

**SIMULACIÓN Y ÁRBOLES DE DECISIÓN EN EL PROCESO DE VALORACIÓN
TECNOLÓGICA**

DAVID EDUARDO JOYA CÁRDENAS

LILIANA MARCELA PALACIO RODRÍGUEZ

WILMER EDUARDO SIERRA MESA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2012

**SIMULACIÓN Y ÁRBOLES DE DECISIÓN EN EL PROCESO DE VALORACIÓN
TECNOLÓGICA**

DAVID EDUARDO JOYA CÁRDENAS

LILIANA MARCELA PALACIO RODRÍGUEZ

WILMER EDUARDO SIERRA MESA

Proyecto de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

NESTOR RAÚL ORTÍZ PIMIENTO

Codirector

JUAN BENJAMÍN DUARTE DUARTE

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAÑICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2012

Dedicatoria

A mi Dios que todo me lo ha dado, a mis padres por su apoyo incondicional y a mi "pipipio", porque juntos son la fuente de mi felicidad.

David Eduardo Joya Cárdenas

Dedicatoria

A mis padres Rosalba y Gilberto, quienes con su amor, consejos, dedicación y esfuerzo me han dado todo para lograr mis metas, este triunfo, más que mío es de ustedes, son el motor de mi vida.

A mis hermanos Angela y Beto, quienes siempre me acompañaron y apoyaron en este proceso.

A mis amigos por sus consejos, apoyo y la felicidad que me dan, siempre tendrán un lugar muy especial en mi vida.

Liliana Marcela Palacio Rodríguez.

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo incondicional en los buenos y malos momentos pues lo han dado absolutamente todo por sus hijos, gracias por enseñarme la palabra.

A Diana María, Edwin Ramiro, Leydi Karina, más que mis hermanos son mis amigos de quienes siempre he recibido consejos sinceros y apoyo.

A mi hermosa Julieta María con la que he aprendido el valor de la vida, de la sinceridad y las verdaderas dimensiones del amor, tu sonrisa es mi impulso Juli.

A mis amigos, de quienes nunca he dudado un solo segundo y siempre de una manera u otra han estado acompañándome, y a todas las personas que han aportado en la construcción de mi proyecto de vida. Gracias.

Wilmer Eduardo Sierra Mesa

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirnos culminar esta importante etapa de nuestra vida.

A la **Universidad Industrial de Santander** por brindarnos las herramientas necesarias en nuestra formación profesional.

A nuestro Director **Néstor Raúl** y co-Director **Juan Benjamín**, por su tiempo, dedicación y excelente orientación.

A nuestros **Amigos** de carrera, quienes fueron un apoyo fundamental durante este proceso.

A nuestros **Familiares** por su acompañamiento, apoyo y consejos.

Gracias.

David, Liliana y Wilmer.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	21
1.1. Objetivos.....	21
1.1.1. Objetivo General	21
1.1.2. Objetivos específicos	21
1.2. Alcance del proyecto.....	21
1.3. Descripción y planteamiento del problema	22
1.4. Justificación	23
2. EL PROBLEMA DE LA VALORACIÓN TECNOLÓGICA	24
2.1. Papel de las metodologías.....	26
2.2. Consideraciones para valorar tecnología.....	28
2.3. Aplicaciones.....	29
2.4. Errores en procesos de valoración	30
3. MÉTODOS TRADICIONALES PARA VALORAR TECNOLOGÍA	31
3.1. Valoración tecnológica enfocada en el costo.....	31
3.2. Valoración tecnológica enfocada en el mercado	35
3.3. Valoración tecnológica enfocada en los ingresos	38
4. EXPERIENCIAS EN VALORACIÓN	52
4.1. Valoración tecnológica en empresas	52
4.2. Valoración tecnológica en universidades.....	56
4.3. Casos de valoración tecnológica en centros de investigación	59
4.4. Análisis de la información	61
4.5. Factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica.....	68
5. ÁRBOLES DE DECISIÓN Y SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN VALORACIÓN TECNOLÓGICA	85
5.1. Modelo de árboles de decisión	85
5.2. Modelo de Monte Carlo.....	90

6. VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIÓN EN EL ENTORNO COLOMBIANO.....	95
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
8. BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema flujo de caja descontado.....	43
Figura 2. Red Binomial.....	48
Figura 3. Solicitud de patentes en Colombia.....	60
Figura 4. Medio por el cual se realiza valoración tecnológica.....	63
Figura 5. Tipo de Tecnología que se valora.....	64
Figura 6. Enfoque utilizado para Valorar.....	64
Figura 7. Uso de herramientas informáticas para Valorar.....	65
Figura 8. Metodología usada para Valorar.....	66
Figura 9. Utilización del mismo método para Valorar.....	67
Figura 10. Factores utilizados para Valorar.....	67
Figura 11. Factores representativos de la valoración tecnológica.....	69
Figura 12. Árbol de decisión.....	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nivel AIDA, Explotación de la Propiedad Intelectual.....	57
Tabla 2. Metodologías que comparten el riesgo.....	73
Tabla 3. Factores versus Métodos en el proceso de Valoración Tecnológica.....	84

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Desarrollo del seminario de investigación.....	117
Anexo B. Crecimiento de solicitudes de patentes presentadas en todo el mundo.....	152
Anexo C. Intensidad del flujo de transferencia de conocimiento. (Caso Andalucía).....	153
Anexo D. Trabajo de campo, resultados	154
Anexo E. Empresas que más generan patentes.....	159
Anexo F. Consulta hecha a los directores de grupos de investigación y sus respuestas.....	161
Anexo G. Grupos de investigación, 2006 – 2010 en Colombia.....	165
Anexo H. Evolución de la protección de resultados de Investigación. Caso España.....	166
Anexo I. Instituciones que participaron en Encuesta.....	167
Anexo J. Encuesta on-line.....	169
Anexo K. Árboles de decisión en Valoración tecnológica.....	171
Anexo L. Monte Carlo en Valoración tecnológica.....	178

RESUMEN

TÍTULO:

SIMULACIÓN Y ÁRBOLES DE DECISIÓN EN EL PROCESO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA¹

AUTORES²:

JOYA CÁRDENAS, David Eduardo.

PALACIO RODRÍGUEZ, Liliana Marcela.

SIERRA MESA, Wilmer Eduardo.

PALABRAS CLAVES: Valoración Tecnológica, Simulación de Monte Carlo, Árboles de decisión, Métodos de valoración tecnológica.

DESCRIPCIÓN:

El proceso para determinar el valor de una tecnología se lleva a cabo actualmente con base en métodos analíticos establecidos por expertos en el tema, en muchos de estos métodos la opinión de personas conocedoras de la tecnología se presenta como una constante y por consiguiente el nivel de subjetividad para valorar activos tecnológicos aumenta considerablemente. Dentro de este contexto, en el presente estudio se realiza un amplio análisis sobre los procesos de valoración de tecnología, a través de la presentación de los diferentes métodos de valoración que actualmente existen y la recopilación de información acerca de estos procesos dentro de instituciones universitarias, empresas y centros de investigación que desarrollan esta actividad, como herramienta determinante en la gestión de los activos tecnológicos. Además se profundiza en la aplicación de los métodos de Árboles de Decisión y simulación de Monte Carlo en el proceso de valoración tecnológica mediante la utilización de herramientas informáticas, específicamente el programa @Risk, un complemento de Excel que realiza análisis de riesgo, en donde sus variables de entrada pueden ser modificadas y genera múltiples escenarios. Se presenta también un estudio referente a la identificación de los principales factores determinantes e influyentes en las estimaciones del valor de las tecnologías y su aporte dentro del proceso de valoración de activos, estos factores fueron tomados a partir de encuestas aplicadas a nivel internacional, donde los valoradores de tecnología compartían su experiencia.

¹ Trabajo de Grado

²Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: Néstor Raúl Ortíz Pimiento. Codirector: Juan Benjamín Duarte Duarte.

ABSTRACT

TITLE:

DECISION TREES AND SIMULATION IN TECHNOLOGICAL ASSESSMENT PROCESS³

AUTHORS⁴:

JOYA CÁRDENAS, David Eduardo.

PALACIO RODRÍGUEZ, Liliana Marcela.

SIERRA MESA, Wilmer Eduardo.

KEYWORDS: Technological assessment, Monte Carlo simulation, Decision trees, Technology Assessment Methods.

DESCRIPTION:

The process of determining the value of a technology is currently being undertaken based on analytical methods established by experts in the field, many of these methods in the opinion of persons familiar with the technology is presented as a constant and therefore the level of subjectivity in assessing technological assets is greatly increased. Within this context, the present study, an extensive analysis on the technology assessment process, through the presentation of the different valuation methods that currently exist and the collection of information on these processes within universities, companies and research centers that develop this activity, as decisive tool in the management of technology assets. It also explores the application of methods of decision trees and Monte Carlo simulation in the process of technology assessment using tools, specifically the @ Risk, an Excel that performs risk analysis, where their input variables can be modified and generates multiple scenarios. It also presents a study concerning the identification of major and influential factors in estimating the value of technology and its contribution in the process of valuation of assets, these factors were taken from surveys of international level, where technology appraisers shared his experience.

³ Undergraduate Degree Work

⁴Physical-Mechanical Engineering Department. School of Industrial and Business Studies .Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento. Co-Director: Juan Benjamín Duarte Duarte.

INTRODUCCIÓN

Con el continuo aumento de los procesos investigativos y de innovación, el desarrollo de procesos de valoración de tecnología es fundamental para que los activos tecnológicos lleguen a etapas de explotación y comercialización. Esta actividad ocupa un eslabón determinante en el éxito de las nuevas tecnologías que llegan al mercado.

El proceso de valorar tecnologías en países como Colombia no se encuentra totalmente consolidado, ya que el área de investigación presenta un bajo nivel de desarrollo con respecto a países industrializados. A medida que los niveles de innovación se incrementen, valorar activos tomará mayor importancia. La transferencia de tecnología es un factor determinante en el crecimiento y desarrollo de una nación. Es fundamental analizar las características de cada método de valoración tecnológica y la manera cómo los factores que se tienen en cuenta en las valoraciones influyen en el desarrollo de esta actividad.

Los entes que hacen parte de los sistemas de innovación, desarrollo científico y tecnológico en el entorno local (Gobierno, Instituciones educativas, Empresas, centros de investigación), deben fortalecer la gestión del conocimiento en el área de la valoración tecnológica. Se hace necesario que dentro de las organizaciones se cuente con talento humano competente para el desarrollo de dichos procesos. Es por esto, que si no se llevan a cabo procesos de valoración de manera correcta y oportuna, se manifiesta en que muchos productos y desarrollos tecnológicos, lleguen a hacer parte del mercado en el momento y con los resultados equivocados. Con base a este planteamiento, este estudio pretende analizar la actividad de valoración y sus principales características.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- ✓ Analizar y Evaluar los modelos de Árboles de Decisión y Simulación de Monte Carlo como herramientas en el proceso de Valoración de Tecnología.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Estudiar las metodologías usadas en el proceso de valoración tecnológica.
- ✓ Recopilar y organizar la información sobre el desarrollo y transferencia de tecnologías de las empresas, centros de investigación y universidades en Colombia.
- ✓ Clasificar, organizar y analizar la información recopilada.
- ✓ Analizar la situación actual respecto a los procesos de valoración de tecnología.
- ✓ Elaborar un documento que presente los principales resultados y recomendaciones.

1.2. Alcance del proyecto

Los resultados de la investigación se basan principalmente en el estudio de métodos para valorar tecnologías, el análisis conciso de los métodos de Árboles de Decisión y Monte Carlo, estudio de los diferentes parámetros a tener en cuenta en estos modelos, recopilación de información del proceso actual de valoración tecnológica que realizan en Colombia.

1.3. Descripción y planteamiento del problema

Actualmente la generación de nuevo conocimiento y el aumento en la producción científica y tecnológica representan un factor fundamental en el desarrollo de las naciones. La valoración de la tecnología desempeña un papel muy importante dentro de los procesos que se llevan a cabo en la gestión de la tecnología, donde aparece como principal obstáculo la falta de consenso en cuanto a metodologías de valoración tecnológica, con el fin de que las nuevas creaciones puedan llegar a ser explotadas y comercializadas. En este proyecto se busca analizar y evaluar los métodos de Árboles de Decisión y Simulación de Monte Carlo como herramientas que facilitan el proceso de Valoración de Tecnologías, ya que evalúan escenarios probabilísticos y permiten obtener respuestas más ajustadas a la realidad con menor grado de subjetividad que las demás metodologías (método basado en técnicas de costeo, mercados comparables, técnica de rating/ranking, regla del 25%, cálculo del VPN, opciones reales, subastas, método por CAV).

Durante el seminario se disertó en el estudio de los modelos teóricos existentes, en la identificación de los parámetros o factores que son utilizados teóricamente y en la práctica para valorar tecnologías, con el fin de estudiarlos por los métodos de Árboles de Decisión y Simulación de Monte Carlo para determinar la conveniencia de utilizar alguno de estos métodos o la combinación de ellos.

El análisis del método de Monte Carlo para evaluar tecnología requiere el empleo del software @RISK, programa que permite realizar análisis de riesgo utilizando simulación para generar una gran cantidad de escenarios posibles en una hoja de Excel; también muestra, qué tan factibles son estos escenarios. Gracias a esto se pueden evaluar los riesgos a tomar. @RISK permite procesar la información de una manera robusta, precisa y confiable.

1.4. Justificación

La valoración tecnológica es un proceso de escaso estudio en nuestro país, sin embargo, es una herramienta que enriquece las actividades administrativas y comerciales de las organizaciones que producen nuevas tecnologías. Con el desarrollo de este proyecto se busca brindar, por medio de un estudio minucioso, herramientas que apoyen el proceso de valoración tecnológica, a través del análisis de metodologías que presenten menor grado de subjetividad e identificando los factores más influyentes al momento de realizar la adecuada valoración de un activo.

Por ser un proyecto desarrollado en la modalidad “seminario de investigación (Ver Anexo A)”, abre el camino para que más estudiantes opten por esta temática contribuyendo y buscando en la generación de profesionales con un mayor nivel investigativo. Adicionalmente, la documentación del trabajo realizado será una fuente de consulta para ampliar el conocimiento en valoración tecnológica y servirá como herramienta para llevar a cabo futuros proyectos de grado.

2. EL PROBLEMA DE LA VALORACIÓN TECNOLÓGICA

En la actualidad se puede decir que la riqueza de una nación depende del nivel de integración y actuación de su Sistema Nacional de Innovación (SNI)⁵. Las tres características fundamentales de un SNI son (Vega, 2010):

- ✓ La generación de nuevo conocimiento.
- ✓ La capacidad de asimilación tecnológica.
- ✓ Que no exista un ambiente perjudicial a la misma.

La situación actual de los sistemas de innovación, dada por indicadores de ciencia y tecnología evidencia la generación de nuevo conocimiento (Ver Anexo B), pero el principal obstáculo de los procesos de innovación, está representado por la dificultad de valorar los resultados de los procesos de investigación. La capacidad de absorción del nuevo conocimiento es baja en relación con el conocimiento desarrollado; en otras palabras, el problema presente se refleja en el bajo índice de tecnologías desarrolladas que logran llegar al mercado. Ésta situación se puede apreciar a través de indicadores de transferencia de tecnología como el porcentaje de explotación de patentes, número de convenios de transferencias, entre otros (Ver Anexo C). Respecto a esto, estudios como el realizado por el Dr. Korntham Sathirakul⁶, reflejan que la mayoría de entes no realizan procesos de valoración de sus invenciones debido a “la falta de conocimientos sobre la valoración de la propiedad intelectual”.

Dentro de este contexto, las universidades, centros de investigación, escuelas y empresas tecnológicas, son los generadores de nuevo conocimiento científico y tecnológico, por esta razón, hay que considerar que debido a la creciente

⁵ SIN: Red de agentes y sus interacciones que están directa o indirectamente relacionados con la introducción y/o difusión de nuevos productos y nuevos procesos tecnológicos en una economía.

⁶Sathirakul Korntham. “A study on the patent exploitation and management best practice model for Japanese small and medium enterprises” Department of Science Service Ministry of Science and Technology Thailand, Final Report Japan Patent Office Long-term Research Fellowship Program 2005 November 2005 to March 2006.

formulación de nuevas tecnologías, la valoración tecnológica ha tomado mayor importancia, y hoy se puede considerar como una actividad crucial para las organizaciones.

No solo las organizaciones, centros de investigación y universidades son los entes que demandan valorar tecnología; también está la parte pública, es decir, los gobiernos, que requieren los procesos de valoración con el fin de establecer programas de transferencia tecnológica y políticas para el fomento de la investigación y desarrollo; el sector privado como inversores de capital, quienes ante la incapacidad de valorar correctamente activos tecnológicos no pueden financiar proyectos y captar ingresos o recursos económicos, las empresas consultoras y demás organismos que gestionan tecnología.

El concepto de Valoración Tecnológica, no solo comprende la determinación del precio de un bien/servicio (valoración económica), sino también el impacto que genere dentro de la empresa que explote la tecnología y en la sociedad. Debido a la misma amplitud de este concepto cabe acotar que esta investigación centra su interés en la valoración económica de la tecnología, con fines de establecer un precio de transacción, valor diferente al precio de comercialización del producto tecnológico.

En el proceso de transacción, el punto crítico es el llegar a acordar un valor que sea aceptable tanto para quien compra, como para quien vende la tecnología. En esta instancia se hace vital los procesos de valoración tecnológica como herramienta que facilite las negociaciones, brindando un valor base para desarrollar esta actividad. De acuerdo a esto, el fin fundamental de las negociaciones tecnológicas es transferir la tecnología del vendedor al comprador, proceso que se lleva a cabo con un acuerdo mutuo sobre las estimaciones del valor del activo (tangible o intangible), son muchos los factores que giran alrededor de estas estimaciones, por tanto, la metodología que logre capturar todas las variables mediante una correcta estimación, será la más adecuada para

determinar el valor de la tecnología. Los factores pueden ser variados y cambian para cada parte dentro de la negociación, quien compra, estimará factores como la relación costo-beneficio, las alternativas de la competencia, entre otros, para determinar cuánto estaría dispuesto a pagar por cierta tecnología. Desde el punto de vista de quien vende, debe analizar la demanda de la tecnología, las alternativas tecnológicas que existen (productos similares), los costos de desarrollo del activo y los ingresos que espera recibir por la transferencia, es decir, las expectativas futuras, factor que aumenta la subjetividad en los procesos de valoración económica de activos tecnológicos.

La estimación de todos estos factores representa un alto grado de dificultad para la valoración, pero este proceso se puede apoyar mejorando la disponibilidad de la información sobre el estado actual del capital intelectual de las organizaciones, proyectos de investigación, talento humano y metodologías, pero tal vez el principal obstáculo es la dificultad para acceder a fuentes de información debido a las condiciones de confidencialidad que se manejan en algunas organizaciones.

En proyectos de investigación y desarrollo una adecuada valoración, requiere de una buena investigación y costeo de cada requerimiento como lo son, la mano de obra (horas hombre), inversión en materiales, depreciación de equipos y de laboratorio científico, costos organizacionales, el conocimiento, y los beneficios a generar.

2.1. Papel de las metodologías

El acelerado desarrollo tecnológico ha afectado los procesos que se dan en el mercado, debido a la ausencia de técnicas específicas para valorar tecnologías. No es solo la existencia o no de técnicas o modelos lo que constituye el problema

de la valoración tecnológica, sino la correcta elección de las metodologías que se puedan llegar a emplear con el fin de hacer una adecuada valoración.

Las decisiones que se tomen al optar por el uso de un modelo para valorar son fundamentales, ya que una mala valoración ocasionará toda una serie de acontecimientos negativos para las partes activas de las negociaciones tecnológicas, como son los desarrolladores de la tecnología, los inversionistas y los compradores (o quienes explotan la tecnología).

Las metodologías proporcionan valores económicos teóricos, pero el valor real de la transacción que se establece por la tecnología es una cifra negociada por las partes. Por esta razón es significativo que la metodología que se utilice para valorar entregue una cifra aceptable tanto para el comprador como para el vendedor. De aquí la gran importancia que toma el encontrar el método más adecuado para la valoración.

Es elemental la velocidad con la que evoluciona el desarrollo y planteamiento de modelos de valoración, en comparación con las nuevas tecnologías o invenciones. Hoy en día los factores a tener en cuenta en los procesos de valoración pueden variar, debido a los cambios presentes no solo en el mercado como el impacto de la tecnología y la aparición de competidores, sino también las consideraciones a tener en cuenta en cada proyecto en particular.

Para el doctor Enric Escorsa, Ingeniero de Proyectos en IALE Tecnología⁷, “valorar tecnología es un reto bastante difícil”, pues considera que los enfoques que se han venido utilizando tienden a ser demasiado rígidos y sin un consenso global a nivel de estándares. Por esta razón las valoraciones que se llevan a cabo mediante estas metodologías tienden a tener un alto grado de subjetividad y demandan la realización de cálculos complejos y difícilmente reproducibles.

⁷ IALE Tecnología, firma creada en 1998 como una spin-off de la Universidad Politécnica de Cataluña, en Barcelona.

2.2. Consideraciones para valorar tecnología.

- ✓ Es indispensable en los procesos de valoración, la vigencia que tenga la tecnología al momento de ser usada o explotada por el comprador, ya que puede darse el caso de que el proyecto no de los resultados esperados y llegar a un estado de obsolescencia, como producto de la misma velocidad del mercado y participación de competidores.
- ✓ Para valorar tecnologías hay que pasar a enfoques en los que se tenga en cuenta la dinámica de la tecnología en la sociedad, considerando que sus efectos sociales no dependen sólo de factores técnicos, sino de la forma en que los impactos son percibidos por los actores sociales.
- ✓ En los acuerdos tecnológicos también se pueden negociar otros elementos no monetarios, pero que deben tenerse en cuenta al momento de valorar, tales como las oportunidades de aprendizaje de la tecnología, acuerdos para compartir riesgos y acceso a otras investigaciones. Adicionalmente se tienen en cuenta la información disponible sobre la oportunidad del negocio, oportunidades del mercado conocidas y la facilidad de venta del producto o servicio.
- ✓ Una empresa que no tenga bien valorada sus nuevas tecnologías va a sufrir desequilibrios en la evaluación de las inversiones necesarias, en las participaciones en el capital de la empresa, en la distribución de los beneficios, en la planeación estratégica del negocio, etc. Por tanto es vital tener un criterio lo más estándar posible que sirva para que estas empresas puedan analizar su viabilidad o se pueda realizar cualquier negocio relacionado con dicha tecnología.

2.3. Aplicaciones

La valoración de la tecnología tiene muchas aplicaciones, siendo importante tanto para empresas innovadoras, como para los inversionistas e investigadores. Como lo presenta el Instituto Inovação⁸, las aplicaciones que tiene la valoración tecnológica son:

- ✓ **Licenciamiento de tecnologías:** Empresas que buscan soluciones tecnológicas precisan valorar las opciones existentes, provengan de universidades o de otras empresas, para el análisis de viabilidad de adquisición y negociación.
- ✓ **Inversión en start-ups⁹** : Tanto fondos de inversión como investigadores deben valorar tecnologías para la negociación de la participación de los inversores en una (potencial) start-up.
- ✓ **Priorización de proyectos de I&D:** Empresas deben evaluar el potencial de sus tecnologías, ya sea que estén desarrolladas o en desarrollo, para la priorización de recursos de I&D y también para la priorización de los nuevos productos/servicios a ser lanzados en el mercado.
- ✓ **Análisis de inversión en investigación:** Para los proyectos todavía en desarrollo, la valoración ayuda en la decisión sobre el nivel de inversión aún aceptable para su finalización.

⁸ INVENTTA, Grupo innovación inteligente. “Empresarios del Valle y tecnología, Valoración de Tecnología”. Instituto Inovação, www.inventta.net.

⁹START UPS: Son empresas que provienen del mundo del emprendimiento, o sea emprendedores que levantan compañías que aportan positivamente al desarrollo de sus países y de ellos mismos, al promover practicas asociadas a la innovación, desarrollo de tecnologías, empleos de calidad, mejor distribución de la riqueza, etc.

2.4. Errores en procesos de valoración

Se debe tener en cuenta que en los procesos de cálculo para valorar tecnologías se suelen cometer errores (Grupo de Innovación Tecnológica I-TALDE¹⁰) en la definición de los fundamentos de valoración, tales como:

- ✓ Selección inapropiada de métodos de valoración para el cálculo de las previsiones de ingresos y gastos.
- ✓ Uso de supuestos no reales (tamaño, cuota, tiempo de acceso al mercado, precio, aceptación del producto/servicio)
- ✓ Uso no apropiado de tasas de descuento aplicadas al futuro flujo de tesorería
- ✓ No abordar una prueba de mercado suficiente.
- ✓ Uso incorrecto de la propia valoración.

En conclusión, la valoración es una actividad difícil y frecuentemente subjetiva. “El titular de un activo, un comprador potencial, un agente financiero y una aseguradora valorarán de manera diferente un mismo activo, pero para todos representa una herramienta para la toma de decisiones” (Santos, 2010).

No existe un método universal para valorar tecnología, es decir que valore cualquier tipo de tecnología de la manera más adecuada, pues en muchos casos se utilizan varias metodologías para hacer una sola valoración. Para la elección de la metodología va a depender del tipo de tecnología a valorar y del punto de vista del cual se haga la valoración, es decir, si valora quien compra o quien vende. El éxito de escoger un método para valorar está dado por la precisión al estimar los beneficios que brindarán la tecnología y el número de personas dispuestas a adquirir la tecnología, es decir, los ingresos futuros.

¹⁰Guía de transferencia de tecnología y explotación de resultados por Grupo Innovación tecnológica, I-TALDE.

3. MÉTODOS TRADICIONALES PARA VALORAR TECNOLOGÍA

En la actualidad, los procesos de valoración tecnológica se ven apoyados por metodologías que buscan establecer un precio para el nuevo activo, estos métodos, se pueden agrupar en tres categorías generales, según su enfoque así (Vergel 2011):

3.1. Valoración tecnológica enfocada en el costo

Enfoque desarrollado por expertos los cuales indican que el valor de los activos se genera a partir del costo incurrido para crear la tecnología. Estos costos se pueden dividir en los costos directos de fabricación, los costos de oportunidad, costos de obsolescencia y los costos jurídicos y de protección de IP¹¹.

Costos directos de fabricación: son los materiales necesarios en el proceso de desarrollo de la tecnología, los costos laborales (salarios, Mano de obra, beneficios) y costos directamente asociados al desarrollo del activo. Se debe tener total claridad que estos costos deben calcularse en la misma fecha en la cual se quiera valorar el activo, y no basarse en costos de desarrollo históricos, ya que por ejemplo, los salarios y costos laborales fluctúan muy rápidamente generando imprecisiones a la hora de calcular el valor de la tecnología. Otros gastos generales y los costos de gestión tales como la supervisión del proyecto, los servicios públicos y los costos administrativos deben ser prorrateados para reflejar veracidad en el proceso de valoración del activo. De igual manera estos costos se deben calcular en la misma fecha que se quiera valorar el activo.

Costos de oportunidad: El costo de oportunidad se entiende como aquel costo en que se incurre al tomar una decisión y no otra¹². Dentro del marco de los costos

¹¹ DAVID ANDREW. Artículo: "The cost approach to IP valuations: Its uses and limitations". IP metrics. Enero 2011

¹² <http://www.gerencie.com/costo-de-oportunidad.html>

para valorar tecnología, un costo de oportunidad se puede presentar en la pérdida del beneficio que se deriva de un retraso en el mercado, es decir, si un inversionista en lugar de tomarse el tiempo de espera mientras se desarrolla un nuevo activo decide adquirir un activo de una utilidad similar y empieza a utilizarlo inmediatamente, el beneficio perdido entre la fecha de compra y la fecha en la que el activo en desarrollo estaría disponible para su uso es un costo que debe ser incluido.

Obsolescencia: La obsolescencia puede tomar muchas formas, puede ser que el activo no funciona tan bien como lo hizo alguna vez, o puede ser que se creó una tecnología que cumpla mejor sus funciones y a un menor costo (mejoras tecnológicas). Cualquiera que sea la forma que se tome la obsolescencia influirá en el valor de la propiedad intelectual. Este enfoque actualmente no se utiliza de manera regular, ya que en su estructura de valoración no tiene en cuenta los beneficios futuros que se pueden generar a partir del uso de esta tecnología y sus riesgos, sin embargo, puede utilizarse para casos de valoración de propiedad intelectual y software. Este método también es eficaz en el momento de establecer un precio máximo para la tecnología si se presentan diferentes tipos de activos sustitutos en un solo escenario (transacción).

Métodos basados en técnicas de costeo

Las técnicas de costeo se pueden aplicar al modelo y se centran en los costos asociados en el desarrollo de activos y más específicamente en activos intangibles o tecnológicos. Por lo general los costos que se incluyen a la hora de valorar tecnología son los costos para la investigación, desarrollo, depreciación, los costos jurídicos y de propiedad intelectual. El Centro de Enlace para la Innovación del Sur de Europa (Southern Europe Innovation Relay Centre (SEIRC 2002) ha generado un modelo donde el precio de la tecnología parte de los costos históricos de desarrollo y protección del activo intangible, sin embargo, no

necesariamente es relevante el periodo de investigación ya que esto depende cada situación¹³

$$P_{Vendedor} = G_{I\&D} + C_{Transferencia} + M$$

Donde

- ✓ $P_{Vendedor}$ es el precio de venta requerido por el vendedor de la tecnología
- ✓ $G_{I\&D}$ es una apreciación de los gastos incurridos en investigación y desarrollo hasta obtener el resultado a vender.
- ✓ $C_{Transferencia}$ el costo directo asociado a la transferencia tecnológica.
- ✓ M es el margen de utilidad a incorporar.

Por otro lado el valor del precio de la tecnología se plantea de la siguiente forma:

$$FMV = CRN - PD - FO - EO$$

Donde

- ✓ FMV es el precio de venta justo para lanzar al mercado (Fair Market Value)
- ✓ CRN es el costo para obtener una invención o tecnología, este puede ser un costo de reproducción o de sustitución (Cost of New Replacement)
- ✓ PD es la depreciación Física (Physical Depreciation)
- ✓ FO es el desgaste funcional (Functional obsolescence)
- ✓ EO es el desgaste económico (Obsolescence Economic)

Los autores mencionan que este método procura medir el beneficio futuro a partir de la cantidad de dinero que se necesita para generarlo¹⁴.

¹³Vergel Uribe Luis A. Tesis: "Estado del arte sobre metodologías y técnicas de valoración económica de tecnologías". Página 46-47. Universidad industrial de Santander. 2011

¹⁴Vergel Uribe Luis A. Tesis: "Estado del arte sobre metodologías y técnicas de valoración económica de tecnologías". Citado por: Smith, Parr. The replica of the original intellectual property is not state of the art.

Félix Moreno Posada (2008) de la Universidad de Antioquia de Colombia menciona una fórmula mixta usada en China para valorar tecnología, la cual cuenta con una parte que representa el costo de desarrollo del activo y la otra parte representa la utilidad que se le quiere dar a la venta de la tecnología:

$$PT = \frac{P + S + CC}{1 - r} + p \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^t \Delta M$$

Donde

- ✓ **PT** es el pago por la tecnología
- ✓ **P** es el gasto de la investigación en insumos
- ✓ **S** Salarios
- ✓ **CC** son los costos de capital utilizado en la investigación.
- ✓ **R** es el riesgo promedio en el desarrollo de la tecnología
- ✓ **n** es el número de empresas que usan esa tecnología
- ✓ **t** es el tiempo en años de uso de la tecnología por empresa
- ✓ **p** es la participación del concedente en la utilidad del usuario
- ✓ **ΔM** es el aumento en la tasa de utilidades obtenidas por la empresa que usa la tecnología¹⁵.

Este modelo se divide en dos partes, la parte de la izquierda identifica los costos de crear la tecnología y la parte de la derecha implica la utilidad esperada tomando como base las empresas que utilizan la misma tecnología. En conclusión estos métodos de costo solo miden una parte del valor total de las tecnología, basándose en el principio “algo vale por lo que cuesta” dejando a un lado el beneficio económico que pueda llegar a producir este tipo de tecnologías una vez se hayan sido explotadas por parte del comprador.

¹⁵Dueñas Sánchez, Henry. Artículo: “Gerencia y negociación de tecnología. La variable tecnológica como ventaja competitiva para la empresa” 2004.

3.2. Valoración tecnológica enfocada en el mercado

La valoración tecnológica enfocada en el mercado mide por medio de estimación con respecto a otros participantes del mercado, el valor actual (VPN) de los beneficios futuros que generará la explotación de un nuevo activo. Este enfoque se caracteriza por tomar como referencia transacciones históricas de tecnologías semejantes, información de bases de datos, el benchmarking de tecnologías y acuerdo similares. Los requisitos para poder hacer una estimación lo más justa posible son que exista un mercado dinámico y público, y un intercambio de propiedades comparables¹⁶. Los inconvenientes que presenta este enfoque son la dificultad para acceder a la información ya que en muchos casos no se tienen referencias de ciertas tecnologías, el poder identificar claramente tecnologías similares ya sea por tratarse de un producto de poco uso común o por no tener antecedentes y las fallas en la estimación del valor debido a la percepción del beneficio esperado, en donde entra en juego la subjetividad del vendedor y comprador de la tecnología, también supone un gran trabajo encontrar los detalles suficientes sobre las condiciones y los términos de pasadas transacciones.

En ocasiones para poder valorar con referencia al mercado es necesario hacerlo en base a productos similares o directamente relacionados (por ejemplo la gasolina presenta alzas y bajas con respecto al precio del petróleo), sin embargo en ocasiones esta estimación puede alejarse de la realidad debido a las nuevas necesidades del mercado y a los acelerados cambios que se presentan. Otro factor que interfiere al utilizar este enfoque es que es muy difícil encontrar información de valoración de la propiedad intelectual, ya que estos acuerdos no son de conocimiento público, por lo que queda para uso en mayor medida en acuerdos de valoración de tangibles.

¹⁶ Gordon Smith. Taller internacional sobre Administración y Comercialización de Invenciones y Tecnología “Examen y Valoración de las invenciones y los resultados de las actividades de investigación, para su uso y comercialización” Monterrey (México) 17-19 de Abril de 2002.

Los métodos enfocados al mercado se caracterizan por ser más sencillos, basados en datos actuales por lo que el valor lo estipula el mercado, no es necesario tener en cuenta características propias de la tecnología, basta con referencias de tecnologías similares. El costo de utilizar estos métodos en comparación con los que se encuentran enfocados en el costo o los ingresos es menor, por esta razón es usado en mayor frecuencia, el principal inconveniente es que presentan mayor subjetividad y por ende su valoración puede ser menos acertada.

Los métodos de valoración tecnológica que se encuentran en el enfoque basado en el mercado (Vergel 2011) son, mercados comparables, rating/ranking, subastas, herramienta CAV:

Mercados comparables: Es un método que depende de la información de pasados acuerdos tecnológicos donde se busca estimar un valor, por medio de un consenso entre la información que se obtiene del mercado y los aspectos que tenga similares respecto al activo a valorar, requiere de un mercado activo, por lo que en muchas ocasiones es difícil de aplicar en países en vía de desarrollo debido a la escases de información. Los datos que se van a utilizar para realizar esta valoración pueden ser adquiridos a partir de publicaciones en encuestas, bases de datos, casos judiciales por litigios, entre otros.

