

**ESTADO DEL ARTE SOBRE METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE VALORACIÓN
ECONÓMICA DE TECNOLOGÍAS**

LUIS ANDRÉS VERGEL URIBE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

**ESTADO DEL ARTE SOBRE METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE VALORACIÓN
ECONÓMICA DE TECNOLOGÍAS**

LUIS ANDRÉS VERGEL URIBE

Monografía como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

DIRECTOR

NESTOR RAUL ORTIZ PIMIENTO

COORDIRECTOR

JUAN BENJAMIN DUARTE DUARTE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos las personas que estuvieron presentes, en este largo camino que hace parte de mi vida.

Agradezco en especial a mis padres quienes con su ejemplo y sacrificio, lucharon incansablemente para poder ver llegar este día. Y espero poder algún día retribuirles todo su enorme esfuerzo y amor.

A mis hermanos Paula Andrea Vergel y Julián Andrés Vergel, por ser una motivación prioritaria en mi vida. Y a mis demás familiares que siempre estuvieron a mi lado.

A mis amigos y compañeros de clase que me acompañaron y me dieron la mano cada vez que tropecé en el camino.

A todo el combo de polli Gloria, Mauri, Xime, Lau, Bladi, Rachel, Juanri, Castrico, Mauro, por ser mi segunda familia.

A los chicuelos Juan Carlos Gómez y Edwin Bustamante, por su compañía, regaños y buenos deseos.

Al joven Orlando Vargas por sus risas en momentos de estrés.

A mis Profesores Juan Benjamin Duarte y Nestor Raul Ortíz por darme la oportunidad de trabajar con ellos.

A la muñeca Lina Lopez por ofrecerme su amistad y apoyo en momentos que lo necesite mientras realice la tesis de grado.

Y Por Último, un agradecimiento especial al Doctor Amaury Martínez García, por su apoyo incondicional y hacerme ver el mundo de una forma mas fácil. Espero más adelante encontrármelo en algún Starbucks de NY para cumplir con la promesa de intercambiar las tarjetas.

Muchas Gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1.1. OBJETIVOS.....	12
1.1.1. Objetivo General.....	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
1.2. ALCANCE DEL PROYECTO	12
1.3. DESCRIPCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. MARCO TEORICO	17
2.1. CONCEPTO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA.....	17
2.1.1. Transacciones De Negocios.....	18
2.1.2. Concesión De Licencia De Productos	18
2.1.3. Acuerdos Tecnológicos	18
2.1.4. Propiedad Intelectual (IP).....	18
2.1.5. Patente	19
2.1.6. Secretos Comerciales	19
2.1.7. Derechos De Autor	19
2.2. METODOLOGÍA.....	20
2.3. MÉTODO.....	20
2.4. MODELO MATEMATICO	20
2.5. TÉCNICA.....	20
2.6. VENDEDOR	21
2.7. COMPRADOR.....	21
2.8. PERSPECTIVA DEL COMPRADOR Y VENDEDOR	21
3. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	24
3.2.1. Fase primaria	24
3.2.2. Fase de revisión documental e histórica	26

3.2.3. Referentes teóricos	27
3.2.4. Estructuración y elaboración del estado del arte.....	32
4. VALORACIÓN TECNOLÓGICA	34
4.1. ENFOQUES DE LA VALORACIÓN TECNOLÓGICA.....	37
4.1.1. Enfoque Basado en el Costo.....	37
4.1.2. Enfoque Basado en el Mercado	38
4.1.3. Enfoque Basado en los Ingresos.....	39
5. METODOLOGÍAS, MÉTODOS Y MODELOS DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA.....	42
5.1. MÉTODO BASADO EN TÉCNICAS DE COSTEO	43
5.2. MÉTODO BASADO EN ESTÁNDARES INDUSTRIALES O MERCADOS COMPARABLES.	46
5.3. MÉTODO BASADO EN LA TÉCNICA DE RATING/RANKING	52
5.3.1. Factor de Valoración	53
5.3.2. Clasificación del valor.....	55
5.4. MÉTODO BASADO EN LA REGLA DEL 25%.	56
5.5. MÉTODO BASADO EN EL CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO....	62
5.5.1. Árboles de Decisión aplicados a Valoración Tecnológica	66
5.6. MÉTODO BASADO EN OPCIONES REALES.....	68
5.6.1. Aplicación del modelo de Black-Scholes	74
5.6.3. Valoración por Método de Red Binomial.	81
5.7. MÉTODO BASADO EN SIMULACIÓN MONTE CARLO.....	88
5.8. MÉTODO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA POR SUBASTAS.....	90
5.9. MÉTODO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA POR CAV.	93
6. CLASIFICACION METODOLÓGICA	95
7. PROPUESTA DE LINEAS DE INVESTIGACIÓN	103
8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	121

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Perspectiva del comprador y vendedor acerca del valor/precio.....	22
Figura 2. Metodología usada en el trabajo de grado.....	25
Figura 3. Enfoques de Valoración Tecnológica	40
Figura 4. Porcentaje de Regalías del Mercado.	48
Figura 5. Porcentaje de regalías propuestas para algunas aplicaciones farmaceuticas.....	49
Figura 6. Porcentajes de regalías y pagos propuestos basados en datos obtenidos de acuerdos tecnológicos universidad-empresa en EEUU.....	50
Figura 7. Técnicas empleadas para valoración tecnológica.	51
Figura 8. Rango de acuerdos de regalías de acuerdos realizados.	55
Figura 9. Ciclo de vida de la tecnología.	59
Figura 10. Aplicación de la regla del 25% al esquema general del estado de resultados.	60
Figura 11. Esquema general del flujo de caja descontado.	64
Figura 12. Esquema general de un árbol de decisión.....	67
Figura 13. Cuadro comparativo de parámetros de una opción real y una opción financiera (call).....	73
Figura 14. Cuadro comparativo de parámetros para proyectos de inversión en investigación y desarrollo.....	75
Figura 15. Valor justo de mercado de la tecnología a partir de black-scholes.	75
Figura 16. Ejemplo de los movimientos del vpn del activo s, y del valor de la opción c.	82
Figura 17. Procedimiento del método binomial para valoración de opciones	83
Figura 18. Movimientos del vpn de los ingresos generados por la tecnología s, y del valor de la tecnología v.	85
Figura 19. Clasificación metódica según el enfoque.....	95
Figura 20. Métodos que sirven de herramientas de apoyo a otros métodos de valoración tecnológica.	98
Figura 21. Comparación entre los enfoques de las técnicas y métodos de valoración tecnológica	101

TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos Fuentes Información.....	120
Anexo 2. Fuentes de información para el método de mercados comparables. ...	123
Anexo 3. Fuentes y Formas de Recolección para el método de Mercados Comparables.....	124
Anexo 4. Ejemplo de determinación de factores de valoración.....	128
Anexo 5. Listado de criterios propuestos para Georgia Pacific por Robert Goldscheider.....	130
Anexo 6. Consideraciones en la aplicación de la metodología del rating-Ranking.	132
Anexo 7. Ejemplos sobre a Regla del 25%.....	133
Anexo 8. Listado de factores incidentes en la elección de un monto de regalías.	134
Anexo 9. VPN con diferentes Tasas de Riesgo.	136
Anexo 10. Clasificación del riesgo propuesta por Richard Razgaitis.	137
Anexo 11. Ejemplo del cálculo del RAHR	138
Anexo 12. Análisis de Escenarios para el Calculo del VPN.....	139
Anexo 13. Ejemplo de Árboles de Decisión.....	140
Anexo 14. Opciones de Compra y Venta.....	142
Anexo 15. Ejemplo Valoración por el modelo de Black-Scholes.....	142
Anexo 16. Determinación de la Volatilidad	144
Anexo 17. Ejemplo del método de monte Carlo.....	146

RESUMEN

TÍTULO:

ESTADO DEL ARTE SOBRE METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE TECNOLOGÍAS*

AUTOR:

LUIS ANDRES VERGEL URIBE**

PALABRAS CLAVES:

Métodos de Valoración Tecnológica, Enfoques de Valoración Tecnológica, Valoración Tecnológica. Técnicas de Valoración de Tecnologías.

