



Nova Scientia

E-ISSN: 2007-0705

nova_scientia@delasalle.edu.mx

Universidad De La Salle Bajío

México

Güemes-Castorena, David; Uscanga Castillo, Gonzalo
Selección del portafolio de proyectos tecnológicos en la etapa temprana de la innovación. Desarrollo
de una herramienta de evaluación
Nova Scientia, vol. 7, núm. 13, 2014, pp. 101-132
Universidad De La Salle Bajío
León, Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203332667007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista Electrónica Nova Scientia

Selección del portafolio de proyectos tecnológicos en la etapa temprana de la innovación. Desarrollo de una herramienta de evaluación Technological project portfolio selection in the early stage of innovation. Development of an evaluation tool

David Güemes-Castorena¹ y Gonzalo Uscanga Castillo²

¹Centro de Calidad y Manufactura, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores
de Monterrey, Campus Monterrey

²Centro de Innovación en Diseño y Tecnología, Instituto Tecnológico y de
Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey

México

David Güemes-Castorena. E-mail: guemes@itesm.mx

Resumen

Una de las decisiones más críticas en la etapa temprana de los proyectos tecnológicos de investigación es la de seleccionar aquellos proyectos que deberían recibir fondos y recursos para su desarrollo. Bajo este contexto surgen las siguientes interrogantes: ¿cuáles son las variables claves o los determinantes del éxito comercial en las etapas tempranas de la tecnología? ¿Cuáles de las variables tienen mayor importancia? Y en base a esto, ¿cómo proponer una herramienta de evaluación de proyectos que ayude a tomar decisiones más acertadas? Para contestar estas preguntas se realizó una revisión bibliográfica a fin de identificar las variables que influyen el éxito comercial así como una investigación de los métodos y las herramientas actualmente utilizadas con el objetivo de desarrollar e implementar una herramienta de evaluación sencilla y práctica. Como resultado se presentan las variables encontradas, agrupadas en cinco categorías y sus respectivas preguntas a evaluar. Además se expone la ponderación de cada categoría basado en un ejercicio de comparación pareada. Dicha herramienta se ha puesto en práctica y ha ayudado a tomar mejores decisiones para identificar las características que ayudan a tener éxito comercial de los proyectos tecnológicos, y por ende, seleccionar los proyectos con mayor probabilidad de éxito de innovación.

Palabras clave: Etapa temprana de la tecnología, propiedad intelectual, mapa de ruta de la tecnología, métodos de evaluación de la tecnología

Recepción: 03-03-2014

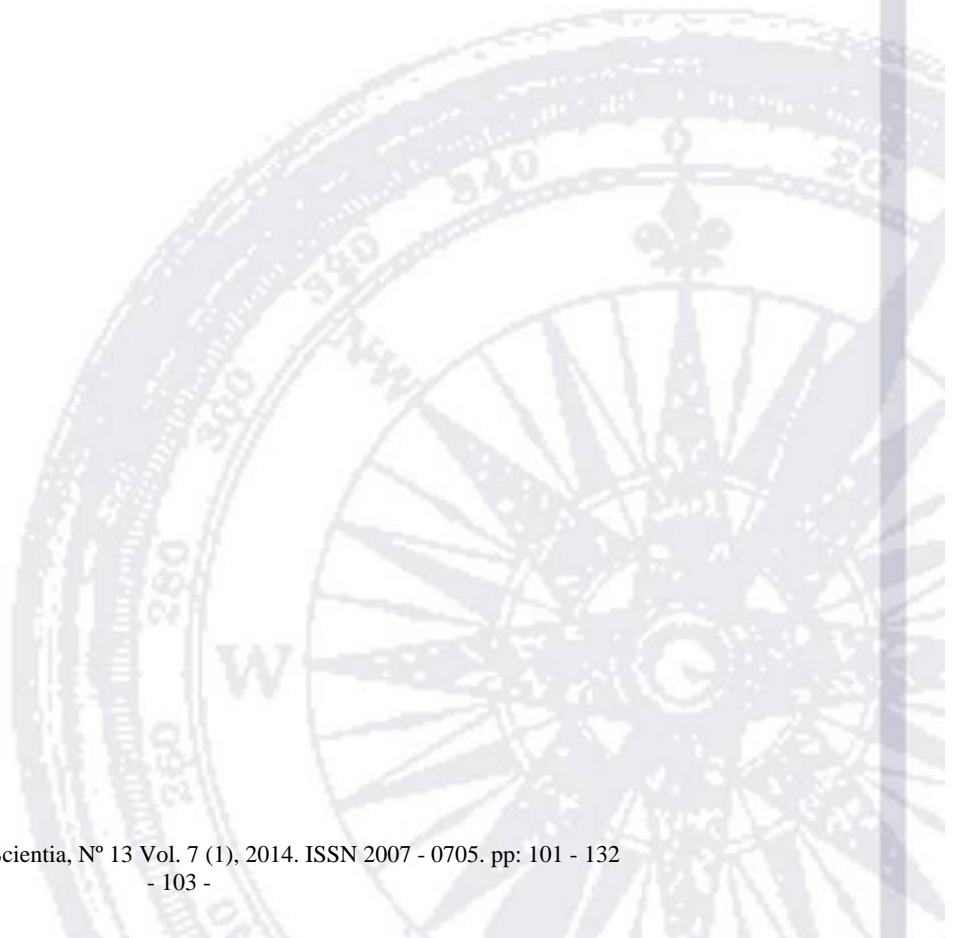
Aceptación: 27-08-2014

Abstract

One of the most critical decisions during the early stage of the technologies is how to select what project should receive further funds and resources for its development. Within this context, some challenging questions need to be solved: what are the variables or key determinants of the commercial success in the early stage of technology? What are the most important variables that

influence the commercial success? And, how to propose an evaluation tool in order to support the decision? To shed some light to this situation, a bibliographic analysis was performed to identify the factors that influence or impact the commercial success; also, current evaluation methods and tools for technology assessment in the early stage was gathered and analyzed, in order to develop and implement an easy and practical evaluation tool. The result of this research was that the identified variables were grouped in five categories, as well as the questions to be asked in order to evaluate the technology. Also, the relative weight of each category is presented based on paired comparisons. The tool has been implemented and has helped to identify commercial success characteristics of the technological projects.

Keywords: early stage technologies, intellectual property, technology roadmap, technology evaluation methods



1. Introducción

Uno de los problemas que se encuentra al inicio o en las etapas tempranas de los proyectos tecnológicos de investigaciones es la de seleccionar aquellos proyectos que deberían recibir fondos y recursos para su desarrollo ya que hasta el momento la rentabilidad o sostenibilidad de la investigación en México, no ha cultivado los frutos deseados para considerarse como “inversión”. Por tal razón el presente trabajo es una investigación con el objetivo de elaborar un instrumento o herramienta de evaluación del potencial de innovación del portafolio de proyectos de investigación en edad temprana para las organizaciones en México.

Para lograr el objetivo se realizó una búsqueda y revisión bibliográfica acerca del tema para identificar el “estado del arte” en cuanto a la evaluación de proyectos en las primeras etapas de la innovación así como identificar cuáles son las variables o los factores claves que influyen el éxito comercial de los proyectos de investigación. Posteriormente se presenta el proceso iterativo mediante el cual se construye la herramienta de evaluación propuesta y se discuten las fortalezas y las oportunidades del instrumento así como los pasos siguientes para mejorar la herramienta.

2. Revisión de la literatura

Para comenzar se aborda y delimita el objeto de estudio, la etapa temprana de la tecnología de manera que facilita entender cuál es el alcance y los límites de los tipos proyectos que se pretenden evaluar con la herramienta. Después, se busca responder a las preguntas de investigación sobre cuáles son las variables clave y cuáles de estas se deben incluir en la herramienta. Posteriormente, se reportan los métodos de evaluación de la tecnología lo que nos permite tomar elementos de apoyo para construir y dar validez a la herramienta y finalmente se revisan las herramientas actuales a las cuales se tuvo acceso de manera que podamos diferenciar nuestra propuesta.

2.1 Etapa temprana de la tecnología (ETT)

A diferentes etapas del desarrollo tecnológico, el proceso posee diferentes características y necesidades; una de las etapas iniciales es la conocida como "Etapa Temprana de la Tecnología" (EST, Early Stage Technologies), sin embargo no existe una definición clara de lo que ETT significa para los diversos autores.

Por ejemplo, Razgaitis (Razgaitis, 1999) especifica que ETT significa la oportunidad de un nuevo negocio que se encuentra en una etapa ya sea temprana o madura de I+D y que aún no ha llegado al punto de ser producida o introducida comercialmente. La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, World Intellectual Property Organization) (WIPO_World Intellectual Property, 2011) define ETT como la tecnología que aún no ha sido comercializada o probada más allá del laboratorio. Por otro lado, Dissel M. et al (M. Dissel, Farrukh, Probert, & Phaal, 2005) definen que una ETT en específico puede ser determinado mediante la valoración de la incertidumbre tecnológica y de mercado: si ambas son altas entonces la tecnología está en una etapa temprana.