Rating/Ranking: Es un método de clasificación y/o calificación del valor a partir de identificar o establecer datos, con el fin de poder dar una puntuación y determinar un valor relativo de la tecnología. Esta técnica presenta dos componentes generales (Vergel 2011), un factor de valoración que toma en cuenta los criterios de puntuación (tamaño del mercado, protección de patentes), el sistema de puntuación a utilizar, escalas de puntuación, factores de ponderación (nivel de importancia de cada factor) y las tablas de decisión (resultados finales), el otro componente es la clasificación del valor, hace referencia a clases de valor que

permiten generar rangos de clasificación dependiendo de los criterios de selección que se asignen según la situación.

Método de Subastas: El método consiste en un vendedor, n compradores y una tecnología para ser comercializada. Existen varios tipos de subastas, la subasta inglesa donde el vendedor estipula un precio a partir del cual los compradores ofrecen un mayor precio, hasta que se selle la oferta porque un postor ha ofrecido el mayor pago por el activo, la subasta holandesa donde el subastador empieza con un precio alto y lo empieza a reducir hasta que el primer postor exprese su disposición a pagar, la subasta de primera oferta donde los postores ponen su oferta al mismo tiempo en algún medio cerrado, luego el subastador selecciona la oferta de mayor valor, para que quien la ofreció realice el pago, y por último la subasta de segunda oferta donde los postores ponen su oferta al mismo tiempo en algún medio cerrado, luego el subastador selecciona la segunda oferta de mayor valor, pero es pagada por la quien había ofrecido más.

Herramienta CAV (Competitive Advantage Valuation): o valoración de la ventaja competitiva es un método que busca analizar qué aspectos competitivos de la propiedad intelectual a valorar posee frente a otras propiedades intelectuales similares y a partir de esto analizar estas ventajas de forma porcentual y el aporte que hacen al valor presente neto. Para poder aplicar el método es necesario (Vergel 2011) calcular el VPN de los beneficios generados por la tecnología, desglosar el VPN en la proporción de las ganancias atribuibles a los parámetros de la propiedad intelectual, definir la relación precio/rendimiento de los parámetros que determinan el éxito de la IP en el mercado, calcular la ventaja competitiva mediante la comparación de activos sustitutos de propiedad intelectual a los parámetros definidos de la relación precio/rendimiento, extrapolar de la ventaja competitiva de la IP para predecir el valor en el mercado de la misma, calcular el valor técnico de la IP, ajustar el valor de la IP y los Riesgos de la misma.

Para el entorno Colombia el proceso de Valoración Tecnológica enfocada en el mercado se ve entorpecida por el limitado acceso a bases de datos (confidencialidad de las empresas) y la poca cantidad de las mismas, el principal ente que cuenta con datos del medio es el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE, sin embargo en su cobertura no contempla casos de valoración tecnológica o transferencia del conocimiento, por lo que no representa una fuente de consulta plena para realizar valoración de nuevas tecnologías.

3.3. Valoración tecnológica enfocada en los ingresos

El enfoque basado en los ingresos implica realizar predicciones de futuros ingresos de la tecnología y convertirlos a un valor actual, es decir, llevar a cabo previsiones de flujos de caja sobre el dinero que se debe invertir para llevar la tecnología al mercado y el dinero que se espera que ingrese gracias a los acuerdos que se hagan con esta, distribuidos en el tiempo.

El Instituto Australiano de Comercialización en una de sus publicaciones¹⁷, menciona tres elementos fundamentales a tener en cuenta para valorar bajo el enfoque de ingresos, y son:

- ✓ Identificación de los ingresos potenciales que pueden ser generados a partir de los productos y servicios derivados de la tecnología.
- ✓ Evaluación de la duración de ese flujo de ingresos.
- ✓ Evaluación de los riesgos asociados a los ingresos previstos.

De estos tres factores la identificación de los ingresos potenciales que puede generar la explotación de la tecnología, es la parte más complicada de una valoración (Gordon, 2002), pues exige llevar a cabo una investigación amplia, se debe tener conocimiento de la dimensión y el comportamiento del mercado,

¹⁷Australian Institute for Commercialisation. "Realistic valuations of intellectual property Methods and techniques for valuing IP". 2004.

proceso que se puede llevar a cabo a través de un estudio completo del mercado que brinde información acerca de factores como el riesgo, productos similares o sustitutos, potencial de la tecnología (demanda potencial), tiempo de vigencia de la tecnología o estimación de la duración probable de los flujos de ingresos, etc. Esta información va a permitir realizar flujos de caja futuros más fiables, lo que va a impactar directamente a la objetividad de la valoración. Por esta razón es fundamental la calidad de los datos a utilizar en la estimación de los flujos de caja. Aunque se logre hacer una buena toma y estudio de los datos, los resultados de los ingresos que se obtengan van a llevar un margen de incertidumbre, dado por la lejanía de los datos con respecto al momento actual. Esta incertidumbre o posible variabilidad implica un riesgo desde el punto de vista probabilístico que se refleja en la tasa de interés (Viloria 2008).

Características del enfoque:

- ✓ Permite incluir simultáneamente parámetros de tiempo, costo y riesgo.
- ✓ Cuenta con suposiciones acerca de la penetración en el mercado y la creación de posibles escenarios. Por esta razón las metodologías de este enfoque son subjetivas, sin embargo, son acertadas y confiables.
- ✓ Requiere información como proyecciones de precios de ventas, costos de ventas, gastos futuros, tiempo de los competidores para adquirir una tecnología equivalente, riesgos de introducción al mercado y requerimientos legales de explotación.
- ✓ Demanda un minucioso trabajo investigativo y un amplio conocimiento del mercado, pues calcular la cuantía del ingreso que eventualmente genere la tecnología representa el elemento más difícil de una valoración.
- ✓ La estimación de la proyección de la vida útil de la tecnología, requiere del análisis de factores como la obsolescencia potencial, el uso histórico de tecnologías similares, el desarrollo de tecnologías sustitutas, entre otros.
- ✓ Las tasas de descuento para determinar el valor actual de la tecnología deben incorporar los numerosos riesgos asociados con la generación de los

ingresos futuros, los riesgos de mercado en general, los riesgos específicos de la industria, y los riesgos asociados con la tecnología en particular(ambientales, sociales, políticos, etc.).

Los métodos que se presentan en este enfoque son:

Método basado en la regla del 25%

Este método de valoración consiste en el pago por parte del concesionario (ente que adquiere la tecnología con fines de explotación) de una tasa de regalía del 25% de las ganancias esperadas por la explotación de la tecnología. Esta regla parte del principio de que las dos partes de la negociación, tanto quien desarrolla la tecnología, como quien la adquiere para explotarla, deben participar en la rentabilidad que genere dicha tecnología. Como lo menciona Goldscheider¹⁸ lo que se pretende es que el concesionario (comprador) mantenga la mayoría de los beneficios esperados (es decir 75%), pues es este quien asume los riesgos de explotación y comercialización del activo. Además buena parte del valor de la tecnología es aportado por quien la explota, contribuyendo con varios factores determinantes en el éxito de dicho activo, esto con el fin de obtener beneficios económicos, es decir, que quien va a comprar la tecnología dispone de recursos que son vitales para lograr ingresos. También es importante tener en cuenta el comportamiento que puede presentar la comercialización de la tecnología; ya que se supone que los rendimientos se estiman a largo plazo, esto dependiendo en gran medida de las condiciones de comercialización, el mercado en que se va a explotar y por su puesto del tipo de activo tecnológico.

Otra consideración para la aplicación de este método es que para determinar el monto de la regalía se debe aplicar la regla a la utilidad operativa, ya que si se establece a partir de la utilidad neta, se afecta el monto por los intereses de financiación, además, si se calcula sobre la utilidad bruta no se tiene en cuenta los

¹⁸Goldscheider, Robert; Jarosz, John And Mulhern, Carla. "Use of The 25 Per Cent Rule in Valuing Ip". 2002.

gastos de funcionamiento, como comercialización, ventas y de administración. También se estaría obviando los gastos indirectos de fabricación, que no aportan valor al producto pero que son necesarios para llevar a cabo los procesos que hacen parte de la explotación de la tecnología. Por esta razón si se aplica la regla del 25% sobre cifras como la utilidad bruta, la utilidad neta o las ventas se puede llegar a hacer una sobrestimación de las ganancias esperadas por la explotación del activo tecnológico. El porcentaje como tal es una cifra discutida (Razgaitis 2007), los licenciatarios algunas veces afirman que incluso pedir una cuarta parte de los beneficios que genera la explotación del activo tecnológico es demasiado, partiendo de factores como los altos riesgos que se tienen que asumir en la fase inicial de la explotación de la tecnología especialmente riesgos de comercialización.

Por esta razón Richard Razgaitis¹⁹ se refiere a esta situación afirmando que la regla “no se debe tomar creyendo que hay un acuerdo universal sobre el valor del 25%”, es decir, que no siempre todas los procesos de valoración bajo esta metodología se deben basar en este valor para definir la cuantía de los beneficios que le corresponde a cada una de las partes, pues el porcentaje varía dependiendo de las condiciones particulares de cada proceso de valoración. Por lo tanto se debe estimar una cifra acorde a las distintas situaciones que giran alrededor de cada negociación tecnológica. Este método no solo tiene aplicación en procesos de valoración tecnológica con fines de transacciones comerciales, sino como lo anuncia el Instituto Australiano de Comercialización es empleado también en la solución de litigios judiciales. De igual forma para valoración de patentes, derechos de autor, marcas registradas y secretos comerciales. Si se van a llevar a cabo valoraciones de activos tecnológicos bajo este método, se tiene

¹⁹RAZGAITIS, Richard. Pricing the Intellectual Property of Early-Stage Technologies: A Primer of Basic Valuation Tools and Considerations. 2007.

que analizar la conveniencia de la aplicación de éste. Para ello se presentan a continuación las ventajas y desventajas de la regla del 25%, que son:

Ventajas: la agilidad para llegar a un acuerdo, debido a la sencillez del método si se tiene en cuenta que para valorar activos tecnológicos no es conveniente tener procesos de valoración extensos, la metodología para valorar está sujeta a la rentabilidad del activo tecnológico y es una técnica bastante conocida.

Desventajas: no se hace una adecuada estimación del potencial de la tecnología, pueden haber cambios en las cifras de los ingresos de cada año, que no son estimados y el cálculo no estima la dependencia en gran medida de las estrategias comerciales de quien explote la tecnología, razón que va a perjudicar a quien crea el activo tecnológico.

Por esta razón, como lo señalan varios autores este método es de relativa facilidad de aplicación pero se debe utilizar con precaución con el fin de llevar a cabo procesos de valoración justos.

Método basado en el cálculo del Valor Presente Neto

Este método examina la capacidad que tiene la tecnología para generar ingresos. La base es que el valor de la tecnología pueda medirse por el valor actual del beneficio económico neto, que se producirá durante la vida útil de la tecnología, o tiempo de explotación. El método tiene en cuenta dos factores fundamentales, que son el valor del dinero en el tiempo, y el riesgo en la predicción de los flujos de caja futuros. Para calcular el valor actual de la serie de flujos de caja futuros (Figura 1), se descuentan los cobros futuros esperados a una tasa de descuento determinada:

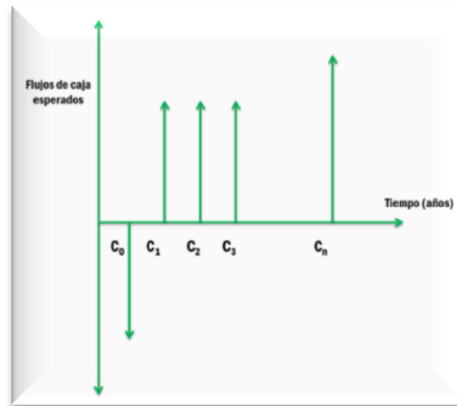
$$VPN = \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \frac{C_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

En general:

$$VNP = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

- ✓ **VPN**, es el valor del activo que en este caso hace referencia a la tecnología
- ✓ **t**, es el periodo de tiempo en que se recibirán los ingresos de dinero
- ✓ **i**, es la tasa de riesgo asociada a la inversión
- ✓ **FC_t**, es el flujo de dinero, (representa los beneficios económicos de la tecnología) en el tiempo t.

Figura 1. Esquema flujo de caja descontado.



Fuente: Autores

Un aspecto de gran importancia en la valoración por este método, es el que representa la elección de la tasa de descuento (*i*). Esta tasa de descuento o rentabilidad es la recompensa que recibe el inversor por aceptar un pago aplazado. Una inversión si cuenta con mayor riesgo, más alta será la rentabilidad del inversor, por lo cual será también más alta la tasa de riesgo *i*. El valor del VPN dependerá en gran medida de la tasa de riesgo que se asigne para su cálculo. Respecto a esto Vergel (2011) menciona que la tasa de riesgo puede estar basada en:

- ✓ Tasa de riesgo establecida por la inflación
- ✓ La tasa libre de riesgo

- ✓ Tasa de riesgo apoyada en el costo de la deuda
- ✓ Tasa de riesgo basada en el WACC (tasa promedio del costo de capital)
- ✓ Tasa con base en la Rentabilidad sobre el Patrimonio
- ✓ Asignación de riesgos moderados del proyecto
- ✓ Asignación de altos Riesgos para el proyecto
- ✓ Asignación basada en Capital de Inversión

Por último, entre más lejanos en el tiempo estén los valores del capital por descontar, menos peso tienen, ya que el factor de multiplicación $1/(1+i)^t$ hace que los valores sean menores cuando t es mayor. Esto implica que los costos de desarrollo elevados penalizan mucho los proyectos, mientras que el volumen de ventas previstas tiene que aumentar significativamente a fin de incrementar el VPN del proyecto (Berges 2006).

En conclusión este método proporciona toda la información disponible sobre la vida del activo tecnológico, lo cual representa su principal ventaja, además de que su aplicación no es de alta complejidad. Pero con el fin de hacer valoraciones confiables se debe llevar a cabo un análisis completo de cada caso con el fin de asignar de la mejor manera supuestos como son la vida útil del activo y la tasa de riesgo.

Método de análisis de árboles de decisión

La aplicación de los árboles de decisión en el proceso de valoración económica de la tecnología se basa en determinar la mejor opción, mediante el análisis basado en las probabilidades de las alternativas que se pueden presentar en el transcurso de la vida de un proyecto. Para determinar el valor del activo, este método se apoya en el cálculo de los flujos de caja descontados correspondientes a cada opción (ramificación), evaluándola mediante el valor presente neto. Esta evaluación corresponde a que “el VPN es igual a la suma de los productos del valor actual neto de cada escenario multiplicado por la probabilidad de que se produzca dicho escenario” (Berges, 2006), así:

$$VPN = \sum [VPN(\text{escenario}) \times \text{probabilidad}(\text{escenario})]$$

El análisis que posibilita la aplicación de los árboles de decisión incrementa los enfoques tradicionales del método VPN proporcionando flexibilidad en la gestión de decisiones, como lo señalan los autores Steffens and Douglas²⁰, además, este método permite establecer el punto en el cual, abandonar el proyecto, sea conveniente. Por otro lado su aplicación no requiere de cálculos de alta complejidad pero a pesar de las ventajas que brinda el método en cuanto a amplitud de análisis, existen factores que representan inconvenientes al momento de valorar activos tecnológicos, tales como la utilización de una tasa de riesgo única para el cálculo de los flujos de caja de todas las etapas. Respecto a esto Berges & Verdaguer (2006) comentan: “las tasas utilizadas tendrían que estar adecuadas al riesgo de cada etapa y seguir cada tipo de decisión”. En el capítulo 5 se analiza de manera más profunda éste método.

Método de opciones reales

Este método de valoración se basa en la teoría de opciones financieras para determinar el valor económico de la tecnología mediante un análisis completo de la incertidumbre y el riesgo que se presenta cuando se va invertir en un activo. Berges y Verdaguer²¹ definen opción como un “derecho (pero no una obligación) a comprar o vender un activo subyacente, cuyo precio está sujeto a alguna forma de variación aleatoria, a un precio determinado y a una fecha especificada o a una fecha previa a la especificada”. Como lo denominan los autores Mezei, Fullér y

²⁰Steffens Paul R. and Douglas Evan J. “Valuing technology investments: use real options thinking but forget real options valuation” 2007.

²¹Berges M. y M.C. Verdaguer. Valoración y Licencia de Patentes de Nuevos Productos Farmacéuticos. Centro de Innovación de la Fundación Bosch i Gimpera, Universitat de Barcelona 2006.

Collan²² las opciones reales son útiles tanto, como modelo mental de decisiones estratégicas y operativas y como herramienta de valoración y análisis numérico.

Nataraj²³ señala que las opciones reales representan un método importante porque permiten tener una gestión flexible para adaptarse a las condiciones del entorno, mientras que los enfoques tradicionales toman una posición estática frente a la toma de decisiones. Debido a esto, este método considera que los riesgos pueden ser manejados con el fin de evitar malos resultados o tomar ventaja de los buenos, pues se estima que se pueden tomar decisiones oportunas ante los cambios tecnológicos del mercado. Las opciones reales, de la misma manera como los árboles de decisión, permiten el análisis de varios resultados, cada uno de ellos trabajados con un flujo de caja diferente, pero acá la tasa de riesgo puede cambiar en el tiempo. Chaplinsky (2002) señala que para la valoración mediante la fórmula de Black-Scholes se requiere de:

- ✓ **Valor del activo subyacente**, es decir, del valor presente neto de los flujos de caja descontados del activo tecnológico.
- ✓ **Precio del ejercicio**, que es el valor presente de los costos fijos que deben ser invertidos para comercializar la tecnología.
- ✓ **El tiempo de la vida útil de la tecnología.**
- ✓ **La volatilidad**, representada por la desviación estándar de la tasa de crecimiento de la tecnología en los flujos de caja.
- ✓ **Tasa libre de riesgo**, durante la vida útil de la tecnología.
- ✓ **La reducción en los dividendos**, debido a factores de riesgo como obsolescencia de la tecnología, productos sustitutos, etc.

²²Collan Mikael, Fullér Robert, and MezeiJózsef “A Fuzzy Pay-Off Method for Real Option Valuation”, 2009.

²³Nataraj K. “R&D Intangibles Valuation – Focus on Advanced Valuation Methods & Framework for R&D Portfolio Selection/Resource Allocation” June 2010.

La Fijación del precio de la opción se determina por la siguiente ecuación propuesta por Black-Scholes:

$$C = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\left[\ln \left[\frac{S}{K} \right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) t \right]}{\sigma \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$$

Donde:

- ✓ **C**: es el valor de la opción (en este caso el valor de una opción de compra o CALL)
- ✓ **S**: es el precio de la acción
- ✓ **K**: es el precio de ejercicio
- ✓ **$N(d_1)$, $N(d_2)$** : son las distribuciones normales de los términos d_1 y d_2
- ✓ **r**: es la tasa de interés libre de riesgo
- ✓ **σ** : es la volatilidad del precio de las acciones
- ✓ **t**: es el plazo hasta el vencimiento de la opción.

Maggie Tsui²⁴, comenta que las organizaciones que emplean las opciones reales en sus proyectos son más propensas a estar en una ventaja significativa en el futuro, con respecto a sus competidores, teniendo en cuenta el aumento de la variabilidad de los productos y los mercados financieros. Es el empleo de las opciones reales el que permite crear valor en entornos inciertos mediante el diseño y ejecución de una gestión flexible, evitando riesgos y lidiando con incertidumbres de manera proactiva.

En conclusión, esta metodología proporciona procesos de valoración que se caracterizan por el manejo más completo de la incertidumbre y la flexibilidad en la toma de decisiones para cada etapa del desarrollo de la tecnología. Varios autores coinciden en citar que su principal desventaja es que es un proceso complejo y

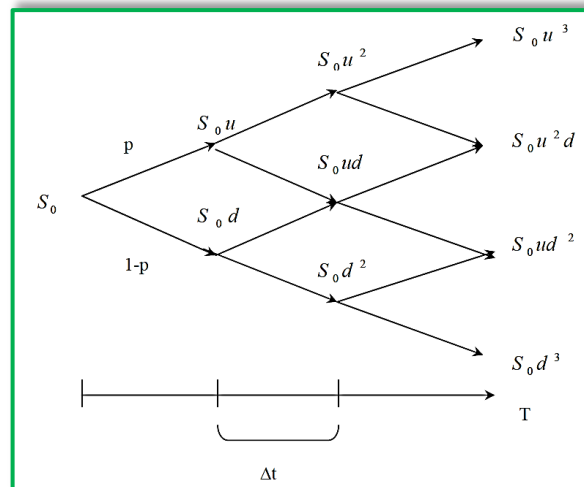
²⁴Tsui Maggie "Valuing Innovative Technology R&D as a Real Option: Application to Fuel Cell Vehicles", September 2005.

que “requiere mucho tiempo”. Esta es una visión general de las opciones reales, a continuación se presenta los principales métodos para valorar tecnología por opciones reales, que incluye el modelo de Red Binomial y Simulación de Monte Carlo.

Método basado en red binomial.

Este método lo introdujo por vez primera Cox, Ross y Rubinstein en el año de 1979 con su trabajo titulado “Option Pricing: A Simplified Approach”. La red Binomial como método de valoración consiste en determinar el valor de activos tecnológicos en base a la evolución de los ingresos y los precios de los activos. El precio del activo está dado por el VPN, este valor va a ser representado por S , el cual varía en cada periodo de tiempo. Cuando éste aumenta lo hace por un multiplicador u que es mayor a 1. Cuando disminuye lo hace por un factor multiplicador d , que se encuentra entre 0 y 1. (Ver figura 2).

Figura 2. Red Binomial.



Fuente: Tsui Maggie, 2005.

Se supone que s_0 es el precio del activo en el momento 0 y dependiendo de la volatilidad de éste, el próximo período puede llegar a ser $C_u = (s_0 u)$ o en el caso

contrario $C_d = (s_0d)$. Cada movimiento (hacia arriba o hacia abajo) está asociado con una probabilidad p o $1-p$. Al final de la red (parte derecha) se encuentran los valores futuros del activo. Luego de que se conoce el valor de estos se evalúa la red de la opción de derecha a izquierda. El valor de las opciones antes de la fecha de expiración para un periodo está dado por:

$$C = e^{-r\Delta t} [qc_u + (1 - q)c_d]$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

Donde:

- ✓ **C**: es el valor de una opción de compra.
- ✓ **C_u**: es el valor de la opción de compra en el período de tiempo si el precio de la acción sube.
- ✓ **C_d**: es el valor de la opción de compra en el período de tiempo si el precio de la acción baja.
- ✓ **r**: es la tasa de interés.
- ✓ **σ**: es la volatilidad del precio de las acciones.
- ✓ **t**: es el tiempo de vencimiento de la opción.
- ✓ **u**: es el factor multiplicativo de incremento.
- ✓ **d**: es el factor multiplicativo decreciente.
- ✓ **p**: es la probabilidad de riesgo neutral.

Un parámetro fundamental que debe tenerse en cuenta en el enfoque de la red Binomial son los periodos de tiempo, cuantos más se evalúen, más se aproximará el resultado al valor real del activo (Nataraj 2010). La complejidad de esta técnica de valoración proviene del cálculo de la volatilidad del activo que se va a valorar. Este factor que hace presencia durante toda la vida del proyecto y es determinado

por muchos expertos de manera histórica, en un período de tiempo muy similar al periodo real (Vergel, 2011).

Método basado en simulación Monte Carlo

El método de Monte Carlo consiste en la simulación de miles de escenarios de un problema mediante la asignación de distribuciones de probabilidad a las variables aleatorias del modelo en cuestión, generando números aleatorios de acuerdo a esas distribuciones y calculando combinaciones de escenarios, los resultados son almacenados para luego ser analizados.

Para la valoración tecnológica, esta metodología, asigna una distribución de probabilidad a las variables de entrada y ejecuta una simulación de distintos escenarios del flujo de caja descontado, tomando los valores de las distribuciones de probabilidad de la variable. La simulación al final entrega una estimación del valor de la tecnología expresada en una distribución de probabilidad del valor presente neto, lo que representa una ventaja para valorar tecnología, ya que “permite conocer los valores máximos y mínimos del VPN, y se puede conocer la manera como los diferentes valores afectan la incertidumbre del cálculo del VPN” (Lemisch 2010). Todos estos elementos posibilitan llevar a cabo análisis de la valoración más completos.

Alejandro Bustamante²⁵ menciona los pasos a seguir en la Simulación de Monte Carlo:

- ✓ Diseñar el modelo lógico de decisión.
- ✓ Especificar distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias relevantes.
- ✓ Incluir posibles dependencias entre variables.
- ✓ Muestrear valores de las variables aleatorias.

²⁵Bustamante Alejandro “Evaluación de riesgos mediante Simulación Monte Carlo”

- ✓ Calcular el resultado del modelo según los valores del muestreo (iteración) y registrar el resultado.
- ✓ Repetir el proceso hasta tener una muestra estadística representativa.
- ✓ Obtener la distribución de frecuencias del resultado de las iteraciones.
- ✓ Calcular media, desviación estándar y curva de percentiles acumulados.

Al igual que otros modelos de valoración, la Simulación de Monte Carlo busca imitar situaciones reales mediante el ajuste de datos a una distribución de probabilidad, incorporando de manera explícita la incertidumbre y haciendo más sensible el modelo a los cambios de la valoración, factores que hacen diferir esta metodología de las demás, pues introduce técnicas de modelización más sofisticadas reflejando de manera más representativa los resultados en el mercado. La simulación de Monte Carlo proporciona una muy buena opción, para llevar a cabo procesos de valoración tecnológica, teniendo en cuenta que por la incertidumbre, su flexibilidad y campo de análisis representa un método completo y confiable. En el capítulo 5 se analiza de manera más profunda éste método.

4. EXPERIENCIAS EN VALORACIÓN

El proceso de valorar activos tecnológicos se encuentra con el inconveniente del escaso acceso a información de casos o procedimiento que se hayan realizado, en el presente capítulo se hace un análisis de este proceso en tres sectores (empresas, universidades y centros de investigación) y de los factores que influyen en el, esto gracias en su mayoría, a la información obtenida a partir del estudio de campo que se realizó, en donde se contactó con investigadores y valoradores del entorno nacional e internacional.

4.1. Valoración tecnológica en empresas

El desarrollo tecnológico de las empresas está ligado al nivel de investigación de nuevas tecnologías y la propiedad intelectual que las organizaciones posean. La propiedad intelectual abarca un sinnúmero de tópicos: derechos de autor, nombres de dominio, marcas patentes entre otros, los cuales enmarcan la competitividad dentro de las empresas que generan tecnología. Uno de los caminos que permiten la supervivencia de una organización en un medio competitivo es el impulso a la innovación tecnológica, ya que permite dar un valor agregado a los servicios o productos que esta genere.

Uno de los grandes inconvenientes para hacer el análisis de valoración tecnológica son las políticas de confidencialidad que tienen las empresas para divulgar este tipo de información, esto queda evidenciado en los datos recopilados en el trabajo de campo realizado en este estudio (Ver Anexo D), por lo tanto se recurrió a información secundaria encontrando algunos métodos de valoración de tecnología que utilizan las empresas Telefónica e IBM:

Valoración de las patentes en la empresa Telefónica

En el análisis de la empresa Telefónica se identifica que no considera el valor de la invención en sí misma sino el beneficio adicional que aportan las patentes. “No existen métodos mágicos para valorar patentes, ni todas las patentes valen lo mismo, pero una primera aproximación es analizar los beneficios económicos que conlleva patentar una invención” (Solórzano 2011).

Beneficios por ventaja competitiva: el principal beneficio que genera una patente es la exclusividad por la explotación en aquellos países donde haya sido creada, tener esta ventaja competitiva genera mayores ingresos por ventas, mayor cuota de mercado, esto mientras los competidores logren desarrollar o comprar una nueva tecnología que supere la tecnología creada. A manera de ejemplo el autor menciona las muchas demandas que Apple tiene por infracciones de patentes por su interés de proteger y maximizar los beneficios que obtiene de sus productos, (Solórzano 2011) aclara que la empresa Apple no tiene interés en licenciar sus invenciones, solo en protegerlas para conseguir ventajas competitivas.

Beneficios por acuerdos de licencia: siempre es posible negociar acuerdos de licencia con terceros. Telefónica tiene una tecnología que se basa en protocolos de comunicaciones para dispositivos móviles, la empresa es el proveedor de servicios pero no tiene la capacidad de fabricación de terminales, la empresa opta por negociar con un proveedor externo para que sean ellos los que implementen la tecnología en sus dispositivos, a cambio de un porcentaje sobre las ventas, por unidad vendida a un costo fijo total.

Beneficios por venta de portafolio: las patentes tienen valor como activo intangible, por lo tanto estos se pueden valorar a partir del flujo de caja descontado de la explotación del activo. En la práctica puede resultar bastante complejo hacer una estimación para cada una de las patentes de un portafolio amplio.

La Comisión Europea, Dirección General de Mercado Interno, publicó en julio de 2006 un interesante estudio²⁶ Resultado del proyecto ETD/2004/IM/E3/77 en el que se dan unas estimaciones basadas en los resultados de una encuesta a casi 10.000 inventores de 8 países (Alemania, Dinamarca, España, Francia, Hungría, Italia, Países Bajos y Reino Unido). Según dicho informe el valor medio de las patentes en cualquiera de los ocho países es bastante alto, unos 3 millones de euros. Sin embargo, este dato es muy hipotético puesto que hay un pequeño porcentaje de patentes con un enorme valor y muchas que valen mucho menos, la desviación típica es muy alta. El dato más fiable es el valor estadístico de la mediana, que son 300.000€. Esto implica que, según este estudio, cada vez que se genera una patente se crea un valor estimado de 300.000€ (“patent Premium”, sin considerar el valor de la invención de la patente). Teniendo en cuenta el análisis anteriormente expuesto y haciendo un estudio del valor promedio de las patentes de Telefónica el cual es de 125.000€ frente a los 300.000€ que es el valor estadístico de la mediana del estudio, se concluye que se genera un beneficio neto de 175.000€ por patente en promedio, y esto sin tener en cuenta los acuerdos de licencias a terceros.²⁷

Telefónica hace la valoración de sus patentes a nivel global, ya que estas grandes empresas poseen gran cantidad de tecnologías patentadas, que les resulta muy difícil y costoso cuando se valora cada una de ellas, por lo tanto el valor de las patentes se maneja como un promedio, este promedio se compara con estudios los cuales valoran tecnologías similares, estos valores se cotejan para generar el beneficio neto de las patentes de la empresa.

Valoración tecnológica en IBM

La Empresa IBM tiene en cuenta diferentes métodos de valoración tecnológica, este tipo de valoración está enfocado en la creación de software y la vida útil del

²⁶http://ec.europa.eu/internal_market/indprop/docs/patent/patqual02032011_en.pdf

²⁷ Boletín semanal sobre competidores, suministradores, innovación tecnológica, internet & media, regulación. Luis Fernando Solórzano Corral. Telefónica I+D

mismo. IBM maneja dos definiciones importantes dentro del proceso de valoración las cuales son: un producto del software y el valor. El software como producto no solo es un programa ejecutable, sino que se puede referir a un sistema o proceso. El valor, se expresa como un precio y se mide por el flujo de los ingresos generados por los consumidores de software durante su ciclo de vida. Las técnicas de valoración que tiene en cuenta IBM para evaluar el desarrollo de software son:

El retorno de la inversión: El valor puede calcularse directamente en términos de ROI (retorno sobre la inversión), que determina el tiempo de recuperación de la inversión. Sus componentes son el costo del proyecto vs los flujos de efectivo anuales:

$$ROI = \frac{\text{Costo del proyecto}}{\text{Flujos de efectivo anuales}}$$

Donde la mejor inversión es la que tiene el menor período de recuperación. Se presentan 3 problemas principales con el método²⁸:

- No tiene en cuenta los beneficios después del periodo de recuperación de la tecnología, y por lo tanto no mide la rentabilidad a largo plazo
- No tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo - la tasa de descuento.
- No tiene en cuenta el riesgo, cuando la probabilidad de fracaso en estos proyectos es superior al 50%

Análisis de sensibilidad: Es una técnica que puede determinar los nuevos flujos de caja y el VPN del software al cambiar una variable (inversión inicial, duración del software, etc.) de este modo al tener los nuevos flujos de caja se puede refinar las estimaciones sobre la implementación del software. Con un pequeño cambio

²⁸Assessing the economic value of software projects. Patrick McKenna, Senior Technical Advisor, IBM, Software Group

por ejemplo en la tasa de crecimiento del mercado, el valor del software puede elevarse considerablemente, entonces esta variable de entrada debe medirse con precisión, pues el resultado de esta influye en el valor del software. El análisis de sensibilidad también es utilizado para aumentar la confianza en los modelos de invención del software y sus predicciones, dando una comprensión de como la simulación del software responde a las entradas (inputs), y como estos datos son utilizados para calibrar y refinar el modelo. IBM también utiliza el método de Valor presente neto (VPN) y simulación por el método de Monte Carlo para valorar Software.

A pesar de que no se tenga mucha información de la valoración tecnológica hecha por empresas, se tienen estadísticas de las empresas que más generan patentes a nivel mundial, estos indicadores se relacionan con el fomento en la innovación, por lo tanto se podría decir que a mayor número de patentes de una empresa, esta podría tener ingresos adicionales de la venta y comercialización de alguna de ellas, en el Anexo E se da a conocer la clasificación de las empresas que más generan patentes en el 2010.

4.2. Valoración tecnológica en universidades

Las Instituciones de Educación Superior son las entidades que están constantemente generando conocimiento, sin embargo, este saber no es aprovechado totalmente, ya que se deja solamente en un producto de la investigación y no se explota comercialmente, es decir, no se realiza la transferencia de la misma.

Gran parte de los investigadores desconocen las herramientas, parámetros o metodologías existentes para valorar tecnología o no son los encargados de

realizarla²⁹(Ver Anexo F), esta situación se presenta tanto en el entorno nacional como en el internacional.

En un estudio realizado por la red PILA (Red de Propiedad Intelectual e Industrial en Latinoamérica), se muestra el nivel de comercialización y valoración en una escala de 0 a 10, de las nuevas tecnologías a nivel Latinoamérica (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Nivel AIDA³⁰, Explotación de la Propiedad Intelectual, promedio nacional.

PAÍS	EXPLOTACIÓN
Brasil	4,45
Panamá	3,96
México	3,9
Costa Rica	3,65
Argentina	3,54
Chile	3,47
Ecuador	3,26
Cuba	2,99
Perú	2,94
Colombia	2,91
Nicaragua	2,53
Venezuela	2,22
Uruguay	1,88
El Salvador	1,58
Bolivia	1,15
Honduras	1,14
Paraguay	0,33
Promedio	2,76

Fuente: Red PILA.

²⁹ Consideración tomada de consultas hechas por Los Autores del Proyecto, a Directores de Grupos de Investigación de diferentes partes del Mundo (Contacto vía mail).

³⁰ Método de medición de la concienciación de la propiedad intelectual, que cuantifica el grado de madurez de las Instituciones de Educación Superior, en cuanto a las prácticas y conocimientos relacionados con la propiedad intelectual.

La explotación de la Propiedad Intelectual comprende la Valoración de la misma, para luego ser comercializada de manera menos subjetiva y acorde al beneficio que pueda llegar a generar. Las universidades en países como Brasil, Panamá y México se encuentran en los primeros lugares de Latinoamérica en el proceso de valoración tecnológica, sin embargo, el nivel en que se encuentran aún es bajo dejando un gran camino por mejorar, esto se evidencia en el caso de Brasil, que aunque presenta los niveles más altos en cuanto a comercialización de sus tecnologías (45%) a nivel Latinoamérica, deja sin valorar o comercializar el otro 55% de las tecnologías que genera.

