de un proceso global de inteligencia estratégica, como podría ser el propuesto por Aguirre.

Las estrategias analizadas en las metodologías de gestión de proyectos fueron estudiadas después para crear una discusión sobre la base metodológica de las técnicas y resultados hallados en los estudios teóricos y empíricos investigados. Se encontró revisaron las metodologías propuestas por el PMI y las de la filosofía ágil, enfocadas a proyectos de software, puesto que estos son los que presentan una mayor tasa de fracaso contra proyectos exitosos encontrada en la literatura.

Si la empresa ha de orientarse al desarrollo tecnológico, lo mejor que puede hacer es acomodar su propia estructura de tal forma que pueda reajustar sus procesos y organización en torno a ésta para fomentar un desarrollo tecnológico óptimo. Se estudiaron los modelos de MoProSoft, de Valdés, y del SRL. La división propuesta de los niveles de toma de decisiones, permite distinguir la amplitud y el alcance de la toma de decisiones que se realiza sobre el desarrollo de proyectos tecnológicos para cumplir con los objetivos críticos de cada uno de los planes estratégicos, tácticos u operativos que correspondan.

Requerimientos de los desarrollos tecnológicos y sus metodologías

A lo largo de cada capítulo se han hecho observaciones y comentarios respecto a una posible integración secuencial, en el tiempo de cada herramienta metodológica. Se ha partido del supuesto de que las tres fases del TRL, presentan una cierta relación con las metodologías y modelos de gestión de cada una de las áreas de estudio.

En el caso de la inteligencia competitiva, se presenta una “división” temporal que concierne a cada herramienta abarcar en su horizonte de estudio, sea en el pasado, presente o futuro. Respectivamente en orden, le corresponde al análisis bibliométrico, de benchmarking y de escenarios prospectivos. Todo esto respecto a un proceso generalizado de inteligencia estratégica que puede ayudar en las fases iniciales de investigación y desarrollo del TRL.

Para las metodologías de gestión de proyectos, se tiene un primer momento en el que se aplica *desing thinking*, luego *lean canvas*, y finalmente *agile o scrum*, cada uno de estos procesos queda enmarcado dentro de lo que la metodología de gestión de proyectos del PMI establece, pero se ha argumentado que finalmente, cuando la complejidad de un proyecto se eleva a un punto mayor, y una vez que ya se han establecido congruentemente objetivos y expectativas en las iteraciones de las metodologías ágiles anteriores, es entonces cuando se hace más conveniente recurrir a la metodología del PMI.

En el caso de la planeación estratégica y la estructura organizacional, la división tripartita yace no únicamente en el horizonte temporal que la metodología de Valdés establece, sino también, y con mayor peso, en la forma en la que a partir de este plan, se tienen planes e indicadores que sirven para diagnosticar y dirigir el funcionamiento de los tres niveles organizacionales, el operativo, el táctico y el estratégico.

En suma, se puede decir que una empresa que busque generar innovaciones, a partir de sus desarrollos tecnológicos, debería promover el desarrollo de proyectos tecnológicos desde la concepción de los objetivos críticos en el plan estratégico directivo de la empresa. La creación del plan estratégico se hace con base en las capacidades internas que cuenta la empresa para formarse como competitiva en el mercado. La capacidad de respuesta de la empresa también dependerá del sistema de vigilancia tecnológica con el que cuenta, para mantenerse al tanto de los desarrollos actuales presentes, pasados y próximos futuros de su entorno. El elevar el nivel de vigilancia a las relaciones institucionales del sistema de innovación sectorial, regional o nacional, le deja a la empresa con una mayor visión del fenómeno de la innovación y de los agentes involucrados con los cuales pueda aprovechar ventajas sobre las oportunidades que ofrezcan las colaboraciones entre institutos, las políticas públicas de CTI, o el paradigma actual de desarrollo de una tecnología innovadora.

Se pueden establecer los siguientes requisitos de las organizaciones que generan innovaciones a través de desarrollos tecnológicos:

- 1) Una estrategia tecnológica definida con objetivos críticos de desarrollo de la innovación.
- 2) Capacidad de respuesta ágil a las fuerzas del mercado y del entorno tecnológico.
- 3) La empresa cuenta con una estructura organizacional especializada o enfocada en la gestión de tecnología.

En el ámbito de la generación de innovación en los proyectos de índole tecnológica y científica, se debe partir desde la gestión de las carteras de proyectos disponibles en la organización, y buscar aquellas que se alineen con los objetivos críticos de innovación globales. Si no los hay, entonces deberán sugerirse a partir de la elaboración de una planeación estratégica diseñada específicamente con el propósito de expandir la frontera de desarrollo tecnológico y científico. La gestión de proyectos debe administrarse en torno a los recursos disponibles y tiempo establecidos para su realización de forma tal, que no se rebase desmesuradamente los límites de lo realizable (incrementando costos y retrasando el proyecto). Los indicadores para la gestión, deben de estar alineados con las técnicas oportunas empleadas dada la situación específica a la que se ajusten mejor. Desde el aspecto técnico, el seguimiento de la madurez tecnológica y de mercado del desarrollo de la innovación tecnológica y científica en proceso del proyecto, da un buen indicio de los momentos indicados en los que tal desarrollo, está listo para trasladarse al mercado como un sistema tecnológico completo. Tales observaciones, se dan integradas en los siguientes puntos:

- 4) Un conjunto de procesos y técnicas sistematizadas de gestión de tecnología que garantiza que las cosas se hagan en tiempo y forma, con los recursos disponibles y dispuestos para su realización.

- 5) Un modelo de seguimiento de madurez del desarrollo tecnológico o científico, que permita evaluar sus diferentes etapas de desarrollo para su posterior lanzamiento al mercado.

Con esta secuencia metodológica, se puede pretender poder satisfacer los criterios para la gestión de los desarrollos tecnológicos en las empresas. Lo que a continuación se procede a hacer es asignar a cada uno de esos puntos, el conjunto de herramientas estudiadas en la tesis, subdivididos en tres niveles distintos para cada uno en su relación con la gestión de los desarrollos de tecnología. Esto se hace, respecto a los objetivos y conjunto de indicadores principales de cada instrumento metodológico. Así, para satisfacer el primer punto, la elaboración de un plan estratégico, se presenta el proceso de determinación de acuerdo a objetivos de competitividad y eficacia empresarial.

TABLA. Niveles de la planificación estratégica dentro de la organización para la gestión de desarrollos tecnológicos.

Nivel de planificación	Instrumento	Objetivos	Indicador
Estratégico	Modelo de evaluación de capacidades globales empresariales desde el análisis del pasado, presente y futuro organizacional.	Definir las estrategias decisivas para la dirección de las metas organizacionales.	Objetivos críticos en el plan estratégico.
Táctico	Modelos de gestión de la efectividad productiva (eficiencia y eficacia)	Gestionar la logística de tiempos y de calidad de las operaciones.	Evaluación económica de su desempeño, respecto a KPI designados

Operativo	Sistema de información de programas de procesos y procedimientos rutinarios.	Lograr un flujo de trabajo óptimo desde el cuidado y comprensión de la labor del trabajador.	Mantenimiento de un sistema de gestión de la calidad en procedimientos. Puntos de control de flujo de información o materiales.
-----------	--	--	--

Para cumplir con el segundo punto, los sistemas de inteligencia competitiva competitivos se reúnen en la tabla.

TABLA. Instrumentos y técnicas del área de inteligencia competitiva para la gestión de desarrollos tecnológicos

Orden de vigilancia	Instrumento	Objetivo	Indicador
Pasado	Vigilancia tecnológica	Identificar tecnologías referentes clave de un sector	Tecnologías emergentes y líderes en patentes y recursos científicos
Presente	Inteligencia competitiva comparativa	Diagnosticar las condiciones actuales del entorno competitivo	Sistema de vigilancia y conocimiento del mercado: clientes, competidores, proveedores, productos y barreras de entrada.

Futuro	Prospectiva de rutas tecnológicas	Proyectar las tendencias de desarrollo tecnológico	Número de escenarios o rutas contempladas respecto al horizonte temporal
--------	-----------------------------------	--	--

Para la estructuración organizacional del tercer punto, la tabla sugiere una solución holística de los procesos involucrados.

TABLA. Modelado organizacional para la gestión de desarrollos tecnológicos.

Área estructural	Instrumento	Objetivo	Indicador
Directivo	Modelo sistémico de la áreas tecnológicas de la organización	Definir el objetivo de toda la organización, dando cuenta de los sistemas internos que participan en la empresa y de sus componentes	Misión organizacional, desempeño del sistema técnico, desempeño de la estructura organizacional
Gestión	Modelo de estructura organizacional	Orientar las funciones de la organización a la generación de proyectos tecnológicos	Procesos, responsabilidades, objetivos y políticas de las áreas funcionales de gestión de proyectos, procesos y recursos.
Procesos	Desarrollo de proyectos tecnológicos de innovación	Planear los recursos y procesos para la puesta en marcha de los proyectos tecnológicos	Procesos empresariales, de negociación de acuerdos, de gestión y

			desarrollo técnico de los proyectos
--	--	--	-------------------------------------

Las metodologías instrumentales de gestión de proyectos para el éxito del cuarto requerimiento, se presentan en la tabla siguiente.

TABLA. Metodologías de gestión de proyectos para la gestión de desarrollos tecnológicos

Secuencia temporal	Instrumento	Objetivo	Indicador
Planteamiento	Metodología de contextualización del problema	Definir la situación del problema y el diseño del camino de su solución	Métodos y metas de cada perspectiva, alrededor del: planteamiento del problema, la incertidumbre, la innovación de la solución.
Desarrollo	Metodologías de la filosofía ágiles	Sostener de manera continua las actividades de desarrollo y control por etapas	Etapas de tiempo fijadas en el avance de cada meta establecida: Antecedentes, planificación, presentación diaria, revisión y retrospectiva
Control	Metodología de gestión de los procesos globales	Gestionar las áreas de responsabilidad, recursos y tiempo que se disponen en	Recursos de tiempo y económicos empleados en las etapas globales del proyecto: iniciación,

		las etapas globales del proyecto	planeación, ejecución, control y cierre
--	--	-------------------------------------	--