Otro método de valorar si una tecnología está en una etapa temprana es por su nivel de preparación tecnológica (TRL, Technology Readiness Level) empleado para establecer la etapa de madurez de una nueva tecnología en particular con el fin de evaluar qué tan apropiada es la tecnología para una aplicación práctica (Štrukelj & Dolinšek, 2011). Los TRLs son una herramienta en la práctica de la administración de la tecnología utilizada, por ejemplo, en la planeación o en la adquisición de tecnología y son usados por diferentes organizaciones e instituciones públicas o privadas.

Por ejemplo en la Figura 1 Technology Readiness Levels, Dissel propone que una ETT está operando en los niveles 1 al 3, que son niveles previos a la introducción al desarrollo de nuevos productos (M. Dissel, et al., 2005).

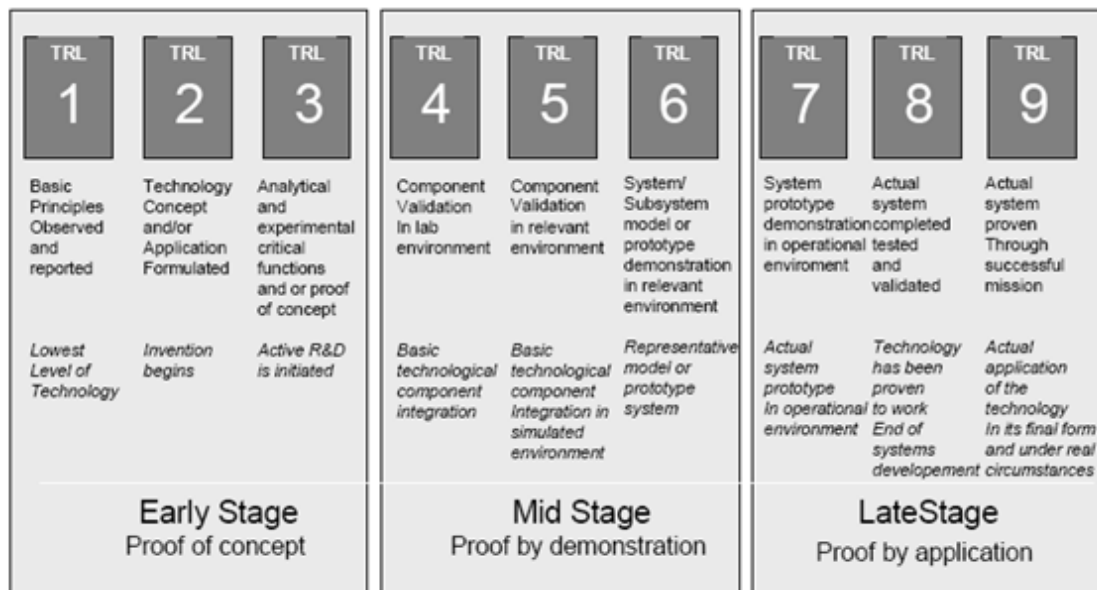


Figura 1 Technology Readiness Levels – Nivel de Preparación Tecnológica

Para nuestro estudio, las características más importantes para categorizar a una tecnología en etapa temprana son: (1) que la tecnología aún no haya sido comercializada en la aplicación propuesta, (2) que se requieran más recursos para confirmar su factibilidad tecnológica, así como (3) la necesidad de aprobar las regulaciones y los estándares correspondientes.

En el contexto de esta investigación empleamos la definición de *innovación tecnológica* proporcionada por la Norma Mexicana del Sistema de Gestión de la Tecnología - Terminología (NMX-GT-001-IMNC-2007), quienes la definen como: “proceso que conjuga una oportunidad de mercado con una necesidad y/o una invención tecnológica, que tiene por objetivo la producción, comercialización, y explotación de un nuevo proceso, producto, actividad comercial, modelo de negocio, modelo de logística o servicio al cliente”.

2.2 Variables clave

Se revisó la literatura en busca de las variables que hasta el momento son consideradas como determinantes del éxito comercial; por ejemplo Kang et al. (Kang, Gwon, Hong, Kim, & Cho, 2011) investigaron la comercialización en empresas patrocinadas por el gobierno de Corea del Sur y analizaron la relación entre su desempeño y los determinantes del éxito comercial tanto internos como externos. De acuerdo a su investigación, los determinantes internos son: la

capacidad de apropiarse la tecnología, la capacidad del proceso de innovación, la innovación organizacional, la capacidad de innovación mercadotécnica, y la capacidad de complementar sus capacidades. Por otro lado, los determinantes externos son: la incertidumbre de la tecnología, los fondos para I+D, y los impuestos. Encontraron que el determinante del éxito comercial en empresas grandes que es diferente al de las empresas medianas y pequeñas, es el de la apertura de las medianas y pequeñas a complementar sus capacidades con otros centros de investigación, característica que en las empresas grandes tienden a hacerlo internamente.

Rahal et al (Rahal & Rabelo, 2006) estudiaron el proceso utilizado para determinar qué patentar para lo cual establecieron un marco para distinguir las tecnologías con gran potencial de ganancias comerciales. Él y sus compañeros notaron que en las etapas tempranas se requieren de un compromiso del inventor para continuar con el desarrollo de la tecnología porque es un factor clave para poder realizar la transición del laboratorio al mercado.

Thursby (Thursby, Jensen, & Thursby, 2001) también apoyan que el involucramiento del científico en el proceso de transferencia de la tecnología es esencial, especialmente en ETT. Ellos ven este involucramiento como básico para obtener la licencia de la invención y para participar en desarrollos futuros de la invención. También declaran que la red de contactos del inventor es crucial para la mercadotecnia de la invención. Más aún Galbraith et al (Galbraith, Ehrlich, & DeNoble, 2006) hablan acerca de la importancia de las alianzas estratégicas con compañías para el éxito de la tecnología.

Åstebro (Åstebro, 2004) por su parte analizó el impacto de 36 factores en la probabilidad de qué proyectos de I+D en etapas tempranas llegarán a ser comercializados. En sus resultados identificó como los más relevantes: Las ganancias esperadas, la incertidumbre de la tecnología o los riesgos del desarrollo, la protección de la propiedad intelectual o la capacidad de apropiarse la tecnología, la función proporcionada por la tecnología, la factibilidad técnica, el tamaño de la inversión y la posible duración de la demanda.

Rahal (Rahal & Rabelo, 2006) investigaron e identificaron los determinantes y los factores decisivos que influyen o impactan el licenciamiento y la comercialización de las universidades en Estados Unidos en 2006. Su revisión bibliográfica les permitió identificar 43 determinantes que son cruciales del éxito del licenciamiento y la comercialización de tecnologías de las universidades, las cuales coinciden con los autores previamente analizados.

Degnan (Degnan, 2002) analizó los factores más importantes en la evaluación de la transferencia de tecnología. El estudio sugiere que hay 47 factores los cuales se agrupan en las siguientes categorías: Naturaleza de la invención, características del licenciatario, características de la licencia, factores económicos, estándares de la industria percibidos y habilidades de negociación. Markman et al (Markman, Phan, Balkin, & Gianiodis, 2005) describen un método de revisión de los proyectos biotecnológicos empleado por la Oficina de Transferencia de la Escuela de Medicina de la Universidad de Kansas (KSMTTO, Kansas School of Medicine Technology Transfer Office). Este método permite a la oficina de transferencia invertir más recursos sólo en tecnologías con alto potencial de comercialización. El método consiste en evaluar 31 características que KSMTTO considera como atributos ideales para el éxito comercial de una tecnología. Estas características están agrupadas en 6 secciones llamadas: (1) evaluación del inventor, (2) protección y fuerza de la propiedad intelectual (IP), (3) beneficios del producto/servicio, (4) características del mercado, (5) estrategia de comercialización, y (7) valor para el Centro Médico de la Universidad de Kansas.

Todas y cada una de las variables reportadas en la literatura analizada fueron registradas, lo que nos permitió construir una lista de 267 variables las cuales incluyen no solamente ETT, razón por la cual se realizó un procesos de reducción por afinidad con ETT, y un análisis de similitud entre variables. A continuación se exponen los resultados de estos análisis.

2.3 Métodos de evaluación de la tecnología

Para los tomadores de decisiones en empresas de base tecnológica, uno de sus retos más significativos es saber cómo tomar valoraciones apropiadas de oportunidades de negocio en etapas temprana de la tecnología. Este reto incluye tener una comprensión de la incertidumbre asociada con la nueva tecnología. De manera que esta comprensión soporte una determinación del valor que una tecnología, en específico, pudiera traer a la organización en comparación con el costo para desarrollar o adquirir esa tecnología (M. Dissel, et al., 2005).