Las instituciones de Educación Superior en Paraguay, Honduras y Bolivia presentan niveles cercanos o inferiores al 10%, lo que refleja un bajo impacto y uso de la valoración tecnológica, para el caso de Colombia, la explotación tecnológica se encuentra en un 29,1%, dejando un amplio espacio por trabajar, investigar y proponer, de tal manera que el nuevo conocimiento que se genere pueda servir como fuente de ingreso para las Instituciones Educativas, para los investigadores, y las industrias puedan acceder más fácilmente a los avances tecnológicos, lo que implica un mayor nivel competitivo y un desarrollo económico nacional de impacto internacional.

En las Universidades, aunque los grupos de investigación son los encargados de generar el nuevo conocimiento, el proceso de transferencia de la tecnología está a cargo de las Vicerrectoras de Investigación y Extensión, esta actividad no se realiza mediante una metodología definida, pues se utilizan parámetros según el criterio del valorador, combinación de métodos (VPN, Monte Carlo, Árboles de Decisión, entre otros.) o enfoques (según el costo, mercado e ingresos), esto lleva a que la valoración se realice de manera subjetiva, y que el resultado final sea desventajoso para alguna de las partes (vendedor o comprador).

La transferencia de conocimiento en las universidades refleja algunos inconvenientes como³¹:

- Escasos estímulos a los investigadores.
- Ausencia de Oficinas de Transferencia de Conocimiento que centren sus esfuerzos en esta labor.
- Falta y uso deficiente de herramientas que permitan valorar y transferir el conocimiento.
- Debilidad en la identificación de creaciones con potencial de comercialización.
- Deficiencia en la relación Universidad-Empresa-Estado.
- Insuficiencia de estrategias y lineamientos para la formación de spin-offs.

En definitiva el proceso de transferencia de tecnología en universidades tiene el potencial para crecer, sin embargo, es necesario del apoyo de las instituciones ya que este requiere de recursos y esfuerzos, los cuales se verán recompensados y reflejados en beneficios económicos, académicos y sociales para el investigador y la entidad educativa.

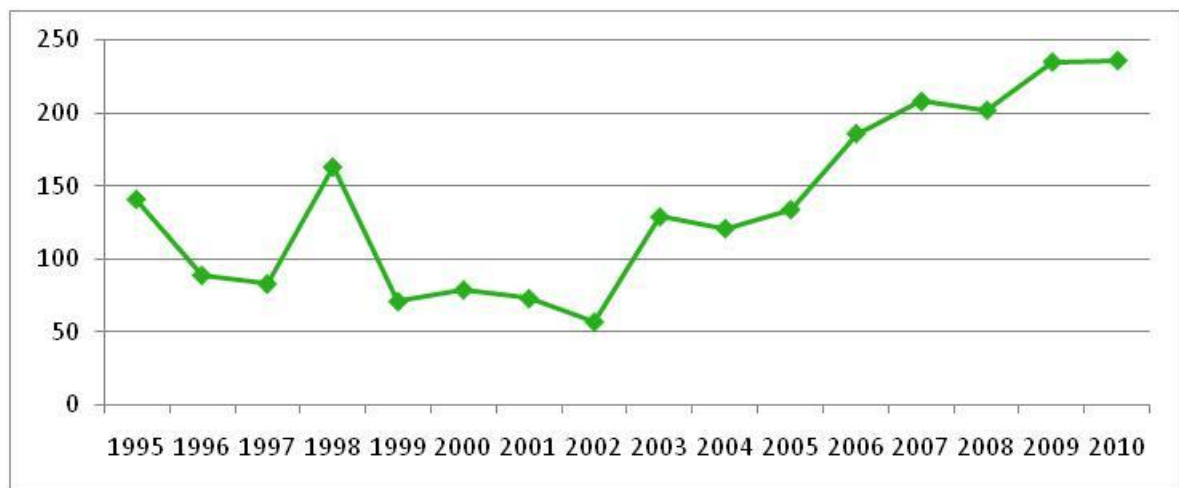
4.3. Casos de valoración tecnológica en centros de investigación

Un hecho de gran importancia para Colombia se registra en el año 1990 con la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT), que se formó con el fin de establecer las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como las organizaciones públicas, privadas o mixtas que realicen o promuevan el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación .

³¹Estudio realizado por la red PILA (Red de Propiedad Intelectual e Industrial en Latinoamérica), Noviembre 2011.

Esto representa para el país un soporte significativo que junto con otras instituciones gubernamentales como Colciencias apoyan los procesos estratégicos de planificación y toma de decisiones que trabajan en pro del posicionamiento a nivel regional y mundial. Éste tipo de instituciones en parte han sido las responsables de forjar el progreso tecnológico de las naciones, y que en el caso particular de Colombia se evidencia en varios indicadores que soportan ésta evolución en los procesos investigativos y científicos como los son la producción científica en términos de solicitud de patentes (Ver Figura 3).

Figura3. Solicitud de patentes en Colombia.



Fuente: Autores. Datos tomados de WIPO. The World Intellectual Property Organization: <http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/>

Colombia a través de los años ha incrementado su potencial en centros y grupos de investigación contribuyendo al avance en la producción científica y tecnológica (Ver Anexo G). Hoy en día se presenta la necesidad de valorar activos tecnológicos, esta actividad de valoración ocupa un eslabón fundamental en la vida de las nuevas tecnologías, especialmente en las etapas de explotación y comercialización. Particularmente en Colombia en los centros de investigación tanto de universidades como independientes no se ha profundizado en éste campo de las valoraciones de activos tecnológicos como producto de que el tema

es relativamente nuevo para el entorno. Si se hace un análisis comparativo con otras naciones de mayor nivel de desarrollo como es el caso de España se encuentran organismos como la Red OTRI³², que pretenden potenciar el papel de centros de investigación dentro del sistema de innovación. Dentro de la gestión que ha llevado a cabo este organismo, está el control mediante encuestas que buscan diagnosticar los problemas que se presenten dentro de los centros de investigación. Uno de éstos análisis que lleva a cabo la Red OTRI demuestra el crecimiento que viene presentando los centros de investigación en su capacidad para valorar y transferir tecnología, y que se materializa en indicadores como el número de concesiones de patentes, acuerdos de confidencialidad, acuerdos de transferencia, y licencias de resultados de investigación entre otros (Ver Anexo H). Estos resultados respaldan la importancia de la gestión que lleva a cabo estos organismos.

En Colombia son pocos los grupos de investigación que llevan a cabo procesos valorativos de tecnología; dentro de ésta investigación se realizó un sondeo con el fin de conocer quiénes y cómo valoran los activos tecnológicos localmente. Dado el bajo índice de centros de investigación que desarrollan valoraciones de tecnología, se optó por extender el alcance de dicho estudio con el fin de conocer las características de los procesos de valoración. Esta actividad contó con la participación de instituciones a nivel internacional y algunas nacionales (Ver Anexo I).

4.4. Análisis de la información

Éste informe recoge los resultados de la encuesta hecha a entes a nivel nacional e internacional con el objeto de analizar el estado de la valoración tecnológica en diferentes instituciones. Para ello se logró establecer contacto con varios centros

³² Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de las universidades españolas cuya misión, según se establece en su reglamento es "potenciar y difundir el papel de las universidades como elementos esenciales dentro del sistema nacional de innovación".

de investigación en el entorno Colombiano donde se seleccionaron aquellos que están categorizados como grupos A y B de Colciencias. La gran mayoría de éstos, ante la invitación a participar en el presente estudio, coincidieron en que dentro de su gestión no se llevaban a cabo valoraciones de activos tecnológicos. Esto en parte representa una imagen clara del estado real de los procesos valorativos para el entorno local. Teniendo en cuenta esta situación, se opta por ampliar el alcance de la investigación a nivel internacional, logrando contactar a entidades de distintos países con las que se llevó a cabo el estudio. El objetivo principal de ésta actividad se fundamentó en conocer procesos de valoración de tecnología mediante la recopilación de información primaria acerca de las metodologías empleadas y los factores que se tienen en cuenta en dichos procesos. En este estudio la información se recopiló por medio de encuestas online (Ver Anexo J).

Los e-mails se remitieron en su mayoría a las oficinas de transferencia de tecnología y aunque no en todas las entidades existen éste tipo de dependencias, se gestionó el contacto exacto con las personas encargadas de realizar dichas valoraciones en aquellas instituciones donde no cuentan con este tipo de organismos internos que lleven a cabo estas actividades. En el caso de Colombia, generalmente esta labor recae sobre las Subdirecciones de Investigación y Extensión. En países como España se cuenta como se mencionó anteriormente con organismos como la Red OTRI que agrupa las oficinas de transferencia de resultados de Investigación con el fin de fortalecer la gestión de la transferencia de tecnología. El panorama de la mayoría de instituciones participantes se caracteriza por contar con este tipo de dependencias.

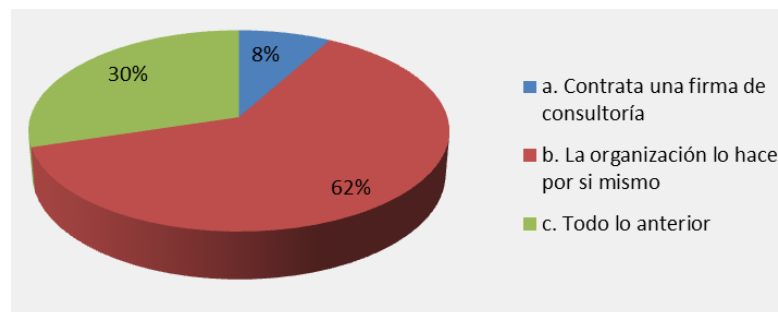
La encuesta contó con la colaboración de instituciones tanto educativas como con algunos centros privados de investigación, el total de entidades o personas contactadas fue de 835, sin embargo la encuesta fue contestada por 36 de ellos, la recopilación de datos duró 2 meses. La información que se presenta a continuación es un apoyo fundamental para esta investigación con el fin de presentar un completo estudio para el desarrollo y soporte en los procesos de

valoración de tecnología. Los resultados completos del estudio son presentados en el Anexo D.

Análisis de la encuesta.

Es importante conocer si dentro de cada organización se llevan a cabo valoraciones de los activos tecnológicos o se terceriza ésta actividad. La encuesta evidencia (Ver Figura 4) que esta opción también es tomada en cuenta, aunque en la mayor parte de los casos, estos procesos se realizan al interior de cada institución. Es aquí donde toma importancia que cada organización cuente con personal capacitado para el desarrollo de valoraciones tecnológicas:

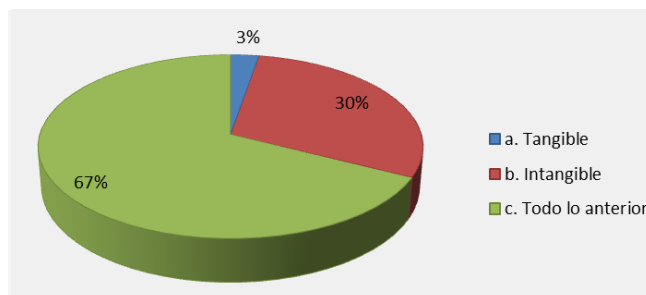
Figura 4. Medio por el cual se realiza la valoración tecnológica



Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

Por otro lado un factor que caracteriza la gestión tecnológica de las organizaciones, es el tipo de tecnología que se valora. Se puede observar por los resultados (Ver Figura 5), que en su mayoría estas instituciones llevan a cabo valoraciones tanto de activos tecnológicos tangibles como intangibles. Cabe también concluir que la actuación de las empresas consultoras en el campo de la valoración tecnológica es relativamente baja.

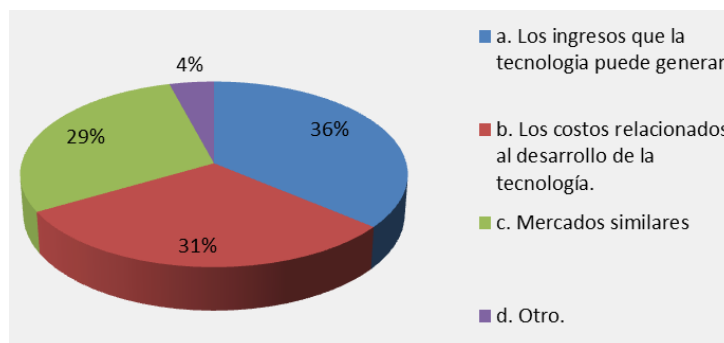
Figura 5. Tipo de Tecnología que se valora



Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

En cuanto a la forma en que se valora los activos (Ver Figura 6), se evidencia que los organismos encuestados basan sus valoraciones por los tres principales enfoques de valoración, sin tener una marcada preferencia por uno en especial, lo que da a entender en parte de que se tiene conocimiento de estos enfoques y que son prácticamente de igual nivel de aplicación.

Figura 6. Enfoque utilizado para Valorar

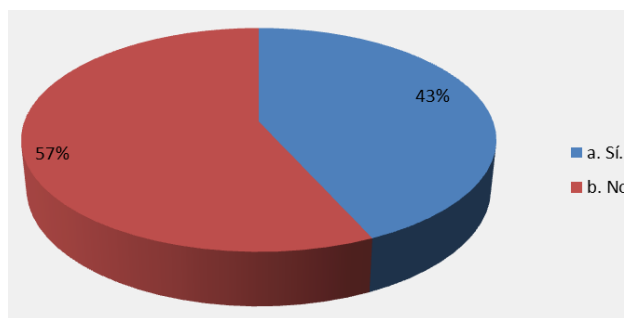


Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

En la actualidad dichos procesos se apoyan en herramientas informáticas con el fin de hacer más prácticas estas actividades. El papel que cumplen dichas herramientas es fundamental e influye en gran medida en la preferencia de

aplicación de un determinado método de valoración, es decir, que si la metodología a desarrollar para la valoración cuenta con facilidades como la de un paquete software tiende a tener mayor nivel de aplicación. Con base en esto se podría afirmar que el uso de éste tipo de herramientas es alto, cosa que no es soportada por los resultados de las encuestas. Se aprecia (Ver Figura 7) que indiferente a que en la actualidad se cuenta con la disponibilidad de herramientas informáticas en el mercado, éstas no son empleadas en la mayoría de procesos de valoración:

7. Uso de herramientas informáticas para Valorar

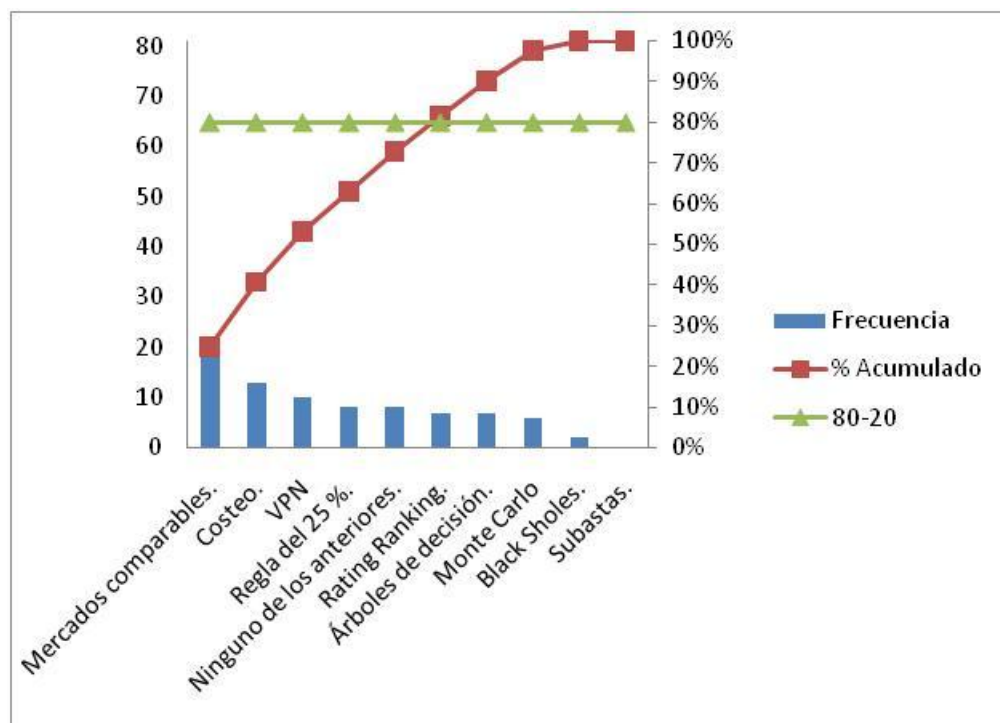


Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

Otro de los campos analizados, fue el conocimiento de las técnicas de valoración y su aplicabilidad en estos procesos. Son varios los métodos propuestos por los autores para desarrollar valoraciones. A pesar de esto, no todos los métodos son conocidos y aplicados. En la encuesta se presentaron varias opciones de metodologías que según los estudios realizados anteriormente y sus análisis correspondientes se consideraron que eran las de mayor importancia dentro de los procesos de valoración de tecnología, dado su conocimiento en el campo de la gestión de la tecnología y el hecho de ser adecuados para llevar a cabo los procesos valorativos. Con base en los resultados obtenidos, se evidencia (Ver

Figura 8) que las metodologías más empleadas son mercados comparables, costeo, VPN y la regla del 25%. Al analizar esta situación se deduce que la causa corresponde a la facilidad de aplicación de éstas y a que no demandan cálculos ni procedimientos complejos. En cuanto a las demás metodologías se presenta un nivel de empleo en las valoraciones en las que no difiere significativamente un método de otro:

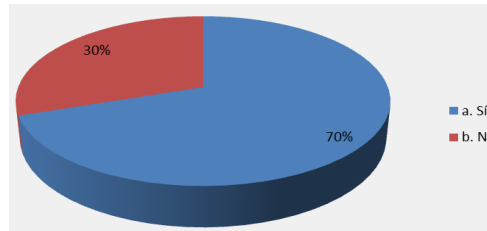
Figura 8. Metodología usada para Valorar



Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

Con relación a la Figura 9 se puede deducir que las metodologías tenidas en cuenta para valorar se emplean en distintos procesos valorativos independientemente del tipo de activo tecnológico. Es decir, que se han utilizado estos mismos métodos para determinar el valor de activos tecnológicos indistintamente si son de diferentes características.

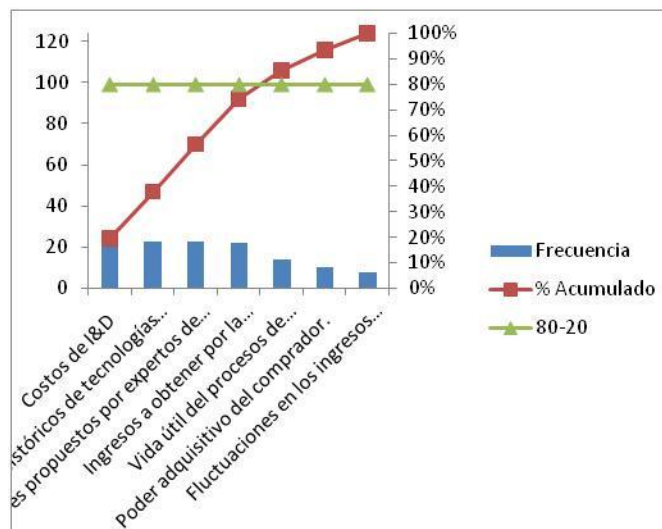
Figura 9. Utilización del mismo método para Valorar



Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

Tal vez la deducción de mayor importancia que entrega los resultados de éste estudio, es el haber podido determinar que actualmente se tiende a valorar en base factores como son los costos incurridos en el desarrollo de la tecnología y datos del mercado. Esto no indica que se esté valorando solo por lo que se incurrió en el desarrollo de la tecnología o por lo que valgan productos similares, sino que es determinante en las negociaciones, garantizar como mínimo la recuperación del capital invertido, para posteriormente calcular el precio base de transacción por la tecnología. Ya anteriormente se expusieron las principales metodologías junto con sus ventajas y desventajas.

Figura 10. Factores utilizados para Valorar



Fuente: Autores; Datos tomados de la encuesta hecha a Universidades y Centros de Investigación.

Con base a lo anterior se concluye, que no se están empleando aquellas técnicas que brindan un menor grado de subjetividad y que basadas en el potencial de explotación de los activos tecnológicos sugieren valores más justos y precisos. Esto en parte como consecuencia del desconocimiento de estos métodos y de la visión errada de que estos son de alta complejidad. Además de que también los beneficios que prestan métodos como el de mercados comparables, donde se desarrollan procesos valorativos de baja complejidad influyen en la decisión de valorar bajo un método en especial. Por estas características de los métodos como es la de mayor practicidad, no se justifica que se dejen a un lado las metodologías que requieren mayor trabajo. Es aquí donde se debe analizar cuál es la metodología más adecuada para valorar cada tecnología en particular, pues es cierto que en muchas ocasiones no es factible aplicar métodos que requieren de análisis más amplios de lo que demanda la valoración de determinado activo. Cada metodología de valoración brinda ventajas en cada situación en particular, pero cabe aclarar que modelos como Monte Carlo y opciones Reales permiten análisis más completos y resultados más confiables.

4.5. Factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica

Durante el análisis y negociación de valoración tecnológica se presentan factores que influyen en el precio final de la tecnología. Todo el proceso de investigación y desarrollo hasta el precio justo de tecnología está ligado a factores críticos que influyen en el proceso de valoración de ésta. En los países desarrollados, se ve como a partir de la valoración de tecnología se han hecho importantes avances con respecto a la recolección de datos de negociaciones ya hechas de otras tecnologías, se dispone de herramientas informáticas sofisticadas, forzando a un análisis más amplio, ordenado y certero al momento de determinar el valor de cualquier tipo de tecnología (Razgaitis 2007) , pero aún se tiene cierto grado de

incertidumbre con respecto a qué factores del entorno pueden afectar el valor de la tecnología a corto, mediano y largo plazo.

Para los países en vía de desarrollo, en especial los Latinoamericanos, no se tiene totalmente definida la estructura para valorar la tecnología desarrollada, llevando a altos niveles de subjetividad sobre cuáles y como cuantificar los factores que influyen en el valor de esta.

A continuación se presenta una análisis de los factores más influyentes al momento de valorar tecnología, estos parámetros se desprenden del estudio de las metodologías para valorar tecnología.

Figura 11. Factores representativos de la valoración tecnológica



Fuente: Autores

❖ **Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología (riesgo)**

Dentro de las diferentes metodologías para valorar tecnología se pueden analizar las Fluctuaciones en los Ingresos generados por la tecnología (riesgo) que representa implementar una nueva tecnología en el Mercado (volatilidad del mercado), también se hace necesario analizar si este riesgo es compartido por el comprador y el vendedor de la tecnología. Es importante poner atención a este tema en especial, ya que puede ser un factor determinante al momento de valorar tecnología. También es importante aclarar que este riesgo se asocia solo en el momento de venta de la tecnología, no se tiene en cuenta el riesgo que representa la tecnología durante el diseño y desarrollo de la misma. Se considera que este tipo de riesgo depende de la naturaleza de cada metodología para valorar tecnología y no de acuerdos pactados durante la negociación de la tecnología.

Dentro de las metodologías de valoración de tecnología expuestas se encuentran algunas que comparten riesgo, a continuación se hace el análisis del factor “Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología (riesgo)”, la clasificación en estas metodologías y sus niveles de riesgo compartido.

- **Método basado en técnicas de costeo:** El método basado en técnicas de costeo es una metodología que tiene en cuenta solo costos de investigación y desarrollo de la tecnología más un margen de utilidad dispuesto por una persona encargada (generalmente expertos en tecnología) por lo tanto en el momento de negociar la tecnología, el riesgo lo corre únicamente la persona que compra la tecnología. El que genera la tecnología propone un precio fijo, independiente de los ingresos o pérdidas futuras que pueda generar esta tecnología, en tanto que el comprador, debe tener un grado de incertidumbre si esta tecnología al explotarla genere pérdidas o ganancias.
- **Método basado en mercados comparables:** en esta metodología el riesgo es exclusivo del comprador. Al comprador se le asigna riesgo porque

no se sabe con total certeza si al explotar la tecnología se vayan a recibir los beneficios esperados.

- **Método basado en la técnica de Rating/Ranking:** Al ser una herramienta de mercados comparables, no es necesario medir si el riesgo es individual o compartido.
- **Método basado en la regla del 25%:** Genera riesgo tanto al comprador, como al vendedor de tecnología, ya que por una parte el comprador podría eventualmente no obtener los volúmenes de venta esperados y por lo tanto generar pérdidas, y como consecuencia el vendedor no recibirá un monto adecuado de dinero producto de las regalías.
- **Método basado en el cálculo del valor presente neto:** Se puede analizar que en este tipo de metodologías no se comparte el riesgo, ya que este método contiene los flujos de caja a futuro de la explotación del activo para conocer su rentabilidad en el presente. Por lo tanto el comprador estaría expuesto al riesgo pues si la tecnología no funciona como se esperaba se podrían producir pérdidas.
- **Método basado en Árboles de Decisión:** El vendedor valora su tecnología a partir de los ingresos esperados de la ruta más óptima, basándose en escenarios en los cuales la tecnología puede o no generar los ingresos esperados. Por lo tanto el riesgo de que la tecnología no funcione, solo se le genera al comprador, debido a que este método se maneja bajo probabilidades de los ingresos esperados a futuro.
- **Aplicación del método de Black-Scholes:** Este método no genera ningún tipo de riesgo al vendedor de tecnología, porque lo que se quiere negociar en un principio es el valor de la opción de compra de la tecnología, esto es, un precio base (valor de la opción de compra) en el cual el comprador tiene la opción de analizar si es viable o no explotar la tecnología, el análisis de viabilidad está sujeto a una fecha de vencimiento de la opción de compra, en el cual una vez cumplido este periodo, y si el comprador no ha explotado la tecnología, este perderá los derechos sobre la tecnología. Por

lo tanto el vendedor ganara por la venta de la opción, independiente si la tecnología es explotada o no.

- **Aplicación del método de red binomial:** Teniendo en cuenta que lo que se valora es el precio de la opción de compra, se realiza el mismo análisis hecho al método e Black-Scholes en donde el riesgo de pérdida económica no está presente para el vendedor de tecnología, ya que el precio de la opción se toma a partir de los valores futuros de la tecnología hallados por este método. El riesgo de perder o ganar con la explotación de tecnología la tiene el comprador, debido a quela volatilidad de los flujos de fondos generados por la tecnología al ser explotada genera posibles incertidumbres monetarias y de operación o desarrollo referentes a la tecnología, así como también como estas incertidumbres varían en el tiempo.
- **Método basado en simulación de Monte Carlo:** no existe riesgo asociado con el vendedor debido a que el precio de la tecnología se encuentra asociado a los flujos de caja futuros que genere el explotar el activo. Al comprador por su parte le recae el riego de la explotación de la tecnología, las fluctuaciones de caja a futuro pueden generarle pérdidas o ganancias. Se pueden hacer cálculos aproximados de ganancias esperadas pero sin verdades absolutas.
- **Método de valoración tecnológica por subastas:** En esta metodología el riesgo de pérdida o ganancia por la explotación de la tecnología es compartido tanto por el vendedor como por el ganador de la subasta (comprador), donde no se tiene en cuenta los ingresos futuros que pueda generar la tecnología, ni se conoce si el precio base de la subasta será aceptado por los interesados en adquirir la tecnología. Por lo tanto el nivel de incertidumbre ante el éxito o fracaso de la explotación de la tecnología es alto. Un riesgo que tiene el vendedor es que el comercio tecnológico no ocurre bajo condiciones ideales, es probable que las subastas generen la percepción de falta de liquidez por parte del vendedor o tecnologías prontas

a ser reemplazadas por otras más avanzadas y por lo tanto no generen el atractivo esperado.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de cuales métodos de valoración tecnológica comparten riesgo y cuáles no lo comparten.

Tabla 2. Metodologías que comparten el riesgo

RIESGO QUE PRESENTAN LAS METODOLOGIAS		
METODOS DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA	Riesgo	
	Vendedor	Comprador
Valoración por costeo		X
Mercados Comparables		X
Rating/Ranking		X
Regla del 25%	X	X
Valor Presente Neto		X
Arboles de Decisión		X
Opciones Reales		X
Monte Carlo		X
Subastas	X	X

Fuente: Autores

❖ Ventas estimadas (productos) por el uso final de la tecnología

La venta estimada por el uso final de la tecnología es un factor importante, representa el valor que puede llegar a tener la tecnología por la explotación de esta. Desde el punto de vista de los ingresos, se pueden clasificar las metodologías que utilizan o no este factor y se presentan a continuación:

- **Regla del 25%:** Las ventas estimadas tienen repercusión en la regla del 25%, pues en esta se tiene en cuenta el pago de regalías a una tasa promedio equivalente del 25% (aproximadamente) de las ganancias esperadas, donde este porcentaje se extrae de la utilidad operativa del estado de resultados de la empresa.

- **Valor presente neto (VPN):** Se incluye este factor por la definición del método el cual valora la rentabilidad de la tecnología y expresa los ingresos económicos que se pueden obtener, a partir de la explotación del activo a futuro, para posteriormente traerlo a un valor presente neto.
- **Método basado en simulación de Monte Carlo:** como se tienen en cuenta pronósticos de ventas, y se basa en el método del valor presente neto de los flujos de caja, el factor “Ventas estimadas por el uso final de la tecnología” influye en este método.
- **Aplicación del modelo de Black-Scholes:** Las ventas estimadas (productos) por el uso final de la tecnología, es un factor relevante en el modelo de Black-Scholes, ya que al analizar la ecuación del modelo se encuentra que un componente importante de esta es el valor actual de los ingresos esperados por el proyecto.
- **Modelo árboles de decisión:** se basa en tomar una decisión de posibles eventos bajo una probabilidad dada, los valores obtenidos por el método de VPN bajo diferentes escenarios son analizados por este método para tomar una decisión y así llegar a la mejor opción para valorar la tecnología, sirviendo los árboles de decisión como herramienta para la toma de decisiones, por lo tanto este método en su base conceptual tiene en cuenta el factor de “Ventas estimadas por el uso final de la tecnología”
- **Valoración por costeo:** Esta metodología no contiene el factor descrito pues se basa en valorar la tecnología desde el proceso de investigación, desarrollo y un margen de ganancia de la misma y no desde la perspectiva de los ingresos que la tecnología pueda obtener a través del tiempo.
- **Mercados comparables:** En esta metodología no se contempla este factor ya que para valorar la tecnología se basa en un enfoque del mercado, el cual supone un precio de venta a partir de datos de anteriores transacciones que impliquen información sobre el comercio tecnológico, es decir, se basa en datos pasados y no en el comportamiento de las ventas.

- **Método basado en la tecnica de Rating/Ranking:** Esta metodología al ser una herramienta que facilita la utilización del método basado en mercados comparables, no considera los ingresos que a futuro que pueda llegar a tener la explotación de la tecnología.
- **Metodo de valoracion por subastas:** Al ser un método el cual depende de una valoración previa de la tecnología basada en otra metodología, el factor no es determinante para dar un valor a la tecnología y se debe a que el método se basa en asignar un precio base de la tecnología y se pone en subasta a un número determinado de empresas que desean participar, independientemente si los ingresos esperados por la explotación de la tecnología a futuro sean favorables desfavorables, el precio total de la tecnología no tiene en cuenta estos ingresos.

❖ **Precios históricos de tecnologías similares**

Este factor tiene en cuenta únicamente a las metodologías de valoración de tecnologías que tienen un enfoque basado en el mercado, pues lo que se pretende es conocer un precio de venta de la tecnología en base a datos de transacciones que se hayan realizado anteriormente, y que tengan similitud con la tecnología que se quiere valorar, con estas transacciones se busca definir el precio de venta del activo y el porcentaje de regalías acordadas por las partes.

A continuación se presenta un análisis de los efectos del factor “precios históricos de tecnologías similares” en las metodologías de valoración de tecnologías:

- **Método basado en estándares industriales o mercados comparables:** los precios históricos de tecnologías similares es el factor más influyente a tener en cuenta en el desarrollo de esta metodología, este factor en si define éste método.
- **Metodo basado en la tecnica de Rating/Ranking:** esta metodología se puede utilizar como una herramienta en el método de mercados

comparables, por lo que el factor de precios históricos de tecnologías similares afecta a este método.

- La metodologías basadas en **valoración por costeo, valor presente neto, árboles de decisión, ecuación de Black-Scholes y Monte Carlo** no tienen directamente en cuenta los precios históricos de tecnologías similares ya que por una parte la valoración por costeo solo tienen en cuenta los costos de investigación y desarrollo de la tecnología. Las demás metodologías (VPN, árboles de decisión, ecuación de Black-Scholes, Simulación de Monte Carlo) se centran en el valor futuro que pueda generar la explotación de la tecnología sin tener en cuenta el valor de tecnologías similares. El método de la regla del 25% se puede apoyar en los precios históricos de las tecnologías similares para colocar un precio base de la tecnología, pero esto no quiere decir que el factor “precios históricos de tecnologías similares” influya en el desarrollo de la metodología ya que la regla del 25% se basa exclusivamente en la valorización del producto a futuro y como consecuencia las regalías a obtener por la explotación de la tecnología por lo tanto el método en su definición no tiene en cuenta este factor. Al igual que la regla del 25%, el método de subastas puede apoyarse en el factor “precios históricos de tecnologías similares” para encontrar el precio base de su tecnología a subastar, pero este precio desde el punto de vista del vendedor de la tecnología es paralelo al desarrollo como tal del método por subastas. Por otra parte el interesado en adquirir la tecnología por subasta puede indagar sobre el precio de tecnologías similares en el mercado para tener una idea de cuánto se podría ofrecer por esta tecnología.

❖ **Costos de investigación y desarrollo**

Dentro del proceso de creación de la tecnología es importante tener en cuenta los costos de investigación y desarrollo de la misma, ya que en los procesos de

valoración se debe incluir como punto de partida dentro del análisis de costos del activo, en la mayoría de métodos para la valoración este costo de investigación y desarrollo se muestra de manera automática en el punto de partida de costos incurridos para la creación del activo, pero no hace parte de muchas de las técnicas de valoración tecnológica expuestas en este libro, a continuación se hará un análisis de cual o cuales metodologías tienen en cuenta este factor dentro de sus modelos de desarrollo:

- **Método basado en técnicas de costeo:** Este método por definición tiene como base fundamental para el desarrollo del mismo los costos de investigación y desarrollo de la tecnología, más un margen de utilidad, de tal manera se confirma la influencia del factor “costos de investigación y desarrollo” en el método expuesto.

Para el análisis de la influencia del factor “costos de investigación y desarrollo” en los demás métodos de valoración de tecnología, éstas se agruparan dependiendo el enfoque dado a cada una (mercado, ingresos) ya que el factor no infliere directamente sobre los métodos.

- **Enfoque basado en el mercado:** este enfoque incluye los métodos de mercados comparables, Rating/Ranking y subastas. El factor “Costos de investigación y desarrollo” no influye directamente en el desarrollo de estos métodos, debido a que estos se basan en hallar el precio actual de la tecnología a partir de comparaciones con valores de tecnologías similares transadas anteriormente, por lo tanto este factor no aplica en estos métodos.
- **Enfoque basado en los ingresos:** Los métodos de valoración de tecnologías que se encuadran en este enfoque son la regla del 25%, VPN, árboles de decisión, Black-Scholes y Simulación por Monte Carlo. Éstos métodos no tienen en cuenta de manera directa el factor “costos de investigación y desarrollo”, debido a que éste factor está presente de

manera fija en los costos de la tecnología, pero no influye en el desarrollo de los métodos de valoración propuestos, pues estos se centran en encontrar generalmente los ingresos futuros por la explotación de la tecnología.