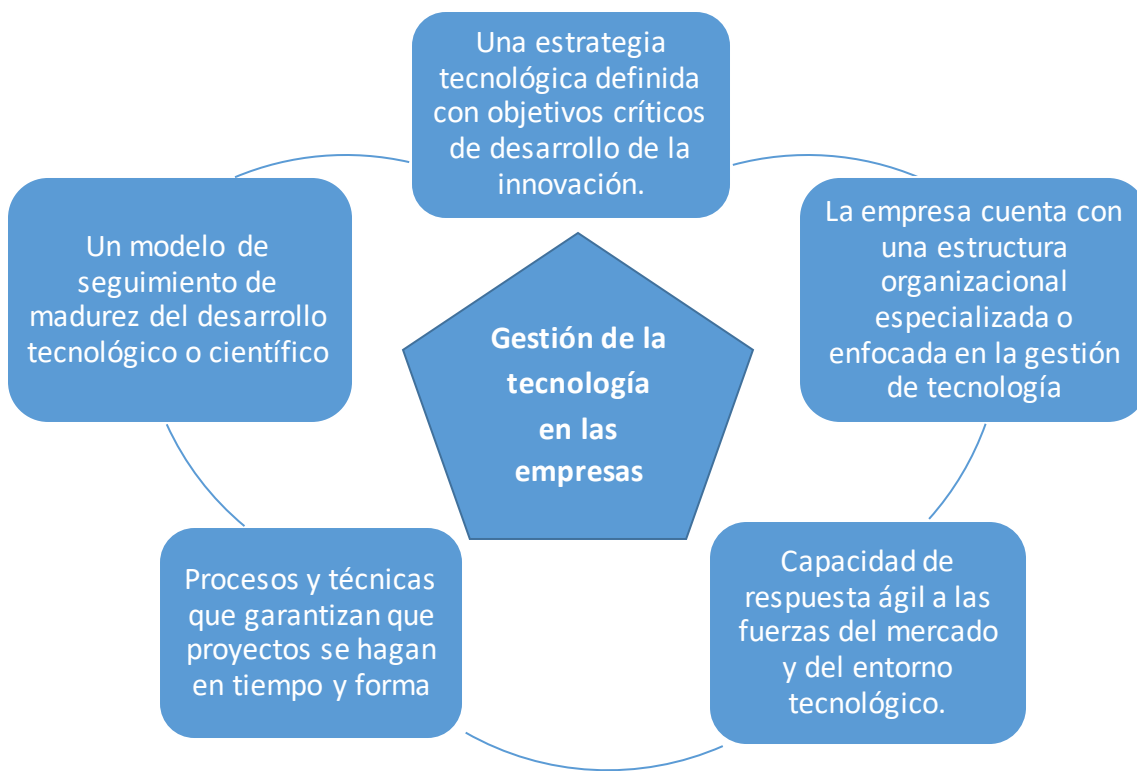
La satisfacción del quinto punto, se puede dar siguiendo los pasos de evaluación objetiva de la escala del TRL del anexo C. Las respuestas que sea posible dar a las preguntas guías y las preguntas de salida de cada nivel, son las que determinarán el nivel de madurez tecnológica en cada caso, si se siguen las metodologías estudiadas en esta tesis. Así, queda aclarar un último aspecto al respecto. Cuando se compararon las escalas cualitativas, se advirtió que no eran completamente homólogas unas con otras temporalmente, pero que sí se podía hacer una cierta superposición en lo que devino en la determinación de las categorías temáticas dentro del cuestionario del anexo C. Puede uno hacerse un supuesto similar y sugerir que las metodologías seleccionadas son repartidas por nivel del TRL y con ello se puede dar respuesta a las preguntas guías y las de salida planteada en ellas. Sin embargo, esto no estaría sino siendo un tanto erróneo, ya que, como se ha venido argumentando, cada herramienta concede una versatilidad distinta para cada tipo de problema al que se pretende aplicar. La utilidad de estas herramientas respecto a la secuencia temporal de desarrollo tecnológico de una herramienta de nivel de preparación como la propuesta corresponde al objetivo general de cada una de ellas, y en sus especificidades particulares se desprende información y conocimiento adicional que le es útil a todas las etapas de por medio.

Así, se puede hablar concretamente de un orden de pasos que seguir para la gestión de desarrollos tecnológicos. Se parte en un primer momento de tener la visión sistémica del entorno, las intensidad de las fuerzas competitivas que las diversas instituciones alteran, el todo del entorno en el que se ubica el agente como un actor más que participa en un sector, región y nación. De ahí, se puede bajar al nivel de planificación, con respecto a las evaluaciones y usos de los instrumentos para gestionar su competitividad estratégica, táctica y operativamente. El siguiente paso es integrar un sistema eficiente de inteligencia competitiva, que permita tomar decisiones respecto al horizonte temporal de desarrollo en el entorno tecnológico, para plantear la posibilidad de desarrollos de innovación, y evaluando su posible impacto competitivo en la empresa. Con esto, la estructuración

organizacional ha de permitir fomentar la gestación de nuevos proyectos de desarrollo de innovación, a partir de las relaciones internas que sustenten sus funciones y responsabilidades en la persecución de las metas de la empresa. La puesta en marcha de los proyectos, dependerá de la concordancia de los objetivos de éstos, con los de las estrategias tecnológicas de la empresa. Una vez que se da visto bueno a la propuesta de un proyecto, las etapas de la gestión de proyectos entran en juego para reunir todos los recursos e involucrados en la realización del proyecto. Estos se administran de tal forma que se entreguen los resultados en tiempo y forma con las necesidades establecidas a satisfacer. Durante la evolución del proyecto, para evaluar la madurez tecnológica incipiente que se encuentra en desarrollo, desde las categorías técnicas y de transferencia al mercado, se usarán las etapas de nivel de madurez y preparación. Recae finalmente en los indicadores y medios de control para gestionar el desarrollo de lo más importante: el impacto de la innovación incipiente que se plasma en el despliegue del sistema tecnológico final del proyecto, cuyo alcance se espera que sea llegando alguno de los últimos niveles de la escala propuesta.



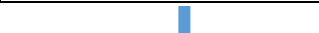





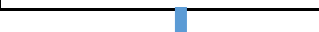


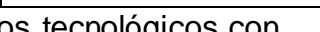
Resultados alcanzados

Reconsiderando los 5 puntos principales con los cuales concuerdan estas metodologías dentro de la gestión de la tecnología, para hacer de las empresas de base tecnológica unas mejores desarrolladoras de productos tecnológicos y de posibles innovaciones; se tiene que los resultados de este estudio de las metodologías y modelos permite de una manera útil identificar una formalización de los tipos, objetivos e indicadores de cada herramienta de gestión tecnológica, para los temas explorados, que pueden servirse útiles en un determinado momento de los desarrollos de gestión tecnológica, como los propone el TRL en su secuencia de madurez.



Esquema de los objetivos de las metodologías gestión de la tecnología en las empresas. Elaboración propia.

En un primer momento, se consideró dentro del diseño de la estrategia de investigación, proceder de tal manera que los temas de las etapas de desarrollo de los TRL se complementaran con las metodologías correspondientes respecto al avance del desarrollo tecnológico que se hubiera tenido por logrado. Con las discusiones presentados en este capítulo, se tendría que añadir una etapa previa al primer momento del TRL, en el que existe una estructura y planeación organizacional tal que permita el desarrollo de proyectos tecnológicos y de innovación. Por lo tanto, si se consideran nuevamente las tres fases en las que se puede separar el TRL (las fases de investigación y desarrollo, las fases de pruebas y demostraciones, las fases de producción y despliegue del sistema total) se tiene la siguiente propuesta metodológica para el desarrollo tecnológico del TRL del Anexo C.

Etapa de gestión de desarrollo tecnológico	Posible secuencia de metodologías y modelos		
Fase de estructuración organizacional	Modelo sistémico de las áreas tecnológicas de la organización 	Modelo de estructura organizacional 	Desarrollo de proyectos tecnológicos de innovación. 
Fases de investigación y desarrollo	Vigilancia tecnológica 	Inteligencia competitiva comparativa 	Prospectiva de rutas tecnológicas 
Fases de pruebas y demostraciones	Metodología de contextualización del problema 	Metodologías de la filosofía ágiles 	Metodología de gestión de los procesos globales de los proyectos 
Fases de producción y despliegue del sistema total	Modelo de evaluación de capacidades empresariales estratégicas. 	Modelos de gestión de la efectividad productiva (eficiencia y eficacia) 	Sistema de información de programas de procesos y procedimientos rutinarios 

Secuencia metodológica y de modelos para la gestión de desarrollos tecnológicos con base en el TRL. Elaboración propia.

La secuencia global propuesta va de acuerdo con el ámbito temporal de estudio que abarca cada metodología, sea también el caso respecto a cuanto abarca organizacionalmente cada modelo conforme a los niveles estratégicos. Así, se propone que se debe de tratar ir primero de con modelo que incluya el contexto global, más general de la empresa hasta emplear el que desempeña el de la selección específica de proyectos, o bien, estructura los sistemas de información para la secuencia de procedimientos de producción. Por otra parte, respecto a las metodologías empleadas en las otras dos fases, cualquier estrategia de vigilancia tecnológica debería de empezar por preguntarse y responder por las condiciones del pasado, luego las del presente y finalmente las de futuro, a la par que se investiga la viabilidad técnica del desarrollo como lo establece el cuestionario del TRL del anexo C. Respecto a la fase de pruebas y de demostraciones, se propone partir de una complejidad que radica en la especificidad del espacio de soluciones de un proyecto, con una metodología de contextualización del problema, y posteriormente, gestionar globalmente el proyecto, con sus pasos intermedios vistos a manera de *sprints*, con una metodología global de gestión de proyectos, como la del PMI.

Conclusiones finales

En el desarrollo conceptual de la investigación de la tesis se destaca haber descrito parte del fenómeno del desarrollo tecnológico dentro de las empresas, como parte de un proceso de desarrollo de proyectos y de planeación estratégica. Así, se han estudiado y seleccionado un conjunto de herramientas metodológicas precisas para gestionar dichos desarrollos, como parte de las teorías y técnicas de la administración de la tecnología.

El modelo guía desarrollado con base en las calculadoras del TRL que está en el anexo C, se puede aplicar prácticamente a este fin. Para llevar a cabo el paso de un nivel de madurez tecnológica superior, con base en las preguntas de validación de cada nivel, se propuso el empleo de instrumentos de gestión de la tecnología, de las áreas de la vigilancia competitiva, la gestión de proyectos y la planificación estratégica en las estructuras organizacionales. Así, en este último capítulo se hubo seleccionado algunas de ellas de acuerdo a su alcance, objetivos e indicadores, para generalizarlos posteriormente a clases

de herramientas que puedan satisfacer dichos requerimientos en vistas a ser usados como guías para dirigir la gestión de tecnología.

La secuencia de desarrollo tecnológico considerada para ser empleado este conjunto de herramientas, considera la importancia de las estructuras organizacionales y los planes estratégicos en la determinación de proyectos tecnológicos, que son aquellos que dirigen los desarrollos de las nuevas tecnologías por ser formadas. No necesariamente implica esto, que se trate de un fenómeno de gestión de la innovación, puesto que la exploración de las implicaciones comerciales clave de dicho proyecto es parte fundamental de la evaluación de la misma. Así pues, no se ha podido detallar un proceso completamente preciso dentro de esas otras definiciones, dado que el alcance de la investigación no hubo estado enfocado en ello. Sin embargo, queda pendiente comparar las propuestas del proceso de desarrollo tecnológico a la luz de los modelos de gestión de innovación y tratar de fundamentar el modelo en dicho aspecto.

La propuesta por la que se ha argumentado utilizar, se espera que pueda ser considerada como una propuesta teórica dentro de las líneas de investigación del área de la administración de la tecnología, que se considera hacía falta explorar con mayor detenimiento, ya que la calculadora del TRL resulta herramienta flexible para gestionar el avance de los desarrollos tecnológicos no sólo de tecnologías de específicamente del área aeroespacial, sino también posee la flexibilidad de aplicarse a otros desarrollos tecnológicos que involucren temas de ingeniería relativamente “duros”, debido a su complejidad, pero que recae en una evaluación exhaustiva y necesaria con los temas que se evalúan en cada nivel de madurez tecnológica. Sin embargo, dista todavía de ser una herramienta perfecta. Para otras áreas de gestión tecnológica como la gestión de conocimiento, la transferencia tecnológica, la vinculación universidad y empresa, los sistemas de innovación, políticas de innovación, la economía evolutiva, se requiere emplear otras estrategias acordes a las necesidades de los procesos de los que emanan epistémicamente procesos relacionados con la gestión tecnológica, o de innovación, que puedan emplear este modelo de TRL. Se espera que dentro del alcance logrado en las áreas abarcadas en la tesis, se puedan emplear dichos avances y actualizaciones a la difusión del modelo y aplicarlo prácticamente

en estudios de caso sobre los cuales se pueda aportar más conocimiento a la disciplina y al desarrollo tecnológico y científico de las empresas y del país.