DESCRIPCION:

El uso de Técnicas y Modelos de Valoración Económica de Tecnologías, tiene como objetivo determinar un valor expresado en unidades monetarias, El cual ofrece solidez y respaldo, al momento de lograr conciliación entre las partes en las negociaciones de acuerdos Tecnológicos. Esta problemática ha sido abordada de diferentes formas por expertos en la temática, basados en la experiencia y estudios realizados sobre modelos tradicionales y métodos avanzados. Actualmente existen variadas metodologías, basadas tanto modelos probabilísticos, como modelos determinísticos; entre ellos se pueden mencionar: la valoración apoyada en costos, valoración con base en el mercado, valoración determinada por flujos monetarios, valoración por opciones reales, valoración por simulación monte Carlo, entre otros. Por tal motivo, se elabora este presente trabajo de grado, el cual recopila diferentes métodos, modelos y técnicas desarrolladas a través de los años que buscan dar solución al problema de valoración tecnológica. Este Trabajo de Grado presenta un análisis detenido sobre las técnicas, métodos y modelos propuestos por diferentes autores, partir de una revisión documental donde se tomaron en cuenta unas respectivas bases de datos y demás fuentes de información. De igual forma estas técnicas y modelos fueron caracterizados y clasificados con el objetivo de segregar su composición y poder dar juicios de valor sobre estas técnicas propuestas. Entregando un enfoque teórico, basado en lineamientos que estipulan la forma de como valorar estos activos.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento. Codirector: Juan Benjamín Duarte Duarte.

ABSTRACT

TITLE:

STATE OF ART ABOUT METHODOLOGY AND TECHNIQUES OF ECONOMIC VALUATION OF TECHNOLOGIES*

AUTHOR:

LUIS ANDRES VERGEL URIBE**

KEY WORDS:

Methods of Technology Valuation, Focus of Technology Valuation, Technology Valuation. Techniques of Technologies Valuation, Pricing.

DESCRIPTION:

The uses of techniques and models as economic valuation of technologies aim to determine the value expressed as monetary units, which gives solidity and support at the time of achieving the Dealmaking of technology agreements.

Experts of this topic have discussed this Problem in different ways; they are based on experience and studies of traditional models and advanced methods. Actually there are various methodologies, based on both probabilistic models such as deterministic models, among them include: the assessment supported by cost valuation based on market value determined by cash flows, valuation of real options valuation by Monte Carlo simulation among others. Hence this paper is created, which gather up different methods, models and techniques developed during the last several years as a seeking to the answer of the best technology valuation. The present paper presents a profound analysis about techniques, methods and models suggested by different authors, from a documental revision of date bases and another information sources. These techniques and models were equally characterized and classified as a goal, to break down their composition and to be able to give a value Judgment to them. Pursuing a theoretical focus, based on stated outlines about the way of how these assets are valued, this paper rises new lines of investigation and supports paramount tools that strengthen the process of taking decision about technology agreements.

* *Thesis

**Faculty of Physico-Mechanical Engineerings. College of Industrial Research and Business Studies.
Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento. Codirector: Juan Benjamín Duarte Duarte.

INTRODUCCIÓN

La tecnología contiene un conjunto de conocimientos técnicos y científicos que aportan al desarrollo económico, social y cultural en diferentes países del mundo, por tal motivo, países como EEUU, Japón o Corea han liderado las inversiones en investigación y desarrollo, así como también, han desarrollado mecanismos necesarios para que las entidades como universidades, grupos y centros de investigación puedan aportar al desarrollo tecnológico del país.

Actualmente, la comercialización y transferencia tecnológica se ha convertido en un tema de gran auge, donde el crecimiento y desarrollo de sus actividades ha tomado cada vez más fuerza en diferentes países del mundo. Sin embargo, esta solo es posible si existen los mecanismos necesarios que aseguren su eficiencia y eficacia, tales como la protección de la Propiedad Intelectual, la cual ofrece a empresarios, y organizaciones confianza al momento de que se efectúen los acuerdos tecnológicos. Por otra parte, la comercialización tecnológica, indica compra y venta de activos intangibles. Por tal motivo, la exigencia de un precio justo de mercado es algo ineludible, el cual se busca resolver a partir de la valoración tecnológica.

Diferentes organismos tales como el Centro de Enlace para la Innovación del Sur de Europa (SEIRC)³, IALE han venido llevando a cabo cursos, información y asesoramiento sobre negociación, comercialización, patentamiento y licenciamiento de la tecnología, y actualmente, valoración tecnología. Esto con el fin de entregar herramientas que aporten a los procesos de comercialización de tecnologías y acuerdos tecnológicos. Por otra parte, Colciencias, un organismo que promueve el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación en Colombia, ha venido desarrollando mecanismos que contribuyan al desarrollo tecnológico en el país, gracias al apoyo que este ofrece a múltiples empresas y proyectos de base

³ SEIRC Southern Europe Innovation Relay Centre (SEIRC), «Precio de la Tecnología» (2002).

tecnológica, dando apoyo de tipo financiero, asesoramiento sobre el comercio y la transferencia tecnológica, gestión tecnológica y demás mecanismos que contribuyen al crecimiento al desarrollo económico y social del país⁴.

La valoración tecnológica cada día toma más y más importancia en diferentes países del mundo, es por ello que desde hace algún tiempo, diferentes autores y expertos en el tema de valoración de tecnologías y propiedad intelectual de naturaleza tecnología, así como también expertos en desarrollo tecnológico de diferentes aéreas y licenciamiento de patentes. Han propuesto diferentes métodos o técnicas, como métodos heurísticos, modelos probabilísticos, y modelos determinísticos con el fin de abordar esta temática. Por tal motivo, se presenta esta tesis de grado ya que es de gran importancia aportar a la búsqueda de soluciones del problema de valoración tecnológica, entregando un enfoque teórico de la temática y unos lineamientos respecto a la forma de cómo valorar estos activos, permitiendo así, el surgimiento de nuevas líneas de investigación y a su vez, dar apoyo en la entrega de herramientas claves que fortalezcan y fundamenten el proceso de toma de decisiones frente a los acuerdos tecnológicos.

⁴ *COLCIENCIAS*, http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias (accessed 20 de 10 de 2010).

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- ✓ Estudiar, caracterizar y analizar los métodos o modelos matemáticos que permiten valorar económicamente tecnologías innovadoras.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Revisar la literatura existente a partir de una obtención, extracción, recopilación y selección de las metodologías de valoración económica de tecnología.
- ✓ Analizar y Clasificar las metodologías de valoración Económica de tecnología seleccionadas previamente.
- ✓ Caracterizar las metodologías del estudio
- ✓ Socializar y proponer líneas de investigación que contribuyan con el desarrollo del problema planteado.
- ✓ Elaboración del artículo publicable con base en el estudio presentado.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

Al finalizar este proyecto y cumplir con los objetivos esperados, se pretende dar a conocer las metodologías y modelos propuestos referentes al tema de valoración tecnológica, así como las técnicas o herramientas matemáticas empleadas para

tal fin, de igual forma la tesis de investigación tiene como finalidad promover la generación de líneas de investigación que permitan dar continuidad a la búsqueda de soluciones al problema.

La pasantía de investigación tiene como propósito realizar una clasificación, caracterización y análisis de las diferentes metodologías, técnicas y modelos que permiten la valoración económica de tecnologías, recopilado todo en un documento de grado. De igual forma se presentara un artículo publicable y/o ponencia en un evento académico basado en la temática estudiada.

1.3. DESCRIPCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la transferencia y comercialización de tecnología es un tema cada vez más relevante, esto ocurre, debido a que las organizaciones y empresas están tomando en cuenta la importancia que implican las inversiones referentes a innovación e investigación y desarrollo, y a la constante búsqueda de nuevos valores agregados en lo que concierne a sus productos, procesos o servicios, a partir de la implementación de aplicaciones tecnológicas dentro de sus operaciones.