❖ **Valores propuestos por expertos de la tecnología**

La mayoría de los métodos para valorar activos expuestos en este libro necesitan la intervención de expertos para poder desarrollar de manera adecuada la valoración tecnológica, este es un factor decisivo cuando no se tiene información del comportamiento de tecnologías similares en el mercado y sobre todo cuando la explotación de la tecnología que se quiere implementar arroja nuevos productos que no existían en el medio, se recurre a los valores propuestos por expertos con el fin de disminuir en cierta medida la subjetividad del valor del activo a transferir, a continuación se analiza los métodos de valoración en los que influye el factor “valores propuestos por expertos” .

- **Metodo basado en la tecnica de Rating/Ranking:** El Factor “valores propuestos por expertos de la tecnologia” se aplica directamente a este método, como consecuencia de que el método se compone de dos instancias generales: Un factor de valoración y una clasificación del valor, normalmente hechas por expertos.
- **Metodo basado en la regla del 25%:** Este método influye en el factor “valores propuestos por expertos de la tecnologia” pues en la explicación de este método se menciona que se debe valorar la tecnología tomando el 25% de las ganancias operativas que genere la explotación de la tecnología. Este porcentaje en las regalías puede ser propuesto por expertos de la tecnología a valorar, ya que ellos pueden dar un aproximado del valor real que pueda llegar a tener la tecnología a partir de experiencias de similares.

- **Aplicación del modelo de Black-Scholes:** Para este método la tasa de riesgo puede ajustarse a partir de la opinión de expertos en la tecnología. Dado que una opción real debe ser evaluada con una tasa de riesgo ajustada (RAHR) a partir de análisis de escenarios, manejo de probabilidades y factores que influyen en la tasa de RAHR, la intervención de los expertos para ajustar el riesgo influye en el valor de la opción, y esto se verá reflejado en el valor final de la tecnología.
- **Método basado en simulación de Monte Carlo:** En el evento en el cual la variable precio no sea fácil de estimar, ya sea porque el producto a desarrollar con base a esta tecnología sea innovador o no se encuentren productos sustitutos, y por lo tanto no se encuentren datos históricos del comportamiento del precio en el mercado, se debe recurrir a expertos en este tipo de tecnología para que estimen los precios de esta en el mercado.
- **Valoración por costeo:** no tiene en cuenta la opinión de experto, pues la tecnología se valora a partir de los gastos de investigación y desarrollo de ésta, y un porcentaje de ganancias estipulado habitualmente por el creador de la tecnología.
- **Mercados comparables:** no emplea la opinión de expertos para valorar tecnología, el valor de ésta lo da el mercado.
- **Valor presente neto:** no tiene en cuenta la valoración de tecnología por expertos, ya que la idea principal de este método es conocer los ingresos que pueda llegar a tener la explotación de la tecnología a futuro a partir de los flujos de caja descontados en el tiempo. El nivel de ventas en los flujos de caja descontados se puede obtener de la opinión de expertos y o del mercado. Cabe aclarar que estos expertos solo influyen en los pronósticos de ventas, pero no dan opiniones asociadas al valor final de la tecnología.
- **Árboles de decisión:** Al ser un método que parte del análisis de diferentes eventos versus decisiones bajo probabilidades dadas, no se

tiene en cuenta el factor “Valores propuestos por expertos en la tecnología”.

- **Metodo de valoración tecnologica por subastas:** como consiste en que el vendedor pone un precio base a su tecnología e induce a los interesados en la tecnologia a ofrecer un mayor precio, no interviene dentro del desarrollo del método el factor “Valores propuestos por expertos de la tecnología”.

❖ **Vida útil del proceso de comercialización de la tecnología**

Dentro del marco de la generación de ingresos a partir de la comercialización de la tecnología, este factor también puede ser llamado “vida útil económica de la tecnología”, durante el periodo de utilidad de la tecnología, los ingresos generados por esta cubren en su totalidad a los costos económicos de la empresa (costos de operación, mantenimiento, capital invertido) que está explotando el activo.

Se debe tener presente que las innovaciones en materia tecnológica pueden tener una vida útil física larga, pero el tiempo de vida útil económica puede verse afectada principalmente por tecnologías o productos sustitutos que tengan las mismas características y valores agregados. Para que las empresas sigan compitiendo en el mercado deben sustituirse las tecnologías antiguas, por las nuevas tecnologías pues se busca mejorar la productividad, mejorar un producto o un servicio a un menor costo. El tiempo de vida útil de la explotación de la tecnología es proporcional a los ingresos esperados que ésta genere, a mayor vida útil, mayor serán los ingresos, esta afirmación se puede analizar partiendo de la premisa de la cual la tecnología a negociar en su momento no tiene activos sustitutos, por lo tanto al explotarla se generan mayores ingresos, ya sea porque la tecnología mejora procesos de producción, o porque ésta produce productos únicos e innovadores. A continuación se analiza la influencia del factor “**Vida útil**

del proceso de comercialización de la tecnología” en los métodos anteriormente descritos para valorar tecnologías.

- **Método basado en la regla del 25%:** Dentro de los factores que tiene en cuenta este método para valorar se encuentra la vida útil del proceso de comercialización de la tecnología, ya que se centra en el análisis del estado de resultados futuros para encontrar un porcentaje de regalías (normalmente el 25% de la utilidad operativa) de la empresa, por lo que influye la vida útil del activo en las utilidades que esta pueda generar.
- **Método basado en el cálculo del valor presente neto:** ésta metodología presenta los flujos de caja de dinero en un tiempo, este tiempo lo determina el factor “vida útil del proceso de comercialización de la tecnología”, por lo tanto este factor influye en el valor presente neto de los ingresos generados por la explotación de la tecnología, además de los flujos de caja se encuentra la tasa de riesgo, donde esta depende de factores como los riesgos de obsolescencia de la tecnología.
- **Árboles de decisión:** las decisiones a tomar en éste método están dispuestas dependiendo de la vida útil del proceso de comercialización de la tecnología, pues si esta tiene una vida útil corta, las decisiones a tomar serían pocas, no se tendría un gran rango de decisión. Sumado a esto, los valores del valor presente neto pueden ser analizados a partir de árboles de decisión, por lo tanto el análisis de los flujos de caja libre variarían dependiendo la vida útil de la tecnología.
- **Aplicación del modelo de Black-Scholes:** La ecuación del modelo de Black-Scholes dentro de su estructura, tiene el componente “ingresos esperados por la tecnología adquirida” el cual es análogo al valor presente neto de los ingresos generados por la explotación de la tecnología, y los flujos de caja cambian dependiendo de la vida útil del proceso de comercialización de la tecnología.

- **Método basado en simulación de Monte Carlo:** dado que este método consiste en el uso de probabilidades discretas en el desarrollo de un pronóstico en el cual el resultado obtenido en este caso será una distribución de posibles valores del VPN, por lo tanto el método de simulación de Monte Carlo tiene en cuenta los flujos de caja descontados de la explotación de la tecnología. Estos flujos de caja están íntimamente ligados al factor “Vida útil del proceso de comercialización de la tecnología”.
- **Método basado en técnicas de costeo:** La vida útil de la tecnología no afecta el valor final de la tecnología pues éste método se centra en cuantificar los costos de investigación y desarrollo de la tecnología sin importar los ingresos que la tecnología pueda llegar a generar.
- **Método basado en estándares industriales o mercados comparables:** Se basa este método en encontrar el valor base de la tecnología a partir de acuerdos de tecnológicos ya realizados, no tiene en cuenta la vida útil del proceso de comercialización de tecnologías.
- **Método basado en la técnica de Rating/Ranking:** Al ser una herramienta para clasificar y valorar algunos criterios que se tienen en cuenta al realizar el método de mercados comparables, en la técnica de Rating/ranking no influye el factor “Vida útil del proceso de comercialización de la tecnología”.
- **Método de valoración tecnológica por subastas:** En el desarrollo de éste método no se tiene en cuenta la vida útil del proceso de comercialización de la tecnología, pues la subasta se centra en quien da un precio mayor por el activo partiendo de un precio base que lo asigna quien subasta el activo.

❖ **Poder adquisitivo del comprador**

Al momento de hacer la negociación de la tecnología, se debe analizar por parte del vendedor, a qué tipo de empresa u organización se le quiere vender la tecnología, dependiendo del interesado en adquirirla, el precio de la tecnología puede variar. Por ejemplo, si la tecnología se le va a vender a una empresa multinacional, el nivel de ventas que puede generar la explotación de la tecnología

es mucho mayor debido a que el producto se va a vender a nivel mundial y por consiguiente el valor de la tecnología va a aumentar, por el contrario, si el interesado en adquirir la tecnología es una empresa la cual su rango de acción es a nivel local, el flujo de ingresos por sus ventas es mucho menor y el valor de la tecnología no va a ser tan elevado, por lo tanto, poder adquisitivo del comprador influye en el volumen de ventas esperadas por la explotación de la tecnología. A continuación se analiza para qué método de valoración tecnológica influye el factor “Poder adquisitivo del comprador”.

- Los métodos basados en las técnicas de costeo, Mercados Comparables y Rating/Ranking no tienen en cuenta el poder adquisitivo del comprador ya que estos métodos no tienen consideran los ingresos esperados a partir del volumen de ventas de la explotación de la tecnología.
- **Método basado en la regla del 25%:** Este método analiza la utilidad operativa que puede generar la explotación de la tecnología, dentro de esta utilidad se encuentra el nivel de ventas, por lo tanto es posible manipular este volumen de ventas dependiendo el poder adquisitivo de la organización que quiera adquirir la tecnología.
- **Método basado en el cálculo del valor presente neto:** Dentro de la ecuación del VPN se encuentran los flujos de caja de la explotación de la tecnología a través del tiempo y ésta a su vez contiene el volumen de ventas generado por la tecnología, en este método se puede analizar la cantidad de producto a vender dependiendo del poder adquisitivo del comprador.
- **Árboles de decisión aplicados a la valoración tecnológica:** En el análisis de opciones o escenarios se puede incluir por ejemplo la cantidad de producto a vender, ésta cantidad está ligada al poder adquisitivo del comprador de la tecnología.
- **Aplicación del modelo de Black-Scholes:** La ecuación de Black-Scholes contiene los ingresos esperados por la explotación de la tecnología, estos

ingresos parten del volumen de ventas, por lo tanto este método está ligado al factor “poder adquisitivo del comprador”.

- **Método basado en simulación de Monte Carlo:** Al igual que en los métodos anteriores, el volumen de ventas a estimar en el flujo de caja libre descontado es analizado tomando en cuenta el factor “poder adquisitivo del comprador” se puede manejar un rango de cantidades y precios para calcular los escenarios en el resultado del VPN.
- **Método de valoración tecnológica por subastas:** Dado que éste método define el precio de la tecnología en tiempo real, el valor depende directamente de las ofertas que reciba el subastador por la tecnología, el precio varía dependiendo del tipo de empresa interesada en adquirir la tecnología.

En la Tabla 3 se resumen los métodos de valoración de tecnologías analizadas en este libro y los factores que influyen en cada una de estos métodos.

Tabla 3. Factores versus Métodos en el proceso de Valoración Tecnológica

METODOS	Factores que influyen en los métodos de valoración de tecnología						
	FACTORES						
	Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología (riesgo)	Ventas estimadas por el uso de la tecnología	Precios históricos de tecnologías similares	Costos de investigación y Desarrollo	Valores propuestos por expertos de la tecnología	Vida útil del proceso de comercialización de la tecnología	Poder adquisitivo del comprador
Valoración por costeo				x			
Mercados Comparables			x				
Rating/Ranking			x		x		
Regla del 25%	x	x			x	x	x
Valor Presente Neto		x				x	x
Arboles de Decisión						x	x
Black-Scholes		x			x	x	x
Monte Carlo		x			x	x	x
Subastas	x						x

Fuente: Autores

5. ÁRBOLES DE DECISIÓN Y SIMULACIÓN DE MONTECARLO EN VALORACIÓN TECNOLÓGICA

La valoración de activos tecnológicos es realizada actualmente por métodos como los que representan los modelos de Árboles de Decisión y simulación Monte Carlo, los cuales son analizados en este capítulo.

5.1. Modelo de árboles de decisión

El método de análisis de árboles de decisión como metodología en los procesos de valoración económica de la tecnología se fundamenta en el modelamiento de cada escenario posible dentro de la vida útil de un activo tecnológico, en donde se lleva a cabo un examen sistemático de dichos escenarios a través del cálculo del VPN de cada uno de éstos, con su probabilidad de ocurrencia correspondiente, para posteriormente determinar el valor esperado del activo tecnológico. Song (2006) menciona que éste método de valoración “representa un refinamiento del método VPN”, ya que se caracteriza por conceder explícitamente flexibilidad en la gestión de decisiones, es decir, que posibilita la aplicación de un análisis en donde se incrementa los enfoques tradicionales del método VPN.

Strasunskas (2009), menciona que para la valoración mediante el análisis de árboles de decisión se lleva a cabo dos etapas fundamentales. La primera etapa consta del proceso de análisis de los eventos y las decisiones que deben ser incluidos en el árbol, junto con la estimación de los flujos de caja y las probabilidades relacionadas con cada evento (formulación del árbol). La segunda etapa consiste en la evaluación del árbol y cálculo del VPN. Para ello se lleva a cabo la estimación de los flujos de caja descontados que corresponden a cada alternativa, para ser evaluada mediante el valor presente neto. Reyck (2009) enuncia, que el elemento clave de los árboles de decisión es el valor esperado; valor que posteriormente se descuenta y se convierte en un VPN esperado, y que

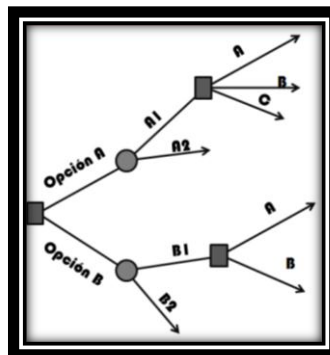
para determinar dicho valor se evalúa el árbol de derecha a izquierda, llevando a cabo dos tipos de cálculos:

- ✓ En cada nodo de probabilidad (círculo), se calcula un valor esperado como la suma de los valores ponderados de probabilidades esperadas.
- ✓ En cada nodo de decisión (cuadro), se determina el valor esperado más alto de los nodos sucesores.

Es importante conocer algunas de las características de éste método:

- ✓ El tiempo fluye de izquierda a derecha y cualquier estado va antecedido de un nodo de decisión reflejando una dependencia lógica.
- ✓ Las ramificaciones indican la etapa que sigue, dependiendo de qué decisión se toma o qué escenario se desarrolla.
- ✓ Las decisiones están representadas por un nodo de decisión (cuadro).
- ✓ Los nodos de probabilidad (círculos) representan los resultados de la decisión tomada. Dichos resultados se caracterizan por ser mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos.
- ✓ La suma de las probabilidades de cada ramificación que se originan de un determinado evento debe ser igual a uno.
- ✓ Al final de las ramificaciones de cada evento posible se hace presente un valor numérico, que representa un valor monetario.

Figura 12. Árbol de decisión



Fuente: Luis Andrés Vergel. 2011

El análisis de árboles de decisión como metodología para la valoración de tecnología da lugar a tres resultados que son:

- ✓ La estructuración de la vida útil del activo tecnológico.
- ✓ El valor del activo tecnológico para cualquier período de explotación.
- ✓ El valor final de la tecnología durante la vida útil de ésta.

En base en la teoría de la opción, Song (2006) indica que éste método ofrece la alternativa de abandonar el proyecto tecnológico cuando sea conveniente, particularmente en el momento en que la tecnología no alcance los ingresos esperados, es decir, cuando no valga la pena continuar con el proyecto. En éste caso la explotación de la tecnología se adopta como un fracaso, lo que se traduce como una pérdida total del valor. Esto representa un factor fundamental en los procesos de valoración de activos tecnológicos, pues otorga un análisis más completo a las partes que negocian la tecnología, como son la capacidad de dichos activos de generar ingresos para distintas opciones, lo que en otras palabras corresponde a “la capacidad que tiene la tecnología para producir beneficios económicos en cada escenario posible”. Dado esto es evidente que la aplicación de éste método se lleva a cabo para casos discretos, en donde tenemos conocimiento de lo que puede ocurrir en la explotación del activo, como es el grado de utilización de éste, que depende particularmente del tipo de comprador (quien va a explotar la tecnología). Con esto se busca aclarar que no todos quienes adquieran la tecnología van a obtener iguales beneficios. Como ya se ha manifestado anteriormente, el valor del activo va de la mano con el potencial de éste para generar beneficios económicos, es decir, se va a negociar el activo tecnológico en base a la valoración dada por el escenario que ofrezca mayor cantidad de ingresos como producto de la explotación de la tecnología.

De la misma manera que el método del VPN una de las principales hipótesis del análisis de árboles de decisión y que es determinante para obtener una buena valoración, es la elección de la tasa de descuento, pero como lo expresan los

autores Berges & Verdaguer (2006) y Pitkethly (1997), el problema no es solo dicha asignación, sino también las implicaciones de la utilización de una tasa de riesgo única para el cálculo de los flujos de caja de todas las etapas, ya que “las tasas utilizadas tendrían que estar adecuadas al riesgo de cada etapa y seguir cada tipo de decisión”. Respecto a este tema también Gustafsson (2005) hace alusión, indicando que la selección de la tasa de descuento apropiada para el VPN es a menudo un “factor problemático”, sobre todo porque la tasa se ve influenciada por tres factores de confusión que son:

- ✓ El riesgo del proyecto, que depende de la correlación del proyecto con otras inversiones.
- ✓ Los costos de oportunidad, es decir, la rentabilidad que ofrecen otras alternativas de inversión.
- ✓ El riesgo asumido por el inversor.

Dentro de éste método también se hacen presentes otras fuentes de subjetividad en las valoraciones como lo son las suposiciones que se hacen acerca de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario posible. Muchas veces no hay suficiente información disponible para determinar científicamente estas probabilidades, por lo que el analista tiene que utilizar todo el conocimiento que tiene del sistema y valerse de su intuición (Ramírez 2002). También se debe tener en cuenta que éste modelo no es práctico si las etapas de decisión son muchas, a esto se refieren Wang y Halal (2010) cuando mencionan que “el análisis de árboles de decisión se puede volver inmanejable”. Por lo tanto, se recomienda que antes de llevar a cabo un análisis del árbol de decisión, se lleve a cabo un análisis de sensibilidad para determinar las causas principales de la incertidumbre, que luego pueden ser incorporados en el árbol de decisión (Reyck2009). Además el desarrollo de paquetes software se ha convertido en una herramienta valiosa para la solución de este tipo de inconvenientes.

La gran ventaja de éste método es la flexibilidad al contemplar distintos escenarios en la valoración de un activo tecnológico, además de que identifica claramente una estrategia óptima, para una posible combinación de posibles estados de cada variable incierta, Ramírez (2002). En esta estrategia es en la que se basa la valoración del activo tecnológico con el fin de establecer una negociación, es decir, que el método brinda el mejor valor de los ingresos que se pueden recibir con la explotación de la tecnología. También ofrece una estructuración de la vida útil del activo y su correspondiente análisis de escenarios, propiciando la generación de soluciones a los problemas que tenga la tecnología al ser explotada, en el caso de no obtener los resultados esperados para cada etapa. Entre otras cosas el método permite "reconocer la interdependencia de las decisiones tomadas en diferentes etapas"³³, pues cada estado va a estar antecedido de una decisión.

A pesar de éstas ventajas que otorga el método, es vital resaltar que éste solo tiene en cuenta algunos escenarios en los cuales se explotaría la tecnología para su valoración, pero en el mundo real hay muchos más escenarios intermedios a éstos, que también pueden llegar a presentarse. Ante esto aparece la Simulación de Monte Carlo como metodología que tiene en cuenta la valoración para casos continuos, es decir, que lleva a cabo procesos estimativos abordando estos "escenarios intermedios" que por el análisis de árboles de decisión no es posible ser evaluados para la valoración.

Otro desafío que presenta el análisis de árboles de decisión para valorar tecnología es la "validez de las conclusiones extraídas, que dependen en gran medida de la calidad de la información utilizada en el análisis", De Reyck (2009). Éste problema puede conllevar a un exceso de confianza, en el sentido de que se suele subestimar la magnitud de los riesgos. Por lo tanto, es esencial que se preste suficiente atención a la calidad de los datos utilizados en el análisis.

³³Trigeorgis. "Real Options: Managerial Flexibility And Strategy In Resource Allocation".(1996), citado en Wang Ann and Halal William. "Comparison of Real Asset Valuation Models: A Literature Review". International Journal of Business and Management. 2010.

5.2. Modelo de Monte Carlo

La técnica de Monte Carlo, cuyo nombre hace alusión al Casino de Monte Carlo (Principado de Mónaco) por ser la “capital de los juegos de azar”, fue desarrollado por los científicos Enrico Fermi, en la década de 1930 en el cálculo de la difusión de neutrones, John von Neumann y Stanislaw Ulam, quienes establecieron la base matemática de la función de densidad de probabilidad (Fishman1999)³⁴. Más tarde se empleó para la solución de problemas relacionados con la bomba atómica, la medicina, la química, la astronomía y la agricultura. Desde entonces la técnica se ha venido empleando como una herramienta para la solución de problemas complejos como alternativa a los modelos matemáticos, donde la aleatoriedad ejerce un papel fundamental. En el área de finanzas ha sido ampliamente empleada en varias aplicaciones, entre ellas pronósticos de flujos de efectivo futuros, mencionan los autores Hoesli, Jani and Bender (2005).

Como concepto base, una simulación consiste en un método analítico que imita el comportamiento de un sistema, especialmente cuando otros análisis son matemáticamente complejos o difíciles de reproducir, señala MaggieTsui³⁵. Ahora en cuanto a concepto como Simulación de Monte Carlo, Luciano Machain³⁶ define esta técnica como un “método numérico que tiene como objeto la simulación de miles de escenarios de un problema. Para ello se vale de distribuciones de probabilidad asignadas a las variables inciertas del modelo en cuestión y se generan números aleatorios de acuerdo a esas distribuciones calculando diferentes combinaciones de escenarios y almacenando sus resultados para su posterior análisis”.

³⁴ Fishman, G.S. (1999), Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications, Springer series in operations research, Springer-Verlag, New York. Citado en Hoesli Martin, Jani Elion and Bender André. “Monte Carlo Simulations for Real Estate Valuation” 17 May 2005. FAME - International Center for Financial Asset Management and Engineering.

³⁵ Tsui Maggie. “Valuing Innovative Technology R&D as a Real Option: Application to Fuel Cell Vehicles” Massachusetts Institute of Technology, September 2005.

³⁶ Machain Luciano. “Generando valor en la toma de decisiones empresariales: Simulación de Monte Carlo” 2006.

Como ya se mencionó, La simulación de Monte Carlo ha sido empleada desde hace mucho tiempo, pero hasta en los últimos años ha tomado la importancia de sus aplicaciones para la solución de problemas complejos. Éste método es denominado por varios autores como uno de los métodos más apropiados para la estimación del valor económico de los activos tecnológicos, ya que posibilita un análisis más amplio con respecto a otras metodologías. Razgaitis (2007) hace alusión a la técnica manifestando que el emplear este método “es muy parecido a dirigir una compañía unas 1.000 veces (o más) y comparar los resultados”.

Lo que pretende ésta metodología de valoración es imitar situaciones reales, mediante la toma de datos de entrada y ajuste de estos a distribuciones de probabilidad, incorporando de manera explícita la incertidumbre y haciendo más sensible el modelo a los cambios de la valoración, factores que entregan muchas ventajas al momento de valorar, además de que “introduce técnicas de modelización más sofisticadas reflejando de manera más representativa los resultados en el mercado” cita Berges yVerdaguer (2006). Estos dos autores también comentan que la “técnica se basa en los mismos principios que el cálculo del valor actual neto esperado ajustado por el riesgo para llevar a cabo valoraciones”. Es decir, éste método busca modelar los valores de la tecnología sujetos a la incertidumbre a partir de la simulación de variables del flujo de caja descontado. Básicamente lo que se hace en la simulación para determinar el valor de un activo tecnológico sigue los siguientes pasos:

- ✓ Identificar las variables de entrada del VPN, es decir, seleccionar la variable del flujo de caja que va a cambiar en el tiempo (ventas, precios, costos, etc.).
- ✓ Ajustar los valores de las variables de entrada a una distribución de probabilidad que depende del comportamiento de éstas, es decir, que en lugar de trabajar con valores numéricos, las variables van a estar representadas por una expresión probabilística (distribución de probabilidad)

que como lo cita (Reifer2003)³⁷ puede ser: distribución Uniforme, distribución Acumulada, distribución Triangular, distribución Triangular Acumulada, distribución Normal, distribución Normal Acumulada, distribución Lognormal, distribución Lognormal Acumulada, distribución Beta, distribución Beta Acumulada, distribución Custom, distribución Custom Acumulada.

- ✓ Definir el tiempo de vida útil del activo tecnológico (años a descontar el flujo de caja).
- ✓ Seleccionar la tasa de descuento que se va a utilizar para el cálculo del VPN.
- ✓ Definir la cantidad de iteraciones que se van a realizar.
- ✓ Ejecutar la simulación de distintos escenarios del flujo de caja, para mínimo una variable.
- ✓ Hacer el análisis de sensibilidad del VPN, cuyos valores son expresados en una distribución de probabilidad para ser analizados. Esto representa una ventaja, ya que “entrega los valores máximos y mínimos del VPN, y se puede conocer la manera como los diferentes valores afectan la incertidumbre del cálculo del VPN” (Lemisch, 2010).

Adicional a esto, es de vital importancia lo que citan Bratic, Tilton y Balakrishnan (1997): “los resultados de las Simulaciones deben ser evaluados críticamente con razonabilidad.” Pues consideran que se debe tener precaución ya que aunque el uso de un paquete de software represente muchos beneficios y facilidades, se tiende a tener la percepción de que las valoraciones estimadas a través de estas herramientas son de alto grado científico; pero que en realidad no se puede obviar que las hipótesis sobre la probabilidad y la importancia de las variables siguen siendo subjetivas. Por este motivo, si los supuestos no son razonables los resultados no tienen sentido. También es importante tener en cuenta que al igual

³⁷Reifer Donald J. “Use of Real Options Theory to Value Software Trade Secrets”. 2003. Citado en Vergel, Uribe Luis Andrés. “Estado del Arte Sobre Metodologías y Técnicas de valoración Económica de Tecnologías”. Universidad Industrial de Santander. 2011.

que todas las técnicas, la calidad de los resultados de una simulación de Monte Carlo depende en gran medida la calidad de las entradas (Li, 2000)³⁸.

Daniel Frank (2005) señala que en la Simulación de Monte Carlo cada iteración se expresa como un movimiento geométrico Browniano. Esto partiendo del supuesto de que la trayectoria de los precios es un proceso de Markov, donde solo el valor presente de la variable es relevante para predecir el futuro. De manera que en tiempo discreto el proceso de cada iteración es expresado así³⁹:

$$\frac{\delta C}{C} = \mu \cdot \delta t + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{\delta t}$$

Donde:

δC = Probabilidad del flujo de caja entre t y $t + 1$

C = Flujo de caja en el periodo t

μ = Flujo de caja esperado del activo tecnológico en un periodo.

σ = Volatilidad del flujo de caja.

z = Variable aleatoria normal estándar $N(0,1)$

δt = Longitud del periodo de tiempo.

Con el fin de determinar el precio del activo Frank (2005) reorganiza esta ecuación de la siguiente manera:

$$\delta C_t = \mu \cdot C_t \cdot \delta t + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{\delta t} \cdot C_t$$

$$C_{t+1} - C_t = \mu \cdot C_t \cdot \delta t + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{\delta t} \cdot C_t$$

$$C_{t+1} = \mu \cdot C_t \cdot \delta t + \sigma \cdot z \cdot \sqrt{\delta t} \cdot C_t + C_t$$

³⁸Li, H.L. (2000), "Simple computer applications improve the versatility of discounted cashflow analysis", The Appraisal Journal, Vol. 68 No. 1, pp. 86-92. Citado en Hoesli Martin, Jani Elion and Bender André. "Monte Carlo Simulations for Real Estate Valuation" May 2005. FAME - International Center for Financial Asset Management and Engineering.

³⁹Tomadode :Frank Daniel. "Intellectual Property in Financing Contracts" Thesis University of Basel Switzerland. June 2005

Tal vez el mayor reto que se presenta en la aplicación de esta metodología es el suministro de información que se requiere, y la adecuada determinación de supuestos como la tasa de descuento y los años de vida útil del activo tecnológico.

En conclusión, la simulación de Monte Carlo es una herramienta adecuada para realizar procesos de valoración tecnológica, pues dentro de su proceso estimativo tiene inmerso factores como la incertidumbre tecnológica y de mercado, que por su flexibilidad y campo de análisis representa un método completo y confiable, pero que al igual que con todas las metodologías de valoración se tienen que desarrollar análisis prudentes.

6. VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIÓN EN EL ENTORNO COLOMBIANO

Los Árboles de Decisión y la simulación por Monte Carlo son herramientas que permiten ser utilizadas en un gran número de aplicaciones, en Colombia es escasa su utilización para valorar tecnologías, debido en gran medida a que son pocas las organizaciones que valoran sus activos tecnológicos, sin embargo en otros campos se evidencia un amplio aprovechamiento de estas herramientas. Otro factor determinante para que en la nación no se valoren tecnologías es la falta de conocimiento sobre las metodologías que se pueden utilizar en este proceso. En el sector empresarial del país es escasa la creación de nuevas tecnologías, debido principalmente a que las grandes compañías que están pertenecen a sucursales de multinacionales, dejando esta labor a la casa matriz, la cual desarrolla su tecnología y la aplica en cada una de sus filiales, es decir, sus activos tecnológicos son consumidos dentro de la organización, dejando de lado el proceso de valoración.

A nivel de la academia, a pesar de que se estén produciendo nuevos activos tecnológicos, no se cuenta con el personal capacitado y encargado de su valoración, realizándose esta actividad de manera subjetiva, dejando la incertidumbre en cuanto a la imparcialidad de la valoración. En la mayoría de las instituciones educativas la labor de transferencia del conocimiento está entre las funciones de las dependencias de Investigación y Extensión, pero éstas no cuentan con expertos en el área de valoración.

En síntesis, Colombia cuenta con el potencial (mayores centros de investigación) para generar nuevas tecnologías, pero se debe iniciar la concientización de la importancia de valorar adecuadamente estos activos, con el fin de brindar oportunidades de negocio en mercados nacionales e internacional.

Como herramienta de valoración se puede hacer uso de los métodos de Árboles de Decisión y simulación de Monte Carlo, ya que presentan menor subjetividad que otros métodos, a continuación se presenta una aplicación de estas metodologías:

Aplicación del modelo de árboles de decisión a valoración tecnológica

Para la realización del modelo se recurrió al software PrecisionTree como herramienta en el análisis y desarrollo del método de árboles de decisión para valorar tecnologías. El PrecisionTree lleva a cabo análisis de decisiones en Excel usando árboles de decisión y diagramas de influencia. Los árboles de decisión permiten mapear visualmente un conjunto de decisiones complejas en multi-capas de una forma secuencial y organizada, esto facilita la identificación de todas las posibles alternativas y ayuda a seleccionar la mejor opción. En el Anexo K se aplica el modelo de árboles de decisión mediante un ejemplo.

Los árboles de decisión presentan algunas ventajas y desventajas como:

Ventajas:

- Plantean el problema para que las opciones sean analizadas: con los Árboles de Decisión se puede evaluar cada uno de los escenarios que puede tomar en el tiempo el problema a estudiar.
- Permite analizar las posibles consecuencias de tomar una decisión: como se representan consecutivamente en el tiempo, facilitan identificar las causas inmediatas del resultado que se quiera analizar
- Buena descripción visual: al ser una herramienta compuesta por elementos visuales, facilita su interpretación, ya que en un solo gráfico se observa los posibles valores que toma el modelo y la probabilidad de que esto ocurra.

Desventajas

- A mayores Opciones mayor complejidad: cuando el número de alternativas crece el modelo se vuelve más complejo, ya que va a tener muchas ramificaciones que visualmente estarán muy juntas dificultando su manejo, además los cálculos requieren mayor atención.
- Solo maneja distribuciones de probabilidad discretas: en el caso que se requiera valorar modelos que tengan distribuciones continuas, los árboles de decisión no serán útiles, ya que manejan un único valor de probabilidad.

Aplicación del modelo de Monte Carlo a valoración tecnológica

Para desarrollar el método de simulación de Monte Carlo, es necesario el apoyo en herramientas informáticas que generen distribuciones de probabilidad de las variables que se puedan encontrar en el momento de valorar. Una de estas herramientas es @Risk el cual realiza análisis de riesgo utilizando simulación de Monte Carlo para mostrar una gran cantidad de escenarios posibles en su hoja Excel; también dice qué tan factibles son estos escenarios. Gracias a esto se puede evaluar que riesgos tomar y cuáles evitar. En el Anexo L se explica por medio de un ejemplo la forma de valorar tecnología por simulación de Monte Carlo.

Monte Carlo es una herramienta que se ha utilizado en incontables estudios, aunque la mayoría de ellos no pertenecen al área de la valoración tecnológica, si es posible utilizar el método para este problema (valoración), principalmente por las ventajas que posee como:

Ventajas

- Es un método directo y flexible: emplear simulación de Monte Carlo en los problemas de Valoración Tecnológica conlleva que cada caso sea examinado de manera particular, debido a que el modelo permite introducir

los parámetros que se deben utilizar, ya sean variables o constantes del activo. Cada caso de valoración será único, por que intervienen factores propios, como el mercado, tipo de tecnología (tangible - intangible), vida útil, entre otros.

- Variedad de softwares para simular: en la actualidad existe una gran cantidad de programas que permiten realizar simulación, los más utilizados en el proceso de Valoración Tecnológica son⁴⁰ Microsoft Excel, Crystal Ball⁴¹, Progrid⁴² y @Risk, este último programa, permite realizar análisis de riesgo utilizando simulación de Monte Carlo para generar una gran cantidad de escenarios posibles en una hoja de cálculo de Excel, permitiendo evaluar los riesgos a tomar, @RISK permite procesar la información de una manera más robusta, precisa y confiable.
- Cuando el modelo matemático es demasiado complicado la simulación permite obtener una aproximación: en el proceso de Valoración Tecnológica existe una amplia gama de casos a considerar, partiendo desde situaciones elementales donde la información con la que se cuenta es muy completa y el modelo es sencillo, hasta los que requieren asesoría de expertos, análisis minuciosos y pronósticos de variables con comportamiento incierto, para estos casos donde el modelo matemático es de gran complejidad la simulación por Monte Carlo brinda una herramienta de gran utilidad, permitiendo obtener valores aproximados de los parámetros del problema, que contribuyen en la Valoración del Activo.
- Permite formular condiciones extremas con riesgos nulos: al realizar simulación por Monte Carlo se puede evaluar la variabilidad de cada parámetro obteniendo una gran cantidad de escenarios para el modelo

⁴⁰ Apreciación dada a partir de encuestas realizadas a valoradores de tecnologías.

⁴¹ Programa de análisis de riesgo y de pronóstico orientado a través de gráficos, fácil de usar y destinado a quitar la incertidumbre en la toma de decisiones.