No todas las empresas son eficientes en algún sentido ideal; muchas tienen carencias de información interna, no cuentan con personal capacitado ni con suficiente capital o recursos financieros para solventar sus deudas o planear una expansión de las operaciones de forma sustentable. Uno de los preceptos clave de la economía evolutiva considera a los agentes económicos como agentes de información imperfecta, que requieren actualizar su conocimiento constantemente a través de la resolución de problemas y la toma de decisiones. En esta tesis no se argumenta que una metodología o un conjunto de ellas, como ya se discutió sobre los indicadores de la gestión de proyectos, no implican formar el plan perfecto que lleva al éxito. La disciplina administrativa se desempeña siempre en un plano de incertidumbre, ante el cual se debe decidir en qué dirección se han de llevar a cabo, y cómo se han de coordinar, para sostener en pie al conjunto de individuos que pertenecen a una organización. Es tarea del gestor de tecnología encontrar el valor de aquello que le resulte útil en la teoría respecto a la práctica, y con base en ella, una con otra, ajustarse como el arte de la estrategia y la coordinación, tal como un artesano de esta disciplina que sostiene el rumbo del desarrollo tecnológico en sus manos y en las de los demás, en alto hacia donde el viento le resulte favorable al navío que lo transporta de costa a costa, hacia su destino. Todo viento resulta favorable, si uno sabe a dónde va.

Referencias bibliográficas

1. Adler, M., Ziglio, E. (1996). Gazing into the oracle. Jessica Kingsley Publishers, Bristol.
2. Aguirre, Joao. (2015). Inteligencia estratégica: un sistema para gestionar la innovación. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 100-110. Retrieved September 07, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232015000100012&lng=en&tlng=es.
3. Animah, I., Shafiee, M. (2018). A framework for assessment of Technological Readiness Level (TRL) and Commercial Readiness Index (CRI) of asset end-of-life strategies. Taylor & Francis Group, London, 1767 – 1773
4. Atkinson, R., Crawford, L., & Ward, S. (2006). "Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management". *International Journal of Project Management*, 24(8). <http://dx.doi.org/www.dbproxy.hu.nl/10.1016/j.ijproman.2006.09.011>
5. Beck, K. et al., 2001. The Agile Manifesto
6. Bilbro J.W. (s. f.). AFRL Hardware and Software Transition Readiness Level Calculator, Ver 2.2
7. Bilbro J.W. & J.W. Cole (2008) Advancement Degree of Difficulty Ver 3.
8. Boxwell, R.J. (1994) Benchmarking para competir con ventaja. Madrid: McGraw Hill. p.26-29.
9. Cetindamar, Dilek & Phaal, Robert & Probert, David. (2009). Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Technovation*. 29. 237-246. 10.1016/j.technovation.2008.10.004.
10. Cook, Stephen & Kasser, Joseph & Ferris, T.L.J.. (2003). Elements of a Framework for the Engineering of Complex Systems.
11. David de Jager (2007). Commercial Assessment Index. Using the method as a tool in renewable energy policy design. IEA-RETD.
12. de Abreu, Emerson Franco, & Giuliani, Antonio Carlos, & Kassouf Pizzinatto, Nadia, & Alves Correa, Dalila (2006). Benchmarking como instrumento dirigido al cliente. *Invenio*, 9(17),77-94.[fecha de Consulta 7 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0329-3475. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=877/87791706>

13. de Almeida, Maria Fatima Ludovico, de Moraes, Carlos Augusto Caldas, & de Melo, Maria Angela Campelo. (2015). Technology Foresight on Emerging Technologies: Implications for a National Innovation Initiative in Brazil. *Journal of technology management & innovation*, 10(2), 183-197. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242015000200013>
14. Dijksterhuis, E., Silviu, G. (2017). The design thinking approach to projects. *The journal of modern project management*, 32 - 41
15. Héder, M. (2017). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 22(2), 1-23
16. Hetzel B. (2003) *Making Software Measurement Work: Building an Effective Measurement Program: QED Software Evaluation*. John Wiley & Sons Inc.
17. Holmberg M., Lyne B. (2017) *Creating value from IPR*. Kransell & Wennborg. Recuperado el 11 de febrero de 2020 de: https://gidec.abe.kth.se/InnoCENS/2017_06_kth/Bruce%20Lyne.%20%20Creating%20value%20from%20IPR.pdf
18. Innovationsfonden (2018) *Retningslinjer for Grand Solutions 2018*. Recuperado el 07 de 01 de 2020 de: <https://innovationsfonden.dk/sites/default/files/2018-08/grand-solutions-retningslinjer-2018.pdf>
19. Jasso, J. (2004). Trayectoria tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológica acerca del rumbo de la innovación. *Contaduría y Administración* (pp. 83-96). Nueva época arbitrada, FCA-UNAM, N° 214. Recuperado de: <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya>
20. Jasso, J. (2005). La Dimensión Evolutiva de la Innovación: un rumbo necesario de la política científica, tecnológica y de innovación. *Revista Economía y Sociedad*, Universidad Michoacana de San Nicolás, (10)15, 99-120. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/239554927_La_Dimension_Evolutiva_de_la_Innovacion_un_rumbo_necesario_de_la_politica_cientifica_tecnologica_y_de_innovacion.
21. Jasso, Javier. (1997). La Competitividad Internacional Empresarial: Intensidad Patentadora y de Mercado. *Espacios. Revista Venezolana de Gestión Tecnológica*. 18. 21-47.

22. Kaleshovska, N., Josimovski, S., Pulevska-Ivanovska, L., Postolov, K., Janevski, Z. (2015). The contribution of scrum in managing successful software development projects. *Economic Development*, 1-2, 175 - 194
23. Khan, F., et al. (2017). From Project To Product. A New & Improved Approach to Technology & Market Readiness. *Technology & Market Readiness: A New Approach for R&D*.
24. Mankins, John C., "Technology Readiness Levels, A White Paper," April 6, 1995
25. Manual, O. (2018). Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris: OECD Publishing, 2018, 85-102.
26. Marciniak, Renata (2017). El benchmarking como herramienta de mejora de la calidad de la educación universitaria virtual. Ejemplo de una experiencia polaca. *EDUCAR*, 53(1), 171-207. [fecha de Consulta 7 de Septiembre de 2020]. ISSN: 0211-819X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3421/342149105010>
27. Marquis, Donald G. (1969) The anatomy of succesful innovations. National Science Foundation, Technical Report, Vol. 69, núm, 17.
28. McGarvey, D., Olson, J., Savitz, S., Diaz, G., & Thompson, G. (2009). Department of Homeland Security Science and Technology Readiness Level Calculator (ver. 1.1). *Arlington, USA: Homeland Security Studies and Analysis Institute*.
29. Mike W. Peng (2018). *Negocios Globales*. 3a Ed. Cengage.
30. Nolte L., Kennedy C., Dziegiel J. (2003). *Technology readiness calculator readiness calculator abstract*. Consultado el 03/04/19, de: <https://fdocuments.in/document/technology-readiness-calculator-readiness-calculator-abstract-trl-1-lowest-level.html>
31. Norma ISO 9001:2015.
32. Oktaba, Hanna & Alquicira, et al. (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software: MoProSoft. 10.13140/2.1.2229.5043.
33. Oliveira, R., Barbin, F. (2013). Maturity and Performance in Information Technology Project Management. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, 25 - 36

34. Ozierańska, A., Kuchta, D., Skomra, A., Rola, P. (2016). The critical factors of Scrum implementation in IT project – the case study. *Journal of Economics and Management*, 25 (3), 79 – 96
35. Paun, F. (2011). "Demand Readiness Level" (DRL), a new tool to hybridize Market Pull and Technology Push approaches: Evolution of practices and actors of eco-innovation. ANR - ERANET WORKSHOP, Paris, France.
36. Pavitt, Keith. (2000). Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*. 13. 343-373. 10.1016/0048-7333(84)90018-0.
37. PMBOK (2008) A guide to the project management body of knowledge PMI - Project Management Institute. PMI. 4a Edición.
38. PMI (2017). Project Management Body of Knowledge, PMBOK. PMI Inc.
39. Porter, M. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. 2a Edición. Nueva York: Free Press
40. Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*, London, Collier Macmillan
41. Porter, Michael. (2008). The Five Competitive Forces That Shape Strategy. *Harvard business review*. 86. 78-93, 137.
42. Reifer D. (editor) (2006). *Software Management* Wiley / IEEE Computer Society. 7ma Edición.
43. Sauser B. (2007) *System Maturity Metrics for Decision Support in Defense Acquisition*. Stevens Institute of Technology. U.S. Army Armament Research Development Engineering Center
44. Sawang, S. (2009). Key Performance Indicators for Innovation Implementation: Perception vs. Actual Usages. *Asia Pacific Management Review*, 16 (1), 23 – 29
45. Schumpeter, J., & Backhaus, U. (2003). The theory of economic development. In Joseph Alois Schumpeter (pp. 61-116): Springer.
46. Slevin, Dennis & Pinto, Jeffrey. (1986). The Project Implementation Profile: New Tool for Project Managers. *Project Management Journal*. 17. 57.
47. Song, M., Im, S., Hans van der Bij, Song, L. (2011). Does Strategic Planning Enhance or Impede Innovation and Firm Performance? *Product Development & Management Association*, 28, 503 – 520

48. Sood, A., Tellis, G. (2005). Technological Evolution and Radical Innovation. *Journal of Marketing*, 69 (Julio 2005), 152 - 168
49. Sutherland, Jeff. (2010). *Jeff Sutherland's Scrum Handbook*.
50. The Standish Group (2011) *CHAOS Manifiesto. The laws of CHAOS and the 100 Best PM Practices*. The Standish Group International, Inc.
51. The Standish Group (2015). *CHAOS REPORT 2015*. The Standish Group International, Inc. Recuperado el 05 de febrero de 2020, de: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf
52. Turner, J.R., & Cochrane, R. A. (1993). "Goals-and-methods matrix: Coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them". *International Journal of Project Management*, 11(2), pp. 93-102. [http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863\(93\)90017-H](http://dx.doi.org/10.1016/0263-7863(93)90017-H)
53. Uzlov, K., Tang Li-chun, T. (2016). Indicator evaluation of regional innovation system according to the cluster approach. *Scholedge International Journal of Business Policy & Governance*, 3 (12), 178 – 184
54. Valdés H. (2014) *Planeación estratégica con enfoque sistémico*. DICA UNAM. 2ª Edición.
55. Valdés, L. (2007). *Propuesta de un proceso administrativo para el sistema tecnológico en las organizaciones*. FCA, UNAM, México. 4

Anexos

Anexo A: Cuestionario de evaluación de Grado de Dificultad en el Avance

TABLA. Evaluaciones del grado de dificultad en el grado de avance del TRL. Elaboración propia