Los métodos de valuación de la tecnología que se encuentran disponibles son bastantes. La mayoría de ellos son cuantitativos en su naturaleza y son derivados de las técnicas de valuación financiera. Las técnicas cuantitativas permiten a los tomadores de decisión estructurar sistemáticamente los flujos potenciales y su incertidumbre, tal como el uso de descuentos de flujos de efectivo (DCF, Discounted Cash Flow), árboles de decisión y las opciones reales (real

options) (Probert et al., 2011). Aunque son ampliamente aceptados cuando la tecnología tiene cierto nivel de madurez, para ETT estas aproximaciones pueden resultar matemáticamente sofisticadas pero contextualmente inocentes (Heidenberger & Stummer, 1999) debido a que se emplean supuestos de los flujos de efectivo, que en ETT son usualmente supuestos irreales debido al exceso de incertidumbre en el análisis.

En 2011, Probert (Probert, Farrukh, Dissel, & Phaal, 2011) remarcaron la importancia de complementar las técnicas cuantitativas, especialmente en etapas tempranas de la tecnología. Esto significa que las compañías que utilizan exclusivamente las herramientas financieras se desempeñan peor que aquellas que utilizan ambas herramientas financieras y no-financieras. Las técnicas no cuantitativas abarcan desde el "*gut feeling*" (intuición, presentimiento o instinto) y el juicio de los expertos, hasta técnicas que intentan estructurar el razonamiento y servir como una ayuda para la toma de decisiones en la formación de su juicio, tales como el uso del "*Scoring*" (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001) y el "*roadmap*" (M. C. Dissel, Phaal, Farrukh, & Probert, 2009).

Con el propósito de comprender mejor las implicaciones de cada técnica, a continuación se expone un resumen de los métodos y técnicas más ampliamente utilizadas.

2.3.1 Descuento de flujos de efectivo (DCF, Discounted Cash Flow)

La técnica de descuento de flujos de efectivo DCF es fácil de usar, intuitiva, ampliamente utilizada, creíble y aceptada. Sin embargo, un mal uso de la técnica puede llevarnos a tomar malas decisiones.

El DCF requiere de información detallada sin embargo en ETT la información posiblemente será muy vaga y se tendrán problemas para tomar en cuenta información que resulte difícil de cuantificar (Åstebro, 2004).

Hunt et al. (Hunt, Mitchell, Phaal, & Probert, 2004) comentan que el uso de DCF para tecnologías en etapas tempranas resulta difícil debido a los altos niveles de incertidumbre por lo que resulta poco exacta. Además la toma de decisiones durante ETT requiere de flexibilidad mientras que la técnica de DCF no lo permite, volviéndola una técnica no muy adecuada en esta etapa. Finalmente, para tecnologías en etapas tempranas se requiere que los métodos o técnicas a emplear sean capaces de manejar aspectos intangibles (Megantz, 1996). Por lo cual el DCF no resulta muy adecuado.

2.3.2 Opciones Reales (*Real Options*) y Árboles de decisión (Decision Trees)

Las Opciones Reales (*Real Options*) proveen un marco secuencial para la toma de decisiones, extendiendo las prácticas actuales de la teoría de decisión (M. Dissel, et al., 2005). Tres niveles de pensamiento de opciones reales pueden ser distinguidos (Hunt, et al., 2004). El nivel inicial es entender que algunas inversiones pueden ser comprendidas como opciones, es decir, que lo que se está pagando es el "derecho de jugar" y que no hay garantías de reembolso. Para tecnologías en etapas tempranas esta puede ser una contribución provechosa en términos de valuación de la tecnología.

El segundo nivel se enfoca en cuantificar el valor de la flexibilidad del proyecto a través de la utilización de árboles de decisión y estimar probabilidades (Faulkner, 1996). Estas aproximaciones promueven la explotación de la incertidumbre aún más que evitarla. Los árboles de decisión comúnmente no llevan la etiqueta de "opción" dado que hay algunas dificultades para estimar las probabilidades ya que los eventos en un árbol de decisión son generalmente únicos (Hunt, et al., 2004). Por ejemplo, quizá haya valor en posponer inversiones hasta que los valores del mercado se tornen más claros. Por el contrario, en el desarrollo de proyectos de ETT puede haber valor en realizar proyectos de investigación para generar la información necesaria para precisar el valor de una oportunidad.

El tercer nivel de las opciones reales se refiere a las técnicas del modelo matemático que han probado éxito en los mercados financieros (M. Dissel, et al., 2005). En el mundo financiero esto también se conoce como carteras libres de riesgo. Este enfoque elude el problema de la estimación de probabilidades y en su lugar sustituye el problema de estimar la volatilidad de los precios. El principal problema de utilizar esta técnica para tecnologías es que, a diferencia de las opciones financieras, con la tecnología no hay activos de garantía. Una manera lidiar con esto es creando modelos estocásticos más sofisticados; sin embargo la pregunta de si estos modelos son todavía válidos permanece. Como comentario final de esta sección, Hunt (Hunt, et al., 2004) apunta que la falta de entendimiento del modelo podría no determinar significativamente el valor de la técnica para usuarios no expertos.

2.3.3 Métodos de administración de portafolios de I+D

La administración de portafolios es un proceso de decisión donde una lista de nuevos productos y nuevos proyectos de I+D, es actualizada y revisada constantemente. En este proceso, los nuevos

productos o proyectos son evaluados, seleccionados y ordenados por prioridad, por lo que algunos productos quizá sean acelerados, cambiados en su prioridad y en algunos casos terminados (Cooper, et al., 2001).

La administración de portafolios de I+D provee una aproximación balanceada entre el riesgo y la recompensa. La representación visual del portafolios existente proporciona un punto de inicio para las consideraciones del impacto y del valor potencial de una ETT (M. Dissel, et al., 2005).

Los métodos de portafolios pueden usar ambas suposiciones de datos; cuantitativos y cualitativos. Financieramente orientado el análisis sufre del problema fundamental de que los datos requeridos quizá no estén disponibles o sean de dudosa calidad especialmente en las etapas tempranas. Por esta razón diversas compañías prefieren remplazarlo, o al menos complementar los modelos cualitativos con técnicas que incorporen evaluaciones cuantitativas (Cooper, et al., 2001).

Estos métodos de administración de portafolios contribuyen a la valuación de la tecnología ya que proveen varias maneras de representar a un conjunto de supuestos a través de una variedad de dimensiones. Sin embargo en el caso donde los portafolios son pequeños, los métodos de administración de portafolios son más difíciles de aplicar (M. Dissel, et al., 2005).

2.3.4 Roadmap (Mapa de ruta)

El *roadmap* es una técnica para dar estructura y validez a una lluvia de ideas basada en el futuro potencial de las tecnologías. Es típicamente usado para coleccionar y digerir información cualitativa sobre un periodo de tiempo, generalmente de varios años. Está siendo empleado en la industria para apoyar una variedad de objetivos estratégicos tecnológicos (Kappel, 2001; Kostoff & Schaller, 2001).

El *roadmap* apoya la evaluación de ETT ya que traza el futuro potencial de la tecnología contra la línea del tiempo mientras identifica a los habilitadores y barreras para la creación de valor. En consecuencia, un mejor juicio sobre el valor futuro de la tecnología puede ser extraído del *roadmap* (M. Dissel, et al., 2005).

Un ejemplo de una versión personalizada de esta técnica es el “Value Roadmapping” (VRM) desarrollado por Dissel et al (M. Dissel, et al., 2005). El VRM provee un marco para explorar, comunicar, calcular, maximizar y administrar el valor. Esta técnica es empleada para explorar y mejorar el valor de los proyectos tecnológicos en cada etapa (Hunt, et al., 2004), así como para

ayudar a la comunicación dentro del equipo del proyecto; así, los *roadmaps* pueden ser procesados para enfatizar los mensajes claves y entonces ser utilizados como una herramienta para comunicar la estrategia tecnológica al equipo gerencial. Dissel (M. Dissel, et al., 2005) considera conveniente que los proyectos seleccionados y desarrollados en el *roadmap* estén alineados a los objetivos a largo plazo que la empresa pretende alcanzar.

2.3.5 Juicio del experto e intuición (*gut feel*)

Los tomadores de decisión confían en el juicio del experto y el "*gut feel*" en un rango de situaciones en la evaluación de la tecnología. Por ejemplo, Pavia (Pavia, 1991) estudió el criterio usado para visualizar el potencial de nuevos productos en empresas de alta tecnología y encontró que la mayoría de los encuestados no uso mediciones financieras y prefirió el "*gut feel*". Por su parte, Bannister & Remenyi (Bannister & Remenyi, 2000) discutieron "los actos de fe" en términos del instinto para valorar la información de una tecnología con la intención de tomar una decisión de inversión. Ellos argumentan que, a pesar del enfoque en las metodologías de evaluación, existe muy poco entendimiento de la compleja problemática del valor y una limitación sobre qué se puede alcanzar. Ellos sugieren que "este límite llega a ser evidente cuando los tomadores de decisión recurren al *gut feel* y a otras manera no formales de tomar decisiones".