⁴² Software para evaluación y toma de decisiones.

planteado; en el momento que se requiera se pueden modificar los valores de los datos de entrada para analizar infinitas situaciones, sin que esto conlleve ningún tipo de riesgo.

- La simulación no interfiere con el mundo real: permite experimentar: el modelo planteado está conformado por los parámetros que se encontrarían en una situación real, pero permite experimentar con cada uno de ellos, con el fin de encontrar casos particulares, sin que esto traiga consecuencias a las situaciones reales.
- Permite estudiar la interacción entre las diferentes variables del problema: en varios casos de Valoración de activos existen correlaciones entre algunos parámetros, al realizar simulación de monte Carlo por @Risk, permite definir estas interacciones para que el modelo quede debidamente planteado y la simulación sea acorde a la realidad.
- “Influir en el tiempo” de los procesos: la simulación por Monte Carlo permite ajustar cada Variable al tiempo que se estipule para el caso de valoración, estos tiempos son establecidos en el momento de plantear el modelo matemático y son modificables en cualquier momento para iniciar nuevas simulaciones.
- Técnica económica: los costos de realizar simulación son bajos, ya que las versiones de prueba de los software permiten evaluar el modelo del caso de Valoración, los principales gastos que se presentan están asociados al planteamiento del modelo a simular, debido a que en ocasiones es necesario la asesoría de expertos de la nueva tecnología para poder establecer adecuadamente los parámetros a considerar.

- Generación de gráficos y Datos: al simular por Monte Carlo con @Risk se logra obtener información de gran utilidad como lo son los intervalos de probabilidades, donde se aprecian los flujos de caja que generará la explotación de la tecnología, la media, desviación estándar y valores estadísticos del modelo.
- Ajuste de datos: el software de simulación (@Risk) ajusta los datos de entrada del modelo a la distribución de probabilidad más adecuada, lo que permite obtener pronósticos más acertados.

Aunque son muchas las características que hacen de la simulación por Monte Carlo una herramienta de gran utilidad en el proceso de valoración tecnológica, también presenta ciertas limitantes como:

Desventajas

- Construcción del Modelo: una buena simulación puede resultar muy complicada, debido principalmente al gran número de variables (depende de cada situación) que resulta en modelos muy complejos, los cuales deben ser planteados adecuadamente, de lo contrario se cae en el error de plantear situaciones alejadas de la realidad.
- No se generan soluciones Óptimas globales: al realizar simulación por Monte Carlo se generan resultados de los posibles valores que tomará una variable en el modelo, esto valores están dados en una distribución de probabilidad, que si bien permite el análisis de escenarios, no genera una solución óptima global del sistema.
- No proporciona la decisión a tomar: se encarga de resolver el problema mediante la aproximación para las condiciones iniciales, la persona

encargada del análisis establece los criterios de decisión en base a los escenarios que genere la simulación.

- Cada simulación es única: en la simulación interviene el factor del azar, lo que genera que cada vez que se realice una simulación se cuente con resultados diferentes de cada uno de los escenarios de las variables.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- El aumento en los niveles de la producción científica y tecnológica ocupan un papel fundamental en el desarrollo de un país, pero el principal obstáculo en los procesos de innovación está representado por la dificultad de valorar los resultados de los procesos de investigación, que en la mayoría de los casos es consecuencia de falta de conocimientos que apoyen esta actividad. De manera que sin la ejecución de valoraciones justas y ágiles, es difícil que estos activos puedan llegar al mercado para ser comercializados.
- La valoración de tecnología es una actividad que se caracteriza porque dentro de sus procesos la subjetividad es un factor determinante en esta labor, pero que representa una herramienta muy valiosa para la toma de decisiones en los procesos de negociación, financiamiento o transferencia de los activos tecnológicos.
- No existe un método universal para valorar tecnología, pues se debe analizar cada caso en particular, con el fin de hacer la elección más adecuada del método, teniendo en cuenta factores como el tipo de tecnología a valorar, el punto de vista del de quien hace la valoración (comprador o vendedor) y las características de quien va a explotar la tecnología entre otros. Cada método de valoración ofrece unas ventajas que se materializan según el caso, es decir, que no todos los métodos funcionan para todos los casos.
- En Colombia la valoración tecnológica no es una actividad que se lleve a cabo con frecuencia dentro de las organizaciones, debido a que es una

labor que no está consolidada en el medio, pero con la evolución en la generación de nuevo conocimiento científico y tecnológico tomará mayor importancia la necesidad de llevar a cabo procesos de valoración de activos tecnológicos.

- Los ingresos generados por la tecnología en etapas de explotación son determinantes en el valor de la tecnología. Por esta razón se debe considerar las características de la empresa que va a llevar a cabo la etapa de explotación del activo, pues los ingresos van a depender del tipo de organización que adquiera la tecnología. Es decir, que al valorar la tecnología se debe realizar un análisis adecuado al comprador potencial, ya que no es lo mismo que el activo tecnológico se explote por una empresa nacional a que lo haga una multinacional.
- La participación de expertos de la tecnología en los procesos de valoración, es fundamental con el fin de hacer valoraciones acertadas. Factores como la estimación de volúmenes de ventas o potencial de la tecnología para generar ingresos (para tecnologías innovadoras) hace que la opinión de expertos influya directamente en la calidad del proceso de valoración.
- El apoyo de herramientas informáticas en los procesos de valoración es fundamental en la aplicación de metodologías que brindan grados de subjetividad más bajos. El papel que cumplen dichas herramientas es importante e influye en gran medida en la preferencia de aplicación de un determinado método de valoración, es decir, si la técnica a emplear en la valoración cuenta con facilidades como la de un paquete software tiende a tener mayor nivel de aplicación.
- Dentro de las organizaciones que llevan a cabo procesos de valoración no se están empleando los métodos que brindan menores grados de

subjetividad y que basados en el potencial de explotación de los activos tecnológicos sugieren valores más justos y precisos. Esto en parte como consecuencia del desconocimiento de estos métodos y de la visión errada de que estos son de alta complejidad.

- Los métodos basados en datos del mercado y técnicas de costeo aparecen como la primera opción de aplicación en las valoraciones de activos tecnológicos dentro de las organizaciones que llevan a cabo estas actividades. Esto se debe a la baja complejidad que caracteriza estos métodos. No quiere decir esto, que las valoraciones basadas en estas técnicas no se deba hacer, sino que se debe optar por la más factible y que brinde mayores niveles de confiabilidad en los resultados.
- Muchos de los métodos para valorar tecnología como Subastas y la regla del 25%, deben apoyarse en otros métodos, esto para dar un precio inicial del activo y a continuación dar el porcentaje de regalías (regla del 25%) o conocer el valor base para empezar a subastar la tecnología (método de subastas).
- Las valoraciones basadas en la Simulación de Monte Carlo y Opciones Reales representan la mejor opción, cuando se pretenden obtener valoraciones menos subjetivas, debido a la amplitud de los análisis que ofrecen dichos métodos y a la estimación más completa de los diferentes factores influyentes dentro de las valoraciones.
- En la mayoría de países desarrollados donde se tienen bases de datos confiables de transferencias de tecnologías los entes que se encargan de valorarlas se inclinan por el método de mercados comparables, porque es un método ágil y económico. Se debe tener en cuenta que este método presenta una gran subjetividad debido al beneficio esperado y al constante

cambio de las necesidades del mercado, lo cual hace que el valor de negociaciones pasadas, tenidas en cuenta para valorar tecnologías actuales no sean las más correctas.

- La explotación de la tecnología debe hacerse lo más pronto posible, ya que está en constante depreciación. Algunos de los métodos para valorar activos tecnológicos son bastante eficientes lo que genera una mayor perspectiva de vida útil del activo, incrementando así su valor.
- La simulación de Monte Carlo es una herramienta adecuada para realizar procesos de valoración tecnológica, pues dentro de su proceso estimativo tiene inmersos factores como la incertidumbre tecnológica y de mercado, que por su flexibilidad y campo de análisis representa un método completo y confiable, pero que, al igual que con todas las metodologías de valoración, se tienen que desarrollar análisis prudentes.

RECOMENDACIONES

- Se debe analizar muy bien cada caso de valoración, con el fin de elegir el método más factible, teniendo en cuenta que éste proceso requiere de llevar a cabo procesos ágiles y precisos.
- La aplicación de métodos como el de mercados comparables y costeo se recomienda que sean empleados como parte de las valoraciones hechas por métodos más completos y de mayor campo de análisis.

- Dentro de las organizaciones que con frecuencia requieren valorar sus invenciones es importante contar con dependencias (oficinas de transferencia de resultados de investigación) destinadas al desarrollo de actividades de valoración con el fin de mejorar la gestión de las nuevas tecnologías. Por esta razón se recomienda contar con personal capacitado para este tipo de actividades.
- Para el entorno colombiano debe hacerse un análisis por parte de los entes que participan dentro de actividades de valoración (empresas, gobierno, sector bancario, universidades, centros tecnológicos de investigación, etc.) con el fin de fortalecer la oferta de programas académicos que brinden conocimientos acerca del área de la valoración tecnológica.
- Para la aplicación de los métodos basados en ingresos, es importante que las partes de las negociaciones (comprador y vendedor) acepten un “valor justo” en cuanto a la asignación de la tasa de descuento para llevar a cabo las valoraciones.
- En casos donde la tecnología no sea totalmente innovadora, se recomienda aplicar el método de mercados comparables donde los resultados de las valoraciones hechas por los distintos métodos, sean confrontados con los valores de productos similares.
- Dentro de los procesos de valoración se sugiere la participación de expertos en la tecnología y en su campo de aplicación, con el fin de apoyar los distintos procesos, particularmente en la determinación de supuestos (cantidades, ventas).
- Las valoraciones de activos tecnológicos se deben apoyar en herramientas informáticas que permitan llevar a cabo procesos más prácticos y ágiles.

Actualmente en el mercado existen varios paquetes software de cómodo acceso y que se caracterizan por brindar facilidad de manejo y que acompañado de variables de entrada de calidad proporcionan análisis amplios y resultados acertados.

- Para optimizar el método de simulación por Montecarlo, se requiere de sistemas eficientes que suministren información ágil y veraz con el fin de no retrasar los procesos de comercialización tecnológica.
- Para los países en vía de desarrollo se sugiere crear bases de datos de las transacciones de tipo tecnológico, donde se clasifiquen según su naturaleza y de los términos de pago llevados a cabo en la negociación, esto con el fin de obtener información útil que sirva como base para negociación para futuras.
- El tiempo de vida útil del activo es proporcional al valor de la tecnología y como consecuencia al precio final de ésta, si la vida útil es muy larga se corre el riesgo de perder valor de la tecnología, pues se pueden presentar productos sustitos a un costo más bajo, por otro lado, si la vida útil de la tecnología es muy corta no se lograra el margen de ganancias esperado. Se recomienda tener presente este factor a la hora de realizar la negociación del activo tecnológico.

8. BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, Eric C. Monte Carlo Methods and Importance Sampling. Lecture Notes for Stat 578C Statistical Genetics. 20 Octubre 1999.

AUSTRALIAN INSTITUTE OF COMMERCIALISATION. Realistic assessments of intellectual property methods and techniques for valuing IP. 2004.

BERGES M. y VERDAGUER M.C. Valoración y Licencia de Patentes de Nuevos Productos Farmacéuticos. Centro de Innovación de la Fundación Bosch i Gimpera, Universitat de Barcelona 2006.

BRATIC, V Walter; TILTON Patricia y BALAKRISHNAN Mira. Navigating through a Biotech Valuation. Journal of Biotechnology Research and Regulation vol 4 nº 3. 1997.

BUSTAMANTE, Alejandro. Evaluación de riesgos mediante Simulación Montecarlo.

CARDONA ECHAVARRÍA, Andrés Felipe Simulación Monte Carlo de la adsorción de monóxido de carbono sobre platino. Pregrado thesis, Universidad Nacional de Colombia. 2009. 110-111 p.

CHAPLINSKY, Susan. Methods of Intellectual Property Valuation. University of Virginia Darden School Foundation. Charlottesville. VA. 2002.

COLLAN, Mikael, FULLÉR, Robert and MEZEI József. A Fuzzy Pay-Off Method for Real Option Valuation. 2009.

COX, Ross and RUBINSTEIN M. Option Pricing: A Simplified Approach. Journal of Financial Economics.2005.

DAMODARAN,Aswath. Strategic Risk Taking: A Framework for Risk Management. Pearson Prentice Hall.agosto 02, 2007.

DONG, Hyun, SULWONSIK, Baek, HONG, KilPyo and HUN, Kim.A technology valuation model to support technology transfer negotiations.JournalCompilation. 2007.138p.

DUANA ÁVILA,Danae, and MILLÁN DÍAZ César G. Modelo Black-Scholes-Merton, para la toma de decisiones financieras.

DUEÑAS SÁNCHEZ, Henry. Gerencia y negociación de tecnología, la variable tecnológica como ventaja competitiva para la empresa. 2004.

ESCORSA, Enric. Valoración de Tecnología. Estado del Arte en España y en Europa. Publicado en <http://www.renata.edu.co>.

FLIGNOR, Paul and OROZCO David. Intangible Asset & Intellectual Property Valuation: A Multidisciplinary Perspective. Junio 2006.

FRANK, Daniel. Intellectual Property in Financing Contracts.Thesis University of Basel Switzerland.Junio 2005.

GOLDSCHIEDER, Robert, JAROSZ John and MULHERN Carla. Use Of The 25 Per Cent Rule In Valuing IP. Diciembre, 2002.

GORDON, Smith. Examen y Valoración de las invenciones y los resultados de las actividades de investigación, para su uso y comercialización. Monterrey. México.17-19 de Abril de 2002.

GUSTAFSSON, Janne. Portfolio Optimization Models for Project Valuation. Helsinki University of Technology. Agosto 2005.

HOESLI, Martin, JANI Elion and BENDER André. Monte Carlo Simulations for Real Estate Valuation. 17 Mayo 2005.

IDENTIFYING PATENTLY EFFICIENT ROYALTIES FOR COMPLEX PRODUCTS. Virginia Journal of Law & Technology Association. 2009

I-TALDE. Grupo Innovación tecnológica, Guía de transferencia de tecnología y explotación de resultados.

INVENTTA, Grupo innovación inteligente. Empresarios del Valle y tecnología, Valoración de Tecnología. Instituto Inovação, www.inventta.net.

JIMÉNEZ, Claudia, CRISTANCHO, Andrés Darío, CASTELLANOS, Oscar.

LEMISCH, Raymond H, HOOVER Jennifer R, and LAVINE Adelman. Valuation of Intellectual Property and its Role In a Debtor's Bankruptcy.

KALANJE, Christopher M. Evaluation and Valuation of Intellectual Property Assets of Publishers. Trinidad and Tobago WIPO-CAPNET Regional Workshops on Intellectual Property Issues in the Publishing Industry. Kingston. Jamaica. Marzo 31. 2006.

KAM, Steven, REINEMANN Annika, PUIGGALI Caroline and RUIZ Jason. The Decision Tree Construct and Simulation Analysis Can be Applied to Develop the Market Value of a Legal Claim. San Francisco office of Cogent Valuation. Abril 2006.

LEMISCH, Raymond H, HOOVER Jennifer R, LAVINE Adelman. Valuation of Intellectual Property and its Role In a Debtor's Bankruptcy. Mid-Atlantic Bankruptcy Workshop. 2006

NATARAJ K. R&D Intangibles Valuation – Focus on Advanced Valuation Methods & Framework for R&D Portfolio Selection/Resource Allocation. Junio 2010.

MACHAIN, Luciano. Generando valor en la toma de decisiones empresariales: Simulación de Montecarlo. Revista Análisis Financiero, N° 2006.

MANCILLA HERRERA Alfonso Manuel. Simulación, sistema para el estudio de sistemas reales. Septiembre 1999.

McKENNA, Patrick, Assessing the economic value of software projects: Senior. IBM: Software Group.

McLEISH, Don L. Monte Carlo Simulation and Finance. Septiembre. 2004.

POTTER RH, y PIPRA, Davis. Technology Valuation: An Introduction. In Intellectual Property Management in Health and Agricultural Innovation. Oxford, U.K, and U.S.A. 2007.

PARK, Yongtae, PARK, Gwangman. A new method for technology valuation in monetary value: procedure and application. Sciencedirect (Technovation 24), 2004.

PITKETHLY, Robert. The Valuation of Patents: A review of patent valuation methods with consideration of option based methods and the potential for further research. Judge Institute Working Paper and Judge Institute of Management Studies Trumpington Street, Cambridge. Agosto. 1997.

PRIOR, Diego y VEDOVOTO, Graciela. Opciones Reales: una propuesta para valorar proyectos de I+D en centros públicos de investigación. Universitat Autònoma de Barcelona. 2010.

RAMÍREZ, Natalia. Valuing Flexibility in Infrastructure Developments: The Bogota Water Supply Expansion Plan. Massachusetts Institute of Technology. Junio 2002.

RAZGAITIS, Richard. Pricing the Intellectual Property of Early-Stage Technologies: A Primer of Basic Valuation Tools and Considerations. 2007.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanas e Interamericanas (RICYT). Temas de Indicadores de Ciencia y Tecnología. 2011.

REYCK, Bert. Using Decision Analysis to Value R&D Projects. London. 2009.

RODRÍGUEZ ARAGÓN, Licesio. Simulación, Método de Montecarlo. Área de Estadística e Investigación Operativa.

RUSSELL F, Denton. Rolling Equilibriums at the Pre-Commons Frontier: SHARM Deepak. IP Valuation - Income Approach. 2006.

SANTOS, Mariano. Cómo negociar acuerdos de Transferencia de Tecnología, búsqueda y selección de los mejores licenciarios y contratos de licencia. Jornadas sobre Propiedad Intelectual. 4 de mayo de 2010.

SATHIRAKUL, Korntham. A study on the patent exploitation and management best practice model for Japanese small and medium enterprises. Department of Science Service Ministry of Science and Technology Thailand. Marzo 2006.

SCHUMANN C.P. Salty. Improving Certainty in Valuations using the Discounted Cash Flow Method. Valuation Strategies Magazine. Septiembre/Octubre 2006.

SCIENTIA ET TECHNICA, Vol. X. Universidad Tecnológica de Pereira Colombia 24 mayo 2004. 55-60 p.

SONG, Shao Rong. Real Option Approach to R&D Project Valuation: A Dissertation in part consideration for the degree of MA in Finance and Investments. 2006.

STEFFENS, Paul, R. DOUGLAS, Evan J. Valuing technology investments: use real options thinking but forget real options valuation. International Journal of Techno entrepreneurship. 2007.

STRASUNSKAS, Darijus. Uncertainty and its Role in Valuation of Integrated Operations. 2009.

SUDARSANAM, Sudi, SORWAR, Ghulam and MARR, Bernard. Valuation of Intellectual Capital and Real Option Models. Cranfield University. 2 de Octubre de 2003.

SUZUKI, Kimiaki. Technology Valuation. Module for University technology managers and potential managers. 2009.

TRALLI, David M. Valuation of Technology Development Using a Novel Workflow Approach to Compound Real Options. Strategic Systems Technology ProgramJet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology. 2004.

TSUI, Maggie. Valuing Innovative Technology R&D as a Real Option: Application to Fuel Cell Vehicles.Massachusetts Institute of Technology. Septiembre 2005.

VEGA GONZÁLEZ, Luis Roberto. Metodología para valorar las aportaciones de la negociación en la gestión tecnológica de proyectos en un centro de I&DT universitario. Universidad Nacional Autónoma de México. Abril de 2010.

VERGEL URIBE, Luis Andrés. Estado del arte sobre metodologías y técnicas de valoración económica de tecnologías. Universidad Industrial de Santander. 2011.46-47p.

VILORIA MARTÍNEZ, Gonzalo, NEVADA PEÑA, Domingo, LÓPEZ RUIZ, Víctor Raúl. Medición y Valoración del Capital Intelectual. Colección EOI EMPRESAS. 2008.

WANG, Ann and HALAL, William. Comparison of Real Asset Valuation Models: A Literature Review. International Journal of Business and Management. 2010.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO).World Intellectual Property Indicators. 2011

ZAHAROF, Howard G. Setting Values and Royalty Rates for Medical and Life Science Businesses.Vol. 7, No. 4, 2004.

ZAPATA, Carlos J, PIÑEROS, Luis C, CASTAÑO, Diego A. El Método De Simulación De Montecarlo En Estudios De Confiabilidad De Sistemas De Distribución De Energía Eléctr

<http://ocyt.org.co>

<http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/>

<http://www.technologyresource.com/options.htm>

<http://www.consor.com/intellectual-property-advice/traditional-intangible-assets-valuation-techniques.html>

http://www.mbbp.com/resources/iptech/royalty_rates.html

<http://www.icaew.com/en/technical/corporate-finance/valuation/industry-sectors/the-challenge-of-valuing-technology>

<http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/nov05/mckenna/>

<http://www.consor.com/intellectual-property-advice/valuation-approaches.html>

<http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/cts.html>

<http://www.euskadinnova.net/es/innovacion-tecnologica/noticias>

<http://bloquestartup.bligoo.com/content/view/108247/Que-es-una-Start-Up.html>

[http://hub.ub.edu/?cont=gobernanza&apartado=indicadores.](http://hub.ub.edu/?cont=gobernanza&apartado=indicadores)

ANEXOS

Anexo A. Desarrollo del Seminario de Investigación

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN “SIMULACIÓN Y ÁRBOLES DE DECISIÓN EN EL PROCESO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA”

1.1. EN QUÉ CONSISTE EL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo a lo heredado por la universidad alemana del siglo XVIII, donde se implementó la investigación con la academia, el interés particular del seminario de investigación radica en la aprehensión y producción de conocimientos mediante el análisis y la socialización de un grupo de personas (participantes) frente a la exposición crítica de un tema en particular (relatoría) y la discusión frente a la misma (correlatoría).

Es necesario resaltar que este seminario es una forma de investigación donde no se establecen relaciones hegemónicas. En oposición al método tradicional de maestro-alumno, el seminario de investigación supone una actividad intelectual donde cada integrante investiga y comparte sus conocimientos de manera voluntaria. Sin más, el seminario de investigación es un dar y recibir información en aras de un producto del saber.⁴³

1.2. OBJETIVOS DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN.⁴⁴

Contribuir a la formación integral del hombre hacia la libertad por medio del desempeño permanente y continuo de los diferentes papeles (director, relator, correlator, participantes), y también contribuir al desarrollo del saber en cualquiera

⁴³ RUIZ, Carlos. *Reportajes de Aleph*. Manizales: Editorial Universidad de Caldas. 2007 P. 189 y Sg.

⁴⁴ VÉLEZ, Carlos Mario. Resumen: *El Seminario Investigativo*.

de sus campos, a través de la investigación. Es un proceso integrado donde la formación del ser y el desarrollo del saber van unidos.

El seminario no busca la formación de la ciencia sino del científico. El fin del seminario no es la realización inmediata de investigaciones científicas. No están aún todos los participantes en condiciones de hacerlo y sería prematuro. El fin es preparar a los participantes para que un día puedan hacer tales investigaciones por si solos o en equipo pues el seminario es una práctica.

El seminario pretende no tanto la extensión y profundización de los conocimientos en una rama del saber, sino introducir en los métodos del trabajo y la investigación científica y familiarizarse con ellos

Para el logro de su objetivo, el seminario se vale de:

- Formación para el trabajo personal. Dado que no se trata de recibir pasivamente la ciencia, sino producirla, éste exige naturalmente que el individuo este adaptado para el trabajo investigativo y esta adaptación requiere: la asistencia para la investigación científica, el conocimiento adecuado de sí mismo, el conocimiento de las normas básicas de la metodología y el conocimiento de los instrumentos propios de la ciencia en la cual se trabaja, ordenando todo a la práctica de la investigación.
- Formación para el trabajo original. La ciencia no es estática, sino un proceso dinámico en busca de la verdad. Por eso, la formación del científico cuando es auténtica, tiene que orientarse hacia la búsqueda de la verdad lo cual desembocará necesariamente en trabajos originales. Es decir, en trabajos que sean un paso nuevo en el conocimiento de la realidad; de esta manera el seminario se convierte en el mejor laboratorio para trabajos de clase, tesis de grado, artículos, etc.
- Formación para el trabajo en equipo. En primer lugar, porque la ciencia es un proceso sumamente complejo, que exige de ordinario la colaboración de múltiples esfuerzos para conseguirla plenamente. En segundo lugar, porque

el hombre, por su naturaleza, desarrolla su actividad normal, inserto en la sociedad y para la sociedad. El futuro investigador tiene que aprender a escuchar comprensivamente las ideas de los otros, y a contribuir con las suyas propias. Debe aprender a criticar, en una forma serena y firme los defectos que aparezcan en el desarrollo de las discusiones, y debe aprender a aceptar las correcciones que le hagan.

- Investigación de algún tema determinado. El científico se forma haciendo ciencia, por eso uno de los fines del seminario es producir un trabajo científico. Este necesariamente tendrá que estar acorde con el nivel científico y demás posibilidades de los demás participantes. No será lo mismo la investigación hecha por los alumnos de los primeros años de carrera, que las hechas por los especialistas o próximos a graduarse

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

El seminario de investigación es fundamental para el espíritu crítico de los participantes porque involucra el conocimiento con la investigación complementándose entre sí. Dado que esta es la premisa del mismo, la documentación es fundamental para el estudiante porque amplía sus roles y le permite acercarse a sus temas de interés de manera voluntaria. Al mismo tiempo admite o propone aportes y sugerencias a sus iguales.

Por otra parte la valoración tecnológica no es un tema preponderante en el entorno científico puesto que dentro de los eslabones de la gestión tecnológica no se presta mucha atención a la transferencia de tecnologías, por lo tanto el seminario de investigación es un espacio propicio para la generación de ideas y desarrollo de las mismas basado en fundamentos teóricos e información primaria

que permita un acercamiento más realista al entorno del desarrollo y transferencia de activos tecnológicos

1.4. CARACTERÍSTICAS DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN.

El seminario de investigación posee las siguientes características:

- Participación activa de todos los miembros del seminario, puesto que no solo el director (profesor) interviene, sino también todos los integrantes del grupo realizan su aporte desde el rol que estén desempeñando. En este proceso los participantes se apropian del tema y aportan nuevas ideas frente al mismo.
- El seminario de investigación está conformado por un pequeño grupo de investigadores donde el aprendizaje activo y cooperativo esta inducido a investigar, reflexionar, descubrir y concluir.
- Utilización del dialogo permanente para compartir los conocimientos adquiridos.
- Sesiones desarrolladas a través de medios didácticos como apoyo en el aprendizaje.
- El seminario de investigación exige a los participantes una alta responsabilidad para lograr la preparación adecuada que les permita tener bases para llevarlo acabo.

1.5. ORGANIZACIÓN DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

La dinámica del seminario de investigación gira en torno a las actividades propias tales como protocolo, relataría, correlatoría y discusión del tema general, mediante el estudio de los temas específicos e inquietudes que surgen en el transcurso de

las sesiones. La preparación de la exposición se preparará con anticipación principalmente por el relator quien dará inicio a la nueva discusión.

El seminario de Investigación Simulación y árboles de decisión en el proceso de valoración tecnológica, se conformó de la siguiente manera:

Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento

Codirector: Juan Benjamín Duarte

Estudiantes: David Eduardo Joya Cárdenas, Liliana Marcela Palacio Rodríguez y Wilmer Eduardo Sierra Mesa.

Las sesiones se llevan a cabo en la oficina del director del proyecto, con una periodicidad semanal y una duración de 2 horas.

1.6. DIRECCIÓN DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

La dirección del seminario de Investigación “Simulación y árboles de decisión en el proceso de valoración tecnológica” estuvo a cargo del profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento quien cuenta con la siguiente formación académica.

- Maestría en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Especialización en gestión tecnológica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Especialización en docencia universitaria. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Ingeniería Industrial. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

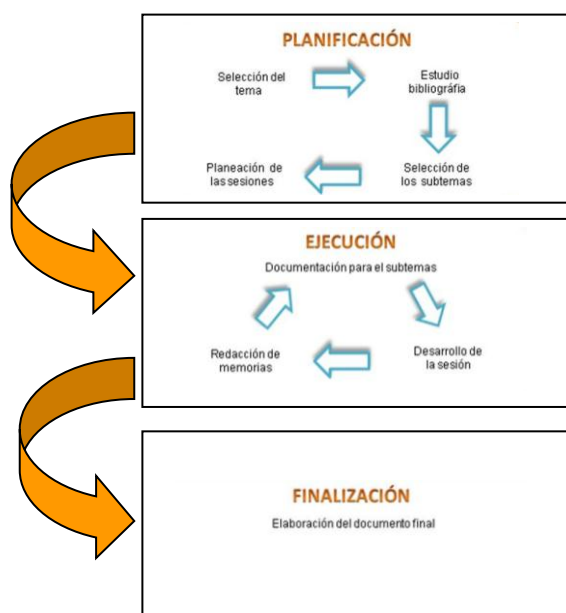
1.7. METODOLOGÍA DEL SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo el Seminario de Investigación satisfactoriamente debe haber una adecuada planeación y organización con el propósito de garantizar la fluidez de las sesiones y el cumplimiento de los objetivos planteados para el seminario.

Por ello es necesario definir la metodología a desarrollar la cual esta esquematizada en la Figura 1.

Las diferentes etapas que se realizan dentro de la dinámica del seminario, se pueden agrupar en tres grandes grupos: Planeación, ejecución y finalización; las cuales se relacionan entre sí, dependiendo cada una de la anterior.

Figura 1. Esquema metodológico del Seminario de investigación.



Fuente. Lineamientos para Seminarios de Investigación.

2. PLANEACIÓN

La planeación del seminario comprende la determinación de los temas a estudiar los cuales fueron planteados por consenso entre los integrantes del seminario.

2.1. ALCANCE

Una vez culminado el seminario de investigación se compila el estudio en un documento, que contendrá los resultados de las sesiones desarrolladas, mediante capítulos, conformados por el documento base de la relatoría más los aportes de la discusión, de la siguiente manera:

- ✓ EL PROBLEMA DE LA VALORACIÓN TECNOLÓGICA: papel de las metodologías, consideraciones para valorar tecnología, aplicaciones, errores en procesos de valoración.
- ✓ MÉTODOS TRADICIONALES PARA VALORAR TECNOLÓGICA: valoración tecnológica enfocada en el costo, valoración tecnológica enfocada en el mercado, valoración tecnológica enfocada en los ingresos.
- ✓ EXPERIENCIAS EN VALORACIÓN: valoración tecnológica en empresas, valoración tecnológica en universidades, valoración tecnológica en centros de investigación, análisis de la información , factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica.
- ✓ ÁRBOLES DE DECISIÓN Y SIMULACIÓN DE MONTE CARLO EN VALORACIÓN TECNOLÓGICA: modelo de árboles de decisión, modelo de Monte Carlo
- ✓ VENTAJAS, DESVENTAJAS Y APLICACIÓN EN EL ENTORNO COLOMBIANO
- ✓ CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2.2. SELECCIÓN DEL TEMA

Los temas a estudiar durante el seminario son propuestos por los directores y discutidos con los miembros del seminario, con el fin de continuar con la investigación adelantada por Luis Andrés Vergel Uribe sobre el estado del arte de las metodologías para valorar tecnología. Se plantean como temas principales del seminario los siguientes:

- ✓ Valoración tecnológica
- ✓ Casos de valoración tecnológica
- ✓ Análisis de información recogida
- ✓ Árboles de Decisión
- ✓ Monte Carlo

2.3. ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO

La investigación inicia basada en el libro guía titulado “Estado del Arte sobre Metodologías y Técnicas de valoración Económica de Tecnologías” de Luis Andrés Vergel Uribe, el cual fue la tesis de grado para optar al título de Ingeniero Industrial y desarrollado bajo la dirección del Profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento y la codirección del Profesor Juan benjamín Duarte Duarte. Para cada una de las sesiones fue necesaria la consulta de varias fuentes, la cuales quedan consignadas en la bibliografía del documento que recopila los resultados de la investigación.

2.4. SELECCIÓN DE SUBTEMAS

Los subtemas abordados durante el seminario son los relacionados en la tabla 1.

Tabla 1: Subtemas desarrollados en el seminario.

Tema	Subtema	Sesión
Valoración tecnológica	El problema de la valoración tecnológica	1
	Valoración tecnológica enfocada en el costo	2
	Valoración tecnológica enfocada en el mercado	3
	Valoración tecnológica enfocada en los ingresos	4
Casos de Valoración tecnológica	Casos de Valoración tecnológica en Empresas	5
	Casos de Valoración tecnológica en Universidades	6
	Casos de Valoración tecnológica en Centros de investigación	7
Análisis de información recogida	Factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica	8
Árboles de Decisión	Modelo de Árboles de Decisión	9
	Aplicación del modelo a valoración tecnológica	10
	Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno Colombiano.	11
Monte Carlo	Modelo de Monte Carlo	12
	Aplicación del modelo a valoración tecnológica	13
	Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno Colombiano.	14
Conclusiones	Conclusiones y recomendaciones	15

Fuente: Autores

2.5. PLANIFICACIÓN DE LAS SESIONES

Las sesiones fueron desarrolladas durante el 2011 el edificio de la facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, en el 2012 en la Escuela de estudios Industriales y Empresariales. El horario de reunión correspondía de 1:00 pm -3:00 pm, los temas tratados y los roles asignados están contemplados en el tabla 2.

Tabla 2: Planificación de sesiones del seminario

SESIONES	RELATOR	CORRELATOR
El problema de la valoración tecnológica.	David Joya	Liliana Palacio
Valoración tecnológica enfocada en el costo.	Wilmer Sierra	David Joya
Valoración tecnológica enfocada en el mercado.	Liliana Palacio	Wilmer Sierra
Valoración tecnológica enfocada en los ingresos.	David Joya	Liliana Palacio
Análisis casos de valoración tecnológica en Empresas.	Wilmer Sierra	David Joya
Análisis casos de valoración tecnológica en Universidades.	Liliana Palacio	Wilmer Sierra
Análisis casos de valoración tecnológica en Centros de Investigación.	David Joya	Liliana Palacio
Factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica	Wilmer Sierra	David Joya
Modelo de árboles de decisión.	David Joya	Liliana Palacio
Aplicación del modelo a valoración tecnológica.	Wilmer Sierra	David Joya
Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno Colombiano.	Liliana Palacio	Wilmer Sierra
Modelo de Monte Carlo.	David Joya	Liliana Palacio
Aplicación del modelo a valoración tecnológica.	Wilmer Sierra	David Joya
Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno Colombiano.	Liliana Palacio	Wilmer Sierra
Conclusiones y recomendaciones.	Wilmer Sierra Liliana Palacio	David Joya

Fuente: Autores

3. EJECUCIÓN

Las sesiones se desarrollaron a partir del tema programado, en donde a los participantes se les compartió el documento base de la sesión y a partir de ahí se iniciaba la discusión, con los aportes del correlator y los demás integrantes. Esto encaminaba a culminar la sesión dejando establecidos y concertados los temas del día y planteando la temática para los posteriores encuentros.

A continuación se presentan los protocolos de las sesiones desarrolladas:

PROTOCOLO N°1: El problema de la valoración tecnológica

Fecha: 7 y 14 de Septiembre del 2011

Duración: 1:00- 3:00 pm

Lugar: Edificio Ingenierías Físico-Mecánicas

Relator: David Eduardo Joya Cárdenas

Correlator: Liliana Marcela Palacio

Participantes: Wilmer Eduardo Sierra Mesa y directores.