INVESTIGACIÓN / Diseño y análisis	Manufactura / HARDWARE	Desarrollo de Software / LABORATORIO	Pruebas y evaluaciones	OPERACIONES / VALIDACIÓN
¿Existen las bases de datos necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen los materiales necesarios y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿El personal disponible tiene las habilidades apropiadas y, de no ser así, qué se requiere para adquirirlas?	¿Existen las instalaciones de prueba necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Se ha optimizado el diseño para su mantenimiento y servicio y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?
¿Existen los métodos de diseño necesarios y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen las instalaciones de fabricación necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen las instalaciones de desarrollo de SW necesarias y, de no ser así, qué se requiere para producirlas?	¿Existe el equipo de prueba necesario y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Se ha optimizado el diseño para el costo mínimo del ciclo de vida y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?
¿Existen las herramientas de diseño necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen las máquinas de fabricación necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen las instalaciones de prueba de SW necesarias y, de no ser así, qué se requiere para producirlas?	¿Existen las herramientas de prueba necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlo?	¿Se ha optimizado el diseño para un costo mínimo anual recurrente / operativo y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?
¿Existen los métodos analíticos necesarios y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existen las herramientas de fabricación necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Existe el entorno informático y, si no, lo que se requiere para producirlo?	¿Existen los sistemas de medición de prueba necesarios y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlas?	¿Se ha optimizado el diseño para la confiabilidad y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?
¿Existen las herramientas de análisis necesarias y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se	¿Existe la metrología necesaria y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirla?	¿Existe la capacidad de modelado y simulación y, de no ser así, qué	¿Existe el software necesario y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlo?	¿Se ha optimizado el diseño para la disponibilidad {relación entre el tiempo de funcionamiento (fiabilidad) y el tiempo

requiere para producirlos?		se requiere para adquirirlo?		de inactividad (mantenibilidad / capacidad de soporte)} y si no, ¿qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?
¿Existen los modelos apropiados con suficiente precisión y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?	¿Existe el software de fabricación necesario y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlo?	¿Se requieren modelos de desarrollo de subescala y, de ser así, qué se requiere para producirlos?	¿El personal disponible tiene las habilidades apropiadas y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para adquirirlas?	¿Existen las instalaciones y la infraestructura de los sistemas de tierra necesarios y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?
¿El personal disponible tiene las habilidades apropiadas y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para adquirirlas?	¿El personal disponible tiene las habilidades apropiadas y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para adquirirlas?	¿Se requieren sistemas prototipo y, de ser así, qué se requiere para producirlos?	¿Se ha optimizado el diseño para la comprobabilidad y, si no, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?	¿Existe el equipo de tierra necesario y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlo?
¿Se ha optimizado el diseño para la capacidad de fabricación y, si no, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?	¿Se ha optimizado el flujo del proceso de fabricación y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?		¿Se deben probar las placas de prueba y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlas?	¿Existe el software de sistemas de tierra necesario y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlo?
¿Se ha optimizado el diseño para la comprobabilidad y, si no, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?	¿Se ha minimizado la variabilidad del proceso de fabricación y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?		¿Se deben probar las tablas de bronce y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlas?	¿El personal disponible tiene las habilidades apropiadas y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para adquirirlas?
¿Se ha optimizado el diseño para la integración a nivel de componente, subsistema y sistema y, en caso negativo, qué se requiere para optimizarlo?	¿Se ha establecido y optimizado la cadena de suministro de fabricación y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para hacerlo?		¿Es necesario probar los modelos de subescala y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlos?	

	¿Se ha optimizado el diseño para la reproducibilidad y, si no, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?		¿Se deben probar los modelos de ingeniería y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlos?	
	¿Se ha optimizado el diseño para el ensamblaje y la alineación y, de no ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para optimizarlo?		¿Se deben probar los prototipos y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlos?	
	¿Se requieren paneles de prueba y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?		¿Es necesario probar los modelos de calificación y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para probarlos?	
	¿Se requieren tableros de metal y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?			
	¿Se requieren modelos de subescala y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?			
	¿Se requieren modelos de ingeniería y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?			
	¿Se requieren prototipos y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?			
	¿Se requieren modelos de calificación y, de ser así, qué nivel de desarrollo se requiere para producirlos?			

Anexo B: Comparación de Escalas de nivel de preparación

TABLA. Integración de las escalas de los grados de madurez y preparación. Elaboración propia

Anexo B: Comparación de Escalas de nivel de preparación							
L	TRL	CRL	DRL	MRL	SRL	IPRL	IRL
1	Principios básicos observados e informados.	El conocimiento de las aplicaciones, los casos de uso y las limitaciones del mercado es limitado e incidental, o aún no se ha obtenido en absoluto.	Ocurrencia de un sentimiento "algo falta"	Corazonada. Se percibe una necesidad dentro de un mercado y algo se enciende.	Identificación del problema e identificación de la disposición social	Patente otorgada en países desatcados y conservada a la fuerza. Existe un fuerte apoyo a la PI y su protección para el negocio.	Inventor o equipo con un sueño.
2	Concepto de tecnología y / o aplicación formulada.	Existe una familiaridad superficial con aplicaciones potenciales, mercados y tecnologías y productos competitivos existentes.	Identificación de una necesidad específica.	Investigación básica. Ahora puede describir la (s) necesidad (es) pero no tiene evidencia.	Formulación del problema, soluciones propuestas e impacto potencial, preparación social esperada; identificación de partes interesadas relevantes para el proyecto.	Primera patente otorgada. La estrategia de PI completamente implementada. Existe mayor confirmación para la libertad de operación.	Estudios científicos producidos
3	Función crítica analítica y experimental o prueba de concepto característica	Una comprensión más desarrollada de aplicaciones potenciales, casos de uso de tecnología, requisitos / restricciones del mercado, y una familiaridad con tecnologías y productos competitivos permite la	Identificación de las funcionalidades esperadas para el nuevo Producto / Servicio	Necesidades de formulación. Se articulan las necesidades utilizando una historia de cliente o usuario.	SRL 3: prueba inicial de la (s) solución (es) propuesta (s) junto con las partes interesadas relevantes	Entrada de la patente en una fase nacional o regional. Otros posibles registros de PI o aplicaciones de patente llenados.	Evidencia experimental de oportunidad de negocio.

		consideración inicial de la tecnología como producto.					
4	Validación de componentes en entorno de laboratorio.	Una hipótesis de producto primario se identifica y refina a través de análisis de mercado de productos de tecnología adicionales y discusiones con clientes y / o usuarios potenciales.	Cuantificación de las funcionalidades esperadas.	Necesita validación. Tienes una 'oferta' inicial; A las partes interesadas les gusta su oferta.	SRL 4: problema validado a través de pruebas piloto en un entorno relevante para corroborar el impacto propuesto y la preparación social	Respuesta positiva en la aplicación de la patente. La estrategia de PI aplicada al negocio.	Capacidad para trabajar programas de alcance limitado con equipos de proyecto
5	Validación de componente en el entorno relevante.	Se logra una comprensión profunda de la aplicación objetivo y el mercado, y se define el producto.	Identificación de las capacidades sistémicas (incluido el liderazgo del proyecto)	Campaña de partes interesadas a pequeña escala. Ejecute una campaña con las partes interesadas (beta "cerrada" - 50 partes interesadas amigables)	SRL 5 - soluciones propuestas validadas, ahora por las partes interesadas relevantes en el área	Primera aplicación de patente completamente llenada. Primer esbozo de la estrategia de PI.	Capacidad para apoyar el desarrollo y diseño de ingeniería de proyectos (sin producto, sin ingresos)
6	Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno operativo.	Las necesidades del mercado / cliente y cómo se traducen en las necesidades del producto están definidas y documentadas (por ejemplo, en los documentos de requisitos del	Traducción de las funcionalidades esperadas en las capacidades necesarias para	Campaña de adopción temprana a gran escala. Ejecute una campaña con los primeros usuarios	SRL 6: solución (s) demostrada (s) en un entorno relevante y en cooperación con las partes interesadas	Novedad y patentabilidad confirmada. Se decide en alternativas de protección por PI si no se puede patentar.	Capacidad para apoyar el desarrollo y el diseño con un equipo comercial orientado al mercado (producto,

		mercado y del producto)	construir la respuesta	(beta "abierta" - destinada a 100 clientes)	relevantes para obtener comentarios iniciales sobre el impacto potencial		sin ingresos)
7	Demostración de prototipos de sistemas en un entorno operativo.	El diseño del producto está completo. Existen acuerdos de suministro y de clientes, y todas las partes interesadas participan en las calificaciones de productos / procesos.	Definición de las competencias y recursos necesarios y suficientes.	Prueba de tracción. Problema / Solución Ajuste Las ventas coinciden con 100 clientes que pagan	SRL 7: perfeccionamiento del proyecto y / o solución y, si es necesario, volver a realizar la prueba en un entorno relevante con las partes interesadas relevantes	Descripción detallada de una posible invención patentable. Búsqueda inicial en el campo técnico del estado del arte.	Capacidad para soportar producción limitada; Equipo de negocios completo en su lugar (producto e ingresos limitados)
8	Sistema real completado y "calificado para vuelo" mediante prueba y demostración	Las calificaciones del cliente están completas y los productos iniciales se fabrican y venden.	Identificación de los expertos que poseen las competencias.	Prueba de satisfacción . Visión / Fundador Fit Un equipo feliz y clientes felices dan evidencia del progreso.	SRL 8: soluciones propuestas, así como un plan para la adaptación social completo y calificado	Identificada la invención específica que es patentable u otras formas de PI presentes en la empresa.	Capacidad de transición a producción y distribución completas (producto e ingresos)
9	Vuelo del sistema real probado a través de operaciones de misión exitosas.	Se logra un despliegue generalizado.	Construyendo la respuesta adaptada a la necesidad expresada en el mercado	Se tiene una cartera de ventas estable y una sólida comprensión del mercado permiten proyecciones de ingresos.	SRL 9: soluciones de proyecto reales probadas en un entorno relevante	Se analiza la posible existencia de la protección intelectual de una invención.	Negocio totalmente articulado con infraestructura y personal adecuados (cuota de mercado creciente)

Anexo C: Cuestionario integral de evaluación de desarrollo tecnológico por niveles de madurez, clasificados por tema

PREGUNTAS	TEMA
FASES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. NIVELES 1-3	
NIVEL 1 - INVENTOR O EQUIPO CON UNA IDEA TECNOLÓGICA POR DESARROLLAR, CON BASE EN UN PRINCIPIO TECNOLÓGICO	
<p>Descripción: Desde el interés tecnológico, se tienen las investigaciones básicas y los protocolos de investigación. Con el conocimiento de las aplicaciones, los casos de uso y las limitaciones del mercado son de tipo limitado e incidental, o aún no se ha obtenido en absoluto. Existe un sentimiento de ocurrencia, de una falta o necesidad que puede ser atendida. Esta necesidad se percibe dentro de un mercado y se empieza por las primeras ideaciones de las soluciones. La identificación del problema implica también la identificación de la disposición social a querer atenderla. En este nivel, sólo existe un inventor solitario, o un equipo con la misma visión emprendedora, y la disposición para realizar atenderla.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUÍA</p> <p style="text-align: center;">1 Propuesta/Protocolo de investigación</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO DE CONCEPTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Tiene en mente algún concepto que pueda ser realizable en software? 2. ¿Está definido, en términos generales, lo que debe de hacer el software (sus funciones básicas)? <p style="text-align: center;">INVESTIGACIÓN BÁSICA</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. ¿Ha identificado la teoría básica y los supuestos teóricos necesarios del nuevo software? <ol style="list-style-type: none"> 4. ¿Tiene documentación que confirma los principios? 5. Observaciones científicas iniciales informadas en revistas / actas de congresos / informes técnicos, en los que se detallen los principios científicos básicos del software. 6. ¿Se tiene una idea que capture los principios básicos de un posible algoritmo? 7. ¿Se tienen las formulaciones matemáticas de conceptos que pueden ser realizables en software? 8. ¿Tiene definidos los objetivos del desarrollo del software? 9. ¿Cuenta con hipótesis de investigación? <p style="text-align: center;">2 Propuesta de proyecto con base en capacidades organizacionales</p>	<p style="text-align: center;">PROYECTO TECNOLÓGICO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Propuesta inicial con descripción de: <ol style="list-style-type: none"> a. concepto b. funciones básicas ideadas 2. Investigación básica, identificados: <ol style="list-style-type: none"> a. Teoría y supuestos necesarios b. Documentación c. Documentación especializada (técnica) 3. Diseño conceptual del software, que incluye: <ol style="list-style-type: none"> a. Algoritmo b. Funciones matemáticas 4. Protocolo de investigación. <ol style="list-style-type: none"> a. Objetivos b. Hipótesis <p style="text-align: center;">PROYECTO ORGANIZACIONAL</p>