Es innegable el hecho de que la tecnología desempeña un papel cada vez de mayor importancia en la vida en general, pero particularmente en las empresas, las cuales se ven sometidas, debido a la apertura de los mercados, a una competencia cada vez mayor, con sus consecuentes efectos sobre el desarrollo local, afirma Berumen(2006).

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual explica el proceso de comercialización tecnológica como la actividad de transferir propiedad intelectual, proveniente de alguna entidad como tal (universidades, centros de investigación, o empresas generadoras de Tecnología) hacia a otra organización (Empresas compradoras) con el fin de aplicar la tecnología adquirida, ya sea en la elaboración

de algún producto, servicio o proceso⁵. Estas actividades de comercialización tecnológica dependen de varios factores tales como: la transferencia tecnológica, la eficiencia del sistema, el desarrollo del mercado, y de la efectividad de la negociación al momento de formalizar el acuerdo tecnológico. sin embargo, para que este ultimo sea efectivo, es necesario dar un precio que sea tanto unánime para ambas partes, como respaldado en datos verídicos, pero, ¿cómo se puede determinar este precio de negociación?. Para responder esta pregunta primero se debe asumir que: “la tecnología no debe ser valorada exclusivamente por su costo de producción, sino por los beneficios esperados que pueda llegar a generar”(Camacho 2003), y segundo, se debe pensar en la existencia o la creación de al menos una metodología que permita a las entidades generadoras de propiedad intelectual definir un precio base de negociación.

Luego de realizar estudios preliminares, se encuentra que existen varios métodos y modelos, desde metodologías básicas cualitativos hasta modelos matemáticos determinísticos y probabilísticos; por tal motivo, es de gran importancia dar a conocer el estado del arte de dichas técnicas y modelos de valoración, ya que gracias a su aplicabilidad, facilitaran los procesos de negociaciones de acuerdos tecnológicos, así como también, aportar información base que permita abordar el problema de valoración tecnológica. De igual forma, se podría pensar en proponer el desarrollo de investigaciones posteriores en el área con el fin de generar nuevas metodologías, técnicas o modelos que aporten a la conciliación de acuerdos tecnológicos.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En un mundo donde el conocimiento y la innovación juegan un papel muy importante para las empresas, la importancia de inversión en investigación y

⁵ Información tomada de la OMPI-Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2006/05/article_0005.html (último acceso: 21 de enero de 2010).

desarrollo es vital, debido a las ventajas competitivas que esta genera, al entregar un mayor valor agregado a sus productos, procesos o servicios

Con el paso del tiempo las empresas, universidades, centros y grupos de investigación han venido incrementando sus inversiones en proyectos de investigación y desarrollo, con el fin de aumentar su producción de conocimiento, con el fin de generar mayores competencias en el mercado y aportar al desarrollo tecnológico de la región, Por lo tanto, es evidente la necesidad de poder valorar estos intangibles, teniendo como objetivo la búsqueda de un precio. Sin embargo, la palabra valorar es bastante amplia y compleja, ya que depende del enfoque en el cual se enmarque.

La complejidad de la valoración se debe a la presencia de variables, criterios, supuestos, y naturaleza de estos intangibles. sin embargo, se decide afrontar el reto y abarcar esta temática teniendo como objetivo, la necesidad de generar un valor que ofrezca un precio de venta o por lo menos una base de negociación para las partes interesadas en un acuerdo tecnológico, enmarcado en un enfoque económico o financiero.

El problema de valoración tecnológica ha sido abordado de diferentes formas, las cuales han sido propuestas a lo largo del tiempo por diferentes autores, en donde se tocan técnicas basadas en la experiencia, modelos tradicionales y métodos avanzados. Actualmente existen varias metodologías, tanto modelos probabilísticos, como modelos determinísticos; entre ellos se pueden mencionar: la valoración apoyada en costos, valoración con base en el mercado, valoración determinada por flujos monetarios, valoración por opciones reales, valoración por simulación Monte Carlo, entre otros.

La Universidad Industrial de Santander dentro de su misión como organismo educativo, tiene como función promover la participación de estudiantes y docentes en proyectos de cambio que contribuyan el desarrollo científico tanto de la

institución como de la región, por lo tanto, el realizar una revisión del estado del arte sobre las metodologías aplicadas a la valoración económica de tecnologías, ofrecerá una información base que promueva la solución de problemas de este tipo, así como también el elemento que propicie un aporte al desarrollo de mecanismos que favorezcan positivamente el proceso de comercialización tecnológica y la efectividad de los acuerdos tecnológicos, a su vez aportar al desarrollo de la región promoviendo la investigación y desarrollo

2. MARCO TEORICO

El marco teórico presentado a continuación, tiene como función definir la base teórica sobre la cual se apoyan los argumentos presentados en este documento. El objetivo es definir unos parámetros básicos con el fin de facilitar la comprensión del estudio realizado y a su vez establecer unas directrices que le den un direccionamiento a la investigación.

La importancia de este radica en la necesidad de establecer un enfoque teórico que provea un marco de referencia orientando así el desarrollo del estudio realizado, en este trabajo de grado.

2.1. CONCEPTO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA

Cuando se hace referencia al termino valoración, el concepto puede llegar a ser muy amplio debido a que es una medida relativa, en pocas palabras depende del marco en el cual se efectúa la valoración; como lo que se busca es identificar herramientas que faciliten o apoyen la realización de acuerdos tecnológicos a partir de un precio base en la negociación; la valoración debe ser de tipo económico pues la idea es asignar un valor monetario a los bienes, servicios o procesos tecnológicos en cuestión.

La estimación de un valor brinda un punto de referencia con el fin de “fijar un precio”. Esta es bastante compleja debido a que no solo depende del enfoque en el cual se enmarque la valoración, sino también de la naturaleza del producto, que en este caso son productos, procesos o servicios de tipo tecnológico, Actualmente se tiene como premisa que la tecnología debe ser valorada según lo que esta pueda llegar a originar o en otras palabras, los beneficios monetarios que producirá la tecnología al momento de ser adquirida.

Razgaitis (2009) Menciona que el comercio tecnológico se centra en tres elementos los cuales se presentan a continuación

2.1.1. Transacciones De Negocios

Representan la venta de los activos relacionados con la empresa, incluyendo tanto propiedades tangibles como intangibles; por lo general incluyen formas de operación de la organización (Camacho 2003).

2.1.2. Concesión De Licencia De Productos

La concesión de licencia referente a un producto, permite al comprador poder reproducir la fabricación de algún producto, sistema o servicio que ya se ha elaborado por el vendedor, con el fin de Lograr un beneficio de la licencia.

2.1.3. Acuerdos Tecnológicos

Son tratos o convenios de las partes interesadas en la adquisición y venta de la tecnología. En donde se establecen las condiciones o normas del contrato

Al hacer referencia a la comercialización de tecnología, implícitamente se habla de una transacción de Propiedad Intelectual (IP), por tal motivo, se presentan a continuación términos referentes a IP y su composición.

2.1.4. Propiedad Intelectual (IP)

La OMPI define la propiedad intelectual como un derecho patrimonial de exclusividad el cual otorga el Estado por un tiempo específico con el fin de usar en forma industrial y comercial invenciones o innovaciones presentadas en: nuevos productos, mejoras, diseños de productos o procesos, obras literarias y artísticas, símbolos, nombres, imágenes y franquicias.

El objetivo de las IP es promover el desarrollo y la capacidad creativa de la mente; esta se divide en tres tipos: patentes, secretos comerciales (Know-how) y los - derechos de autor

2.1.5. Patente

Es un derecho otorgado por un ente regulador a un inventor o a un titular secundario o sucesor. Este derecho evita que terceros puedan usar la tecnología patentada por un tiempo limitado, según normas del ADPIC¹ es de 20 años; después del cumplimiento de este periodo el uso de la tecnología queda a disposición de terceros sin la necesidad de la aprobación del inventor o titular de la misma.