Probert (Probert, Farrukh, et al., 2011) afirmó que para la ETT, la intuición, presentimiento o instinto parece ser el método más apropiado de evaluación; sin embargo, hay preocupaciones acerca de cómo puede ser creíble y como construir un caso defendible cuando lo hacemos de este modo.

En resumen, es necesario reconocer la importancia de la experiencia en situaciones complejas, tal como en la valoración de la tecnología; sin embargo, esto no dicta necesariamente una falta de rigor.

Con base a esta información, identificamos dos elementos clave para la elaboración de la herramienta:

1. El uso de estimaciones de ingresos a través del DCF está basada en suposiciones sin mucho fundamento (y alto riesgo), por lo que esta categoría no se evaluará en ETT.
2. El uso de opciones reales y árboles de decisión son herramientas muy útiles que deben actualizarse frecuentemente; en este estudio consideramos que el tomador de decisiones debe

actualizar la evaluación de las tecnologías frecuentemente, simulando las opciones reales, y por tanto, no las emplearemos tal cual como criterios de evaluación en este estudio.

3. Los métodos de administración de portafolios de I+D es una cuestión estratégica de la organización para definir y alinear los proyectos a la estrategia; en este estudio se pretende evaluar un proyecto tecnológico y se da por hecho que el proyecto está alineado a la estrategia de la empresa.
4. El uso del roadmap como herramienta de evaluación, en cuanto a identificar el tipo de habilitadores que ayudarán a desarrollar la tecnología ha sido ampliamente recomendado, por lo que se empleará en este estudio.
5. El juicio de experto y la intuición, son características ampliamente empleadas para la toma de decisiones y este conocimiento tácito se tratará de hacerlo lo más explícito posible.

2.4 Herramientas actualmente utilizadas

Algunas herramientas para evaluación de tecnología o evaluación de proyectos tecnológicos están disponibles en el mercado y se ofrecen al usuario en formas distintas, por ejemplo, como un software, como un formato que se completa y se envía al evaluador, o como un servicio de consultoría que incluye una atención más personalizada. Por tal motivo, se investigaron algunas herramientas con el propósito de identificar las diferencias entre ellas y la propuesta de herramienta presentado por nosotros. A continuación se describe brevemente algunas de las herramientas encontradas.

2.4.1 MyAdvisorTM – TechnologyAssessment

Es un software (Solutions, 2013) que mediante criterios clave comúnmente utilizados para la toma de decisiones en innovación tecnológica ofrece al evaluador, identificar en orden de relevancia hasta ocho propuestas, basado en el resultado que cada proyecto obtuvo de sus respuestas a 10 preguntas que abarcan los criterios más relevantes.

El software puede ser utilizado para administrar desarrollo de ciclo de vida de un producto, para estandarizar el proceso de selección de proyectos, así como para la toma de decisiones en innovaciones tecnológicas, agrupados en atributos comerciales y tecnológicos.

El informe de resultados lo presenta básicamente con dos gráficos:

1. Gráfico de la evaluación de la tecnología, que muestra la posición de la tecnología con

respecto a dos ejes: la fortaleza comercial (x) y la fortaleza tecnológica (y), donde la posición con mejor probabilidad de éxito se encuentra en el gráfico lo más alejado al origen (0,0) significando una mayor fortaleza comercial y tecnológica.

2. Gráfico del perfil de la tecnología, que muestra el resultado obtenido en cada una de las 10 preguntas. Esta gráfica de barras permite identificar fortalezas y debilidades específicas pues representa cada una de las preguntas y su ponderación en particular.

2.4.2 IDEKO - “Servicios especializados de apoyo a la innovación en PYMEs”

IDEKO es un centro tecnológico especializado en tecnologías de fabricación y producción industrial integrado en la Alianza Tecnológica IK4 (IDEKO, 2013) y dentro de sus actividad está la identificación y el análisis de oportunidades, el diseño y desarrollo de productos, líneas de negocio y procesos productivos y la resolución de problemas mediante la prestación de servicios tecnológicos como consultoría técnica o servicios basados en equipamiento.

IDEKO posee un modelo completo, llamado *explotación de resultados*, el cual está bien documentado y organizado y los ha llevado a lograr sus objetivos estratégicos. Dentro del modelo se encuentran dos etapas: una de caracterización y una segunda de análisis de la idea. Es en estas etapas del modelo donde se utilizan herramientas de interés para nuestro estudio.

La herramienta de IDEKO se compone de cuatro fases principales: 1) Análisis de la idea, 2) Diseño de la protección, 3) Análisis por el método DAVALOR y finalmente, 4) Plan de explotación. Dentro del "Análisis de la idea" se encuentra cuatro categorías: Marketing, Comercial, Técnica y Encaje con la estrategia. Esta última es la que resulta diferente con respecto a las otras herramientas analizadas y que es importante mencionar que se encontraron variables similares identificadas en la revisión de la literatura; por ejemplo, la alineación de la tecnología con la estrategia de una empresa ya establecida es un elemento extremadamente importante, cuando por el contrario, en la situación de *spin-outs* pudiera resultar no tan determinante ya que la estrategia de la empresa está en procesos de definición.

2.4.3 Isis Innovation - Commercialising Academic Research

Isis Innovation Limited (Ltd, 2013) es la empresa de transferencia de tecnología propiedad de la Universidad de Oxford. Isis administra el portafolio de propiedad intelectual de la Universidad, trabaja con los investigadores de la Universidad en la identificación, protección y

comercialización de tecnologías a través de licencias, de la creación de empresas *spin-outs*, y de consultoría.

Isis utiliza un proceso, estructurado, y bien definido que les ha dado buenos resultados, por lo que se ha expandido y ha ampliado su cartera de clientes alrededor del mundo. Para el desarrollo de nuestra herramienta, Isis sirvió como una referencia con la cual se pudo contrastar las variables que ellos emplean contra las de nuestra propuesta.

Las primeras etapas del proceso de Isis y sus formatos son los que están directamente relacionados con nuestro objeto de estudio siendo: 1) el formato de Registro de Invención, y 2) los formatos IP1 e IP2 en los cuales se concentra la información con la cual se realiza la evaluación. Dentro de los formatos encontramos un enfoque muy completo en lo referente a la protección de la propiedad intelectual así como a la definición de las condiciones de patentabilidad. Por otro lado, no se aprecia el uso del *roadmap* tecnológico -ni de sus elementos- así como el uso de representaciones gráficas para los resultados de la evaluación de cada formato. La evaluación de las tecnologías se lleva a cabo por expertos en las áreas tecnológicas de la invención, empleando una dosis importante de *gut feeling*.

2.4.4 Cambridge Enterprise

Cambridge Enterprise es la empresa de transferencia de tecnología propiedad de la Universidad de Cambridge. Cambridge Enterprise otorga derechos de propiedad intelectual a las organizaciones en el Reino Unido y en el extranjero para apoyar a los miembros de la Universidad en la comercialización de su tecnología. Similar a la oficina de transferencia de Oxford, Cambridge Enterprise tiene un proceso de comercialización de la tecnología estructurado y bien definido.

En el proceso de Cambridge, la oficina recibe la notificación de la invención donde cada solicitud es asignada a un experto en el área con quién el inventor o el líder del proyecto realizará reuniones para llevar a cabo la evaluación de la tecnología y de su posibilidad de explotación. Como se puede observar, este proceso tiene los beneficios de la asesoría personalizada y de una comunicación directa. Sin embargo, implica aumentar el número de personal requerido -al ser expertos- así como los costos de operación.

Finalmente, en esta sección identificamos que cada herramienta posee fortalezas y debilidades, y por esta razón buscamos identificar qué fortalezas podemos incluir en nuestro modelo y qué

debilidades debemos evitar con la finalidad de presentar una herramienta completa, práctica y sencilla.

3. Metodología

Para construir la herramienta se diseñó, planeó y ejecutó el siguiente proceso (ver la Figura 2 Proceso para construir la herramienta) el cual inicia con la revisión de la literatura con el propósito de identificar las variables clave o los determinantes del éxito comercial así como los métodos de valuación de la tecnología y las herramientas actualmente disponibles para realizar la evaluación en ETT.