<p style="text-align: center;">CAPACIDADES ORGANIZACIONALES</p> <p>10. ¿Se tiene una propuesta inicial del equipo de personas adecuadas para desarrollar de la investigación?</p> <p>11. ¿Considera que la empresa cuenta con los recursos internos suficientes para dar sostenibilidad al proyecto?</p> <p>12. ¿Las políticas de gestión y organización fortalecen los sistemas para el desarrollo de proyectos?</p> <p>13. ¿El sistema de información es lo suficientemente preciso y confidencial para el desarrollo de su idea?</p> <p>14. ¿Percibe que la empresa es abierta a canales de información del entorno competitivo?</p> <p>15. ¿Se sabe en qué lugar se podrá continuar con la investigación y el desarrollo de la investigación?</p> <p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE SALIDA</p> <p>1. ¿Finalizó con la ideación de su propuesta de investigación para el desarrollo del software? En cuanto</p> <p>2. ¿Cuenta con la información básica de las capacidades de la organización para presentar su idea?</p>	<p>5. Conformación del proyecto</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Recursos humanos b. Recursos financieros. c. Políticas de la empresa. d. Canales de información e. Espacio de trabajo <p>PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de investigación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Diseño conceptual ○ Investigación básica • Capacidades del proyecto. <ul style="list-style-type: none"> ○ Recursos humanos ○ Recursos financieros ○ Flexibilidad o barreras de trabajo
<p>NIVEL 2 - ESTUDIOS CIENTÍFICOS PRODUCIDOS RESPECTO AL CONCEPTO FORMULADO</p>	
<p>Descripción: En el aspecto tecnológico, se tienen los estudios científicos producidos. De la investigación, ya existe un conocimiento superficial del mercado y la tecnología que tiene sus aplicaciones potenciales, así como productos competitivos existentes que pueden implicar el riesgo de sustitución. La investigación de mercado es derivada de fuentes como reportes de vigilancia tecnológica. Las ideas de productos basadas en la nueva tecnología pueden existir, pero son meramente especulativas y aún no han sido validadas. Es por esta razón, que la identificación de la necesidad clave lleva a realizar una investigación más profunda para validar las soluciones hipotéticas. La formulación de esta solución involucra considerar el impacto potencial en la sociedad, así como una primera identificación de las partes interesadas relevantes para el proyecto.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUÍA</p> <p style="text-align: center;">CLIENTES</p> <p>1. ¿Ha identificado a los clientes potenciales?</p> <p>2. El cliente expresa interés en la aplicación.</p>	<p style="text-align: center;">PROYECTO TECNOLÓGICO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documentación <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicación de la investigación básica. ○ Diseño del sistema <ul style="list-style-type: none"> ▪ Arquitectura

DOCUMENTACIÓN PRODUCIDA

3. Los estudios documentales muestran que la aplicación es factible
4. Algunos códigos para confirmar los principios básicos.
5. Se han identificado aplicaciones potenciales de sistema o componente
6. Se han identificado elementos básicos de la tecnología.
7. Los componentes de la tecnología se han caracterizado parcialmente
8. Una aparente solución de diseño teórico o empírico identificada
9. El análisis inicial muestra qué funciones principales deben realizarse
10. Arquitectura del sistema definida en términos de las principales funciones a realizar

INVESTIGACIÓN APLICADA

11. El modelado y la simulación solo se utilizan para verificar los principios físicos (Entorno de escritorio)
 12. Predicciones de rendimiento hechas para cada elemento
 13. Experimentos realizados con datos sintéticos.
 14. Sepa qué experimentos necesita hacer (enfoque de investigación)
15. Partes individuales del trabajo tecnológico (sin intento real de integración)
 16. Sepa en qué software de hardware se alojará
 17. Sepa qué dispositivos de salida están disponibles

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA AVANZADA

18. Estudios analíticos rigurosos confirman principios básicos
19. Estudios analíticos reportados en revistas científicas / actas de congresos / informes técnicos

GESTIÓN DE PROYECTOS

20. Sepa qué programa apoyará la tecnología
21. Sistema de seguimiento de requisitos definido para gestionar la fluencia de requisitos (canales de comunicación)
22. Conocer las capacidades y limitaciones de los investigadores y las instalaciones de investigación.
23. Idea cualitativa de áreas de riesgo (costo, cronograma, desempeño)
24. Hoja de estrategia de inversión
25. Tener una idea aproximada de cómo comercializar tecnología (¿Quién está interesado, cómo se enterarán?)

REGUNTAS DE SALIDA

1. ¿Ha explorado posibles usuarios de la invención?
2. ¿Realizó un análisis de los artículos científicos, modelos o teorías científicas que respaldan la aplicación de la idea en algún área tecnológica?
3. ¿Ha explorado los principios básicos para la producción y difusión de su producto al mercado?

- Componentes
- Funciones
- Hardware
- Analítica especializada.
- Simulación
 - Experimentos
 - Predicciones
 - Futuras pruebas

PROYECTO ORGANIZACIONAL

- Programas de proyectos
 - Requisitos
 - Clientes
 - Involucrados
 - Recursos humanos
 - Financiamiento (e inversión).
 - Riesgos del proyecto
- Investigación de mercado inicial

PRINCIPALES

- Concepto Tecnológico.
 - Documentación (avanzada)
 - Investigación aplicada (simulaciones)
 - Impacto comercial
- Capacidades del proyecto.
 - Involucrados
 - Financieras
 - Gestión
 - Comunicación
 - Riesgo
 - Tiempo
 - Recursos humanos

<p>4. ¿Cuenta con un grupo de investigación que pueda facilitar la evaluación inicial de factibilidad de la tecnología?</p> <p>5. ¿Realizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (Benck Mark tecnológico de patentes)</p> <p>6. ¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?</p>	
NIVEL 3 – ESTUDIOS INICIALES DE MERCADO RESPECTO A LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES DEL CONCEPTO	
<p>Descripción: Existe la evidencia experimental de la tecnología para diseñar la oportunidad de negocio. Se tiene una comprensión más completa de las aplicaciones potenciales del producto, que considera ya varios casos de uso, conforme a los requisitos del usuario, así como de las restricciones del mercado que son impuestas sobre éste. Así mismo, existe el conocimiento suficiente para planear la estrategia del desarrollo contra las tecnologías y productos de la industria; permite la entender a la tecnología como un producto futuro del mercado. La formulación de hipótesis respecto al “producto” continúa. Ya se cuenta con una base de datos de tamaño considerable sobre los diseños realizados y la información recuperada del mercado y la tecnología. Se empiezan a proyectar los requisitos futuros esperados que puede demandar el mercado. Esto puede implicar la definición de nuevas funcionalidades esperadas para el producto o servicio en diseño. Estos nuevos requerimientos pueden detallarse en reuniones con los interesados, a través de técnicas de diseño y comunicación como son las “historia de usuario”. Se analiza la posible existencia de la protección intelectual de una invención. La descripción detallada de una posible invención patentable es realizable, a través de la búsqueda inicial en el campo técnico del estado del arte.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUÍA</p> <p style="text-align: center;">VINCULACIÓN CON LA UNIVERSIDAD</p> <p>1. Ambiente académico y la vinculación de actividades de investigación con ellas</p> <p style="text-align: center;">DOCUMENTACIÓN/OBSERVACIÓN PRODUCIDA DE LAS SIMULACIONES</p> <p>2. Predicciones de elementos de capacidad tecnológica validados por estudios analíticos.</p> <p>3. Los estudios analíticos verifican predicciones, producen algoritmos</p> <p>4. Ciencia conocida hasta cierto punto que los modelos matemáticos y / o computacionales y las simulaciones son posibles</p> <p>5. Se han identificado y estimado las características y medidas preliminares de rendimiento del sistema.</p> <p>6. Esquema de algoritmos de software disponibles</p> <p>7. Predicciones de elementos de capacidad tecnológica validadas por modelado y simulación</p> <p>8. La codificación preliminar verifica que el software puede satisfacer una necesidad operativa</p> <p style="text-align: center;">TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA</p> <p>9. Se han comenzado a identificar los efectos de tecnología cruzada (si los hay)</p> <p>10. Se han identificado / desarrollado técnicas de diseño.</p> <p>11. Los estudios en papel indican que los componentes del sistema deberían funcionar juntos</p> <p style="text-align: center;">CAPACIDADES DE LABORATORIO</p>	<p>Investigación y desarrollo (nivel laboratorio-funcionalidad crítica).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Validación de predicciones • Validación de modelos y algoritmos <ul style="list-style-type: none"> • Simulación <ul style="list-style-type: none"> ○ Validación de funcionalidad operativa • Capacidades del laboratorio <ul style="list-style-type: none"> ○ Tecnología disponible y necesaria para la implementación del software <ul style="list-style-type: none"> ▪ Licenciamiento a terceros <p>Investigación de mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado de la técnica. • Modelo de producción <p>Gestión de proyectos</p>

- 12. Sin componentes del sistema, solo equipo básico de investigación de laboratorio para verificar los principios físicos
- 13. Los experimentos de laboratorio verifican la viabilidad de la aplicación.
- 14. Predicciones de elementos de capacidad tecnológica validados por Experimentos de laboratorio

SIMULACIONES

- 15. Se han iniciado estudios de escala.
- 16. Experimentos realizados con pequeños conjuntos de datos representativos. Los algoritmos se ejecutan en un procesador sustituto en un entorno de laboratorio.

INVESTIGACIÓN DE MERCADO (VALIDACIÓN)

- 17. Conceptos actuales de fabricación evaluables
- 18. Sepa qué software está disponible actualmente que realiza una tarea similar (100% = Inventario completado)
- 19. Software existente examinado para posible reutilización
- 20. Necesidades de producción para componentes clave de la placa de pruebas identificados
- 21. Conozca las limitaciones del software disponible actualmente (Análisis del software actual completado)
- 22. Viabilidad científica totalmente demostrada
- 23. El análisis del estado actual de la técnica muestra que la tecnología satisface una necesidad

CLIENTE

- 24. Representante del cliente identificado para trabajar con el equipo de desarrollo
- 25. El cliente participa en la generación de requisitos.
- 26. El cliente identifica las ventanas de oportunidad de transición
- 27. Métricas establecidas

GESTIÓN DE PROYECTOS

- 28. Áreas de riesgo identificadas en términos generales
- 29. Estrategias de mitigación de riesgos identificadas
- 30. Análisis rudimentario del mejor valor realizado, sin incluir los factores de costo

PREGUNTAS DE SALIDA

COMPONENTES

- 1. ¿Tiene identificados los componentes de su invención tecnológica?