2.1.6. Secretos Comerciales

Los secretos comerciales son invenciones o procesos que no alcanzan los criterios de patentabilidad, sin embargo estos pueden protegerse como secretos comerciales. Comúnmente son listas de clientes o de procesos operacionales que no son lo suficientemente inventivos para ser patentados pero pueden gozar de protección (no tan segura como una patente) sin estar sujetos a límites temporales.

2.1.7. Derechos De Autor

Son normas y principios que regulan y protegen los derechos patrimoniales de creaciones de tipo artística, científica, y obras literarias, esté publicada o inédita, con el fin de mantener la identidad entre el autor y su creación.

Razgaitis (2009) recomienda establecer protección de la IP cuando se realiza la valoración de tecnología. Esto se debe a que existe cierta incertidumbre sobre la amplitud y el nivel de protección de la tecnología, ya que si no se emiten las patentes, existirá siempre un riesgo de divulgación accidental por el vendedor o comprador, o por un tercero que podría dañar el valor del activo de la tecnología

¹ **Organización Mundial del Comercio**, Información disponible en la web en: http://www.wto.org/spanish/tratop_s/trips_s/trips_s.htm

subyacente, sin embargo en muchas ocasiones, este proceso aumenta el tiempo de conciliación de un acuerdo tecnológico.

La protección de IP permite generar valor, facilita la difusión de la transferencia de tecnología y conocimiento. Asegura una mejor difusión e intercambio de conocimientos, a su vez proporciona solidez para las asociaciones tecnológicas tanto públicas como privadas argumentan Mascré, et al. (2005)

Debido a que el estado del arte realizado, recopila información de diferentes metodologías, modelos matemáticos y demás métodos, es necesario aclarar la terminología de dichos ítems.

La definición presentada a continuación se realizó con base en las definiciones ofrecidas por la Real Academia de la Lengua Española.

2.2. METODOLOGÍA

Se establece como el conjunto de métodos que permiten valorar económica o financieramente tecnología, en pocas palabras es la ciencia del método.

2.3. MÉTODO

Se establece como el procedimiento que se sigue en las ciencias con el fin de determinar algo específico, permitiéndose el poder ser instruido.

2.4. MODELO MATEMÁTICO

Se establece como el esquema teórico de forma matemática de un sistema que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

2.5. TÉCNICA

Se establece como el conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte.

Con base en las anteriores definiciones, se decidió por convención que el concepto de Metodología es un sinónimo de técnica, ya que metodología es el conjunto de métodos y un método es un procedimiento, por otra parte técnica es el conjunto de procedimientos y un procedimiento es un método.

Cuando se adentra en el tema de acuerdos tecnológicos, este implícitamente indica la presencia de dos partes interesadas frente a tal situación, por tal motivo es de gran importancia definir la presencia de estas partes y de cómo estos influyen en el problema de valoración de tecnología.

2.6. VENDEDOR

También se puede encontrar en diferentes textos, artículos, ponencias entre otros, como, Proveedor de tecnología, Licensor, Licenciador, o Licensing Out. En general, hace referencia a la parte desarrolladora de la tecnología que tiene como objetivo ofrecerla a un público, con el fin de generar comercio tecnológico.

2.7. COMPRADOR

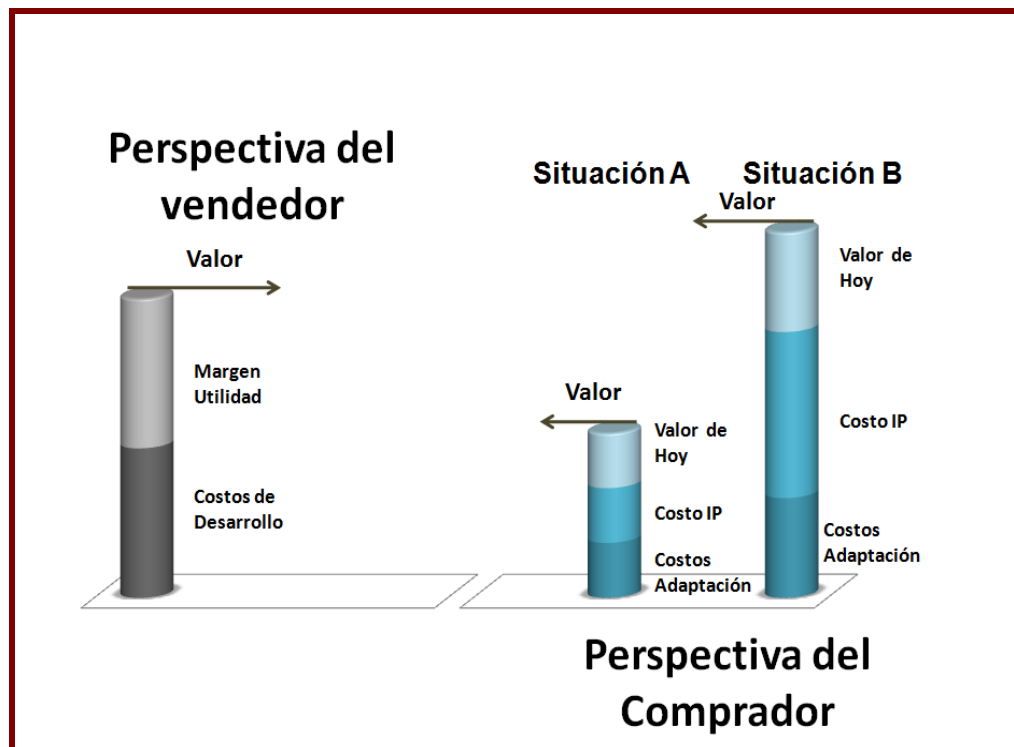
También se puede encontrar en diferentes textos, artículos, ponencias entre otros, como, Receptor, Licenciatario, Licensee, o Licensing in. En general, hace referencia a la parte interesada en adquirir la tecnología.

2.8. PERSPECTIVA DEL COMPRADOR Y VENDEDOR

La valoración tecnológica puede contener una respuesta diferente, dependiendo de qué aspectos se tomen o no en cuenta al momento de que esta sea desarrollada. Tales aspectos dependen de que perspectiva se adopte, un ejemplo de esto se puede apreciar en la figura 1, en donde se aprecia la perspectiva que puede tomar un vendedor y comprador, al momento de realizar valoración tecnológica con el objetivo de determinar un precio de compra o venta.

La figura 1 muestra la diferencia de perspectivas que se pueden llegar a presentar entre un vendedor y un comprador al momento de llegar a una conciliación en la negociación tecnológica. El vendedor tiene la concepción de realizar unas inversiones con el fin de desarrollar una tecnología y a partir de eso, obtener un retorno significativo basado en las inversiones realizadas, por otra parte, la percepción del comprador, se ve reflejada en general por tres grupos de valores: EL primero es un valor conocido como costos de adaptación, los cuales se presentan al momento de adquirir una nueva tecnología adquirida, estos costos se manifiestan como costos de capacitación de personal, costos debidos a la adaptación al cambio, entre otros; el segundo valor considera los posibles costos generados por las barreras de protección provenientes de la IP; y por último, un tercer valor el cual se presenta por el privilegio de poder elegir o no la adquisición de la tecnología, indiferente de los resultados reales que esta incurra. .

Figura 1. Perspectiva del comprador y vendedor acerca del valor/precio



Fuente: Richard Razgaitis

Dado esto, es posible que ambas perspectivas puedan no llegar a un resultado igual. El vendedor busca suplir su inversión y a su vez tener una ganancia atractiva, mientras que el comprador busca no tener un costo elevado en la adquisición del intangible. Al contrastar ambas, como muestra la figura 1, en la situación A puede que no se logre una conciliación entre las partes debido a la diferencia de valores entre el precio o valor de negociación determinado por el comprador y el estimado por el vendedor, por otro lado, en la situación B se podría llegar a efectuar el acuerdo tecnológico debido a la pequeña diferencia entre los valores hallados por los involucrados.