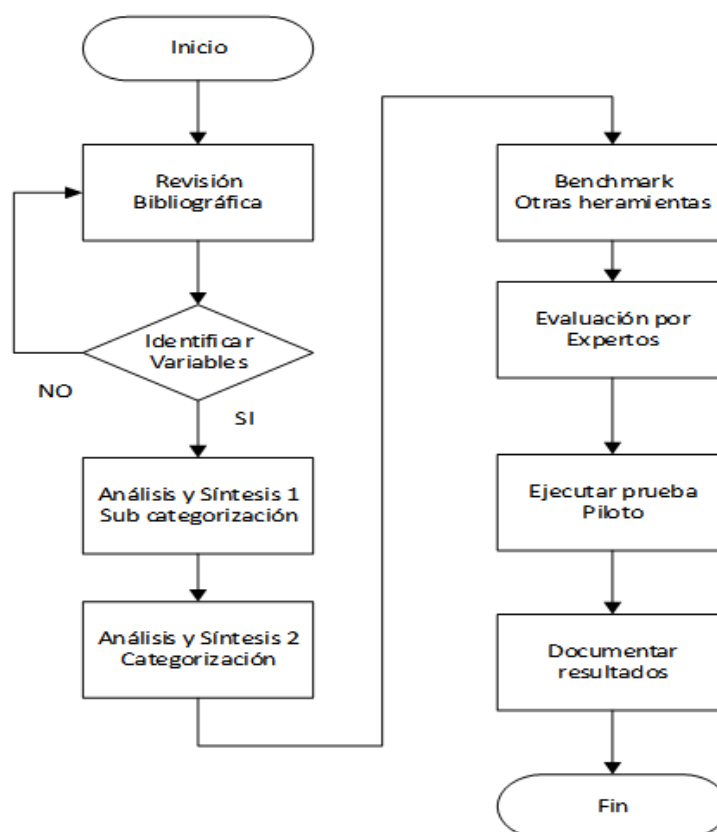


Figura 2 Proceso para construir la herramienta

Se buscó en las bases de información disponibles, artículos y publicaciones relacionadas con el tema de investigación. La Tabla 1 muestra un resumen de los autores y el número de referencia para encontrarlo en la bibliografía. De estos autores se obtuvieron la mayoría de las variables que determinan el éxito comercial de una tecnología, en etapa temprana.

Tabla 1. Autores y publicaciones de las cuales se extrajeron las variables

Autor(es)	Año	Referencia
Åstebro, T.	2004	"Key success factors for technological entrepreneurs' R&D projects," IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 51, pp. 314-321, // 2004.
Degnan, S.	2002	"The Use of Conjoint Analysis to Establish the Most Important Evaluation Factors in Technology Transfer and Patent Licensing Negotiations," Golden Gate University, San Francisco CA, 2002
Díaz De León, E., & Guild, P. D.	2003	"Using repertory grid to identify intangibles in business plans," Venture Capital, vol. 5, pp. 135-160, 2003.
Dissel, M., Farrukh, C., Probert, D., & Phaal, R.	2005	"Evaluating early stage technology valuation methods; What is available and what really matters," 2005, pp. 302-306.
Galbraith, C. Ehrlich, S. & De Noble A.	2006	"Predicting Technology Success: Identifying Key Predictors and Assessing Expert Evaluation for Advanced Technologies " Journal of Technology Transfer, vol. 31, 2006.
Hallam, C. R. A., Leffel, A., & Chinae, I.	2011	"Early phase technology management valuation practices by university licensing offices in the United States: Empirical data from a survey of the top 100 organizations," in PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings, 2011
Heidenberger, K., & Stummer, C.	1999	"Research and development project selection and resource allocation: a review of quantitative modelling approaches " International Journal of Management Reviews, vol. 1, pp. 197-224, 1999.
Hoye K. & Pries, F.	2009	"Repeat commercializers,' the 'habitual entrepreneurs' of university-industry technology transfer," Technovation, vol. 29, pp. 682-689, 2009.
Kang, J., Gwon, S. H., Hong, S., Kim, Y., & Cho, K.	2011	"Determinants of the technology commercialization of the government-sponsored firms: Empirical evidence from Korean manufacturing," in PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings, 2011.
Macmillan, I. G., Rita.	2002	"Crafting R&D project portfolios," Technology Management, pp. 48-59, 2002.
Markman, G. Phan, P. Balkin, D. & Gianiodis P.	2005	"Entrepreneurship and university-based technology transfer," Journal of Business Venturing, vol. 20, pp. 241-263, 2005.
Martinsuo, M., & Poskela, J.	2011	"Use of evaluation criteria and innovation performance in the front end of innovation," Journal of Product Innovation Management, vol. 28, pp. 896-914, // 2011.
Probert, D., Dissel, M., Farrukh, C., Mortara, L., Thorn, V., & Phaal, R.	2011	"Understanding and communicating the value of technology: A process perspective," 2011.
Probert, D., Farrukh, C., Dissel, M., & Phaal, R.	2011	"Towards a process framework for assessing the potential value of technologies," 2011.
Rahal, A. D., & Rabelo, L. C.	2006	"Assessment framework for the evaluation and prioritization of university inventions for licensing and commercialization," EMJ - Engineering Management Journal, vol. 18, pp. 28-36, 2006.
Spath, D., Ardilio, A., & Laib, S.	2009	"The potential of emerging technologies: Strategy-planning for technology-providers throughout an application-radar," in Management of Engineering & Technology, 2009. PICMET 2009. Portland International Conference on, 2009, pp. 462-477.
Štrukelj [31], P., & Dolinšek, S.	2011	"3-level modeling of organization's technological capability," 2011.
Sumi, T.	2008	"Intangible asset value evaluation and MOT," in PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings, 2008, pp. 17-23.
Thursby, J. Jensen, R. &	2001	"Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S.

Thursby, M.

Universities " Journal of Technology Transfer, vol. 26, 2001.

Se construyó una hoja de registro para cada artículo revisado que incluye: el título del artículo, el autor y las variables que identifica. La Tabla 2, muestra un ejemplo del artículo “Early Phase Technology Management Valuation Practices by University Licensing Offices in the United States: Empirical Data from a Survey of the Top 100 Organizations” de los autores Cory R. A. Hallam, Anita Leffel, e Ismael Chinaea.

Tabla 2. Registro de artículo y variables que identifica.

Variables identificadas
Commercial relationship of the parties: Licensor's lost profits.
Licensor's profits and maintenance costs.
Licensee's risk adjusted NPV and ROI. (Time and costs required commercializing. Probability and degree of success.)
Payment terms (upfront or running). (Guarantees, minimums, etc.)
Anticipated commercial success (Market/Sales potential, Licensee's anticipated profits, Conveyed sales and profits)
The perceived customer value of the new product
The improvement the new technology brings to current capabilities
The usefulness of the new technology over time
The roadmap for investing in the technology
The application of the technology to a range of products
The synergy between the new technology and existing capabilities, and the contribution of the new technology to building new strategic capabilities
The type of technology
Its stage of development
The size of the potential market
The profit margin for the anticipated product
The amount of perceived risk
The strength of the patents
The projected cost of bringing a product to market.

Como resultado de este ejercicio se identificaron 267 variables, sin embargo algunas de ellas solo difieren en la forma y no en el fondo, en otras palabras, se encuentran repetidas en forma de sinónimos. Ante esta situación, se decidió agrupar la mayor cantidad de variables afines con el propósito de simplificar la información. Para completar esta tarea, se agregó una columna extra a la hoja de registro llamada Subcategoría. De esta manera, en un primer ejercicio se agruparon las variables en 23 categorías mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3. Subcategorías identificadas en el primer ejercicio

Subcategoría	Subcategoría
Habilidades y credenciales del equipo	Beneficios de la tecnología
Rentabilidad	Demanda de mercado
Cultura de la empresa	Riesgos financieros
Roadmap	Novedad de la tecnología
Costo de inversión	Factibilidad tecnológica
Identificación del segmento de cliente y mercado potencial	Encaje entre tecnología y problema
Estrategia de comercialización de la tecnología	Manufactura de la tecnología
Protección de la propiedad intelectual	Alineación
Propuesta de valor	Estrategia de explotación de la PI
Riesgos de la tecnología	Estado de desarrollo
Benchmarking	Tipo de tecnología
Políticas institucionales	

Después del primer ejercicio de agrupar en subcategorías, se decidió cerrar más el filtro cuidando evitar a aquellas variables que - en función del alcance y limitantes del estudio -resultan complicadas de evaluar, razón por la cual subcategorías como *cultura de la empresa* y *políticas institucionales* no serían consideradas por el momento en nuestra herramienta ya que la manera de evaluar estas variables queda fuera de los alcances de nuestro estudio.

Otra subcategoría que se decidió no incluir en la herramienta fue: *habilidades y credenciales del equipo* debido a que su forma de evaluación requeriría diseñar otra estrategia de evaluación y muy probablemente se necesitaría agregar otra etapa; por ejemplo una etapa de entrevistas con el

equipo que propone el proyecto, lo que ampliaría el tema de estudio a otro tipo de técnicas como *evaluación de perfiles y personalidades*, lo que resulta fuera del alcance de esta investigación.