Planteamiento del Tema:

Como evento antecesor a la primera sesión se planteó por parte de los directores del seminario la importancia de los procesos de valoración de tecnologías dentro de la gestión de instituciones (Empresas, Universidades, Centros de Investigación) que entre sus actividades se encuentra la producción científica y tecnológica. Ante esta situación se realizó un análisis de los temas que se tocarían dentro del desarrollo del proceso investigativo y se propuso por parte de los directores el direccionamiento que se le daría a éste.

En la primera sesión se expuso la necesidad de llevar a cabo actividades de valoración de tecnología y su importancia como labor crucial en la gestión de la

tecnología, con el propósito de llevar las nuevas invenciones al mercado, facilitando los procesos de negociación y de transferencia tecnológica. Además se identificó las aplicaciones de esta actividad y los factores claves en el desarrollo del proceso de valoración.

Discusión y observaciones:

Por parte del correlator se amplió un análisis con respecto a la perspectiva de las organizaciones, en cuanto a la dificultad de llevar a cabo procesos valorativos, y los desequilibrios que sufren éstas a causa de la ausencia de estos procesos como actividades de apoyo en la gestión tecnológica.

Los directores del seminario puntualizaron sobre la trascendencia que tiene el emplear los métodos más apropiados para valorar tecnología, es decir, el valor que se le debe dar a la elección de la técnica más adecuada para desarrollar esta actividad, y se manifestó la inexistencia de un método estándar o universal para valorar activos tecnológicos que brinde garantías al momento de llevar a cabo las valoraciones.

Posterior a esto se hicieron aclaraciones acerca del precio de transacción de las tecnologías, cifra diferente al resultado de las valoraciones, afirmando que dicho resultado, es una base para negociar el precio final de transacción. Los directores recordaron la importancia de conocer a plenitud todas las metodologías con el fin de que todo el proceso investigativo obtuviera buenos resultados.

El profesor Néstor Raúl pidió que se acotara el concepto de valoración, dada la amplitud de éste y que se tuviera en cuenta los objetivos del seminario, refiriéndose a que el valor de las tecnologías integra muchos factores, pero que el interés real del concepto de valoración se enfoca hacia el precio de transacción de los activos tecnológicos.

PROTOCOLO N°2: Valoración tecnológica enfocada en el costo

Fecha: 21 de Septiembre del 2011

Duración: 1:00-3:00 PM

Lugar: Edificio Ingenierías Físico-Mecánicas

Relator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya Cárdenas

Participantes: Liliana Marcela Palacio Rodríguez y directores.

Planteamiento del Tema:

Dentro del proceso de valoración tecnológica se hizo un análisis de los métodos de valoración tecnológica que se han desarrollado en los últimos tiempos, para esta reunión se empezó por exponer y analizar la valoración de tecnología enfocada en el costo y los métodos que componen este enfoque.

Se expuso en primera instancia como se da el valor de la tecnología basado en los costos de investigación y desarrollo incurridos para crearla, estos costos se dividen en: costos de fabricación, costos de oportunidad, y costos de obsolescencia.

Discusión y observaciones

El Centro de Enlace para la Innovación del Sur de Europa propuso un modelo de valoración de tecnología basada en los costos históricos de desarrollo del activo, el correlator aclaró que no necesariamente es relevante el periodo de investigación ya que esto depende de cada situación, para éste modelo, en este punto los directores del seminario indicaron que el margen de utilidad a incorporar en este método se generaba por la opinión de expertos en la tecnología.

Para el segundo método, se centró la atención en la ecuación propuesta (ecuación mixta) la cual analiza por un lado los costos de investigación y desarrollo y por otro lado la utilidad esperada, el correlator hizo énfasis por la cual esta ecuación no siempre puede ser utilizada ya que para poder encontrar la utilidad, se debe basar en utilidades de otras empresas que estén utilizando la tecnología, por lo tanto este método solo aplica si la tecnología a transar ya ha sido explotada por otras organizaciones.

Los directores del seminario dieron especial atención al hecho de que estos métodos solo analizan parte del valor total de la tecnología basándose en la frase “algo vale por lo que cuesta”. Por otra parte se concluye que este método no es el más aconsejable pues solo se tiene en cuenta los costos incurridos para crear la tecnología, y se deja a un lado el beneficio económico que pueda llegar a tener la explotación de la misma. Se analizó cuánto costó crear la tecnología más no su valor.

PROTOCOLO N°3: Valoración tecnológica enfocada en el mercado

Fecha: 28 de Septiembre del 2011

Duración: 1:00 - 2:50 pm.

Lugar: Edificio Ingenierías Físico-Mecánicas

Relator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Correlator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Participantes: David Eduardo Joya Cárdenas y directores.

Planteamiento del Tema:

Se inicia con la presentación de generalidades acerca de la valoración tecnológica enfocada en el mercado, características, ventajas y desventajas; adicionalmente

se trata sobre las diferentes metodologías que conforman éste enfoque: mercados comparables, rating/ranking, subastas y herramienta CAV.

Discusión y observaciones.

El correlator hace énfasis en que éste enfoque representa el menor grado de dificultad en cuanto a su estructura, pero que se ve entorpecido por la dificultad para acceder a bases de datos, en especial en países en vía de desarrollo, porque no se posee información de acuerdos tecnológicos realizados. Los directores del proyecto comentan que en ocasiones es necesario valorar con datos de activos que tengan correlación con un producto del cual se conozcan antecedentes, citando como ejemplo la dependencia existente entre el precio de la gasolina con la del petróleo, también hacen hincapié en la necesidad del apoyo de expertos para valorar adecuadamente, ya que no todos los datos se conocen, y es necesaria la estimación de los mismos.

Se acuerda complementar la sesión para el documento final con una revisión de la valoración tecnológica enfocada en el mercado para el entorno colombiano.

PROTOCOLO N°4: Valoración tecnológica enfocada en los ingresos.

Fecha: 5 y 12 de Octubre del 2011

Duración: 1:00- 3:00 pm

Lugar: Edificio Ingenierías Físico-Mecánicas

Relator: David Eduardo Joya Cárdenas

Correlator: Liliana Marcela Palacio

Participantes: Wilmer Eduardo Sierra Mesa y directores.

Planteamiento del Tema:

En esta sesión se llevó a cabo el estudio de todos los métodos bajo el enfoque de ingresos, el cual se caracteriza por basarse en llevar a cabo las valoraciones de acuerdo con estimaciones de ingresos producidos por la tecnología. Para esto se hizo un amplio estudio bibliográfico donde se presentó las características y requerimientos del enfoque, que son propias de todos los métodos que se basan en los ingresos. Se presentaron las ventajas de aplicación de cada método, junto con los posibles inconvenientes que se pueden presentar con la aplicación de estos. Dada las características de los métodos, se sugirió como el enfoque que mejor ofrece análisis, debido a las estimaciones que se hacen en base a la rentabilidad de los activos tecnológicos en el futuro.

Discusión y observaciones.

Se hicieron algunas indicaciones con respecto a incluir el método de la red binomial, ya que inicialmente no se presentó en la exposición de la sesión. Debido a que este enfoque está compuesto por varios métodos, y que la mayoría de estos presentan cierto grado de dificultad, ésta sesión se integró de dos reuniones en las cuales se aclararon interrogantes en cuanto a la aplicación de los métodos y a los análisis que estos brindan. En particular los métodos de opciones reales y Simulación de Monte Carlo, dejaron algunas dudas para los participantes del seminario, por lo cual se requirió la intervención de los directores para aclarar algunos conceptos como fueron el uso de distribuciones de probabilidad para la representación de datos y otros netamente financieros como el efecto de las tasas de descuento en las estimaciones de los ingresos.

Los directores aclararon que no siempre se justifica valorar tecnología por estos métodos, pues en algunos casos en los que se garantiza el éxito de la tecnología en el mercado y de acuerdo a la información que se tenga del producto es más

práctico valorar por métodos menos complejos como mercados comparables. Además se indicó la necesidad de algunos métodos de este enfoque de apoyarse en técnicas basadas en el mercado o en los costos.

Por último se hizo una recomendación por parte de los directores acerca de ir conociendo a profundidad el método de Monte Carlo a través de herramientas básicas de Excel, con el fin de comprender paso a paso el proceder de la técnica.

Se concluyó por parte de los participantes que los métodos bajo este enfoque brindan mayor flexibilidad, mejor manejo de la incertidumbre y mayor campo de análisis, pero que requieren de conocimientos más amplios para su aplicación en comparación con los demás.

PROTOCOLO N°5: Análisis de casos de valoración tecnológica en empresas

Fecha: 18 y 25 de Enero del 2012

Duración: 1:00-3:00 PM

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial

Relator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya Cárdenas

Participantes: Liliana Marcela Palacio Rodríguez y directores.

Planteamiento del tema:

Se quiso analizar la manera como las empresas creadoras de tecnología valoran sus activos tecnológicos, esto con el fin de ampliar y conocer más a fondo cuales métodos de valoración actualmente utilizan.

Como primera medida se le enviaron correos a las empresas que desarrollan tecnologías (Samsung, Toshiba, Petrobras, Apple, etc.) pidiendo información de los métodos de valoración tecnológica que estas empresas aplican. Uno de los

grandes inconvenientes que se tuvo para hacer la valoración tecnológica fue las políticas de confidencialidad que tienen las empresas para divulgar este tipo de información, por lo tanto se recurrió a información secundaria encontrando algunos métodos de valoración de tecnología que utilizan las empresas Telefónica e IBM.

Se expuso el método de valoración de tecnología de la empresa Telefónica. Esta empresa no considera el valor de la invención en sí misma sino el beneficio adicional que aportan las patentes donde uno de sus principios fundamentales es analizar los beneficios económicos que conlleva realizar las patentes de las innovaciones tecnológicas. También se explicaron algunos de los beneficios que conlleva realizar la valoración de tecnología, estos beneficios son: Ventaja competitiva, beneficios por acuerdos de licencia y beneficios por venta de portafolio.

Por otro lado la empresa IBM, desarrolla la valoración de sus tecnologías a partir de análisis de sensibilidad, método del Valor presente neto (VPN) y simulación por Monte Carlo para valorar Software.

Discusión y observaciones

Se entra en discusión por parte del correlator acerca de qué tan fiable es por parte de la empresa Telefónica dentro de sus métodos de valoración, realizarlo por comparación de mercados, ya que a partir de estudios de la comisión europea general de mercado interno, se dan un valor promedio de tecnologías similares, y estos datos son comparados por un valor promedio generado de las patentes de telefónica, esta organización hace la valoración de sus patentes a nivel global, ya que estas grandes empresas poseen infinidad de tecnologías patentadas, lo cual les resultaría muy difícil y costoso hacer la valoración a cada una de ellas, por lo tanto el valor de las patentes se maneja como un promedio ajustando sus valores a los valores de la comisión europea para dar como resultado el valor de las

patentes de Telefónica en el mercado. Los asistentes al seminario opinan que este método no es muy confiable pues puede que el valor promedio de las innovaciones tecnológicas caiga en el mercado y por lo tanto afecten de manera negativa el valor dado.

Telefónica genera algunas tecnologías que no puede explotar, la empresa opta por negociar con un proveedor externo para que sean ellos los que implementen la tecnología en sus dispositivos, a cambio de un porcentaje sobre las ventas. Los participantes del seminario opinaron que este método agiliza la puesta en el mercado de nuevos productos y esto genera ventajas competitivas ya que se asemeja a la valoración de tecnología por el método del 25%.

De los métodos utilizados por la empresa IBM se aclaró la importancia de tener en cuenta la vida útil de la tecnología y lo acertado en utilizar métodos basados en los ingresos pues son los más confiables.

Para la siguiente sesión los directores del seminario recalcaron la importancia de recoger información primaria sobre los métodos utilizados para valorar tecnología en las universidades y su nivel de desarrollo de estos activos.

PROTOCOLO N°6: Análisis casos de valoración tecnológica en universidades.

Fecha: 1 y 8 de Febrero del 2012

Duración: 1:00 – 3:00 pm.

Lugar: Edificio Ingenierías Físico-Mecánicas

Relator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Correlator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Participantes: David Eduardo Joya Cárdenas y directores.

Planteamiento del tema

La sesión inicia con base en las consultas realizadas vía mail a los directores de centros de investigación de universidades colombianas, por medio de sus respuestas, se establece, que en las Instituciones de Educación Superior las oficinas de Investigación y Extensión son las encargadas de realizar el proceso de valoración de activos tecnológicos. Adicionalmente se comparte información del estudio realizado por la Red Pila, en donde se evidencia un bajo nivel de valoración tecnológica en las Universidades latinoamericanas.

Discusión y observaciones.

En vista de los resultados obtenidos en la consulta se plantea como nuevo enfoque una indagación dirigida a las oficinas de transferencia, investigación y extensión de diferentes universidades, tanto colombianas como extranjeras debido al escaso nivel de transferencia de conocimiento que existe en Colombia. Para esta actividad se propone una encuesta online donde se recopile información sobre el conocimiento y las prácticas de valoración tecnológica que actualmente se estén ejecutando.

En la segunda reunión de esta sesión se comparten las preguntas que se proponen realizar a los “valoradores” de activos de las Universidades. Los directores plantean el orden más adecuado para realizar las preguntas. El correlator complementa haciendo notar la importancia de aclarar a los encuestados acerca de las metodologías que según la literatura son usadas para valorar activos. A partir de esto la indagación queda conformada por una resumida presentación de las metodologías y por el link que contiene la encuesta. Además de recopilar información de instituciones hispanohablantes también se elabora la encuesta y su respectiva presentación en inglés con el fin de ampliar el número de datos a obtener.

PROTOCOLO N° 7: Análisis casos de valoración tecnológica en centros de investigación.

Fecha: 15 y 22 de Febrero del 2012

Duración: 1:00- 3:00 pm

Lugar: Edificio Ingenierías Industrial

Relator: David Eduardo Joya Cárdenas

Correlator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Participantes: Wilmer Eduardo Sierra Mesa y directores.

Planteamiento del Tema:

Para la preparación de esta sesión se llevó a cabo con anterioridad un arduo trabajo de campo. Como primera medida se estableció contacto con la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, donde se obtuvo información referente a la gestión tecnológica en Colombia. Posterior a esto mediante la base de datos de centros de investigación Nacionales de Colciencias se estableció contacto vía email con los centros de Investigación de mayor categoría (A y B), con los que se realizó un barrido para conocer en cuáles de estos se desarrollaban procesos de valoración de tecnología. Ante la ausencia de un gran porcentaje de centros de investigación acerca de la realización de ésta actividad, en conjunto con los directores del seminario se optó por ampliar el alcance del estudio de campo a nivel internacional. Inicialmente se contactó con instituciones de habla hispana como España y Chile. Con esta actividad se obtuvo valiosa información acerca de las personas o dependencias que desarrollan procesos de valoración. En el caso particular de España se encontró con organismos como la Red OTRI, que agrupa las oficinas de transferencia de resultados de centros de investigación. Luego se procedió a contactar centros de investigación en otros países como Estados Unidos, donde la producción científica y tecnológica es más activa. Para la

conclusión de esta sesión se requirió de varias semanas, dado que el establecimiento de los contactos y los tiempos de respuesta así lo demandaron.

Luego de tener preparada la encuesta en línea, se envió a todas las dependencias y personas de las Instituciones contactadas, a través de un portal web. Los resultados se recogieron en un tiempo cercano a dos meses, en los cuales siempre se intentó ampliar la población estudio, mediante la búsqueda de más Instituciones que contribuyeran en el desarrollo del estudio.

Ya en la sesión se hizo la presentación de los resultados obtenidos, a través de un análisis de la información que permitió conocer factores fundamentales que caracterizan los procesos de valoración de tecnología.

Discusión y observaciones.

El codirector del seminario sugirió, que tanto la información recogida acerca de los métodos empleados, como los factores tenidos en cuenta en las valoraciones de activos tecnológicos, se hiciera un análisis a través de diagramas de Pareto, ya que esta información es la de mayor aporte al estudio y al planteamiento final de determinación del precio de la tecnología.

Tanto el correlator como los participantes hicieron aportes al análisis de la información obtenida y se formularon valiosas conclusiones que se presentan en el libro del seminario.

En el transcurso de las reuniones que conformaron esta sesión se presentó también información secundaria, que amplió el campo de análisis de los procesos de valoración y transferencia de tecnología, y que permitieron concluir acerca de la importancia de valorar tecnología, dado el incremento en la producción científica y tecnológica, tanto a nivel nacional como internacional.

PROTOCOLO N°8: Factores que influyen en el proceso de valoración tecnológica.

Fecha: 29 de febrero y 7 de marzo del 2012

Duración: 1:00-3:00 P

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial

Relator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya

Participantes: Liliana Marcela Palacio y directores.

Planteamiento del tema:

Dentro de los métodos de valoración de tecnología, se encuentran inmiscuidos los factores que influyen en los procesos de valoración, estos son muy importantes pues se encargan de disminuir la subjetividad en los procesos de valoración. Los factores se extrajeron a partir de un análisis hecho a los métodos de valoración tecnológica, se expuso la relación de los factores con cada método de valoración, y se analizó si los flujos esperados por la explotación de la tecnología (riesgo) son compartidos tanto por el comprador como por el vendedor de esta.

Discusión y observaciones:

En primera instancia se expusieron los siguientes factores y la influencia en cada método de valoración tecnológica: riesgo, variabilidad de los precios, ventas estimadas, datos históricos, costos de investigación y desarrollo, valores en el mercado de tecnologías similares, valores propuestos por expertos, ingresos a obtener por la explotación de la tecnología, preacuerdo de adquisición, vida útil del proceso de comercialización de la tecnología, y poder adquisitivo del comprador.

Durante la exposición de estos factores los directores del seminario discernieron sobre el factor riesgo, pues indicaban que este no se podía colocar de esta manera, el correlator aclara que estos factores, incluido el riesgo deben medirse

en el momento en que se quiera valorar la tecnología ya desarrollada y no desde el momento de la investigación y desarrollo de la misma. A partir de lo anterior los directores del proyecto recomiendan cambiar el nombre al factor riesgo por “Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología” de esta manera se entiende a qué tipo de riesgo se refiere, también se aconseja aclarar si el riesgo es compartido por las partes negociadoras.

El factor variabilidad de los precios se elimina por consenso general ya que el factor “fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología abarca a este último.

El codirector del proyecto sugiere cambiar el nombre del factor datos históricos por “precios históricos de tecnologías similares” y se sustenta en que éste último factor y las ventas estimadas se traslapan pues las ventas estimadas se toman de datos históricos, por lo tanto se generaría confusión. Al cambiar el nombre del factor datos históricos por “precios históricos de tecnologías similares” se propone eliminar el factor “valor en el mercado de tecnologías similares” pues éste último y el factor precios históricos son los mismos, se toma la decisión de hacer los cambios respectivos.

Al analizar el factor de costos de investigación y desarrollo, el director del proyecto opinó que este factor debería estar en los métodos basados en ingresos. El relator objeta lo dicho argumentando que la tecnología ya está creada en el momento de la negociación, por lo tanto el método de valoración por costeo es el único que contiene éste factor.

Al analizar el factor ventas estimadas, el codirector del seminario propone aclararlo y dejarlo bajo el nombre de “ventas estimadas por el uso final de la tecnología” por lo cual se acepta el cambio.

El factor “valores propuestos por expertos” cambia el nombre por “valores propuestos por expertos en la tecnología” para una mejor comprensión. El

codirector del proyecto sugiere incluir este factor dentro del método de simulación de montearlo ya que la asignación del nivel de ventas para realizar los flujos de caja los dan expertos en la tecnología. Se acepta la sugerencia.

Los preacuerdos de adquisición solo se tienen en cuenta para los métodos de opciones reales, por recomendación del codirector del seminarios se elimina este factor.

El poder adquisitivo del comprador es un factor cualitativo muy importante, ya que según el codirector del seminario no es lo mismo venderle la tecnología a una multinacional que vendérsela a una empresa regional, pues el nivel de ventas generado por la explotación de la tecnologías cambia, dependiendo el rango de acción de la empresa, éste valor se ve reflejado en los flujos de caja descontados de los métodos basados en ingresos, se acepta esta explicación y es consignada en el proyecto. El codirector del proyecto ve el poder adquisitivo del comprador como un factor tan influyente, que sugiere que éste sea analizado como un método de valoración aparte, no es abordado este aspecto, pues se sale del alcance del proyecto.

Como consecuencia de la discusión se depuraron y se aclararon los factores que influyen en los procesos de valoración tecnológica quedando de la siguiente manera: Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología (Riesgo), ventas estimadas por el uso final de la tecnología, precios históricos de tecnologías similares, costos de investigación y desarrollo, valores propuestos por expertos en tecnología, vida útil del proceso de comercialización de tecnología, poder adquisitivo del comprador.

PROTOCOLO N°9: MODELO DE ÁRBOLES DE DECISIÓN.

Fecha: 14 de Marzo del 2012

Duración: 1:00- 3:00 pm

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial.

Relator: David Eduardo Joya Cárdenas

Correlator: Liliana Marcela Palacio

Participantes: Wilmer Eduardo Sierra Mesa y directores.

Planteamiento del Tema:

Para esta sesión se profundizó un poco más la parte teórica que ya había sido presentada anteriormente en la valoración enfocada en los ingresos.

Se amplió la revisión bibliográfica, que permitió caracterizar este método. Se enfatizó en el análisis que permite llevar a cabo los árboles de decisión como método valoración de tecnología, ya que se tiene en cuenta la ocurrencia de posibles escenarios dependientes de probabilidades dadas, que a diferencia del método del VPN, también presentado anteriormente, ofrece flexibilidad en los análisis.

Se indicó también a cerca de una de las principales desventajas del método, que está representada en el uso de una tasa única de descuento durante el desarrollo de todo el árbol, es decir, para todos los años. Se expuso la manera como se desarrolla el método con el fin de valorar activos tecnológicos, junto con algunas ventajas y desventajas de la aplicación de esta técnica en esta actividad. Se aclaró que el éxito de una la valoración por este método depende en gran medida en la colaboración de un experto, quien define los posibles escenarios, junto con las probabilidades de ocurrencia de cada estado.

Discusión y observaciones.

Los directores del seminario indicaron, que otro factor del cual depende la calidad de la valoración, es la asignación de la tasa de descuento y de los escenarios en

que se evalué la tecnología, ya que uno de los limitantes del método, es que un activo tecnológico en la vida real puede llegar a tomar muchos escenarios. Es acá donde el desarrollo de la técnica se puede complicar y no sería tan conveniente emplearla en este tipo de casos y cuando se estiman muchos años para la valoración. A pesar que algunas de estas desventajas que se puedan presentar en los procesos de valoración con la aplicación de este método, los participantes del seminario coincidieron en considerar como una muy buena opción para estimar el valor de los activos tecnológicos, pues el método es flexible y si se hacen los supuesto de la manera correcta, los resultados van a ser acertados.

Acá también se hizo un análisis en cuanto al número de años a tener en cuenta al valorar una tecnología. El codirector del seminario, planteó que generalmente se van a estimar ingresos para pocos años, dado que la tecnología en la actualidad se deprecia aceleradamente, debido a la aparición de productos sustitutos que brindan mejores opciones en cuanto a ventajas como los mismos costos.

El correlator indicó que al igual que todas las metodologías, el éxito depende en gran medida en la calidad de la información que se emplee para la valoración, es decir, los supuestos que se hagan en cuanto a tiempo de explotación de la tecnología y asignación de las tasas de descuento.

PROTOCOLO N°10: Aplicación del modelo a valoración tecnológica.

Fecha: 21 de marzo de 2012

Duración: 1:00-3:00 PM

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial.

Relator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya

Participantes: Liliana Marcela Palacio y directores.

Planteamiento del tema

Como parte del proceso de manejo del método de árboles de decisión y una vez analizado dentro del contexto de valoración tecnológica, se hizo conveniente desarrollar un ejemplo del proceso de valoración de una tecnología la cual sirve para extraer el remanente de petróleo en los pozos de cierta petrolera, se creó el ejemplo bajo unas condiciones dadas y con ayuda de una herramienta informática llamada “PrecisionTree” se desarrolló el ejemplo paso a paso facilitando el desarrollo del método.

Discusión y observaciones.

El relator de la sesión observó que se genera cierto grado de dificultad desarrollar este método, cuando el análisis de la tecnología es mayor a dos periodos.

El director del seminario opina que este método sirve cuando se tienen escenarios limitados, pero no es conveniente cuando el nivel de incertidumbre de los ingresos esperados es alto pues número de escenarios puede ser muy grande, el correlator está de acuerdo con esta apreciación.

El codirector del proyecto sugiere que la decisión de no seguir con la explotación de la tecnología en un punto dentro del modelo de árboles de decisión, puede darse por que durante ese tiempo se crearon productos sustitutos, concluye que a medida que la tecnología avanza en su vida útil, aumenta el riesgo de obsolescencia, en el árbol de decisión se ve reflejado en el aumento de la probabilidad de no seguir con el proyecto.

PROTOCOLO N°11: Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno colombiano de los árboles de decisión.

Fecha: 28 de Marzo del 2012

Duración: 1:00 - 2:40 pm.

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial

Relator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Correlator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Participantes: David Eduardo Joya Cárdenas y directores.

Planteamiento del tema

Se parte con la base del estudio de las sesiones anteriores, donde se había planteado un ejemplo de aplicación, de allí surgen aportes al modelo de árboles de decisión aplicado al proceso de valoración tecnológica, adicionalmente se plantea ésta herramienta como viable en el entorno colombiano, ya que su aplicación no requiere de complejos softwares y es de uso común.

Discusión y observaciones.

El correlator aporta su percepción en cuanto a la viabilidad de utilizar la herramienta “PrecisionTree”, resaltando que es amigable al momento de diagramar el modelo. Los directores hacen referencia a que el modelo de árboles de decisión permite un análisis determinístico, con lo que los análisis se ven limitados a los supuestos de los posibles escenarios que generará la aplicación del activo tecnológico, adicionalmente el director hace referencia a que la complejidad del método crece en relación a los escenarios que se evalúen y al tiempo de vida de la tecnología, por lo cual la herramienta es recomendable utilizarla para valoraciones de baja dificultad, donde los escenarios que se puedan dar sean pocos y una vida útil corta.

PROTOCOLO N°12: MODELO DE MONTE CARLO

Fecha: 4 de Abril del 2012

Duración: 1:00- 3:00 pm

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial.

Relator: David Eduardo Joya Cárdenas

Correlator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Participantes: Wilmer Eduardo Sierra Mesa y directores.

Planteamiento del Tema:

Para esta sesión se expuso la importancia de la aplicación del método de Monte Carlo en los procesos de valoración tecnológica dado los amplios análisis que ofrece al imitar situaciones reales a través de distribuciones de probabilidad, incorporando de manera explícita la incertidumbre y haciendo más sensible el modelo a los cambios de la valoración, factores que entregan muchas ventajas al momento de valorar.

También se presentó los pasos a tener en cuenta en la valoración de tecnología bajo el método de la Simulación de Monte Carlo, pero se aclaró en que los resultados deben ser analizados con razonabilidad, pues al igual que se manifestó en la mayoría de los métodos, la calidad de las estimaciones dependen de los supuestos, como son las hipótesis de la probabilidad, es decir, que se deben hacer análisis prudentes. De la misma manera se indicó el papel de los flujos de caja descontados al ser simulados con el fin de modelar valores de los activos tecnológicos.

Discusión y observaciones.

Los directores del seminario plantearon el análisis de los diferentes valores que pueden resultar al valorar activos tecnológicos por este método, pues no siempre cuando el valor medio del activo da cero o negativo indica que la metodología no

cuenta con valor. Es acá donde se analizó la influencia de las tasas de descuento. Se concluyó que para este caso puede ocurrir que el activo si tenga valor, pero la tasa oportunidad que se está teniendo en cuenta en la valoración no es la adecuada. Puede ocurrir que con una tasa más baja el activo represente un valor positivo.

Luego de haber estudiado todas las metodologías que se emplean en valoración de tecnologías durante el seminario, los directores del proyecto recomiendan basar la propuesta final en la Simulación de Monte Carlo, ya que es un método que tiene inmerso factores como la incertidumbre tecnológica y de mercado, que por su flexibilidad y campo de análisis representa un método completo y confiable que recoge los principales factores que se tienen en cuenta generalmente por los expertos en valoración, dado los resultados del estudio que se hizo y de acuerdo a los análisis que se efectuaron durante las sesiones anteriores.

PROTOCOLO N°13: Aplicación del modelo a valoración tecnológica.

Fecha: 11 de abril del 2012

Duración: 1:00-2:45 PM

Lugar: Edificio Ingeniería industrial.

Relator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya Cárdenas

Participantes: Liliana Marcela Palacio Rodríguez y directores.

Planteamiento del tema.

Para desarrollar el método de simulación de Monte Carlo, fue necesario el apoyo en herramientas informáticas que generaran distribuciones de probabilidad de las variables que se encontraron en el momento de valorar. Para el desarrollo del modelo de simulación se manejó la herramienta @Risk con la cual se pudo

analizar el valor de la tecnología generando una gran cantidad de escenarios posibles en una hoja Excel; también dice qué tan factibles son estos escenarios. Gracias a esto se disminuye el nivel de subjetividad del valor de la tecnología.

Para esta sesión se explica por medio de un ejemplo el paso a paso de la forma de valorar tecnología por simulación de Monte Carlo.

Discusión y observaciones

Para el caso del ejemplo se quiso encontrar el valor de la tecnología a partir del precio del petróleo y la cantidad de barriles tomados de manera estocástica, que genere el valor más adecuado de la tecnología para lograr múltiples escenarios que representen el valor más adecuado de la tecnología.

El correlator hace la aclaración que al multiplicar dos variable estocásticas para hallar los ingresos por las ventas (precio del petróleo x cantidad de barriles) estas dos variables no son independientes, indica que cuando el precio sube, al cantidad de barriles a vender disminuye, para el ejemplo que se desarrolló se asumió que estas variables son independientes, pues analizar la correlación de dos variables estocásticas no aplica para el seminario de investigación en cuestión.

Los resultados del ejemplo arrojaron que el valor de la tecnología fue positiva, el codirector del seminario aclaró que esto no asegura el éxito de la tecnología, pues se debe analizar la probabilidad de que esto ocurra, @Risk da esta opción, a partir de una probabilidad de ganancia o pérdida.

Cuando valor de la tecnología de cercano o inferior a cero, no indica que no se tengan ingresos, según el codirector del seminario, esto ocurre cuando la tasa de rentabilidad es alta, por lo tanto manipulando esta tasa de rentabilidad y alineando las sinergias del negocio, se puede obtener ganancia por la explotación de la tecnología.

PROTOCOLO N°14: Ventajas, desventajas y aplicación en el entorno colombiano del modelo de Monte Carlo.

Fecha: 18 de Abril del 2012

Duración: 1:00 - 2:45 pm.

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial

Relator: Liliana Marcela Palacio Rodríguez

Correlator: Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Participantes: David Eduardo Joya Cárdenas y directores.

Planteamiento del tema:

Se plantea la simulación por Monte Carlo para valorar tecnología como el método que presenta la menor subjetividad, debido a que genera múltiples escenarios basados en datos de ingreso al modelo como las ventas, los costos y gastos, depreciación, entre otros. El método permite realizar cambios en cualquier momento, con lo cual se enriquece su estructura, adicionalmente la generación de gráficos de los valores que puede tomar la variable estudiada, brinda un instrumento de gran utilidad al momento de realizar los análisis.

Discusión y Observaciones:

El codirector hace mención a que el modelo debe ser utilizado preferiblemente cuando el VPN genere resultados negativos, esto con el fin de evaluar a partir de qué valor se puede negociar la tecnología o si en definitiva no es viable porque sus costos de investigación y desarrollo fueron muy elevados y sea mejor “regalarla (recuperar parte de la inversión)”.

El correlator plantea que la principal dificultad radica en la integración de los factores al modelo, lo cual queda solucionado por medio de los participantes

donde se llega al consenso que los factores pueden ser integrados al flujo de caja, principalmente en las ventas. Otra apreciación es la utilización del software @risk, el cual puede ser utilizado en su versión de prueba por 15 días, permitiendo a los valoradores del entorno, familiarizarse con el programa, ya que es una herramienta de un entorno gráfico amigable.

Para los participantes se hace claro que la valoración por Monte Carlo no es de uso común en el ámbito nacional, sin embargo se resalta que sí ha sido utilizada para casos de análisis de datos de variados estudios, con lo cual se abre el camino para ser aplicada al proceso de valoración tecnológica del entorno.

PROTOCOLO N°15: Conclusiones y Recomendaciones

Fecha: 25 de Abril y 2 de Mayo de 2012

Duración: 1:00 – 3.00 pm.

Lugar: Edificio Ingeniería Industrial

Relatores: Liliana Marcela Palacio Rodríguez, Wilmer Eduardo Sierra Mesa

Correlator: David Eduardo Joya Cárdenas

Participantes: Directores.

La modalidad de Seminario de Investigación representa una muy buena herramienta que permite desarrollar procesos investigativos, mediante el desarrollo de estrategias por parte de los integrantes y que aporta al fortalecimiento del conocimiento con calidad científica. El Seminario brindó a los participantes una experiencia enriquecedora, e influyente en la visión del conocimiento, y que permitió lograr resultados positivos, dadas las ventajas del desarrollo de la metodología que ofrece el seminario de investigación. El resultado de este seminario ofrece una línea de investigación que puede seguir siendo profundizada, ya que el tema de la valoración tecnológica es un campo de estudio

extenso y que día a día se puede fortalecer. En el documento del libro quedan consignadas las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

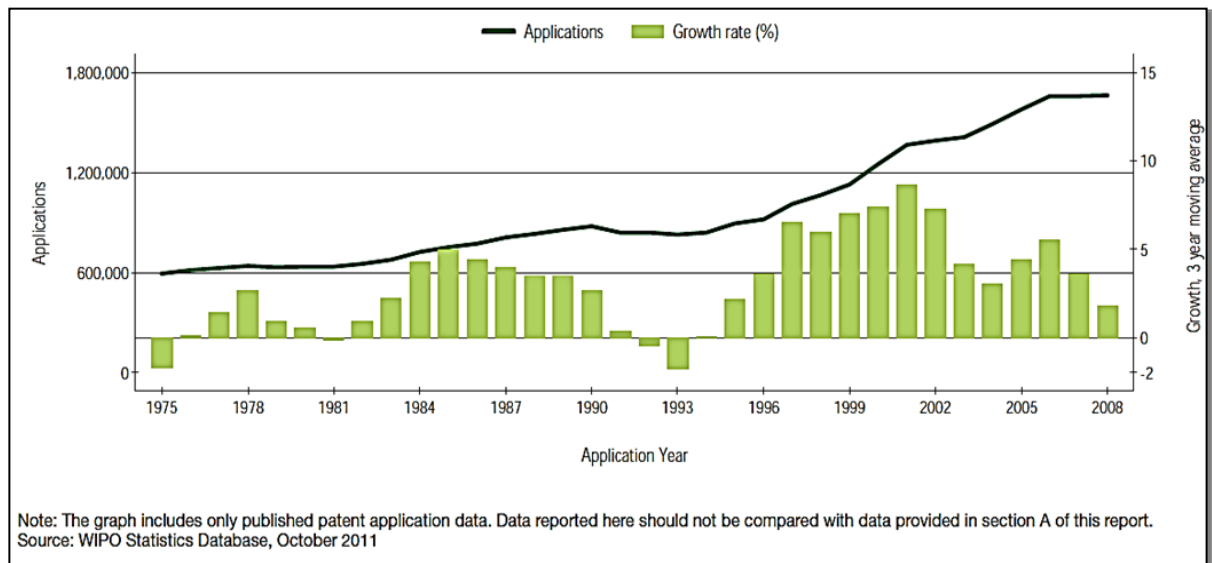
4. FINALIZACIÓN

Este seminario de investigación culminó con la documentación del libro “Simulación y Árboles de Decisión en el Proceso de Valoración Tecnológica”, el cual se realizó bajo normas técnicas y argumentado con base al desarrollo de las sesiones y de las asesorías del director y codirector del seminario.