Es de gran importancia definir una perspectiva debido a que esta diferencia de puntos de vista puede contribuir en gran medida a que no se logren una conciliación cuando se refiere a transferencia y comercialización de tecnología.

En el transcurso de la indagación sobre la temática, se encontró que varios autores enfocaban la valoración hacia la perspectiva del comprador.

Sin embargo, la figura 1 solo es una percepción de lo que podría percibir el comprador. Esta percepción depende del evaluador, lo que quiere decir que percibir esto, es basarse en premisas de forma subjetiva, asumiendo que podría ser relevante para un comprador al momento de tomar la tecnología. Aun así, a pesar de que no existe un estándar de que es lo más importante para el comprador, la recomendación que se hace es tener previsto que la valoración que se deba realizar por parte del vendedor, debe ser orientada hacia las necesidades o puntos relevantes que el comprador. Por lo tanto, el vendedor, dentro de sus capacidades evaluativas y de las estrategias o métodos que decida usar para valorar su producto, servicio o desarrollo tecnológico, debe analizar tanto el Mercado como el tipo de clientes que este desea abordar. Esa es la presunción que indican estos autores al mencionar que la valoración debe ser realizada bajo la perspectiva del comprador.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

Este trabajo se realizó bajo la coordinación del grupo de Optimización y Organización de sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos OPALO, el cual tiene como objetivo promover y consolidar la investigación a partir de la realización de actividades de carácter científico y tecnológico por parte de estudiantes y profesores con el fin de originar su participación activa en procesos de cambio que conlleven al progreso y desarrollo científico de la Universidad Industrial de Santander, para que esta a su vez, actué como un organismo que permita dar solución a problemas ya sea de tipo social, económico o cultural en la región santandereana; vio la necesidad de abordar el tema de valoración tecnológica por lo cual se requiere de unas bases teóricas que permitan dar inicio a futuras investigaciones. Por tal motivo se decide abordar un estudio respecto al estado del arte sobre técnicas y modelos de valoración económica de tecnología.

La metodología empleada para la realización del estudio se plantea por el estudiante Luis Andrés Vergel Uribe la cual fue supervisada y revisada por el director y tutor Néstor Raúl Ortiz Pimiento, y por el codirector y tutor Juan Benjamín Duarte Duarte, la metodología se puede apreciar con mayor facilidad en la figura 2

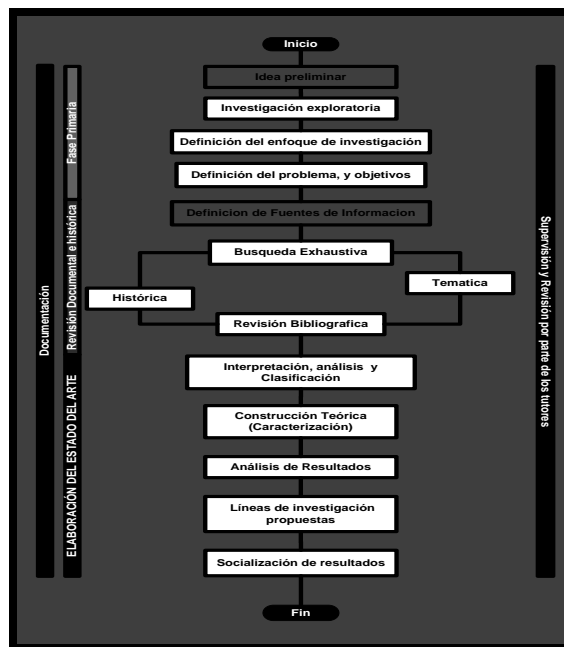
3.2. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

3.2.1. Fase primaria

La elaboración de la tesis de grado se divide prácticamente en tres etapas. La primera etapa abarca desde una idea preliminar, hasta la definición del problema y objetivos de la investigación. La primera fase inicia con una idea propuesta por profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento, esta idea comienza desde hace varios años, y consiste en buscar relaciones entre el problema de valoración tecnológica y los modelos de optimización matemática, para tal efecto, el profesor decide iniciar una investigación exploratoria con respecto al tema, en donde encuentra la existencia

de metodologías que han venido sido abordadas con el transcurso del tiempo, así como también el uso de modelos financieros aplicados a la valoración de intangibles, por tal razón se decide trabajar en conjunto con el profesor Juan Benjamín Duarte Duarte el cual es experto en conocimientos del área financiera, y también con el estudiante de pregrado de Ingeniería Industrial Luis Andrés Vergel Uribe. Luego de esta búsqueda exploratoria, se procedió a establecer el enfoque del proyecto, el cual se definió como la elaboración del estado del arte sobre técnicas y metodologías que permitan valorar tecnología. En esta sub-fase fue de gran importancia delimitar o enmarcar el concepto de “valoración” debido a que es una medida relativa, su definición puede ser muy amplia, por lo tanto depende del marco en el cual se desee realizar. Afirmaciones como estas permitieron establecer finalmente el enfoque del trabajo de grado realizado, el cual se dedico exclusivamente al tema de Valoración Económica de Tecnología en donde la palabra económica es análoga a financiera⁶.

Figura 2. Metodología usada en el trabajo de grado



Fuente: Autores de la investigación

⁶ Enfoque de la valoración propuesta por Juan Benjamín Duarte Duarte. Universidad Industrial de Santander

Previamente se continuó con la definición del problema, factores a tener en cuenta dentro de la investigación y la construcción de objetivos generales y específicos. En esta sub-fase se estableció que el realizar un estado del arte sobre técnicas y metodologías de valoración económica de tecnología tiene como objetivo general, analizar y caracterizar los estudios y avances presentados hasta el momento así como también, cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Revisar la literatura existente a partir de una obtención, extracción, recopilación y selección de las metodologías de valoración económica de tecnología.
- ✓ Analizar y Clasificar las metodologías de valoración Económica de tecnología seleccionadas previamente.
- ✓ Socializar y proponer líneas de investigación que contribuyan con el desarrollo del problema planteado.
- ✓ Elaboración del artículo publicable con base en el estudio presentado.
- ✓ Caracterizar las metodologías del estudio.

3.2.2. Fase de revisión documental e histórica

Para el cumplimiento del primer objetivo específico, se realizó una búsqueda exhaustiva de información acerca del tema en diversas fuentes y textos relacionados a nivel mundial, nacional y regional, esta búsqueda se organizó de modo cronológico y por orden temático, posteriormente se realizó una revisión bibliográfica, para así determinar la información relevante para el desarrollo de la investigación. Para esta fase, se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes de información.

3.2.3. Referentes teóricos

Bases de Datos

✓ **EBCO Host** ⁷

Es una base de datos multidisciplinaria que incluye: Library Information Science & Technology Abstracts, ERIC, MEDLINE, Economía y Negocios, GeoREF, DynaMed, Newspaper Source, MasterFILE Premier, Medic Latina, Fuente Académica, Business Source Premier, Academic Search FullTEXT.



✓ **Business Source Complete** ⁸



Es la principal base de datos académica sobre temas empresariales. Ofrece sobre 1.700 de las revistas académicas más importantes de negocios en texto completo, cubriendo todas las disciplinas del área: Marketing, Administración, Contabilidad, Economía, Finanzas, Sector Bancario, Administración de Operaciones y Sistema de Operación Gerencial.

Adicionalmente ofrece en texto completo otro tipo de publicaciones, como libros, datos financieros, conferencias, estudios de caso, reportes de inversión de mercado, perfiles de empresas, reportes de países, etc.

✓ **Licensing Executives Society**⁹:

Fundada en 1965, es una sociedad profesional con casi 5.000 miembros participaron en el desarrollo, uso, transferencia, comercialización y gestión de la propiedad intelectual.