Las subcategorías que se presentan en la Tabla 3 fueron otra vez categorizadas en 5 grupos. Las categorías son:

- **Tecnología:** describe qué es el proyecto, cómo funciona y cuáles son sus ventajas.
- **Perspectiva de inversión:** se refiere a la estimación tanto de la inversión como de la demanda.
- **Propiedad intelectual:** describe quién es el dueño de la invención e identifica situaciones que deberán atenderse más adelante en el proceso de patentabilidad.
- **Mercado:** busca identificar si la invención responde a una necesidad del mercado, la alineación con las tendencias de la industria e identifica si existen compañías interesadas en el proyecto.
- **Roadmap:** establecer un plan de recursos basado en una línea de tiempo con el propósito de desarrollar el proyecto y alcanzar las metas.

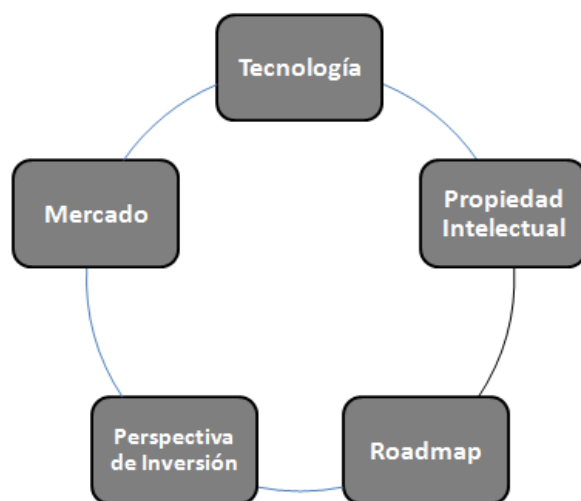


Figura 3. Las cinco categorías de la herramienta

A continuación se presentan en la Tabla 4 las preguntas que se generaron en cada categoría, y que puede incluir una o más variables para su evaluación.

Tabla 4. Preguntas para las cinco subcategorías de la herramienta de evaluación.

Categoría	No.	Pregunta
Tecnología	1	Describir el proyecto
	2	Describir la aplicación industrial
	3	Describir la propuesta de valor, es decir, las ventajas de su proyecto contra los productos o servicios ofrecidos actualmente. (Ej. precio, tiempo de entrega, impacto ambiental, otras)
	4	Enunciar la novedad* y la no obviedad** *Una invención es nueva si sus elementos esenciales no se encuentran en el "estado de la técnica". En otras palabras, la invención no debe haber sido divulgada previamente a terceras personas. **Para cumplir con el requisito de no evidencia, la invención no debe resultar evidente para una persona con conocimientos normales en el campo científico/técnico de la invención, o sea, un experto en la materia.
	5	Argumentar por qué es factible que funcione el proyecto desde el punto de vista técnico.
	6	¿Cuál es la etapa del desarrollo del proyecto? Por favor describa la etapa (Concepto, maqueta, prototipo, experimental, funcional o previo a la comercialización)
	7	Por favor exponga los resultados alcanzados hasta el momento.

Categoría	No.	Pregunta
Roadmap Mapa de ruta de la tecnología	8	Liste en el tiempo, apoyado de la siguiente tabla*, los materiales necesarios con el objetivo de desarrollar su proyecto.
	9	Liste en el tiempo, apoyado de la siguiente tabla*, las habilidades necesarias con el objetivo de desarrollar la tecnología
	10	Liste en el tiempo, apoyado de la siguiente tabla*, la infraestructura necesaria con el objetivo de desarrollar la tecnología
	11	Liste en el tiempo, apoyado de la siguiente tabla*, los equipos e instrumentos necesarios con el objetivo de desarrollar la tecnología
	12	Liste en el tiempo, los objetivos que se deben alcanzar en la siguiente tabla*.
	13	¿Quién pudiera estar interesado en ser su patrocinador?
	14	¿Tiene acceso a alguna red de expertos a través de algún convenio con alguna otra universidad o centro de I+D?

Categoría	No.	Pregunta
Propiedad Intelectual	15	¿Se ha puesto el proyecto en práctica? En caso afirmativo, ¿cuándo fue?
	16	¿Cuándo inicio la idea del proyecto, ¿usted trabajaba en el ITESM o en otra empresa?
	17	¿Se han utilizado recursos de otras empresas? Por ejemplo, materiales, laboratorios u otro tipo de apoyo.
	18	¿Cuál es tu nivel de autoría en el proyecto?
	19	¿Ha realizado una revisión bibliográfica a fin de identificar aquella(s) relevantes para su proyecto? ¿Qué ha encontrado? ¿Son los resultados alentadores para continuar el desarrollo de la tecnología?
	20	¿Ha realizado búsqueda de patentes a fin de identificar aquella(s) relevantes para su proyecto? ¿Cuáles son esas patentes?
	21	¿Usted o alguien de su equipo ha publicado acerca del proyecto? Por ejemplo, en tesis, revistas, congresos, etc.
	22	¿Tiene planes de publicar este trabajo?

Categoría	No.	Pregunta
Mercado	23	¿Quién es su cliente y cuál es su mercado potencial? Descríbalos.
	24	¿Conoce quiénes son sus competidores?
	25	¿Ha identificado posible aliados?, ¿Quiénes serían?, ¿Sabe de alguna compañía interesada en su proyecto? Si es posible proporcione la información del contacto.
	26	¿Estaría de acuerdo en modificar, hasta cierto grado, su proyecto para involucrar a sus competidores o clientes potenciales? Esto con el fin de aumentar la participación de mercado.
	27	¿Cuál es la diferencia entre su producto/servicio y la oferta actual de competencia?
	28	¿Su tecnología responde a una necesidad de mercado? Explique cuál es la oportunidad que está satisfaciendo en el mercado.
	29	¿Está deseoso el mercado de su tecnología? ¿Sabe cuánto podría durar la demanda?

Categoría	No.	Pregunta
Perspectiva de inversión	30	¿Conoce cuáles son los costos para desarrollar su proyecto a la siguiente etapa?
	31	¿Cuenta con el recurso económico para llevar a la siguiente etapa de desarrollo a su proyecto? ¿Cuál sería la fuente de estos recursos?

32	¿Cuáles son las incertidumbres económicas del proyecto para pasar a la siguiente etapa (por ejemplo, falta de fondos, cambios en la demanda, tipo y cantidad de materia prima...)?
----	--

Una vez identificadas las cinco categorías se generaron las preguntas necesarias para cubrir las variables relevantes del éxito comercial para las ETT. Estas preguntas son resultado de las compilaciones de las variables iniciales, y de las herramientas analizadas, y que tiene una escala con la cual se puede medir y por tanto, evaluar. Con esto se generó la primera propuesta de la herramienta, la cual fue enviada a un grupo de 11 expertos con la intención de recibir crítica y retroalimentación. Como respuesta, se fusionaron dos preguntas, se arreglaron detalles de redacción y se agregaron dos preguntas más.

Por otro lado, una de las preguntas de la investigación busca responder cuáles de las variables tienen mayor importancia por lo que se propuso responder a la pregunta mediante comparaciones pareadas solamente entre las cinco categorías con lo cual se pudo identificar la categoría de Mercado como la más significativa con un 33.8% seguida por la Tecnología (18.8%), el *roadmap* (18.4%), la Propiedad Intelectual (15.4%) y finalmente la Perspectiva de Inversión con 13.6% (ver Figura 5). Estos números se obtuvieron como resultado del ejercicio realizado a once expertos quienes, basados en su experiencia, compararon cada una de las categorías contra las cuatro restantes en una escala de 1 al 9 y cuyos resultados en conjunto se procesaron a través del software *expertchoice*® (Choice, 2012) que utiliza un algoritmo de análisis jerárquico el cual es un método de descomposición de una situación compleja y sin estructura, en sus partes o variables, en un orden jerárquico; asignando valores numéricos a juicios subjetivos para determinar qué variables tienen la mayor prioridad y por lo tanto, actuar en consecuencia para influir en el resultado de la situación.

Lo que se les pedía responder a cada experto, según su experiencia, fue cómo consideran por ejemplo: al criterio tecnología versus el criterio mercado utilizando las siguientes opciones:

Comparación en Prosa		Comparación numérica
o Extremadamente importante:	Tecnología	9
o Muy importante		7
o Importante		5
o Moderadamente		3
o Igualmente importante		1
o Moderadamente		3
o Importante		5
o Muy importante		7
o Extremadamente importante:	Mercado	9

Para ponerlo en prosa, la primera opción diría, entre el criterio tecnología y el criterio mercado, considero que: La categoría *tecnología* es extremadamente muy importante, o muy importante, o moderadamente importante o igualmente importante que la categoría *Mercado* en ETT o viceversa. La comparación en prosa se traduce a una comparación numérica para calcular después la importancia relativa de todas las categorías. El instrumento empleado para hacer las comparaciones se presenta en el Anexo 1.