INVESTIGACIÓN DE MERCADO (VALIDACIÓN)

- 2. ¿Ha llevado a cabo algún proceso de validación de mercado sobre su invención? (I + D en laboratorio más primeras pláticas con posibles usuarios)

PATENTES

- Cliente
- Riesgo
- Financiero.

PRINCIPALES

- Investigación y desarrollo (para la viabilidad).
 - Validación de Modelos.
 - Desarrollo de Simulaciones.
 - Capacidad de laboratorio
- Investigación de mercado
 - Estado de la técnica
 - Investigación de patentes
 - Capacidad para la producción
- Gestión de proyectos.
 - Cliente
 - Adquisiciones
 - Riesgo
- Mercado - Industria
 - Proveedores
 - Clientes
 - Competidores directos
 - Barreras de entrada
 - Sustitutos

<p>3. ¿Realizó / actualizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (benchmark tecnológico)</p> <p>4. ¿Los resultados de la búsqueda y análisis de patentes indicadas que la invención puede ser protegida mediante algún mecanismo de protección?</p> <p style="text-align: center;">NORMATIVA Y CERTIFICACIONES</p> <p>5. ¿Ha realizado un estudio sobre los aspectos regulatorios (comités de ética, normas, ISO's y certificaciones) que son requeridos para su invención tecnológica?</p> <p style="text-align: center;">GESTIÓN DE PROYECTO: ADQUISICIONES</p> <p>6. ¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?</p>	
FASES DE PRUEBAS Y DEMOSTRACIONES NIVEL 4 – 7	
NIVEL 4 - CAPACIDAD PARA TRABAJAR PROGRAMAS DE ALCANCE LIMITADO CON EQUIPOS DE PROYECTO.	
<p>Descripción: Los requerimientos del producto se hallan plenamente identificadas y han sido refinadas gracias al análisis de mercado, sector industrial, y las discusiones con los clientes y usuarios potenciales. Se tiene la capacidad para trabajar programas de alcance limitado con equipos de proyecto. La comparación de las propuestas de valor de la tecnología del producto en desarrollo contra las necesidades del mercado es favorable. Se puede ya empezar a crear un modelo básico de costo-rendimiento con base en la propuesta de valor. En un análisis competitivo se puede observar que características y ventajas tiene la tecnología del producto sobre la de la competencia. Las validaciones de las pruebas piloto corroboran las funcionalidades esperadas, y permite demostrar las propuestas de valor a los interesados, así como observar el impacto y la preparación social con el producto. Con el compromiso dispuesto de los interesados clave, se puede identificar claramente a los proveedores, socios y clientes potenciales, y describir su papel dentro de la cadena de valor. Se comienza a analizar los requisitos de certificación o reglamentarios para el producto o proceso. Ha sido identificada la invención específica que es patentable, y las otras formas de Propiedad Intelectual presentes en la empresa.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUÍA</p> <p style="text-align: center;">TECNOLOGÍA (PAQUETE Y COMPONENTES)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se han identificado completamente los problemas de tecnología cruzada (si los hay) 2. Los componentes de laboratorio ad hoc y disponibles son sustitutos de los componentes del sistema. 3. Componentes individuales probados en laboratorio / por el proveedor (prueba de aceptación de componentes del contratista) <ol style="list-style-type: none"> 4. Existen piezas y componentes en forma de preproducción 5. M&S (modelado y simulación) usado para algunos componentes e interfaces entre componentes. 6. Comienza el desarrollo formal de la arquitectura del sistema <p style="text-align: center;">CLIENTE</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. El cliente publica el documento de requisitos 8. Se conocen los requisitos generales del sistema para la aplicación del usuario final. 	<ul style="list-style-type: none"> • I+D: Paquete tecnológico. <ul style="list-style-type: none"> • Componentes <ul style="list-style-type: none"> • Interfaces • Arquitectura de los sistemas • Clientes potenciales • Requisitos de desarrollo • Validación de laboratorio • Funcionalidad ajustada. <ul style="list-style-type: none"> • Integración de componentes • Prototipado • Funcionalidad comprobada en un ambiente controlado. • Costos iniciales • Escalamiento • Procesos de fabricación <ul style="list-style-type: none"> ○ Identificación por módulos y

<p style="text-align: center;">INTEGRACIÓN DE REQUISITOS PARA LA VALIDACIÓN DEL SISTEMA (SOFTWARE Y LABORATORIO)</p> <p>9. Se han establecido métricas de rendimiento del sistema.</p> <p>10. El análisis proporciona un conocimiento detallado de las funciones específicas que el software debe realizar</p> <p>11. Se establecen los requisitos de laboratorio derivados de los requisitos del sistema.</p> <p>12. Componentes disponibles ensamblados (hardware) [En la placa del sistema]</p> <p>13. Los experimentos de laboratorio con componentes disponibles muestran que funcionan juntos (lab kludge [diseño ineficiente pero funcional])</p> <p>14. Requisitos para cada función establecida</p> <p>15. Algoritmos convertidos a pseudocódigo</p> <p>16. Análisis de los requisitos de datos y formatos completados</p> <p>17. Los módulos independientes siguen el plan preliminar de arquitectura del sistema</p> <p style="text-align: center;">HARDWARE</p> <p>18. Hardware con las herramientas para el diseño iterativo para establecer la compatibilidad de componentes.</p> <p>19. Diseños verificados a través del proceso de inspección formal (hardware)</p> <p>20. Criterios de salida de ciencia y tecnología establecidos.</p> <p style="text-align: center;">PROTOTIPADO INICIAL</p> <p>21. La tecnología demuestra la funcionalidad básica en un entorno simplificado.</p> <p>22. Capaz de estimar el tamaño del programa de software en líneas de código y / o puntos de función</p> <p>23. Se han producido prototipos tecnológicos escalables</p> <p>24. Se han documentado borradores de diseños conceptuales.</p> <p>25. Técnicas de diseño identificadas / definidas para analizar y simular pequeñas aplicaciones.</p> <p>26. Ambiente de laboratorio controlado</p> <p>27. Factores de costos iniciales identificados</p> <p style="text-align: center;">ESCALAMIENTO</p> <p>28. Experimentos con problemas a gran escala y conjuntos de datos representativos.</p> <p>29. Se han iniciado estudios de integración.</p> <p>30. Conjunto de objetivos CAIV (cost as independent variable)</p> <p>31. Funciones o módulos individuales demostrados en un entorno de laboratorio.</p> <p>32. Procesos clave de fabricación identificados</p> <p>33. Se han completado documentos de escala y diagramas de tecnología.</p> <p>34. Alguna integración ad hoc de funciones o módulos demuestra que trabajarán juntos</p> <p>35. Procesos clave de fabricación evaluados en laboratorio</p> <p style="text-align: center;">GESTIÓN DE PROYECTOS</p> <p>36. Proyecto de Plan Maestro de Ingeniería</p> <p>37. Integración e ingeniería del "sistema" de tecnología de baja fidelidad completadas en un entorno de laboratorio</p> <p>38. Estrategias de mitigación identificadas para abordar las deficiencias de manufacturabilidad / producibilidad</p> <p>39. El cliente se compromete a realizar la transición a través de la puesta en servicio y / o MOU de ATD</p> <p>40. Estructura funcional de desglose del trabajo desarrollada</p> <p>41. Equipo de producto integrado (IPT) establecido formalmente con la carta</p> <p>42. El representante del cliente es miembro de IPT</p>	<p style="text-align: right;">evaluación por simulación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión <p style="text-align: center;">PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Validación de componentes <ul style="list-style-type: none"> • Demostración de laboratorio. • Pruebas piloto
--	---

- 43. Programa formal de gestión de riesgos iniciado
- 44. Análisis de modo y efectos de falla preliminar (FMEA) o análisis de cascada de riesgo realizado
- 45. Fechas de disponibilidad de tecnología establecidas

PREGUNTAS DE SALIDA

INTEGRACIÓN DE PAQUETE Y COMPONENTES

- 1. ¿Ha integrado los componentes principales de su invención tecnológica?

REQUISITOS PARA LA VALIDACIÓN DEL SISTEMA (SOFTWARE Y LABORATORIO)

- 2. ¿Ha realizado pruebas de validación de efectividad de dicha invención en laboratorio?
- 3. ¿Su invención tecnológica funciona a nivel laboratorio?

ESCALAMIENTO

- 4. ¿Ha explorado con mayor profundidad aspectos / certificaciones de manufacturabilidad relacionados con el desarrollo de su invención tecnológica?

CLIENTES

- 5. ¿Ha continuado la validación de mercado de su invención con más entrevistas con usuarios potenciales y estudios de mercado?

GESTIÓN DE PROYECTOS

- 6. ¿Identificó los riesgos tecnológicos de mercado y financieros con un plan de mitigación de los mismos?

PATENTES

- 7. ¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)
- 8. ¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?

NIVEL 5 - CAPACIDAD PARA APOYAR EL DESARROLLO Y DISEÑO DE LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA; SIN PRODUCTO ALFA, SIN INGRESOS

Se tiene una comprensión más profunda de las aplicaciones del producto en el mercado, y el producto queda plenamente definido. Está hecho un modelo integral de costo-rendimiento para validar aún más la propuesta de valor y proporcionar una comprensión detallada de las compensaciones del producto. Las relaciones con los proveedores, socios y clientes, son de mayor confianza y se dedican a otorgar más información sobre el mercado y el producto. El análisis competitivo está completo. Un modelo financiero básico es realizado con proyecciones iniciales en cuanto a ventas, costos, ingresos

y márgenes, a corto y largo plazo. Se definen todas las características de gestión del proyecto, como los integrantes del equipo, los programas organizacionales, el listado de hitos, y demás requeridos para dar inicio. Se recomienda tener una campaña confidencial de partes interesadas a pequeña escala, tal que con un total 50 interesados pueda hacer pruebas con el producto desarrollado hasta nivel beta. Como la novedad y la patentabilidad ha sido confirmada, se decide en alternativas de protección por PI si no se puede patentar.