En este documento se presentan todos los temas estudiados, analizados y discutidos, contenidos en los capítulos expuestos. En el desarrollo del proceso investigativo se llevó a cabo un análisis con respecto a la necesidad e importancia de valorar los activos tecnológicos, junto con un estudio referente a los diferentes métodos de valoración y sus características. Además se muestra un importante aporte representado por un estudio de campo, que evidencia la realidad de los procesos de valoración tecnológica. Para este estudio se contó con la participación de instituciones nacionales e internacionales, y se llevó a cabo mediante encuestas online.

Como procesador de texto para la realización del documento se empleó Microsoft Office Word 2010, el cual ofrece un fácil manejo, junto con una interfaz amigable. Para la elaboración de algunas de las gráficas expuestas se emplearon herramientas como Microsoft Office Excel 2010, @Risk y PrecisionTree. Estas también se utilizaron para el desarrollo de algunos análisis y para llevar a cabo simulaciones que hicieron parte del proceso investigativo.

Anexo B. Crecimiento de solicitudes de patentes presentadas en todo el mundo.



Fuente: “World Intellectual Property Indicators 2011”, Publication of the World Intellectual Property Organization (WIPO).
http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2011.pdf

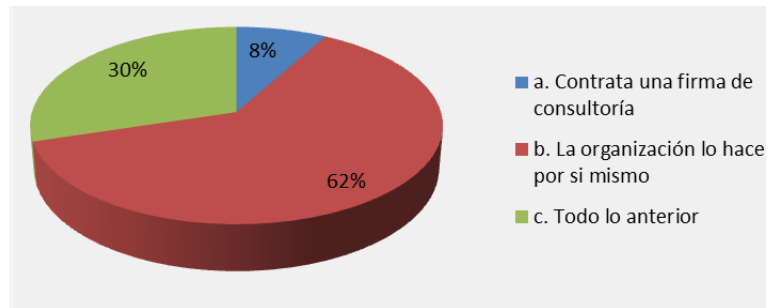
Anexo C. Intensidad del flujo de transferencia de conocimiento. (Caso Andalucía)

		Total	No realiza	Baja frecuencia	Media frecuencia	Alta frecuencia	Desv. Típica	Media
Asesoramiento tecnológico	Frecuencia	737	613	43	48	33	0,786	0,323
	%	100	83,18	5,83	6,51	4,48		
Proyecto de investigación contratado	Frecuencia	737	650	39	24	24	0,656	0,216
	%	100	88,20	5,29	3,26	3,26		
Proyecto de investigación conjunto	Frecuencia	737	592	80	23	42	0,794	0,342
	%	100	80,33	10,85	3,12	5,70		
Alquiler de instalaciones	Frecuencia	737	689	23	10	15	0,505	0,119
	%	100	93,49	3,12	1,36	2,04		
Explotación de patentes	Frecuencia	737	709	19	9	0	0,269	0,050
	%	100	96,20	2,58	1,22	0		
Prácticas en la empresa	Frecuencia	737	579	74	32	52	0,867	0,399
	%	100	78,56	10,04	4,34	7,06		
Intercambio de personal	Frecuencia	737	697	21	6	13	0,459	0,098
	%	100	94,57	2,85	0,81	1,76		
Formación específica	Frecuencia	737	644	43	23	27	0,678	0,231
	%	100	87,38	5,83	3,12	3,66		
Centro mixto	Frecuencia	737	715	0	20	2	0,360	0,062
	%	100	97,01	0	2,71	0,27		
Spin-off	Frecuencia	737	710	18	5	4	0,312	0,054
	%	100	96,34	2,44	0,68	0,54		
Relaciones informales	Frecuencia	737	590	62	42	43	0,836	0,373
	%	100	80,05	8,41	5,70	5,83		

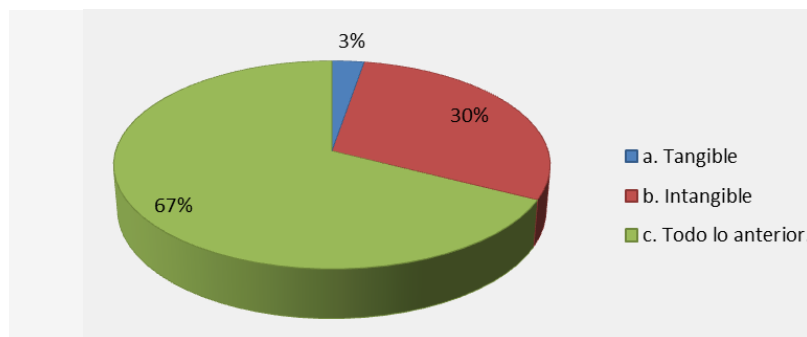
Fuente: Agenda 2011. Temas de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Publicación de Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICYT. <http://www.ricyt.org/files/Capitulo%205.pdf>.

Anexo D. Trabajo de campo, resultados

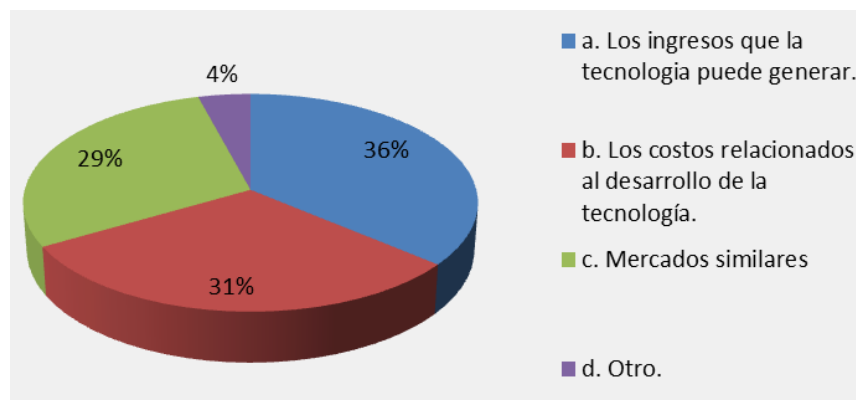
1. Para el proceso de valoración económica de tecnologías la organización:



2. ¿Qué tipo de tecnología valora la organización?



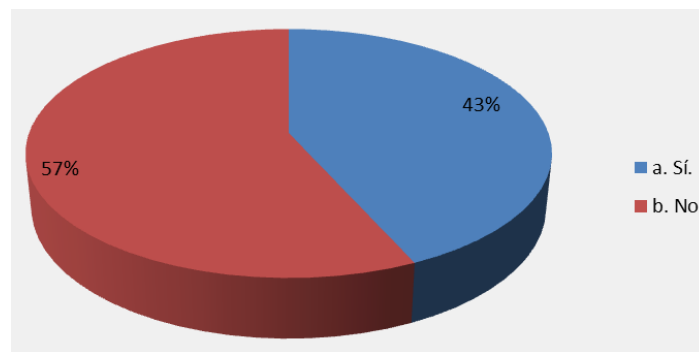
3. Para valorar tecnología la organización se basa en:



4. ¿Cuáles aspectos han tenido en cuenta para valorar tecnología? (Pregunta Abierta)(15 respuestas)

Aspectos	Frecuencia
Mercado	7
Ingresos	3
Calidad científica	1
Costos	2
Productos similares	1
Capacidad de innovación	1

5. ¿La organización utiliza herramientas informáticas para valorar tecnología?

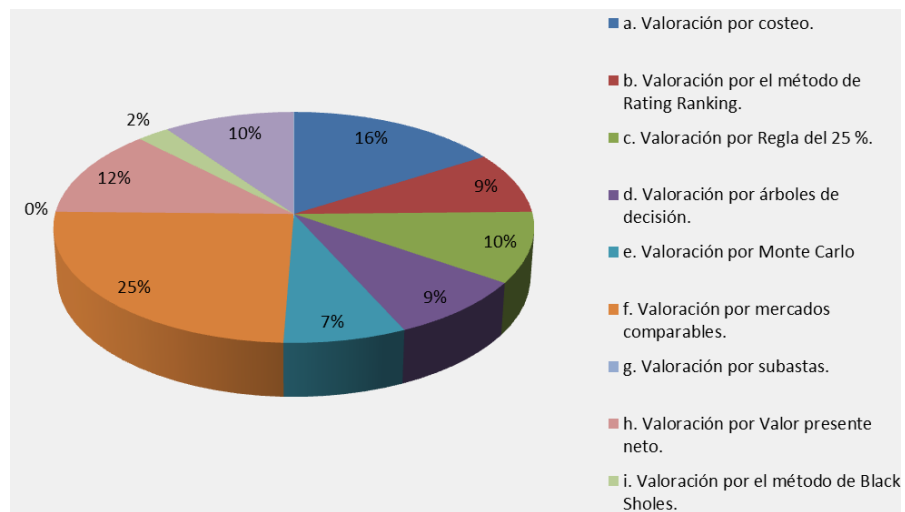


6. ¿Cuál herramienta informática se utiliza en los procesos de valoración tecnológica? (Pregunta abierta) (14 repuestas)

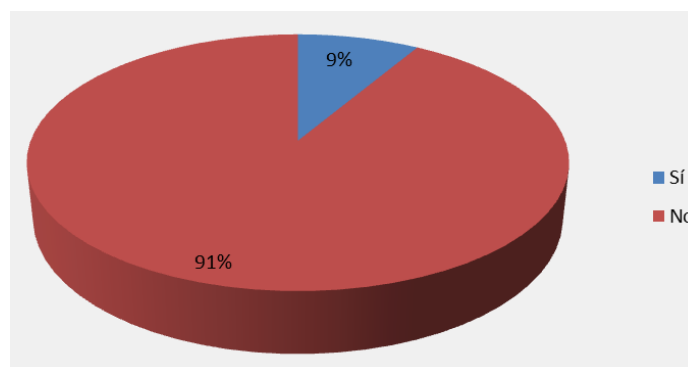
Herramienta	Frecuencia
Hoja de cálculo en Excel	6

Crystal Ball	3
@Risk	1
Progrid	1
Sistema de Información propio	2
Librerías especiales de Visual Basic	1

7. ¿Cuál o cuáles metodologías han usado para valorar tecnología?

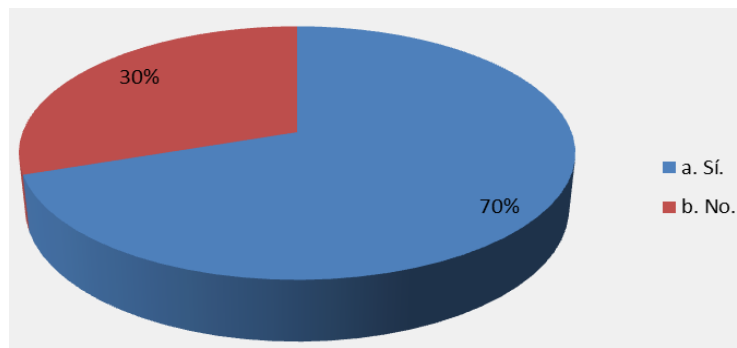


8) ¿Utiliza otra metodología para valorar tecnología? ¿Cuál?

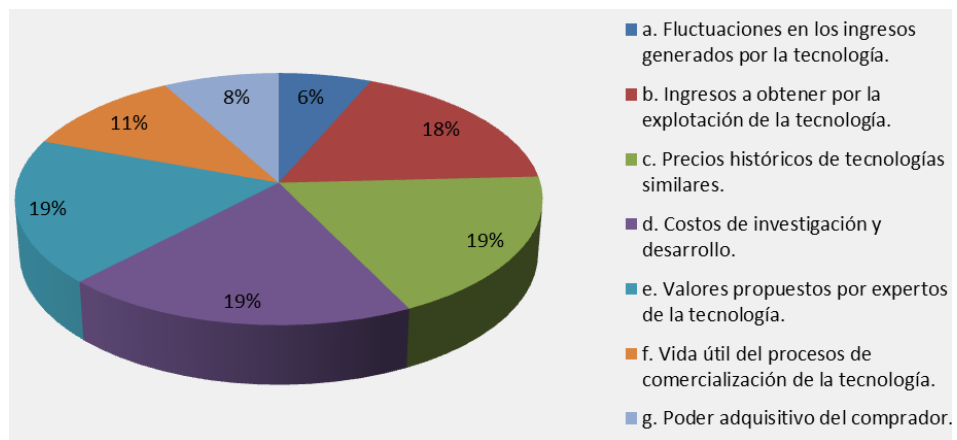


Metodología	Frecuencia
Híbridos de las anteriores	1
IPScore	1
Fata Mining	1

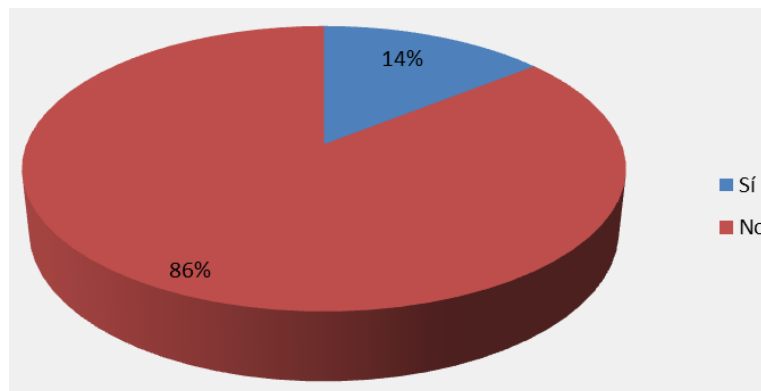
9) ¿La organización ha utilizado las mismas metodologías de valoración en tecnologías diferentes?



10) ¿Cuál o cuáles de los siguientes factores se han tenido en cuenta en el proceso de valoración tecnológica?



11) ¿Se han utilizado otros factores? ¿Cuáles?



Factores	Frecuencia
Calidad Científica	1
Vigilancia tecnológica	1
Impacto social	2
Poder de negociación	1

Anexo E. Empresas que más generan patentes.

Posición	Compañía	Número de patentes
1	International Business Machines	5.896
2	Samsung Electronics	4.551
3	Microsoft	3.094
4	Canon K K	2.552
5	Panasonic	2.482
6	Toshiba	2.246
7	Sony	2.150
8	Intel Corp	1.653
9	LG Electronics	1.490
10	Hewlett-Packard	1.480
11	Hitachi	1.460
12	Seiko Epson	1.443
13	Hon Hai Precision Industry	1.438
14	Fujitsu	1.296
15	General Electric	1.225
16	Ricoh	1.200
17	Cisco Technology	1.115
18	Honda Motor	1.050
19	Fujifilm	1.041
20	Hynix Semiconductor	973
21	Broadcom	958
22	GM Global Technology	942

23	Micron Technology	917
24	Siemens AG	873
25	Xerox	858

Fuente: <http://www.abadiadigital.com/articulo/las-25-empresas-que-mas-patentes-han-registrado-en-el-2010>.

Anexo F. Consulta hecha a los directores de grupos de investigación y sus respuestas

A. Consulta

Cordial saludo:

El grupo de investigación OPALO (Optimización y Organización de sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos) de la Universidad Industrial de Santander - UIS, en cabeza del Ingeniero Néstor Raúl Ortiz Pimiento les hace una cordial invitación a contribuir en nuestro proceso investigativo por medio de información (contacto) de la persona o ente encargado del desarrollo y manejo de las negociaciones y transacciones comerciales de las innovaciones tecnológicas del grupo de investigación del cual usted hace parte, lo anterior con el fin de conocer los procesos de valoración económica de tecnologías.

Dicha información será de gran utilidad en la investigación titulada “SIMULACIÓN Y ÁRBOLES DE DECISIÓN EN EL PROCESO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA” que actualmente desarrollan estudiantes de nuestro grupo de investigación y cuyo resultado será compartido con ustedes con el fin de enriquecer esta área del conocimiento.

Agradecemos la atención prestada y una pronta respuesta.

B. Respuestas obtenidas

Cordial saludo

El Grupo de Bioprocesos y Flujos Reactivos de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, cuenta con el apoyo directo de un grupo interdisciplinario de la Universidad a nivel de Facultad y a nivel de Sede para los aspectos de transferencia tecnológica, contemplando su respectiva valoración.

Quedo atento a cualquier solicitud adicional.

Atentamente

Andrés Felipe Sierra Salazar
Ingeniero Químico
Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

Estimado Grupo de Investigación Ópalo

Le informo que mi área no es la que Uds. Solicitan sobre los procesos de evaluación en el área tecnológico.

Buen día
ELIZABETH CHAVIRA
Universidad Nacional Autónoma de México

Cordial Saludo

Gracias por el correo de contacto. En particular nosotros no tenemos una persona dedicada al manejo de las transacciones comerciales de las creaciones del grupo, en estas actividades nos apoyamos en la dirección de Investigación de la universidad. Actualmente la directora de investigación es la Dra. Paola Amar pamar@unitecnologica.edu.co

Atentamente,

José Luis Villa, PhD
Profesor Titular
Universidad Tecnológica de Bolívar
Cartagena, Colombia

Hola.

En la Universidad del Valle existe la Oficina de Transferencia de Resultados de

Investigación - OTRI que es la encargada de esas tareas.

Un contacto allí que les puede orientar es Antonio Ramírez (antonio.ramirez@correounivalle.edu.co), ya sea con la información que necesitan, ya sea con un enlace a alguien más adecuado.

Juan Francisco Díaz Frias

Profesor Titular

EISC

Director DINTEV

Universidad del Valle

Estimados

En el instituto de investigación que dirijo no desarrollamos la actividad que cita en su e-mail y por tanto no hay ningún contacto que pueda ofrecerle.

Saludos cordiales,

Angel Durán

Director

Instituto de Biología Funcional y Genómica (IBFG)

CSIC / Universidad de Salamanca

Campus Miguel de Unamuno

37007 SALAMANCA (Spain)

Estimado,

A través de un compañero me ha llegado el correo que enviaste. Soy colombiana Ingeniera Química de la UIS y hace varios años trabajo en CIDAUT. Tenemos relación con profesores de la UIS de las facultades de Ingeniería Mecánica y Química y además tenemos un convenio de colaboración firmado.

En relación a la información que solicitas, me gustaría que fueras un poco más explicito, pues tenemos varios "creaciones" o mejor "productos y/o procesos" desarrollados que han dado lugar a "empresas de base tecnológica" que los "producen o fabrican" y comercializan. En ICDAUT hemos desarrollado desde protectores de cuello hasta componentes de aviones, pasando por módulos de gasificación de biomasa para producción de energía eléctrica, plantas para producir biodiesel, etc.

Nos gustaría colaborar, pero sin tener más detalles de la investigación que están

llevando a cabo, no es posible.

Cordial saludo,

Yolanda Briceño Bueno

Dra. Ingeniera Química

Área de Energía y Medioambiente

FUNDACIÓN CIDAUT

Parque Tecnológico de Boecillo, Parcela 209

CP 47151 Boecillo - Valladolid – SPAIN

Estimado Señor / Señora,

Cordial saludo desde Londres y gracias por su reciente encuesta acerca de nuestro Centro de Investigación Tecnológica (<http://www2.gre.ac.uk/research/centres/ecentre>).

Hay 3 codirectores del centro, que se enumeran en el "nosotros" de la página (<http://www2.gre.ac.uk/research/centres/ecentre/aboutus>). Estaríamos encantados de estar incluidos en su investigación. Puede ponerse en contacto con nosotros a través de ecentre@gre.ac.uk si usted necesita más información.

Saludos cordiales

Simón Walker

Docente Nacional

Jefe de la Unidad de Desarrollo Educativo

Universidad de Greenwich,

Campus marítimo de Greenwich, Park Row, Londres

Estimado

No puedo ayudarte con respecto a esta solicitud. No hay ninguna operación de negocios relacionados con mi grupo de investigación. Le deseo buena suerte con esta investigación.

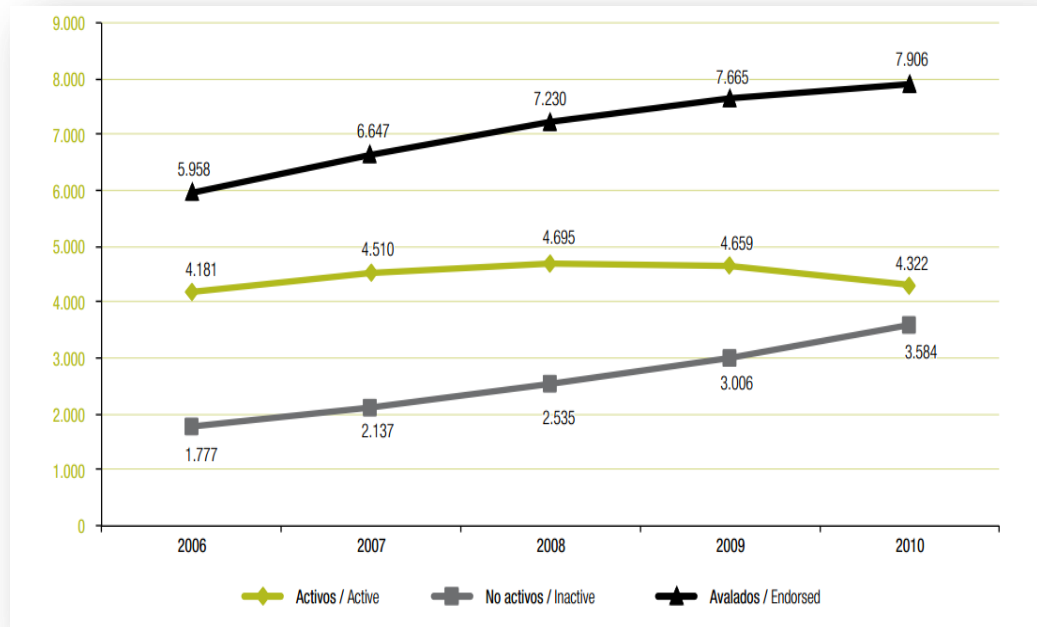
Atentamente,

Steven Brown

Departamento de Química y Bioquímica

Universidad de Delaware, Estados Unidos.

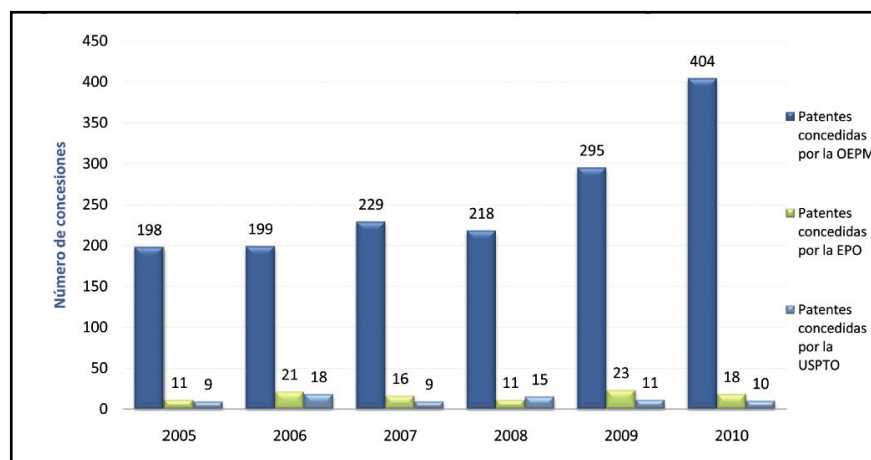
Anexo G. Grupos de investigación, 2006 – 2010 en Colombia



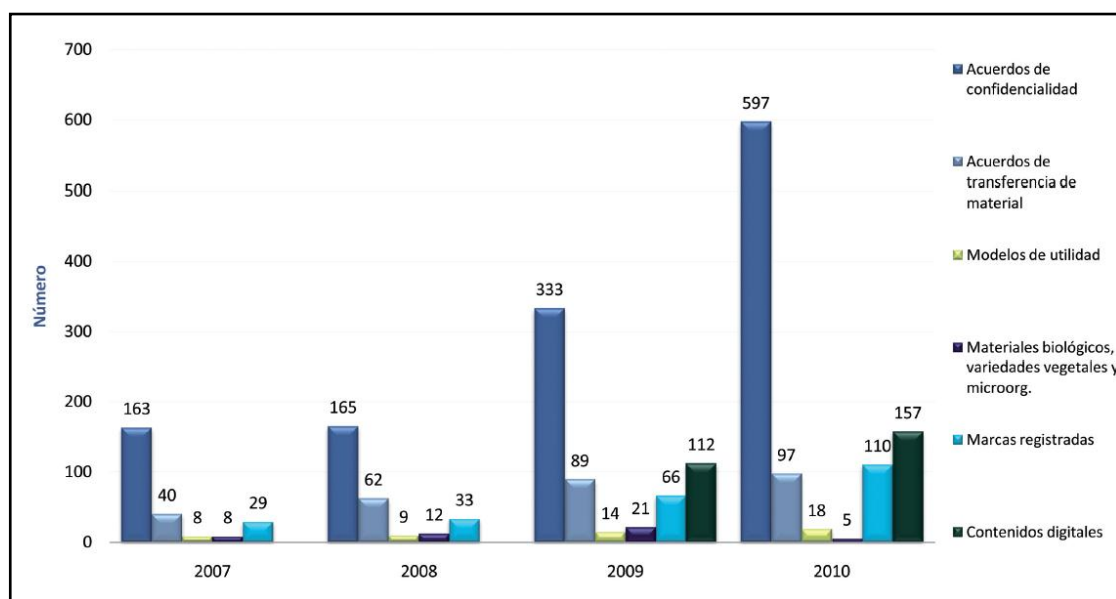
Fuente: “Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2011 Colombia” Publicado por Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología en http://ocyt.org.co/html/archivosProyectos/libro_indicadores_2011.pdf

Anexo H. Evolución de la protección de resultados de Investigación. Caso España.

Evolución número de concesiones de patentes.



Formas de protección de resultados de investigación.



Fuente: Informe de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas. Publicación de la Red OTRI.

Anexo I. Instituciones que participaron en Encuesta

ENTIDAD	ORIGEN
Corpoica	Mosquera/Colombia
Universidad Nacional de Colombia	Bogotá/Colombia
CIDET/Centro de I&D tecnológico del sector Eléctrico	Medellín/Colombia
Universidad de San Buenaventura	Bogotá/Colombia
Pontificia Universidad Catolica de Chile	Santiago de Chile/Chile
Universidad de La Frontera	Temuco/Chile
Universidad de Chile	Santiago de Chile/Chile
CONICYT/Comisión Nacional de Invest. Científica y Tecnol.	Santiago de Chile/Chile
East Carolina University	Greenville/USA
The City University of New York (CUNY)	New York/USA
Rensselaer Polytechnic Institute	New York/USA
TTO A/S	USA
University of Notre Dame	Notre Dame/USA
Oregon State University	Corvallis/USA
Case Western Reserve University	Cleveland/USA
University of Utah	Salt Lake City/USA
Instituto de Tecnología Química-Univ. Politécnica de Valencia.	Valencia/España
Instituto Tecnológico de Galicia	Galicia/España
IDIBELL/Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge	Barcelona/España
AIMME Instituto Tecnológico Metalmeccánico	Valencia/España
IFAPA/Instituto de Invest. y Formación Agraria y Pesquera	Sevilla/España
Universidad de Almería	Almería/España
Universidad de Santiago de Compostela	Santiago de

	Compostela/España
Universidad Miguel Hernández	Elche/España
Universidad Rey Juan Carlos Móstoles	Madrid/España
CIEMAT/Inteligencia y Prospectiva	Madrid/España
Universidad de Castilla La Mancha	Castilla La Mancha/España
IRB/Institute for Research in Biomedicine	Barcelona/España
Universidad de Burgos	Burgos/España
Instituto de Fomento de la Región de Murcia	Murcia/España
Universidad de Alicante	Alicante/España
Fundación URV/ Universitat Rovira i Virgili	Reus/España
Total Technology Transfer and comercialization	Jalisco/México
Universidad Nacional de Quilmes	Buenos Aires/Argentina
Waterford Institute of Technology	Waterford/Irlanda

Fuente: Autores, datos tomados de encuesta on line.

Anexo J. Encuesta on line



Factores y metodologías de valoración tecnológica. **MODO PREVISUALIZACION**

Grupo de investigación OPALO

 Versión Imprimible

Idiomas: Español ▾

1 - Nombre de la institución a la cual pertenece-Ciudad-País.
(Obligatoria)

2 - Para el proceso de valoración económica de tecnologías la organización:

☐ Contrata a una empresa consultora

☐ Lo hace la organización

☐ Todas las anteriores

3 - ¿Que tipo de tecnología valora la organización?

☐ Tangible

☐ Intangible

☐ Todas las anteriores

4 - Para valorar tecnología la organización se basa en(si marca la respuesta 'otra' pase a la pregunta 5, de lo contrario pase a la pregunta 6)

☐ Ingresos que puede generar la tecnología

☐ Costos en que incurrieron para elaborarla

☐ Mercados similares

☐ Otra

5 - ¿Cuáles aspectos han tenido en cuenta para valorar tecnología?

6 - ¿La organización utiliza herramientas informáticas para valorar tecnología?

☐ Si

☐ No

7 - ¿Cuál herramienta informática se utiliza en el proceso de valoración tecnológica?

8 - ¿Cual o cuales metodologías han usado para valorar tecnología?

- | | |
|--|--|
| ☐ Valoración por costeo | ☐ Valoración por método Rating/Ranking |
| ☐ Valoración por regla del 25% | ☐ Valoración por arboles de decisión |
| ☐ Valoración por Monte Carlo | ☐ Valoración por mercados comparables |
| ☐ Valoración por subastas | ☐ Valoración por valor presente neto(VPN) |
| ☐ Valoración por el método de Black Scholes | ☐ Ninguno de los anteriores |

9 - ¿Utiliza otra metodología para valorar tecnología?¿cual?

10 - ¿La organización ha aplicado la misma metodología de valoración en tecnologías diferentes? Si,No. Justifique su respuesta

11 - ¿Cual o cuales de los siguientes factores se han tenido en cuenta en el proceso de valoración tecnológica?

min=1 max=5

- | | |
|---|--|
| ☐ Fluctuaciones en los ingresos generados por la tecnología
<input type="text"/> | ☐ Ventas estimadas por el uso final de la tecnología
<input type="text"/> |
| ☐ Precios históricos de tecnologías similares
<input type="text"/> | ☐ Costos de investigación y desarrollo <input type="text"/> |
| ☐ Valores propuestos por expertos en la tecnología
<input type="text"/> | ☐ Ingresos a obtener por explotación de la tecnología
<input type="text"/> |
| ☐ Vida útil del proceso de comercialización de la tecnología
<input type="text"/> | ☐ Poder adquisitivo del comprador <input type="text"/> |

12 - ¿Se han utilizado otros factores? ¿cuales?

Finalizar

Anexo K. Árboles de decisión en Valoración tecnológica.

Ejemplo: “Remanente del Petróleo” dado a continuación:

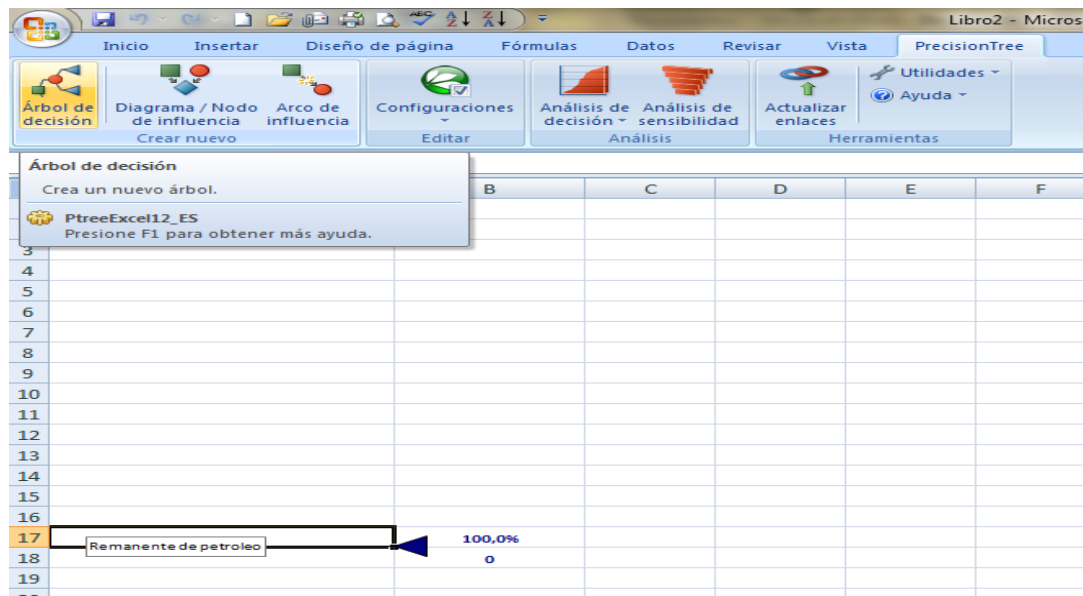
El centro de investigación OPALO, ha desarrollado una tecnología que consiste en una nueva maquinaria para extraer el remanente que queda en los pozos petrolíferos una vez han sido extraídos totalmente de la manera tradicional. Este centro de investigación requiere estimar el valor de esta nueva tecnología basándose en una vida útil económica de 4 años

La información con la que se cuenta es la siguiente:

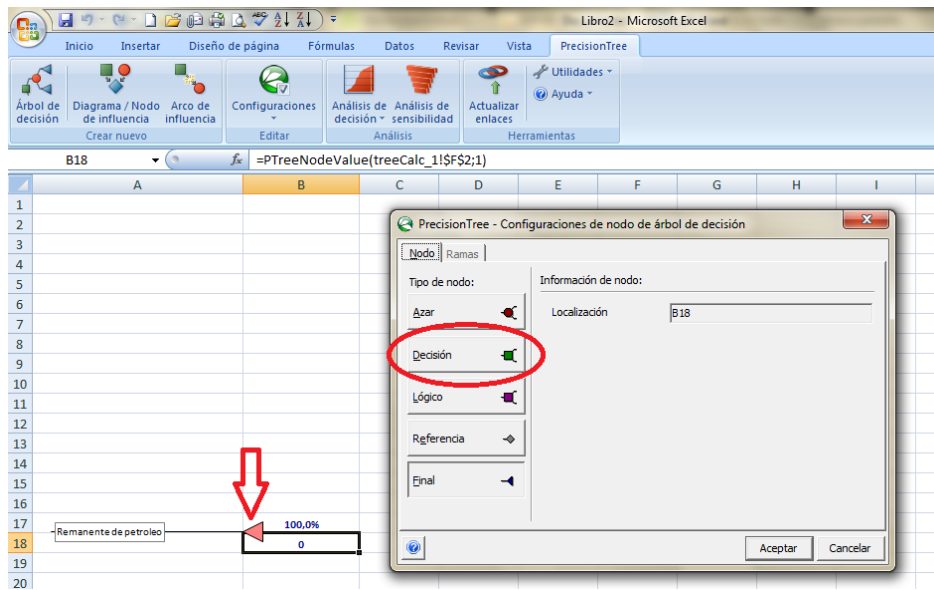
- Proyección de ventas de los próximos 4 semestres.
- Precios históricos del barril de petróleo.
- Los egresos generados por la explotación de la tecnología son
- Costo de mercancías vendidas: 50% de las ventas para cada año
- Gastos generales: 25% sobre el valor de las ventas
- Amortización: 10 sobre el valor de las ventas
- Impuestos sobre la utilidad antes de intereses e impuestos: 34%
- Incremento de activos fijos: 6% sobre el valor de las ventas
- Incremento de necesidades operativas de fondos: 1% sobre el valor de las ventas
- La implementación de esta tecnología puede generar una extracción que varía entre 200 barriles y 1.200 barriles de crudo en cada periodo.
- La tasa de descuento es del 11%
- Si se decide no seguir con la tecnología se incurre en un costo de U\$1.325

- Costos de investigación y desarrollo de la tecnología: 12000
- Se asume que todo el remanente de petróleo extraído es vendido.