⁷ Información tomada de: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

⁸ Información tomada de <http://www.ebscohost.com/thisTopic.php?marketID=1&topicID=399>

⁹ Información tomada de: <http://www.lesusacanada.org/>

El número de miembros LES incluye una amplia gama de profesionales, incluyendo a ejecutivos de empresas, abogados, consultores de concesión de licencias, ingenieros, académicos, científicos y funcionarios gubernamentales. Muchas grandes empresas, despachos profesionales, y universidades componen la membresía de la Sociedad.

Licensing Executives Society (EE.UU. y Canadá), Inc. es una sociedad miembro de la Licensing Executives Society International, Inc. (LESI), con una membresía mundial de más de 12.000 miembros en 30 sociedades nacionales, que representan más de 80 países.

✓ **Social Science Research Network (SSRN)**¹⁰

Base de Datos dedicada a la rápida difusión mundial de investigación en ciencias sociales y se compone de una serie de redes de investigación especializados en cada una de las ciencias sociales.



Cada una de las redes de SSRN anima a la pronta distribución de resultados de la investigación mediante la publicación de los resúmenes presentados y solicita resúmenes de los mejores trabajos de investigación de calidad en todo el mundo. Posee cientos de revistas, editores, e instituciones de Socios de la Industria Editorial que proporcionan los documentos de trabajo para su distribución a través eLibrary SSRN y resúmenes para su publicación en revistas electrónicas de SSRN.

El eLibrary SSRN consta de dos partes: un Resumen de base de datos que contiene resúmenes sobre más de 298.100 documentos de trabajo académico y futuros documentos y una colección de papel electrónico en la actualidad con más de 238.900 documentos descargables texto completo

¹⁰ Información tomada de: <http://www.ssrn.com/>

en formato pdf de Adobe Acrobat. El eLibrary también incluye los trabajos de investigación de una serie de tarifas basadas en publicaciones.

✓ **ProQuest¹¹**

Indiza revistas de renombre mundial en las diferentes áreas del conocimiento, contenidas en 26 bases de datos. Tales como: ABI/INFORM Global, ABI/INFORM Trade & Industry, Accounting & Tax, Accounting & Tax Newspapers, Accounting & Tax Periodicals, Banking Information Source, Business Dateline, Career and Technical Education, Criminal Justice Periodicals, Dissertations & Theses, Dissertations & Theses: A&I, Hoover's Company Records, Noticias Financieras, Nursing & Allied Health Source, Evidence-Based Resources from the Joanna Briggs Institute, ProQuest Nursing & Allied Health Source, Pharmaceutical News Index, ProQuest Agriculture Journals, ProQuest Arts Module, ProQuest Asian Business and Reference, ProQuest Biology Journals, ProQuest Children's Interest Module, ProQuest Computing, ProQuest Education Journals, ProQuest European Business, ProQuest Health and Medical Complete, ProQuest Humanities Module, ProQuest Legal Module, ProQuest Medical Library, ProQuest Military Module, ProQuest Psychology Journals, ProQuest Religion, ProQuest Research Library, Research Library Core, Health Module, ProQuest Science Journals, ProQuest Social Science Journals, ProQuest Telecommunications, ProQuest Women's Interest Module.



¹¹ Información tomada de: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

✓ **Web of Science**¹²

Base de datos multidisciplinaria con acceso referencial a información científica internacional, editadas por el Institute for Scientific Information (ISI). Cubre todas las áreas del conocimiento.

ISI Web of Knowledge™

Base de datos líder en la citación con la cobertura multidisciplinar de más de 10.000 revistas de alto impacto en las Ciencias, Ciencias Sociales y Artes y Humanidades, así como la cobertura de los procedimientos internacionales de más de 120.000 conferencias. Las potentes herramientas incluyen búsqueda de referencias citadas, Citation Maps y la herramienta de análisis.

✓ **WIPO (OMPI en español)**¹³

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) es un organismo especializado del sistema de organizaciones de las Naciones Unidas. Su objetivo es desarrollar un sistema de propiedad intelectual (P.I.) internacional, que sea equilibrado y accesible y recompense la creatividad, estimule la innovación y contribuya al desarrollo económico, salvaguardando a la vez el interés público.

✓ **SpringerLink**¹⁴

Es una de las principales bases de datos interactivas del mundo en los campos de las ciencias, la técnica, la medicina y la recopilación de archivos en línea. Contenido de 1.300 títulos de revistas electrónicas del alto impacto en texto completo con cobertura desde 1997 hasta la fecha y aproximadamente 9.300 títulos de libros electrónicos de 13 colecciones en todas las áreas científicas desde el año 2005 con derecho completo y perpetuo de la propiedad de estos libros.

¹² Información tomada de: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>

¹³ Información tomada de: <https://www.OMPI.com/>

¹⁴ Información tomada de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>

Otras fuentes de información

✓ **ValuationResources.Com**¹⁵ TM:



Es una guía gratuita de recursos empresariales de valoración, la industria y la empresa de información, datos económicos, y mucho más. Diseñado como una guía de recursos completa, la audiencia del sitio incluye una amplia mezcla de empresarios, profesionales, estudiantes y otros interesados en la valoración del negocio y la industria de la información.

Libros

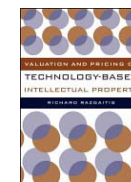
✓ **Valuation and dealmaking of technology-based intellectual property: principles, methods, and tools, 2009**

Esta herramienta indispensable ofrece a los lectores una cobertura completa de los temas, métodos, y el arte de la valoración y fijación de precios de las tecnologías en fase inicial como antecedentes en los conceptos básicos, principales fuentes de valor, los métodos de valoración, realizaciones equidad y estrategias de negociación.



✓ **Valuation and Pricing of Technology-Based Intellectual Property Razgaitis, Wiley, 2003**

La publicación proporciona un enfoque global de la valoración de las nuevas tecnologías con una visión general del proceso de valoración y los capítulos por separado frente a los métodos específicos de valoración, incluidos: estándares de la industria; rating / método de clasificación; reglas empíricas; método de flujo de efectivo descontado; método de Monte Carlo, opciones reales y subastas.



¹⁵ Información tomada de <http://valuationresources.com/>

La exploración de artículos, papers, libros, entre otros, fueron clasificados en el anexo 1, el cual es una tabla de Excel que contiene la información de las referencias, palabras claves y la ruta de acceso web.

3.2.4. Estructuración y elaboración del estado del arte

La tercera fase inicia a partir de la interpretación, análisis y clasificación de la información proporcionada por las fuentes, con el fin de ir huella tras huella en el transcurso de la investigación. Inicialmente se dispone a realizar una revisión de los antecedentes sobre cada técnica, con el fin de analizar y poder clasificar estas técnicas para facilitar su identificación.

Previamente se dispuso a caracterizar las presentes metodologías, para así determinar la composición y los criterios a tener en cuenta al momento de valorar tecnología por alguna de estas técnicas, de igual forma se utilizó el uso de ejemplos, aplicaciones y demostraciones matemáticas con el fin de facilitar al lector la comprensión de la temática expuesta. A su vez, se realizó un análisis de la estructura de cada método, modelo o técnica, que permitió un estudio crítico de las mismas, encontrando así posibles ventajas y desventajas que aportan a la adopción de una perspectiva teórica, la cual es la función principal de esta investigación.

La metodología empleada para la realización del estado del arte se desarrolló bajo dos enfoques: un enfoque cronológico y un enfoque temático. Cronológico por que la idea fundamental es seguir paso a paso el desarrollo metodológico, y temático debido a la existencia de diferentes metodologías las cuales estas pudieron clasificarse dependiendo de su enfoque.

Finalmente se presenta la elaboración del estado del arte que incluye los ítems mencionados anteriormente, propuestas de mejoras respecto a cada metodología, todo esto recopilado en un documento de tesis de grado y expuesto ante los calificadores asignados, también se presentó un artículo académico acerca de las metodologías que se emplean para la valoración tecnológica, recopilando la

informacion del estudio realizado, con el fin de apoyar la socialización y contribuyendo a la generación de incentivos que promuevan el desarrollo de futuras investigaciones en el área, el cual es otro objetivo de la tesis de grado.