PREGUNTAS GUÍA	DESARROLLO: PROTOTIPO
<p style="text-align: center;">DESARROLLO: MEJORA Y EFICIENCIA DE REQUISITOS DEL PROTOTIPO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Efectos cruzados de tecnología (si los hay) identificados y establecidos a través del análisis <ol style="list-style-type: none"> 2. Hardware de preproducción disponible 3. Requisitos de interfaz del sistema conocidos 4. Los requisitos del sistema fluyen a través de la estructura de desglose del trabajo (comienza la ingeniería de sistemas) <ol style="list-style-type: none"> 5. Arquitectura de software del sistema establecida 6. Interfaces externas descritas en cuanto a fuente, formato, estructura, contenido y método de soporte. <ol style="list-style-type: none"> 7. Análisis de los requisitos de la interfaz interna completados 8. Se establecen objetivos para mejorar el rendimiento <p style="text-align: center;">HARDWARE</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Las interfaces entre componentes / subsistemas son realistas (placa de pruebas con interfaces realistas) (hardware) <ol style="list-style-type: none"> 10. Se han creado prototipos. 11. Cambios significativos de ingeniería y diseño. 12. Codificación de funciones / módulos individuales completadas 13. Herramientas y máquinas demostradas en laboratorio. 14. Integración de laboratorio de alta fidelidad del sistema completo, listo para probar en entornos realistas / simulados 15. Las técnicas de diseño se han definido hasta el punto donde se definieron los problemas más grandes (LABORATORIO) 16. Algunos componentes de propósito especial combinados con componentes de laboratorio disponibles. <ol style="list-style-type: none"> 17. Se han enviado tres planos de vista y diagramas de cableado 18. Entorno de laboratorio modificado para aproximarse al entorno operativo <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"> 19. Los estudios comerciales y los experimentos de laboratorio definen los procesos clave de fabricación. 20. Forma, ajuste y función para la aplicación dirigida en conjunto con el personal de desarrollo del usuario final <ol style="list-style-type: none"> 21. La fidelidad de la maqueta del sistema mejora de tablero a tablero 22. Calidad y fiabilidad consideradas, pero los niveles del objetivo aún no se han establecido. 23. Evaluación inicial de las necesidades de montaje realizadas <ol style="list-style-type: none"> 24. Se completaron los planos de diseño detallados. 	<p style="text-align: center;">DESARROLLO: PROTOTIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías componentes • Hardware desarrollado <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz • Arquitecturas • Rendimiento <p style="text-align: center;">HARDWARE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes • Capacidad de ser probados en entorno real <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de diseño • Actualización de la capacidad técnica del laboratorio • Prueba y evaluación • Diseño de la configuración. <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad. • Fiabilidad • Procesos de fabricación <p style="text-align: center;">GESTIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgos • Plan de Prueba y evaluación • Plan de falla y efectos <ul style="list-style-type: none"> • Financieros <ul style="list-style-type: none"> ○ Costos del ciclo de vida • Documentación técnica. <p style="text-align: center;">INTEGRACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Funcionalidad • Sistema <ul style="list-style-type: none"> ○ SEMP

25. Niveles Sigma necesarios para satisfacer los objetivos CAIV definidos
26. Los procesos de producción se han revisado con las oficinas de fabricación y producción.

GESTIÓN

27. Plan de gestión de riesgos documentado
28. Plan de gestión de configuración en su lugar
29. Plan de gestión de configuración documentado
30. Proyecto de plan maestro de prueba y evaluación (TEMP)
31. El cliente se compromete a realizar la transición a través del proceso POM
32. Proyecto de Plan de Transición con Business Case
33. Análisis de modo de falla y efectos (FMEA) realizado
34. El análisis de valor incluye el análisis de múltiples tecnologías y alternativas no materiales
35. IPT desarrolla matriz de requisitos con umbrales y objetivos
36. Estructura de desglose del trabajo físico disponible
37. El análisis de valor incluye el análisis de costos del ciclo de vida

INTEGRACIÓN DE MÓDULOS

38. Funciones integradas en módulos
39. Funciones individuales probadas para verificar que funcionan
40. Módulos individuales y funciones probadas para errores
41. Integración de módulos / funciones demostradas en un entorno de laboratorio.
42. Inspección formal de todos los módulos / componentes completados como parte de la gestión de la configuración.

INTEGRACIÓN DE SISTEMAS

43. Proyecto de integración de direcciones SEMP (Safety and Environment Management Plan) (ALSO Systems Engineering Management Plan)
44. El borrador del SEMP aborda la prueba y evaluación
45. El borrador del SEMP aborda las interfaces mecánicas y eléctricas.
46. El borrador de SEMP aborda el desempeño; traducir medido al rendimiento final esperado.
47. Los algoritmos se ejecutan en el procesador con características representativas del entorno de destino (hardware)
48. Informe preliminar de ingeniería de "sistema" de tecnología de hardware (Borrador SEMP) completado

PREGUNTAS DE SALIDA

PROTOTIPADO

1. ¿Ha probado su prototipo en laboratorio en condiciones de un ambiente real?

ESCALAMIENTO

2. ¿Tiene plenamente identificadas y considerados aspectos de manufacturabilidad del futuro producto?

PRINCIPALES

- Nivel de desarrollo tecnológico
- Estatus de las validaciones de punto a

REGULACIONES E IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA	
<p>3. ¿El prototipo a escala real cumple con las normas y/o previsiones legales o del medio ambiente del sector? PATENTES</p> <p>4. ¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)</p>	
NIVEL 6 - CAPACIDAD PARA APOYAR EL DESARROLLO Y EL DISEÑO CON UN EQUIPO COMERCIAL ORIENTADO AL MERCADO (CON PRODUCTO ALFA, SIN INGRESOS)	
<p>Descripción: Las pruebas del prototipo en el ambiente operativo reflejan el comportamiento funcional del producto. El desempeño de este, satisface las necesidades del mercado documentadas. La optimización del diseño del producto se lleva a cabo teniendo en cuenta los requisitos de detalle del mercado y del producto, las estimaciones de costo-rendimiento, las financieras, de tiempo, etc. Los modelos financieros continúan siendo refinados, en función de los cambios percibidos necesarios en el desarrollo tecnológico. Las asociaciones con los principales interesados en toda la cadena de valor son formalizadas. Así, todos los requisitos reglamentarios y de certificación para el producto se comprenden plenamente y se están llevando a cabo los procesos oportunos para el cumplimiento. Se recomienda expandir la campaña de adopción temprana a mayor escala, destinada a 100 clientes, para obtener realimentación sobre el desempeño del producto, en cooperación con las partes interesadas relevantes para obtener comentarios iniciales sobre el impacto potencial. La aplicación de patente ha sido completamente llenada, teniendo además, un esbozo de la estrategia de PI a seguir por la organización.</p>	
PREGUNTAS DE GUÍA	PRUEBAS DE CAMPO
VALIDACIÓN PARA PRUEBAS DE CAMPO	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Medición de problemas de tecnología cruzada y validaciones de características de rendimiento completadas. <ol style="list-style-type: none"> 2. Niveles de calidad y fiabilidad establecidos. 3. Los planos de diseño preliminares están casi completos 4. Se ha comenzado la recopilación de datos reales de mantenimiento, confiabilidad y capacidad de soporte. <ol style="list-style-type: none"> 5. Entorno operativo para un sistema eventual conocido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Validación <ul style="list-style-type: none"> ○ Nivel de Calidad ○ Captura de datos ○ Entorno operativo • Ejecución <ul style="list-style-type: none"> ○ Nivel de aceptación para la producción. ○ Nivel del Modelo ○ Desempeño del modelo.
COSTOS	COSTOS
<ol style="list-style-type: none"> 6. Diseño para costear objetivos identificados 7. Necesidades de inversión para procesos y herramientas determinadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión
PRUEBA DE CAMPO	ESCALAMIENTO
<ol style="list-style-type: none"> 8. M&S para simular el rendimiento del sistema en un entorno operativo 9. Prueba final y plan maestro de evaluación (TEMP) 10. Pruebas de aceptación de fábrica del sistema de laboratorio en laboratorio. 11. Modelo representativo / prototipo probado en laboratorio de alta fidelidad / entorno operativo simulado 12. Entorno realista fuera del laboratorio, pero no el eventual entorno operativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan maestro de ingeniería <ul style="list-style-type: none"> • Control de interfaz
ESCALAMIENTO	PRODUCCIÓN
<ol style="list-style-type: none"> 13. Plan maestro de ingeniería de sistemas finales (SEMP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Factores críticos para la producción.

<p>14. Inventario de interfaces externas completado</p> <p>15. Se identifican los problemas de escalado que quedan y se completa el análisis de soporte</p> <p>16. Análisis de restricciones de tiempo completado</p> <p>17. Análisis de estructuras de bases de datos e interfaces completadas</p> <p>18. Han comenzado a establecer un proceso de control de interfaz.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN 1</p> <p>19. El borrador del plan de producción ha sido revisado por el usuario final y el desarrollador</p> <p>20. Procesos de fabricación críticos prototipados</p> <p>21. La mayoría del hardware de preproducción está disponible</p> <p>22. El Acuerdo de Transición Tecnológica ha sido coordinado y aprobado por el usuario final.</p> <p style="text-align: center;">IMPACTO</p> <p>23. La implementación del prototipo incluye funcionalidad para manejar problemas realistas a gran escala</p> <p>24. Algoritmos integrados parcialmente con sistemas de hardware / software existentes</p> <p>25. Se han empleado materiales, procesos, diseño y métodos de integración.</p> <p>26. Módulos individuales probados para verificar que los componentes del módulo (funciones) funcionan juntos</p> <p>27. Especificación de "sistema" de tecnología completa</p> <p style="text-align: center;">PRUEBAS</p> <p>28. Los componentes son funcionalmente compatibles con el sistema operativo</p> <p>29. Sistema de software representativo o prototipo demostrado en un entorno de laboratorio.</p> <p>30. El sistema de laboratorio es un prototipo funcional de alta fidelidad del sistema operativo</p> <p>31. Programa de gestión de configuración formal definido para controlar el proceso de cambio</p> <p>32. Se han completado demostraciones de integración.</p> <p style="text-align: center;">DOCUMENTACIÓN</p> <p>33. Informe técnico final</p> <p>34. Documentación de software limitada disponible</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN 2</p> <p>35. Se han identificado problemas de producción y se han resuelto los principales.</p> <p>36. Verificación, Validación y Acreditación (VV&A) iniciada</p> <p>37. El proceso y las herramientas son maduros</p> <p>38. Las demostraciones de producción están completas.</p> <p>39. Se ha lanzado la versión de software "Alpha"</p> <p>40. Viabilidad de ingeniería totalmente demostrada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo de transición tecnológica <ul style="list-style-type: none"> • VV&A <p style="text-align: center;">IMPACTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Integración alfa. • Compatibilidad con entorno <p style="text-align: center;">DOCUMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe técnico final <p style="text-align: center;">GESTIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transición con Estudio de mercado. • Programa de adquisición establecidos • Análisis financiero (con inversión del negocio) <p style="text-align: center;">PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Business case <ul style="list-style-type: none"> ○ La justificación de una inversión, así como ciertos detalles de la adquisición (como la necesidad de la misión, el análisis de alternativas, el costo, el calendario y el rendimiento)
---	--

<p>GESTIÓN</p> <p>41. Plan de transición final con Business Case 42. Hitos del programa de adquisición establecidos 43. El análisis de valor incluye el caso de negocio (La justificación de una inversión, así como ciertos detalles de la adquisición (como la necesidad de la misión, el análisis de alternativas, el costo, el calendario y el rendimiento)) 44. Las alternativas técnicas incluyen "no hacer nada" 45. Documento de requisitos formales disponible.</p> <p>PREGUNTAS DE SALIDA</p> <p>PRODUCCIÓN</p> <p>1. ¿Tiene integradas las tecnologías de producto y manufactura en una planta piloto? (considerando todos los aspectos de manufacturabilidad) 2. ¿Tiene alineado el nuevo producto con las tecnologías de producción?</p> <p>CLIENTE</p> <p>3. ¿Cuenta con usuarios potenciales que pruebe la producción a baja escala?</p> <p>ORGANIZACIÓN</p> <p>4. ¿Cuenta con una organización operativa acorde a las necesidades de operación de la producción? (mercadotecnia, logística, producción y otros)</p> <p>PATENTE</p> <p>5. ¿inició el proceso sobre el registro de las certificaciones requeridas por instancias gubernamentales para la producción y despliegue del prototipo?</p>	
<p>NIVEL 7- CAPACIDAD PARA SOPORTAR LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL (PRODUCTO E INGRESOS LIMITADOS)</p>	
<p>Descripción: La integración de los componentes, sistemas y subsistemas del producto está completa. Así mismo, se tiene la capacidad para soportar una producción limitada, lo que permite tener el producto y los primeros ingresos derivados de este. Todas las certificaciones necesarias y el cumplimiento normativo necesario para el producto y los procesos operativos se cumplen. Por otro lado, están los acuerdos de suministro y de clientes, y de todas las partes interesadas, que participan en las calificaciones de productos-procesos; en busca del perfeccionamiento del producto, si es necesario, implica volver a realizar las pruebas en un entorno operativo con las partes interesadas. De todo lo anterior, se han validado los modelos financieros integrales para la producción en etapas tempranas y tardías. Definición de las competencias está completa y se cuenta con los recursos necesarios y suficientes para la producción. Respuesta positiva en la aplicación de la patente. La estrategia de PI aplicada al negocio.</p>	
<p>PREGUNTAS DE GUÍA</p>	<p>PRODUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución

PRODUCCIÓN

1. Se han identificado materiales, procesos, métodos y técnicas de diseño.
2. Materiales y procesos y procedimientos de fabricación demostrados inicialmente
3. M&S para algunos elementos no disponibles del sistema, pero estas instancias son raras.
4. Máquinas y herramientas probadas

PRUEBAS Y VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO

5. Sistema prototipo construido sobre herramientas "blandas"
6. Cada interfaz de sistema / software se probó individualmente en condiciones anómalas y estresadas
7. Los algoritmos se ejecutan en los procesadores en el entorno operativo
8. Verificación de que las especificaciones de software se cumplen completadas
9. Herramientas de proceso y equipos de inspección / prueba demostrados en el entorno de producción.
10. Los cambios de diseño disminuyen significativamente

ESCALAMIENTO

11. Entorno operativo, pero no la plataforma final, por ejemplo, aeronave de prueba
12. Los datos de mantenibilidad, confiabilidad y capacidad de soporte están por encima del 60% del total de datos necesarios
13. Los dibujos de diseño del borrador están completos.
14. Los materiales, procesos, métodos y técnicas de diseño están moderadamente desarrollados y verificados.
15. El escalado está completo.

PRODUCCIÓN 2

16. El hardware de preproducción está disponible; las cantidades pueden ser limitadas
17. Los componentes son representativos de los componentes de producción.
18. Diseño para costear objetivos validados
19. Niveles iniciales de sigma establecidos
20. Procesos de fabricación generalmente bien entendidos

ESCALAMIENTO 2

21. La mayoría de los errores de software eliminados
22. La planificación de la producción está completa.
23. La mayoría de las funciones disponibles para demostración en un entorno operativo simulado
24. Pruebas operacionales / de vuelo del sistema de laboratorio en un entorno representativo.
25. El prototipo mejora la calidad de la preproducción.
26. Se ha lanzado el software de la versión "Beta"

- Procesos de fabricación
 - Maquinaria.
 - Materiales
 - M&S
- Control
 - Costos
 - Calidad

PRUEBAS Y VALIDACIÓN

- De las interfaces
 - Condiciones de operación
- Cambios al diseño.

ESCALAMIENTO

- Entorno operativo.
 - Datos al 60%
 - Confiabilidad
 - Capacidad de soporte
- Estado de verificación
 - Materiales.
 - Procesos
 - Métodos
 - Técnicas de diseño.
 - Errores
 - (pre) Producción
 - Planes
 - Producto Beta

<p>27. Prototipo totalmente integrado demostrado en entorno operativo real o simulado</p> <p>28. Prototipo del sistema probado con éxito en un entorno de campo.</p> <p>29. Listo para producción inicial de baja velocidad (LRIP)</p> <p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE SALIDA</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <p>1. ¿Cuenta con una proceso de manufactura operacional en baja escala? (produciendo productos comerciales)</p> <p style="text-align: center;">PRUEBAS</p> <p>2. ¿Cuenta con usuarios potenciales que prueben la versión final del producto?</p> <p>3. ¿Cuenta con un producto terminado para prueba de primeros clientes?</p> <p style="text-align: center;">ORGANIZACIÓN</p> <p>4. ¿Cuenta con una estructura organizacional adecuada para la implementación?</p>	
<p>FASES DE PRODUCCIÓN Y DESPLIEGUE DEL SISTEMA TOTAL. NIVELES 8 & 9</p>	
<p>NIVEL 8- CAPACIDAD DE TRANSICIÓN A PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN COMPLETAS (PRODUCTOS E INGRESOS)</p>	
<p>Descripción: Las calificaciones del cliente están completas y los productos iniciales se fabrican y venden. La preparación para la comercialización continúa madurando para respaldar la producción y las ventas a mayor escala. Las proyecciones financieras se validan de forma continua para adaptarse a la dinámica del mercado. Se identifican de los expertos que poseen las competencias técnicas requeridas para escalar la producción y distribución. Se tiene un plan para la adaptación social completo y calificado sobre el impacto del producto. Primera patente otorgada. La patente protegida entra en una fase nacional o regional. Otros posibles registros de PI o aplicaciones de patente llenados.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUIA</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <p>1. Los componentes son forma, ajuste y función compatibles con el sistema operativo</p> <p>2. Estimaciones de costos <125% de objetivos de costo (por ejemplo, objetivos de diseño a costo cumplidos para LRIP)</p> <p>3. El sistema es diseño de forma, ajuste y función para la aplicación prevista y la plataforma del sistema de armas</p> <p>4. Forma, ajuste y función demostrados en un eventual sistema de plataforma / arma</p> <p>5. Máquinas y herramientas demostradas en el entorno de producción.</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema operativo <ul style="list-style-type: none"> ○ Forma, ajuste y función ○ Depuración • Máquinas y herramientas • Líneas de fabricación <ul style="list-style-type: none"> ○ Calidad. ○ Mantenimiento ○ Confiabilidad ○ Soporte • Verificación

<p style="text-align: center;">PRODUCTO DE SOFTWARE</p> <p>6. El proceso de control de la interfaz ha sido completado</p> <p>7. La mayoría de la documentación del usuario del software se completó y bajo control de configuración</p> <p>8. La mayoría de la documentación de capacitación se completó y bajo control de configuración</p> <p>9. La mayoría de la documentación de mantenimiento está completa y bajo control de configuración</p> <p>10. Se han enviado los diagramas de arquitectura finales.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCTO DE SOFTWARE 2</p> <p>11. Procesos de fabricación demostrados por línea piloto, LRIP o producción de artículos similares</p> <p>12. Los procesos de fabricación demuestran niveles aceptables de rendimiento y productividad.</p> <p>13. Software completamente depurado</p> <p>14. Toda la funcionalidad demostrada en un entorno operativo simulado</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN 2</p> <p>15. Proceso de fabricación controlado a 4 sigma o nivel de calidad apropiado</p> <p>16. Todos los materiales están en producción y disponibles.</p> <p>17. Sistema calificado mediante prueba y evaluación en la plataforma real (DT&E completado)</p> <p>18. Se ha completado la recopilación de datos de mantenimiento, confiabilidad y capacidad de soporte</p> <p style="text-align: center;">VERIFICACIÓN</p> <p>19. Paso de validación de VV&A completado, el software funciona en el mundo real.</p> <p>20. DT&E completado, el sistema cumple con las especificaciones</p> <p>21. Paso de acreditación VV&A completado, software autorizado para su uso en el sistema de armas previsto</p> <p>22. Listo para producción de tarifa completa</p> <p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE SALIDA</p> <p style="text-align: center;">PRODUCCIÓN</p> <p>1. ¿Se encuentra manufacturando el producto en su versión final?</p> <p>2. ¿Tiene un producto comercializable?</p> <p style="text-align: center;">ORGANIZACIÓN</p>	<p style="text-align: center;">PRODUCTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interfaz • Documentación.
--	--

<p>3. ¿Su organización es operativa al 100%?</p> <p style="text-align: center;">PRODUCTO</p> <p>4. ¿Su prototipo cumple con estándares de la industria en cuestión?</p> <p>5. ¿Elaboró los documentos para la utilización y mantenimiento del producto (manual del usuario, soporte técnico)?</p>	
<p>NIVEL 9 - NEGOCIO TOTALMENTE ARTICULADO CON INFRAESTRUCTURA Y PERSONAL ADECUADOS (PARTICIPACIÓN ACTIVA EN EL MERCADO)</p>	
<p>El negocio está totalmente organizado con infraestructura y personal competentes para atender las demandas del mercado. La respuesta de ajuste a las necesidades el mercado llevan a escalar la producción del producto, con el fin de tener una cartera de ventas estable y una constante comprensión del entorno competitivo, que permita adecuar las proyecciones de ingresos. Los indicadores de la producción se ajustan al crecimiento escalado de la producción, en busca de la estabilidad y mejoramiento de los ingresos. Existe un fuerte apoyo a la propiedad intelectual, ya que ha sido otorgada en el país para la protección de la tecnología en el negocio. La estrategia de PI completamente implementada. Existe mayor confirmación para la libertad de operación.</p>	
<p style="text-align: center;">PREGUNTAS DE GUÍA</p> <p style="text-align: center;">OPERACIÓN</p> <p>1. El concepto operativo se ha implementado con éxito.</p> <p>2. Estimaciones de costos <110% de las metas de costos o cumplir con las metas de costos (p. Ej., Metas de diseño a costo cumplidas).</p> <p>3. Problemas de asequibilidad integrados en la producción inicial y los hitos de adquisición evolutivos.</p> <p style="text-align: center;">PRODUCTO</p> <p>4. Diseño estable, pocos o ningún cambio de diseño</p> <p>5. El sistema se ha instalado y desplegado en la plataforma del sistema de armas previsto.</p> <p>6. Se han identificado y mitigado problemas de seguridad / efectos adversos.</p> <p>7. Sistema real totalmente demostrado</p> <p style="text-align: center;">GESTIÓN</p> <p>8. Se ha implementado el plan de capacitación.</p> <p>9. Se ha implementado el Plan de compatibilidad.</p> <p>10. Se ha implementado el Plan de Protección del Programa.</p>	<p style="text-align: center;">OPERACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos • Asequibilidad <p style="text-align: center;">PRODUCTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema real • Seguridad <p style="text-align: center;">GESTIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planes <ul style="list-style-type: none"> ○ Capacitación ○ Técnicos <p style="text-align: center;">VALIDACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad • Métricas de producción • Documentación

11. Sistema de misión real "probado en vuelo" a través de operaciones de misión exitosas (OT&E completado [Operational Test and Evaluation])

VALIDACIÓN

12. Todos los procesos de fabricación controlados a 6 sigma o nivel de calidad apropiado

13. Producción estable

14. Toda la documentación completada

PREGUNTAS DE SALIDA

PRODUCCIÓN

1. ¿Cuenta con producción sostenida?

2. ¿Cuenta con un producto que cuenta con un crecimiento de mercado?

ESCALAMIENTO

3. ¿Cuenta con cambios incrementales de producto que le lleven a crear nuevas versiones?

4. ¿Los procesos de manufactura y producción son optimizados a través de innovaciones incrementales?

Anexo D: Abreviaciones

- *Technology Readiness Level (TRL)*
- *Integration Maturity Level (IML)*
- *Demand Readiness Level (DRL)*
- *Comercial Readiness Indicator (CRI)*
- *Demand Readiness Level (DRL)*
- *Market Readiness Level (MRL)*
- *Society Readiness Level (SRL)*
- *Intellectual Property Readiness Level (IPRL)*
- Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)
- *Key Performance Indicators (KPI)*
- Investigación y Desarrollo (I&D)
- *Project Management Institute (PMI)*
- *Advancement Degree of Difficulty (AD²)*