La Figura 4 Matriz de comparación pareada, muestra las comparaciones que contestaron los expertos con el propósito de identificar cuáles de las categorías tienen mayor importancia. Los números en negro significan que el renglón tiene más importancia y el número en rojo significa que la columna tiene más importancia.

	Perspectiva de Inversión	Propiedad Intelectual	Mercado	Roadmap
Tecnología	4.6	1.4	2.5	3.2
Perspectiva de Inversión		3.2	3.0	1.8
Propiedad Intelectual			2.8	3.0
Mercado				3.0
Roadmap				

Figura 4 Matriz de comparación pareada.

En la Figura 4 se muestra que, por ejemplo, al comparar la variable “mercado” siempre es más importante que las demás. El resultado ponderado de las repuestas de los expertos lo muestra la Figura 5, donde la suma de las categorías debe ser 1.00.

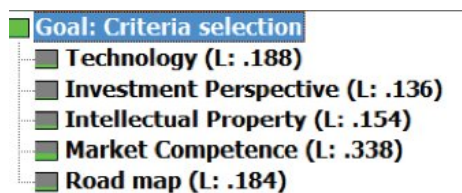


Figura 5 Resultados del AHP

Con esta información, se construyó la herramienta y se justificó el peso de cada categoría para realizar la evaluación. La herramienta cuenta con 32 preguntas, agrupadas en 5 categorías las cuales deben ser contestadas por quién desee evaluar las posibilidades de éxito de un proyecto tecnológico en ETT.

4. Discusión

La elaboración de la herramienta de evaluación depende grandemente de la identificación de las variables relevantes, las cuales fueron 267 que fueron analizadas y re-agrupadas para su posterior evaluación a la pertinencia de la etapa temprana de la tecnología. En este estudio las 267 variables identificadas se agruparon en cinco categorías de criterios que se recomiendan evaluar, tanto los encontrados en la literatura como los que se identificaron de las herramientas que existen actualmente -Tecnología, Perspectiva de Inversión, Propiedad Intelectual, Mercado y *Roadmap*. El primer objetivo de la investigación fue el de identificar cuáles variables debían ser evaluadas y éstas se presentan en los cinco grupos sugeridos, haciendo un análisis comprehensivo de la tecnología.

El segundo objetivo propuesto fue el de evaluar cuáles de las variables tienen mayor importancia. Este objetivo se alcanzó con el ejercicio de comparación pareada, y cuyos resultados indican que la categoría de Mercado es la variable más relevante con un valor del 38.8%. Esto significa que la orientación de los proyectos tecnológicos claramente direccionada a responder una necesidad o una demanda plenamente identificada es el primer paso para aumentar la probabilidad del éxito comercial. Esto tiene relación con el eje *x* (fortaleza de la comercialización) que utiliza la herramienta MyAdvisor para evaluar un portafolio de proyectos dando a esta variable una notable importancia. Por su parte Paul Ahlstrom y Nathan Furr (A Furr & A Ahlstrom, 2011) afirman también que la identificación correcta del cliente y la solución a su demanda es la clave para alcanzar el éxito en la innovación. Por lo tanto, los resultados de este estudio son consistentes con

otros ya mencionados. La segunda y tercera categoría más relevante fueron: la Tecnología con 0.188 y el *roadmap* 0.184, esto permite observar que entre estas dos categorías hay poca diferencia 0.004. Podemos decir que la idea de una tecnología y la planeación para hacerla realidad son casi igualmente de importantes. En cuarta posición la Propiedad Intelectual con 0.154 demuestra menor importancia que el *roadmap* sin embargo la protección de la tecnología es un aspecto muy importante para poderla comercializar en un futuro. La última posición, la Perspectiva de Inversión con 0.136 deja ver que en la búsqueda de la innovación, no siempre los recursos económicos del proponente serán el factor más importante sino será el mercado quien decidirá a quién favorecerá con su preferencia en la forma en que se solucionan sus problemas.

Más descubrimientos importantes se esperan obtener de las pruebas pilotos programadas próximamente, donde la retroalimentación de los inventores y de los evaluadores nos permitan ajustar la herramienta para llevarla al nivel de satisfacer las necesidades de evaluación planteadas al inicio.

Dentro de las limitaciones, es importante mencionar que la evaluación de los proyectos se está realizando en dentro del contexto de México ya que la comparación pareada se realizó solo con expertos mexicanos, lo que pudiera cambiar si se involucraran expertos de otras nacionalidades. Sin embargo, como se mencionó, hay consistencia con otros autores (A Furr & A Ahls-trom, 2011; Kang, et al., 2011; Solutions, 2013; WIPO_World Intellectual Property, 2011). Otra limitante fue que el estudio se enfocó a la “etapa temprana” así como a construir una herramienta sencilla y que no fuese “cansada” al proporcionar la información por lo que se eliminaron algunas variables que tenían que ver mayormente con otras etapas más avanzadas por ejemplo la variable de la “alineación a la estrategia”. A demás, la variable de “aspectos intangibles relacionados con el equipo” tampoco se incluyó en la herramienta por considerar que su evaluación requiere utilizar otras técnicas como; entrevistas, presentaciones u algunas otras técnicas que escapan del alcance de la investigación. Por lo cual, se consideran como una de las recomendaciones para futuras investigaciones.

5. Conclusiones

Basados en este estudio y la bibliografía revisada, se puede exponer que las herramientas para evaluar la comercialización de proyectos en ETT deben considerar elementos como:

- Variables clave del éxito
- La experiencia de los expertos
- La orientación al Mercado

Con respecto a las variables o los determinantes del éxito comercial, la revisión bibliográfica nos permitió identificar una gran cantidad de estudios. No obstante la cantidad de variables dependen de cada autor y de su propuesta. En el presente trabajo se presenta un modelo que agrupa en cinco categorías las variables más importantes para las ETT.

Este estudio ha encontrado que tanto la literatura como las herramientas que se revisaron, tienen mucha similitud entre sí y la mayoría de variables están incluidas las categorías propuestas por nuestra herramienta para evaluar proyectos tecnológicos en la etapa temprana de la innovación. La diferencia entre nuestra propuesta y las preguntas de otras herramientas está en la forma de preguntar, el enfoque, “la forma”, pero no tanto en el fondo. Por otro lado, sí hay cambios en la forma de presentar los resultados, pues ninguno emplea el *roadmap* para evaluar a pesar de que se ha comprobado que ayuda tanto al inventor como al evaluador a integrar información sobre el desarrollo y lógica para desarrollar el proyecto.

La comparación pareada de los pesos relativos para la evaluación deja entre ver que la *inversión* en etapa temprana es el criterio menos importante, es decir, que la relación entre la inversión necesaria y la probabilidad de éxito es una relación débil; por el otro lado, la relación entre la categoría del mercado y la probabilidad de éxito es una relación fuerte. En el mismo contexto, se identificó que en segundo grado, tanto la tecnología como su mapa de ruta, tienen la misma fuerza de relación con la probabilidad de éxito.

En relación a cómo utilizar esta herramienta, se ha sugerido su uso a las Oficinas de Transferencia de Tecnología o de Conocimiento, y de igual forma a la empresa privada y a los Institutos de Enseñanza Superior que están generando conocimiento y que, dentro de sus actividades, están la de generar y desarrollar tecnologías; para hacer un mejor uso de los recursos se emplea esta herramienta para que las tecnologías seleccionadas sean las que mayor probabilidad de éxito comercial puedan tener. El uso de la herramienta se realiza en conjunto tanto el evaluador como el proponente para que, en caso de tener alguna deficiencia la propuesta tecnológica, se pueda trabajar sobre ella y la tecnología pueda ser posteriormente re-evaluada.

Como método para evaluar la eficacia de la herramienta, se ha programado realizar una

evaluación “retrospectiva” de proyectos que hace 5 años empezaron y revisar su éxito para analizar la efectividad de la herramienta.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo brindado del Legado para el Desarrollo Regional del ITESM. Al Centro de Calidad y Manufactura, y al Centro de Innovación en Diseño y Tecnología CIDYT, ambos del ITESM y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por sus programas de apoyo a posgrados, así como a los revisores de la revista que han retroalimentado este trabajo con sus valiosas sugerencias antes de su publicación.