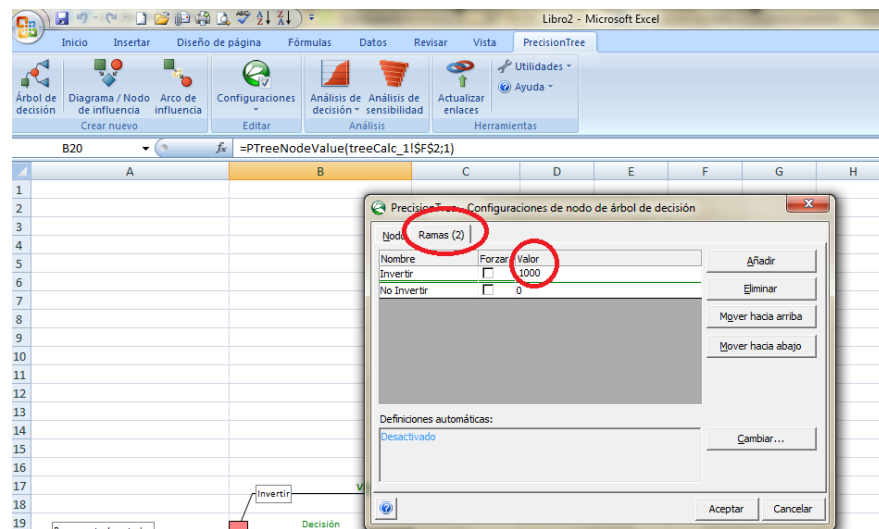
Primero se debe desarrollar el árbol de decisión, dando click en el icono de la barra de herramientas llamado “Árbol de decisión”, una vez escogido el icono, se ubica la casilla en la que se quiere iniciar el árbol.



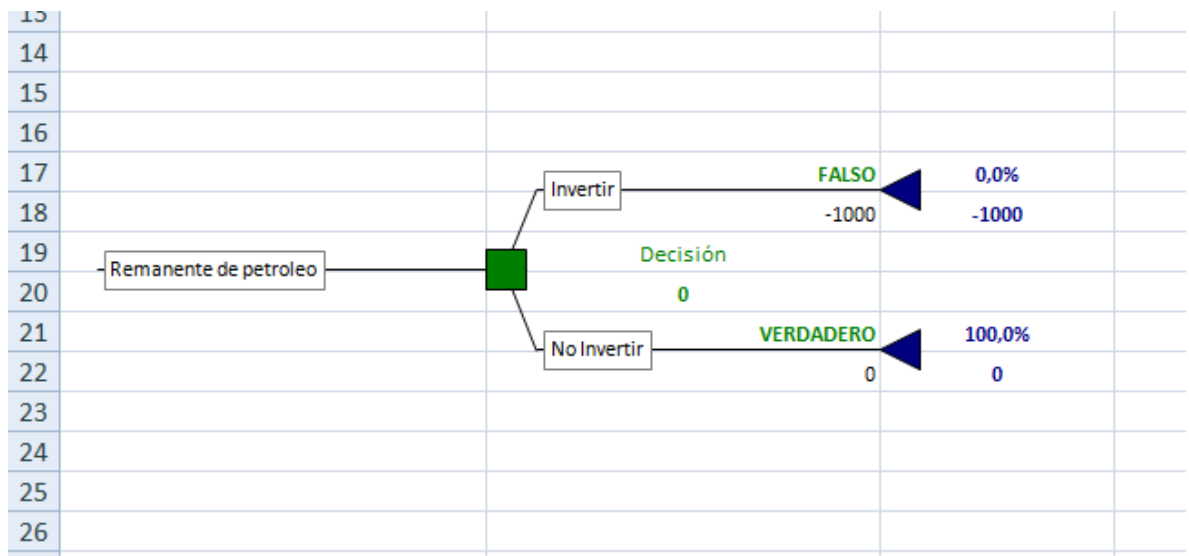
Para añadir los nodos de decisión se selecciona los nodos finales de la raíz del árbol, como lo indica la flecha, una vez hecho esto se selecciona la opción “Decisión”



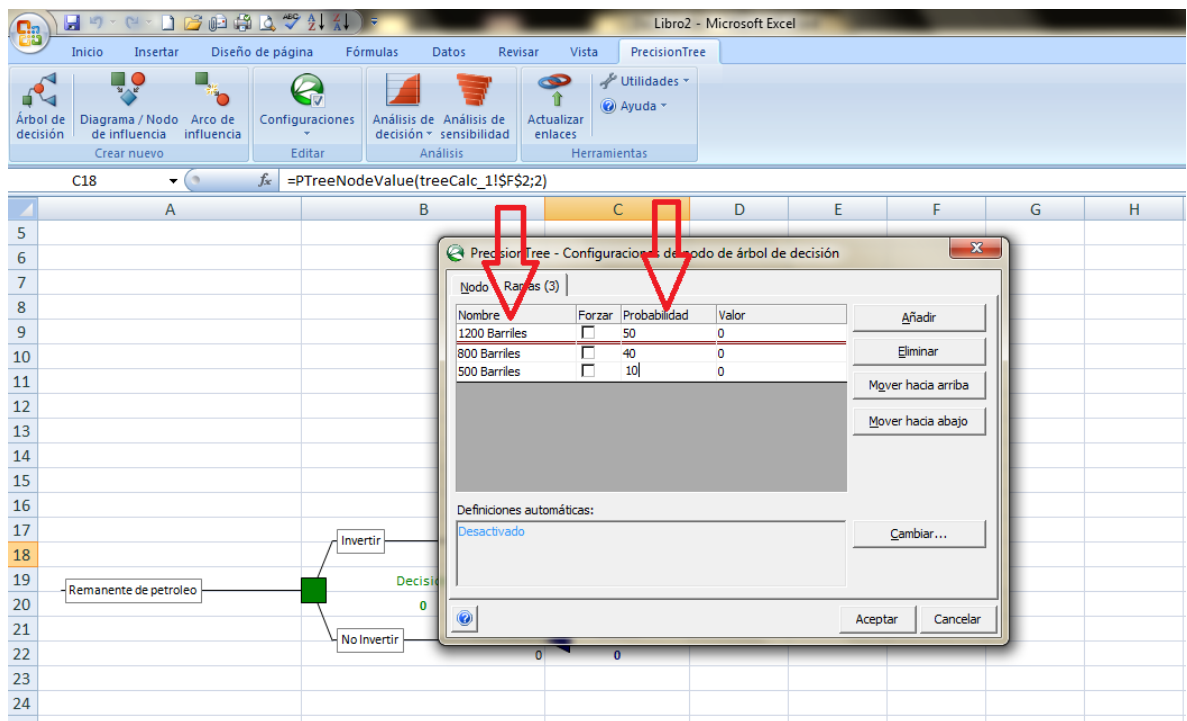
Para nombrar la las ramas, se busca la pestaña “ramas” de la parte superior del cuadro de dialogo, para efectos de ejercicio las ramas se nombraran como “Invertir” o “No invertir”, se le da un valor de -\$1.000 a la rama invertir, este dinero corresponde a la inversión inicia



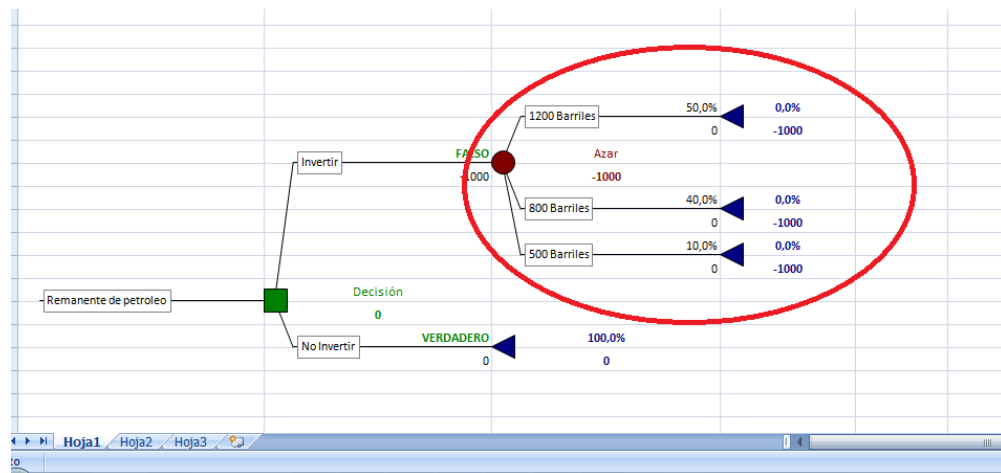
Se da click en Aceptar y se muestra el primer nodo de decisión



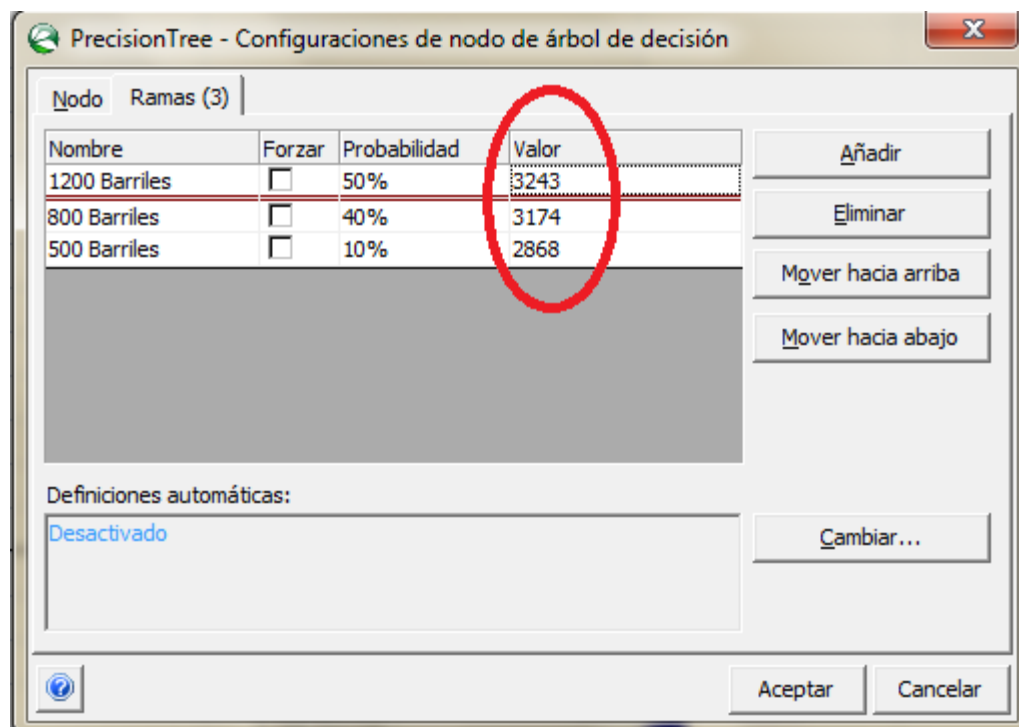
Para definir el nodo de probabilidad, se selecciona el nodo final de la rama “Invertir”, se selecciona la opción “Azar”, el nombre de el nodo de “Azar” puede ser “Número de barriles a extraer”, una vez hecho esto, se da click en la pestaña “Ramas” del cuadro de dialogo, y se introduce el nombre de las ramas o resultado, para el ejemplo se introducen tres ramas y se le adjudica el nombre “1200 Barriles”, “800 Barriles”, y “500 Barriles” respectivamente, adjunto a cada nombre se le da el porcentaje de probabilidad de ocurrencia (estos porcentajes son propuestos por expertos en valoración tecnológica).



El nodo de probabilidad queda de la siguiente manera



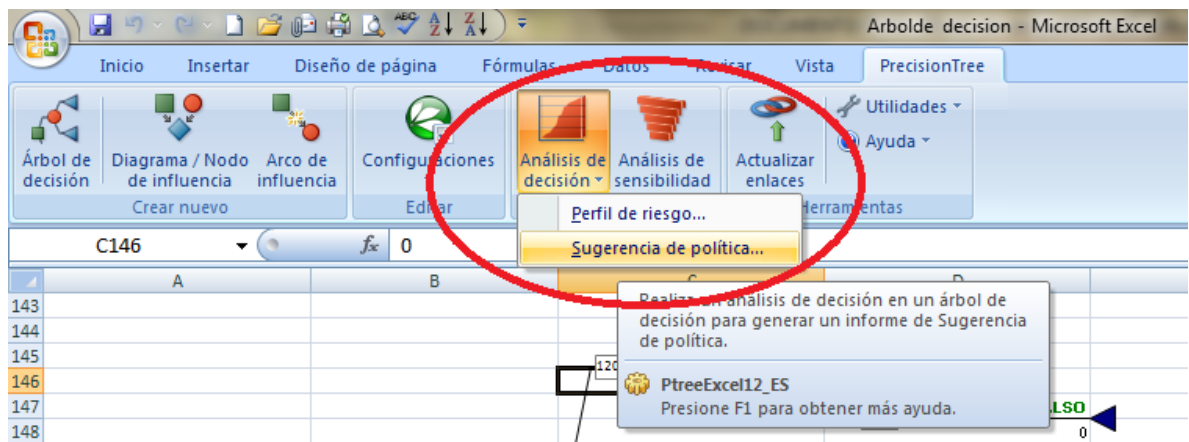
Para terminar la estructura del árbol, se hace click en el nodo de probabilidad, a continuación se le da click a la pestaña “ramas” ya descrita anteriormente, y en la columna “Valor” se colocan los ingresos que representa la explotación de la tecnología.



Para el ejercicio esto valores son los Valores Presentes de los flujos de caja descontados por la implementación de la tecnología, estos VPN se evalúan para cada posible escenario del árbol de decisión

Flujo de caja libre descontado				
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
VENTAS	74820,215	46835,500	59451,462	78641,140
(-) COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS	\$ 37.410	\$ 23.418	\$ 29.726	\$ 39.321
(-) GASTOS GENERALES	\$ 18.705	\$ 11.709	\$ 14.863	\$ 19.660
(-) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
(=) UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	\$ 11.223	\$ 7.025	\$ 8.918	\$ 11.796
(-) IMPUESTOS SOBRE EL BITE	\$ 3.816	\$ 2.389	\$ 3.032	\$ 4.011
(=) UTILIDAD NETA	\$ 7.407	\$ 4.637	\$ 5.886	\$ 7.785
(+) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
(-) INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS	\$ 4.489	\$ 2.810	\$ 3.567	\$ 4.718
(-) INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS	\$ 748	\$ 468	\$ 595	\$ 786
(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ 9.652	\$ 6.042	\$ 7.669	\$ 10.145
VP	\$ 3.243,00			

Una vez hecho todo el árbol de decisión se procede a hacer el análisis dando click en el icono Análisis de decisión y a continuación se escoge la opción “Sugerencias de política”



Al hacer el análisis del árbol de decisión, el software “Decision Tree” arroja la ruta más óptima a través del árbol y calcula los posibles resultados de esta ruta. Para el ejemplo, se puede concluir que la mejor decisión es implementar la tecnología.

Sugerencia de política de PrecisionTree - Tabla de decisión

Ejecutado por: FAGV_SOLARIS

Fecha: viernes, 27 de abril de 2012 01:07:06 a.m.

Modelo: Árbol de decisión 'Remanente de petróleo' en [Arbolde decision.xlsx]Hoja1

Decisión	Elección óptima	Probabilidad de llegada	Beneficio de la elección correcta
'decision de invertir' (B416)	Invertir	100,0000%	2872,209536
'extraccion de remanente' (D146)	seguir	50,0000%	3012,995
'extraccion remanente' (F56)	Seguir	15,0000%	3048,26
'Estracción de remanente' (H26)	Seguir	6,0000%	3118,2
'Estracción de remanente' (H40)	seguir	6,0000%	3032,7
'Estracción de remanente' (H52)	Seguir	3,0000%	2939,5
'Extracción remanente' (F100)	seguir	25,0000%	3076,51
'Extracción' (H70)	seguir	8,7500%	3114,2
'Extracción' (H84)	seguir	8,7500%	3101,7
'Extracción' (H96)	seguir	7,5000%	3003,15
'Extracción remanente' (F142)	seguir	10,0000%	2801,31
'Extracción' (H112)	seguir	3,0000%	2964,2
'Extracción' (H126)	seguir	4,0000%	2787
'Extracción' (H138)	seguir	3,0000%	2657,5
'Extracción' (D280)	seguir	40,0000%	2758,9833
'extraccion remanente' (F190)	Seguir	24,0000%	2795,367
'Estracción de remanente' (H160)	Seguir	13,2000%	2835,24
'Estracción de remanente' (H174)	seguir	6,0000%	2665,7
'Estracción de remanente' (H186)	Seguir	4,8000%	2847,8
'Extracción remanente' (F234)	seguir	12,0000%	2681,9355
'Extracción' (H204)	seguir	7,2000%	2710,9
'Extracción' (H218)	seguir	3,0000%	2666,91

El valor de la tecnología se encuentra en la decisión más óptima a elegir (Figura anterior), que para el caso del ejemplo es la opción “invertir” ya que la probabilidad de llegada es del 100% y su valor es de \$2872,2. Por lo que se concluye que la extracción del remanente de petróleo genera ganancias a la empresa que la quiera implementar.

Anexo L. Monte Carlo en Valoración tecnológica

El centro de investigación OPALO, ha desarrollado una tecnología que consiste en una nueva maquinaria para extraer el remanente que queda en los pozos petrolíferos una vez han sido extraídos totalmente de la manera tradicional. Este centro de investigación requiere estimar el valor de esta nueva tecnología basándose en una vida útil económica de 4 años. La información con la que se cuenta es la siguiente:

- Costos de investigación y desarrollo: U\$ 9000
- Proyección de ventas de los próximos 4 semestres.
- Precios históricos del barril de petróleo.
- Los egresos generados por la explotación de la tecnología son
- COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS: 50% del las ventas para cada año
- GASTOS GENERALES: 25% sobre el valor de las ventas
- AMORTIZACION: 10 sobre el valor de las ventas
- IMPUESTOS SOBRE la utilidad antes de intereses e impuestos: 34%
- INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS: 6% sobre el valor de las ventas
- INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS: 1% sobre el valor de las ventas
- La implementación de esta tecnología puede generar una extracción que varía entre 200 barriles y 1.200 barriles de crudo en cada periodo.
- La tasa de descuento es del 11%
- Si se decide no seguir con la tecnología se incurre en un costo de U\$1.325.000

- Costos de investigación y desarrollo de la tecnología: \$12.000
- Se asume que todo el remanente de petróleo extraído es vendido.

En primera instancia se debe realizar la estructura de los flujos de caja descontados del ejercicio

Flujo de caja libre descontado								
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4			
VENTAS								
(-) COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(-) GASTOS GENERALES	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(-) AMORTIZACION	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(=) UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(-) IMPUESTOS SOBRE EL BITE	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(=) UTILIDAD NETA	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(+) AMORTIZACION	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(-) INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(-) INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-

Para encontrar las ventas esperadas de la explotación de la tecnología para cada año se debe desarrollar la ecuación

$$V = PxQ$$

V: Ventas estimadas de la tecnología

P: Precio del petróleo

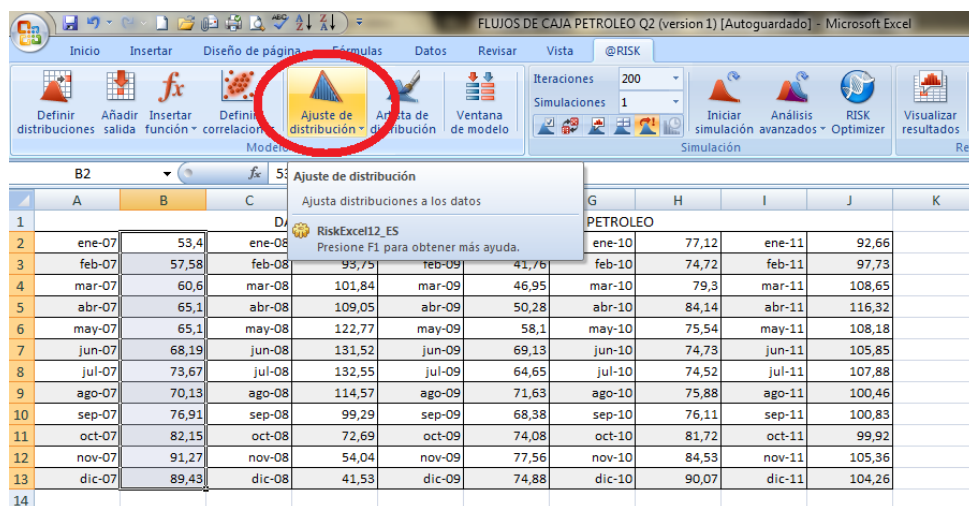
Q: Número de barriles vendidos

Parte del éxito de este ejercicio radica, en la cantidad de escenarios que este pueda generar a partir de las ventas del petróleo. Para generar esta cantidad de escenarios de ventas se deben hacer distribuciones de probabilidad de sus componentes.

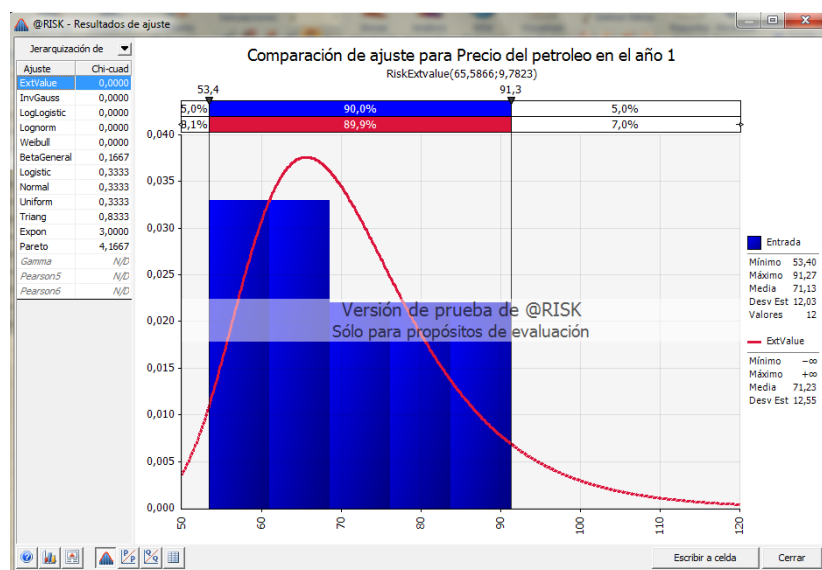
- **Precio del petróleo:** Para el ejercicio en cuestión se tiene una base de datos histórica del costo del petróleo en los últimos cuatro años, @Risk tiene la opción de ajustar los datos históricos y encontrar su distribuciones

probabilidad dependiendo el comportamiento de los datos, este Ajuste se hace de la siguiente manera:

Se escogen los datos que se desean analizar (en este caso el precio del petróleo para los 4 años), y se hace el ajuste de los datos picando en la opción “Ajuste de distribución” de la barra de herramientas del @Risk.



Una vez hecho este ajuste, se genera la distribución de probabilidad que más se ajusta a los datos.

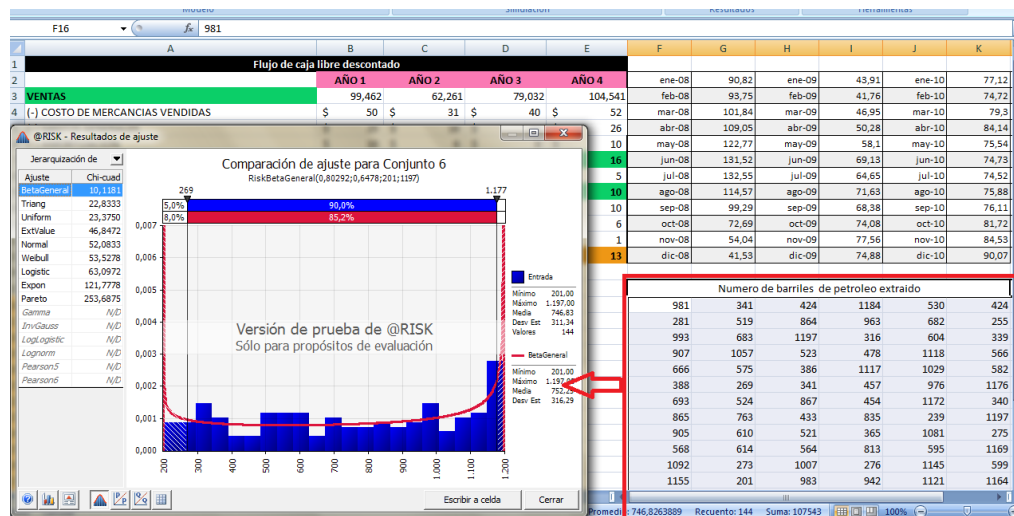


Se puede observar que @Risk en la parte izquierda de la (Ver figura anterior) genera una jerarquización de distribuciones de probabilidad dependiendo del nivel de ajuste de los datos. Para el caso del ejemplo, la distribuciones probabilidad ExtValue es la que mejor se ajusta, en la parte derecha de la figura se muestra la media y al desviación estándar del precio del barril de petróleo para el primer año. Esta distribución ExtValue se ubica como la variable P dentro de la ecuación de ventas:

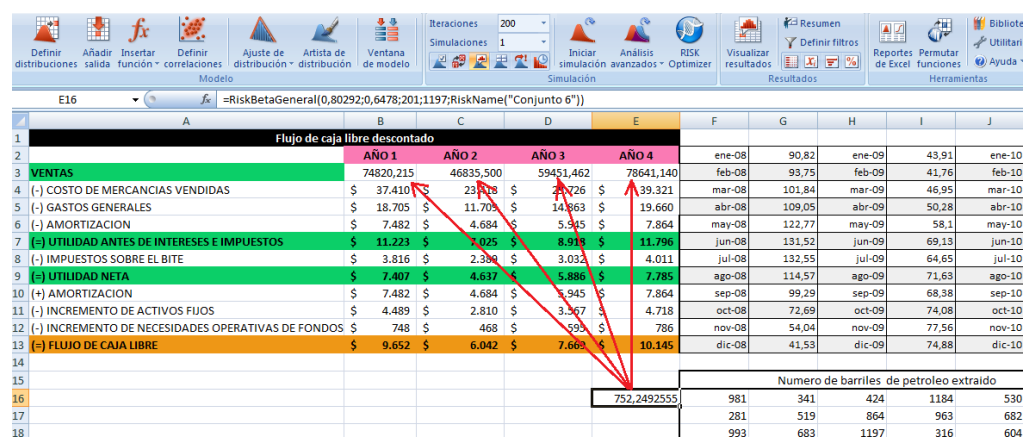
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4		
Flujo de caja libre descontado						
1					ene-07	53,4
2					feb-07	57,58
3	71,233				mar-07	60,6
4	(-) COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS	\$ -	\$ -	\$ -	abr-07	65,1
5	(-) GASTOS GENERALES	\$ 18	\$ -	\$ -	may-07	65,1
6	(-) AMORTIZACION	\$ 7	\$ -	\$ -	jun-07	68,19
7	(=) UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	\$ 11	\$ -	\$ -	jul-07	73,67
8	(-) IMPUESTOS SOBRE EL BITE	\$ 4	\$ -	\$ -	ago-07	70,13
9	(=) UTILIDAD NETA	\$ 7	\$ -	\$ -	sep-07	76,91
10	(+) AMORTIZACION	\$ 7	\$ -	\$ -	oct-07	82,15
11	(-) INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS	\$ 4	\$ -	\$ -	nov-07	91,27
12	(-) INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS	\$ 1	\$ -	\$ -	dic-07	89,43
13	(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ 9	\$ -	\$ -		

Este procedimiento se realiza de la misma manera para encontrar la distribución de probabilidad de los precios del petróleo en los años 2, 3 y 4.

- **Cantidad de barriles vendidos:** Depende de cantidad de remanente de petróleo haya en cada pozo petrolero, para efectos del ejercicio, se da una variación de barriles de petróleo (entre 200 y 1200), se hace el mismo procedimiento anterior para hallar la distribución de probabilidad adecuada de la cantidad de barriles a extraer durante los 4 años:



Este resultado de la distribución del número de barriles extraídos entra a multiplicar en la ecuación de ventas a cada uno de los precios del petróleo durante 4 años como se ilustra en la siguiente figura



Con las ventas estimadas, se encuentra el flujo de caja descontado generado por la explotación de la tecnología.

Calculo del valor presente neto (VPN): @Risk permite definir la variable de salida del ejercicio, esta variable es el VPN de los flujos de caja descontados del ejercicio, la opción para convertir el VPN en una variable de salida se encuentra en “Añadir salida” de la barra de herramientas de @Risk:

FLUJOS DE CAJA PETROLEO Q2 (version 1) [Autoguardado] - Mic

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista @RISK

Definir distribuciones Añadir salida Añadir función Definir correlaciones Ajuste de distribución Artista de distribución Ventana de modelo

Modelo

Iteraciones 200 Simulaciones 1 Iniciar simulación Análisis simulación avanzados Op

B15 fx =RiskOutput()+VNA(0,18;B13:E13)

	A	B	C	D	E
1	Flujo de caja libre descontado				
2		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
3	VENTAS	74820,215	46835,500	59451,462	78641,140
4	(-) COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS	\$ 37.410	\$ 23.418	\$ 29.726	\$ 39.321
5	(-) GASTOS GENERALES	\$ 18.705	\$ 11.709	\$ 14.863	\$ 19.660
6	(-) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
7	(=) UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	\$ 11.223	\$ 7.025	\$ 8.918	\$ 11.796
8	(-) IMPUESTOS SOBRE EL BITE	\$ 3.816	\$ 2.389	\$ 3.032	\$ 4.011
9	(=) UTILIDAD NETA	\$ 7.407	\$ 4.637	\$ 5.886	\$ 7.785
10	(+) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
11	(-) INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS	\$ 4.489	\$ 2.810	\$ 3.567	\$ 4.718
12	(-) INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS	\$ 748	\$ 468	\$ 595	\$ 786
13	(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ 9.652	\$ 6.042	\$ 7.669	\$ 10.145
14					
15	VPN del ejercicio	\$ 22.418,87			
16					752,2492555

Una vez añadida la variable de salida (VPN), se inicia la simulación del ejercicio (Opción “Iniciar simulación” de la barra de herramientas de @Risk) para encontrar los posibles resultados del VPN (ingresos generados por la extracción del remanente de petróleo).

Para este ejemplo, la simulación de Monte Carlo se hará con 500 iteraciones:

FLUJOS DE CAJA PETROLEO Q2 (version 1) [Autoguardado] - Mic

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista @RISK

Definir distribuciones Añadir salida Añadir función Definir correlaciones Ajuste de distribución Artista de distribución Ventana de modelo

Modelo

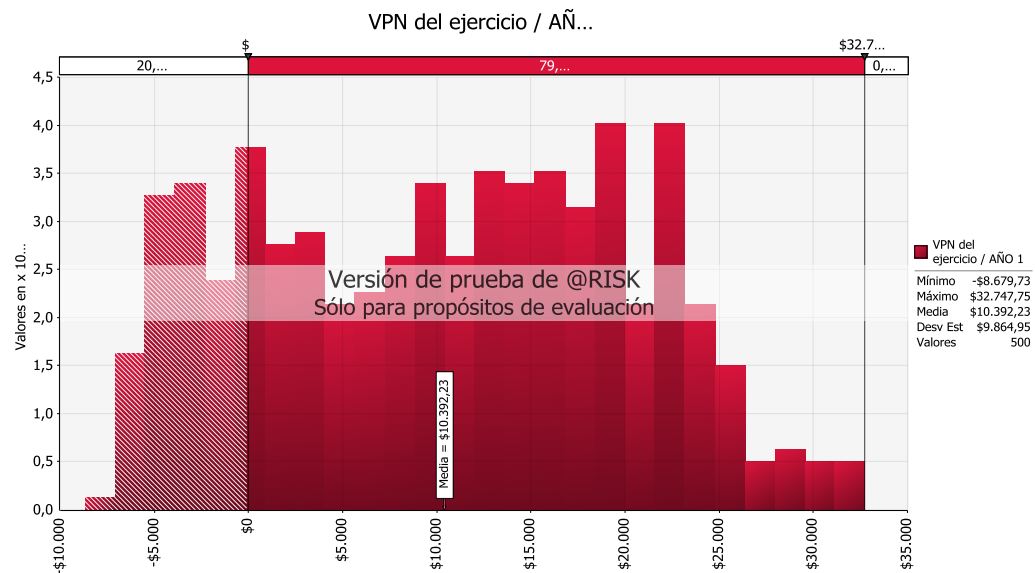
Iteraciones 500 Simulaciones 1 Iniciar simulación Análisis simulación avanzados Op

D16 fx

Iteraciones Define el número de iteraciones a ejecutar RiskExcel12_ES Presione F1 para obtener más ayuda.

	A	B	C	D	E
1	Flujo de caja libre descontado				
2		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
3	VENTAS	74820,215	46835,500	59451,462	78641,140
4	(-) COSTO DE MERCANCIAS VENDIDAS	\$ 37.410	\$ 23.418	\$ 29.726	\$ 39.321
5	(-) GASTOS GENERALES	\$ 18.705	\$ 11.709	\$ 14.863	\$ 19.660
6	(-) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
7	(=) UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	\$ 11.223	\$ 7.025	\$ 8.918	\$ 11.796
8	(-) IMPUESTOS SOBRE EL BITE	\$ 3.816	\$ 2.389	\$ 3.032	\$ 4.011
9	(=) UTILIDAD NETA	\$ 7.407	\$ 4.637	\$ 5.886	\$ 7.785
10	(+) AMORTIZACION	\$ 7.482	\$ 4.684	\$ 5.945	\$ 7.864
11	(-) INCREMENTO DE ACTIVOS FIJOS	\$ 4.489	\$ 2.810	\$ 3.567	\$ 4.718
12	(-) INCREMENTO DE NECESIDADES OPERATIVAS DE FONDOS	\$ 748	\$ 468	\$ 595	\$ 786
13	(=) FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ 9.652	\$ 6.042	\$ 7.669	\$ 10.145
14					
15	VPN del ejercicio	\$ 22.418,87			
16					752,2492555

Al terminar la simulación de las 500 iteraciones, @Risk genera el resultado del valor de la tecnología representado en la media y su respectiva desviación estándar:



A partir de la grafica se puede analizar que el valor de la tecnología es \$10.392. La probabilidad de ganancia por la explotación de la tecnología es de un 79,6%, mientras que la de pérdida es del 24%, se puede concluir que la extracción del remanente en los pozos petroleros por medio de esta tecnología generara buenas posibilidades de recibir ingresos durante los próximos 4 años.