4. VALORACIÓN TECNOLÓGICA

La tecnología es un activo intangible que comprende la naturaleza de la propiedad intelectual, por lo tanto esta incluye una patente o secretos industriales, una marca, un modelo de utilidad y conocimientos técnicos, entre otros (Ranaulo, et al. 2006).

La valoración tecnológica, puede llegar a tomarse como un significado amplio y extenso, debido a que la palabra “valor”, puede contener diferentes formas de expresión, dependiendo del punto de referencia que lo defina. Por otra parte, se encuentran un sin número de factores a considerar, al momento de definir un valor para una tecnología, tales como: la naturaleza del activo a valorar, la fase de desarrollo en que la tecnología se encuentre, el alcance de esta, las fases de desarrollo de tecnologías equivalentes de posibles competidores, la seguridad de la patente y a la eficiencia y efectividad de la negociación realizada por las partes interesadas.

Por otra parte, cuando se habla de transacciones tecnológicas, el término entre valor y precio puede llegar a ser tergiversado por muchos ya que generalmente se usan de forma similar. El Instituto Australiano para la Comercialización (2005) define el valor, como los beneficios futuros generados por la tecnología o IP, mientras que el precio es la cuantía por el cual un vendedor y comprador están dispuestos a asumir en el acuerdo tecnológico al momento que este llegue a una conciliación. En conclusión, el valor es un estimado que depende de la técnica o metodología empleada al momento de que el activo sea valorado, por lo tanto su valor puede ser diferente dependiendo del enfoque que se le dé o de los criterios a considerar en el instante que se valore, mientras que el precio es el resultado de una negociación que ha tenido lugar.

La tecnología es un activo intangible que se puede asimilar como un conjunto de conocimientos basados en innovación, investigación y desarrollo, dispuestos a diseñar, apoyar o mejorar un producto, proceso o servicio. Generalmente la creación de una tecnología se enfrenta a la creación de nuevos productos, servicios, procesos, nuevos mercados, etc., lo más común que suceda frente a esta situación es que exista poca información que facilite realizar una comparación o evaluación tanto del producto o servicio generado, como del precio base de negociación; la no existencia de medidas estandarizadas de valoración tecnológica por parte de expertos en el tema y la naturaleza del activo que establece una valoración no basada en su costo sino en lo que esta puede llegar a producir. En efecto el valor de la tecnología depende en gran medida de la subjetividad.

En la actualidad, las transacciones tecnológicas y la generación de conocimiento, se ha convertido en uno de los grandes pilares de la economía que impulsan de forma efectiva el desarrollo de cada nación. Esto se puede comprobar a partir del comportamiento que han tenido diferentes países del mundo, como por ejemplo: En los Estados Unidos, el centro Nacional de Transferencia Tecnológica (National Technology Transfer Center – NTTC)¹⁶ lleva operando por 20 años y en la actualidad es un instituto profesional en valoración tecnológica, apoyando a centros de investigación, universidades, e industrias.

Por otra parte, en Japón, la importancia que se ha venido dando al comercio tecnológico y el apoyo por parte de organismos gubernamentales para el desarrollo de conocimiento, es evidente. Por ejemplo: la Fundación de Japón TechnoMart (Japan Technomart Foundation), es delegada por el Ministerio Internacional de Industria y Comercio y su función es dar apoyo a la distribución de tecnología, gestiona las patentes y licencias de tecnología generadas por

¹⁶ Organismo que proporciona información a las empresas y organizaciones en el tema de transferencia tecnológica, basados en las tecnologías desarrolladas en las instituciones federales de I&D. Mayor Información en la web en: <http://www.nttc.edu/>

investigaciones del gobierno, universidades, institutos, centros de investigación y empresas, de igual forma también existen otros organismos gubernamentales tales como la Asociación de Promoción Industrial de Tecnología de Japón, así como también el apoyo de leyes que promueven la transferencia tecnológica y el desarrollo en I&D, y la generación de recursos por parte del estado tales como creación de entidades crediticia como la Sociedad de Valoración de Propiedad Intelectual (Society of Valuation of Intellectual Property Rights) son pilares que generan mayor solidez al comercio tecnológico en el país (Hong, et al. 2007).

Actualmente, organizaciones Públicas y Privadas compiten por su crecimiento propio en un mercado altamente competitivo día tras día, a partir de innovación, ya sea en sus productos, procesos o servicios. Esto se logra a partir de un desarrollo tecnológico debido a I&D, sin embargo el comercio tecnológico depende en gran medida del nivel I&D de cada país. Los países desarrollados, poseen una estrecha relación entre universidades y empresa, como se puede apreciar en el caso de Japón y EEUU, situación que no ocurre con los países subdesarrollados. Las universidades y grupos de investigación han creado una enorme brecha con las empresas e industria del sector, debido a la inexistencia de mecanismos óptimos que permitan el desarrollo en conjunto de todos estos organismos.

La valoración tecnológica es un requisito necesario en lo que concierne a conciliaciones de acuerdos tecnológicos, y a su vez, impulsa el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías, sin embargo, a pesar de su importancia, su desarrollo aun no se encuentra establecido o normalizado, debido a la complejidad que esta maneja (Australian Institute for Commercialisation 2004). La valoración consiste en determinar un valor actual del rendimiento futuro que esta podría llegar a generar (H. 2007), debido a esto varios métodos se han desarrollado con el fin de poder determinarlo, no obstante, el valor hallado no es un valor determinante, pues su función es a portar a la conciliación del acuerdo tecnológico y esto solo se lograra cuando ambas partes determinen un valor similar.

En el transcurso del desarrollo de este trabajo, se halló la presencia de diferentes enfoques que direccionaban la metodología a seguir para la realización de valoración tecnológica, estas metodologías se desarrollaban a partir de uno o más métodos, propuestos por diferentes autores y expertos en el área, a continuación se presentaran los enfoques en los cuales se enmarca la valoración tecnológica, así como también el desarrollo que estos tuvieron o han tenido hasta el momento.

4.1. ENFOQUES DE LA VALORACIÓN TECNOLÓGICA.

La necesidad de definir sobre que enfoque se desarrollara la Valoración Tecnológica es esencial, ya que esto da un direccionamiento en la construcción metodológica de la valoración(Alcocer and Woodworth 2005). La Asociación de los Análisis Certificados de Valoración de EEUU (Association of certified Valuation Analysis of the U.S.¹⁷) es un ente que ofrece información y soporte sobre metodologías de valoración. Ellos especifican la existencia de tres tipos de enfoques que se utilizan comúnmente en las industrias los cuales son:

- ✓ Enfoque basado en el costo,
- ✓ Enfoque basado en el mercado
- ✓ Enfoque basado en Ingresos

A continuación se presentaran los enfoques propuestos por expertos en el tema.

4.1.1. Enfoque Basado en el Costo

El primer enfoque desarrollado por parte de expertos, es un enfoque de valoración basado en los costos incurridos por la creación de la tecnología, este se apoya en un principio económico que relaciona el valor mínimo esperado por el vendedor y el valor máximo a pagar por el comprador(Park and Park 2004)

Hoy en día no es muy común aplicar modelos basados en el costo, debido a que este enfoque no asume elementos importantes, tales como riesgos futuros y

¹⁷ Organismo internacional que apoya a los usuarios de negocio y servicios de valoración de activos intangibles. Mayor información en la web en: <http://www.nacva.com/>

posibles beneficios económicos que se podrían obtener. Sin embargo, es muy posible encontrar valoraciones basadas en el costo, al momento de estimar el valor de activos intangibles tales como el software (Dong-Hyun, et al. 2007).