Referencias

- A Furr, N. R., & A Ahlstrom, P. B. (2011). *Nail it Then Scale it: The Entrepreneur's Guide to Creating and Managing Breaththrough Innovation*: NISI Institute.
- Bannister, F., & Remenyi, D. (2000). Acts of faith: instinct, value and IT investment decisions *Journal of Information Technology*, 15, 231-241.
- Choice, E. (2012). expertchoice® for Collaborative Decision Making. Retrieved 10/03/2013, from <http://expertchoice.com/>
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). Portfolio management for new product development: Results of an industry practices study. *R and D Management*, 31(4), 361-380.
- Degnan, S. A. (2002). *The Use of Conjoint Analysis to Establish the Most Important Evaluation Factors in Technology Transfer and Patent Licensing Negotiations*. Golden Gate University, San Francisco CA.
- Dissel, M., Farrukh, C., Probert, D., & Phaal, R. (2005). *Evaluating early stage technology valuation methods; What is available and what really matters*.
- Dissel, M. C., Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2009). Value roadmapping. *Research Technology Management*, 52(6), 45-53.
- Faulkner, T. W. (1996). Applying 'options thinking' to R&D valuation. *Research- Technology Management*, 39, 50-56.
- Galbraith, C., Ehrlich, S., & DeNoble, A. (2006). Predicting Technology Success: Identifying Key Predictors and Assessing Expert Evaluation for Advanced Technologies *Journal of Technology Transfer*, 31.

- Heidenberger, K., & Stummer, C. (1999). Research and development project selection and resource allocation: a review of quantitative modelling approaches *International Journal of Management Reviews*, 1, 197-224.
- Hunt, F., Mitchell, R., Phaal, R., & Probert, D. (2004). Early valuation of technology: real options, hybrid models and beyond *Journal of the Society of Instrument and Control Engineers in Japan* 43(10), 730-735.
- IDEKO. (2013). IK4 IDEKO Research Alliance. Retrieved 10/03/2013, from <http://www.ideko.es/>
- Kang, J., Gwon, S. H., Hong, S., Kim, Y., & Cho, K. (2011). *Determinants of the technology commercialization of the government-sponsored firms: Empirical evidence from Korean manufacturing*. Paper presented at the PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology, Proceedings.
- Kappel, T. A. (2001). Perspectives on roadmaps: How organizations talk about the future. *Journal of Product Innovation Management*, 18(1), 39-50.
- Kostoff, R. N., & Schaller, R. R. (2001). Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132-143.
- Ltd, I. I. (2013). Isis Innovation. Retrieved 10/03/2013, from <http://www.isis-innovation.com/>
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20(2), 241-263.
- Megantz, R. (1996). *How to license technology*. Chichester, England: John Wiley and Sons
- Pavia, T. M. (1991). The early stages of new product development in entrepreneurial high-tech firms *Journal of Product Innovation Management* 8, 19-31.
- Probert, D., Dissel, M., Farrukh, C., Mortara, L., Thorn, V., & Phaal, R. (2011). *Understanding and communicating the value of technology: A process perspective*.
- Probert, D., Farrukh, C., Dissel, M., & Phaal, R. (2011). *Towards a process framework for assessing the potential value of technologies*.
- Rahal, A. D., & Rabelo, L. C. (2006). Assessment framework for the evaluation and prioritization of university inventions for licensing and commercialization. *EMJ - Engineering Management Journal*, 18(4), 28-36.
- Razgaitis, R. (1999). *Early-Stage Technologies: Valuation and Pricing*: John Wiley & Sons.
- Solutions, P. E. (2013). MyAdvisor™ - Technology Assessment. Retrieved 10/03/2013, from <http://progrid.info/software/myadvisor%E2%84%A2-technology-assessment>

Thursby, J., Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities *Journal of Technology Transfer*, 26.

WIPO_World Intellectual Property. (2011). Valuation of Early Stage Technologies: How to Reach a Starting “Price” for Negotiating a TT Agreement. Noordwijk, Holanda.

Åstebro, T. (2004). Key success factors for technological entrepreneurs' R&D projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(3), 314-321.

Štrukelj, P., & Dolinšek, S. (2011). *3-level modeling of organization's technological capability*.

Anexo 1

This survey is to compare the relative importance between criteria within ETS projects

At different stages of the technology development funnel, the process has different characteristics and needs different criteria; one of them, is the Early Stage Technologies (EST); however there are different definitions: For example, Razgaitis R. said EST means potential new business opportunities that are at an early or mature state of R&D and not yet to the point of having been productized and introduced commercially. Otherwise, Dissel M et al, define that an early stage technology can be determined by assessing the technical and market uncertainty of a specific technology. If these are high then the technology is in an early stage.

Compare the relative importance between criteria (Choose one option):

1 Technology VS Investment Perspective.

Technology. In this category (criterion), we describe the technology behind the invention in a manner that allows us to understand what it is, how it works, what are the advantages, etc

Investment Perspective. In this criterion, we describe the initial investment estimated also to mention and if you have economic support as well as the estimated demand.

Question 1

- ☒ Extreme Importance: Technology
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Technology & Investment Perspective
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Investment Perspective

2 Technology VS Intellectual Property

Technology. In this category (criterion), we describe the technology behind the invention in a manner that allows us to understand what it is, how it works, what are the advantages, etc

Intellectual Property. This section helps to clarify the ownership of the invention, and to identify issues which will need to be addressed downstream; to provide important record of the date of the invention, details of persons involved, reasons of the research (publish or patent which can become important in future patent process).

Question 2

- ☒ Extreme Importance: Technology
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Technology & Intellectual Property
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Intellectual Property

3 Technology VS Markert Competence

Technology. In this category (criterion), we describe the technology behind the invention in a manner that allows us to understand what it is, how it works, what are the advantages, etc

Market Competence. This section identifies if the invention responds market needs, the alignment with industry trends, and the awareness of companies who may have interest in the invention.

Question 3

- ☐ Extreme Importance: Technology
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Technology & Market Competence
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☒ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Market Competence

4 Technology VS Roadmap

Technology. In this category (criterion), we describe the technology behind the invention in a manner that allows us to understand what it is, how it works, what are the advantages, etc

Roadmap. In this section we ask about the plan based on a timeline in order to develop the invention. It means personnel skills, equipment, the facilities, the materials, etc.

Question 4

- ☐ Extreme Importance: Technology
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Technology & Roadmap
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☒ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Roadmap

5 Investment Perspective VS Intellectual Property

Investment Perspective. In this criterion, we describe the initial investment estimated also to mention and if you have economic support as well as the estimated demand.

Intellectual Property. This section helps to clarify the ownership of the invention, and to identify issues which will need to be addressed downstream; to provide important record of the date of the invention, details of persons involved, reasons of the research (publish or patent which can become important in future patent process).

Question 5

- ☐ Extreme Importance: Investment Perspective
- ☒ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Investment Perspective & Intellectual Property
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Intellectual Property

6 Investment Perspective VS Market Competence

Investment Perspective. In this criterion, we describe the initial investment estimated also to mention and if you have economic support as well as the estimated demand.

Market Competence. This section identifies if the invention responds market needs, the alignment with industry trends, and the awareness of companies who may have interest in the invention.

Question 6

- ☐ Extreme Importance: Investment Perspective
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Investment Perspective & Market Competence
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☒ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Market Competence

Selección del portafolio de proyectos tecnológicos en la etapa temprana de la innovación. Desarrollo de una herramienta de evaluación

7 Investment Perspective VS Roadmap

Investment Perspective. In this criterion, we describe the initial investment estimated also to mention and if you have economic support as well as the estimated demand.

Roadmap. In this section we ask about the plan based on a timeline in order to develop the invention. It means personnel skills, equipment, the facilities, the materials, etc.

Question 7

- ☐ Extreme Importance: Investment Perspective
- ☒ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Investment Perspective & Roadmap
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Roadmap

8 Intellectual Property VS Market Competence

Intellectual Property. This section helps to clarify the ownership of the invention, and to identify issues which will need to be addressed downstream; to provide important record of the date of the invention, details of persons involved, reasons of the research (publish or patent which can become important in future patent process).

Market Competence. This section identifies if the invention responds market needs, the alignment with industry trends, and the awareness of companies who may have interest in the invention.

Question 8

- ☐ Extreme Importance: Intellectual Property
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Intellectual Property & Market Competence
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☒ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Market Competence

9 Intellectual Property VS Roadmap

Intellectual Property. This section helps to clarify the ownership of the invention, and to identify issues which will need to be addressed downstream; to provide important record of the date of the invention, details of persons involved, reasons of the research (publish or patent which can become important in future patent process).

Roadmap. In this section we ask about the plan based on a timeline in order to develop the invention. It means personnel skills, equipment, the facilities, the materials, etc.

Question 9

- ☐ Extreme Importance: Intellectual Property
- ☐ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Intellectual Property & Roadmap
- ☐ Moderate
- ☒ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Roadmap

10 Market Competence VS Roadmap

Market Competence. This section identifies if the invention responds market needs, the alignment with industry trends, and the awareness of companies who may have interest in the invention.

Roadmap. In this section we ask about the plan based on a timeline in order to develop the invention. It means personnel skills, equipment, the facilities, the materials, etc.

Question 10

- ☐ Extreme Importance: Market Competence
- ☒ Very Strong
- ☐ Strong
- ☐ Moderate
- ☐ Equal: Market Competence & Roadmap
- ☐ Moderate
- ☐ Strong
- ☐ Very Strong
- ☐ Extreme Importance: Roadmap