4.1.2. Enfoque Basado en el Mercado

Una valoración tecnológica basada en el mercado, pretende suponer un precio de venta a partir de datos de anteriores transacciones que impliquen información sobre el comercio tecnológico tales como el tipo de tecnologías implicadas en los acuerdos efectuados, y el porcentaje de regalías acordadas por las partes o establecidas por algún ente externo regulador (Gobierno, Universidades, Grupos y centros de investigación, entre otros). El objetivo es poder estimar un valor con base en comparaciones y procesos de ajuste (Hong, et al. 2007)

Los métodos de valoración basados en este enfoque, tienen como objetivo el determinar a partir de aproximaciones el precio del intangible basado en datos del mercado (valoración relativa). La idea principal es comparar el Activo a valorar con elemento similares que han sido vendidos o se encuentran en venta en mercados primarios y secundarios (Donald 2006), sin embargo también puede cumplir la función de una herramienta de apoyo ya que permite realizar evaluaciones al comprador o vendedor sobre su valoración con respecto los precios ofrecidos por otros métodos de valoración.

Según varios autores, se encontró que este es el método más común en el mundo de concesión de licencias. Sin embargo, al momento de seleccionar un enfoque basado en el mercado, es necesario, la existencia de un mercado activo, dinámico, estable que ofrezca información suficiente y disponible como por ejemplo, el precio de los intercambios, porcentajes de regalías, términos de intercambio estandarizados, un número suficiente de intercambios en acuerdos tecnológicos, que su búsqueda sea ágil y oportuna, y de igual forma, confiable.

4.1.3. Enfoque Basado en los Ingresos

Los métodos que se basan en este enfoque, tienen la particularidad de ser contruidos a partir de la asignación de posibles riesgos, que podrían afectar la utilidad o los beneficios futuros esperados, por parte de la tecnología.

Un enfoque basado en los ingresos se apoya de forma general en tres objetivos, menciona Ankur Singla (2004)

- ✓ Cuantificación de los beneficios económicos, ya que el tomar un enfoque basado en los ingresos esperados, requiere de una cuantificación de las unidades monetarias generadas,
- ✓ Estimación del tiempo y el modelo de los beneficios económicos esperados, debido a que es necesario saber el tiempo de vida en el cual se va explotar la tecnología desarrollada, y de igual forma seleccionar un modelo que contenga variables que repercuten en la determinación de la cuantía de los beneficios económicos en el tiempo.
- ✓ Evaluación del riesgo de los beneficios esperados; ya que una vez que se sabe el cuándo y por cuánto tiempo se obtendrán los beneficios económicos, se procede a descontar el nivel de riesgo (en algunos textos se denomina, castigar la utilidad).

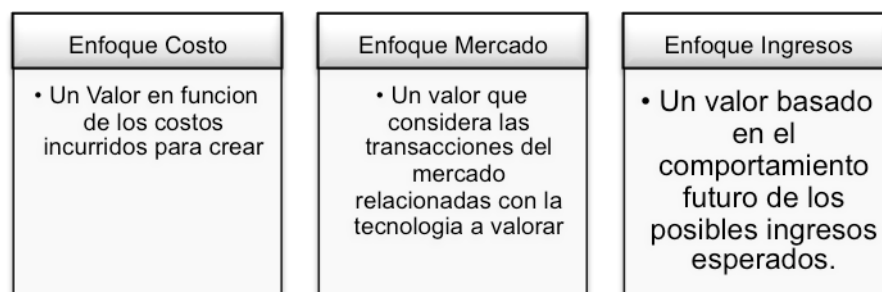
Actualmente se considera, como el enfoque más adecuado para la valoración de la propiedad intelectual que concierne a la generación de tecnologías blandas y duras (Park and Park 2004). Usualmente es aplicado para tecnologías asociadas con flujos de ingresos como por ejemplo: Patentes bajo licencias, por otra parte no es muy frecuente su uso para activos de propiedad intelectual, que se encuentren antes de la concesión de la licencia de la IP(Hagelin 2006).

En resumen, los enfoques generan un valor en función del marco de valoración, como se puede apreciar en la figura 3.

Estos enfoques tienen como objetivo direccionar o enmarcar la valoración, con el objetivo de tener unas bases para determinar un valor(Gonzales and Blesa 2010). En el capítulo siguiente, se expondrán las metodologías de valoración encontradas a lo largo de la indagación sobre el tema de valoración tecnológica. Estas, según sus características fueron clasificadas después de ser analizadas, de igual forma autores y expertos en el tema, aportaron a la clasificación de estas metodologías.

Por otra parte, todos los enfoques anteriores, ofrecen una caja de herramientas tanto para el vendedor como el comprador, las cuales aportan de manera positiva a la comercialización tecnológica. Sin embargo, no es necesario pensar en los enfoques de forma individual, se podría pensar en la combinación de estos enfoques con el fin de generar enfoques mixtos que permitan alimentarse unos con otros.

Figura 3. Enfoques de Valoración Tecnológica



Las metodologías seleccionadas y presentadas en este libro de tesis, no son estipuladas como un estándar para la valoración tecnológica, solo son métodos propuestos que se han venido estudiando a lo largo de los años por diferentes expertos en el área. Sin embargo, debido al creciente y constante desarrollo tecnológico en el mundo, el tema de la valoración tecnológica ha venido tomando cada día mayor importancia, esto se debe a que en parte, la valoración

tecnológica es un requisito necesario para la comercialización de tecnologías, por tal motivo diferentes entidades educativas, empresas y organismos de investigación y desarrollo, han visto la importancia de estudio de diferentes métodos de Valoración Tecnológica.

En la actualidad, han existido hasta el momento tres enfoques por los cuales se desarrollan estas valoraciones, siempre y cuando se realice bajo una perspectiva Económica financiera, y a partir de estos se desarrollan diferentes, métodos y modelos los cuales serán mostrados en el capítulo siguiente.

5. METODOLOGÍAS, MÉTODOS Y MODELOS DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA.

En este capítulo se abordaran las técnicas, métodos y herramientas de valoración de tecnologías y de Propiedad intelectual que tengan relación con el desarrollo tecnológico, las cuales han venido siendo presentadas y desarrollados a lo largo de la historia por diferentes autores expertos en el Tema.

La finalidad de este capítulo es poder dar a conocer las técnicas presentes para abordar el problema de valoración tecnológica, de igual forma presentar su caracterización respectiva, y desarrollar un análisis crítico.

Dentro de la búsqueda de la forma en cómo se valora la tecnología, se encontraron los siguientes los siguientes métodos, técnicas y herramientas que aportan al desarrollo del problema:

- ✓ Valoración por Costeo
- ✓ Estándares de Industria o Mercados Comparables
- ✓ Rating/Ranking o método de calificación/clasificación
- ✓ La Regla del 25%
- ✓ Método del VPN y Análisis de Sensibilidad
- ✓ Árboles de Decisión
- ✓ Valoración por Opciones Reales (Red Binomial; Ecuación de Black-Scholes)
- ✓ Valoración por Simulación de Monte Carlo
- ✓ Método por Subastas
- ✓ Método CAV

Luego de un análisis riguroso sobre cada técnica de valoración, estas se pudieron clasificar dependiendo del enfoque en el cual se encuentran basados, enfoques que fueron mencionados en el capítulo anterior, el principal objetivo de este

capítulo es poder explicar detalladamente la composición de las metodologías, modelos y herramientas, encontrados.

Finalmente se presentara una clasificación de estas técnicas según el enfoque en el cual se considera que fueron construidas y unas conclusiones con respecto a sus ventajas y desventajas.

A continuación se explicara la composición de cada técnica, método y herramientas que aportan al problema de valoración tecnológica desde una perspectiva que busca la cuantificación de un precio justo de compra para el mercado.

5.1. MÉTODO BASADO EN TÉCNICAS DE COSTEO

Las técnicas de costeo ofrecen aplicabilidad en el tema de valoración tecnológica, ya que se centran en los costos asociados con el desarrollo o la adquisición de un activo, que en este caso sería un activo intangible de composición tecnológica y se basa en la premisa de “la cuantía que un inversionista no pagaría mas por un bien, que la cantidad necesaria para reproducirse”(Mayhew 2009).

Generalmente, los parámetros usados para aplicar la valoración, suelen ser los costos acumulados que se efectúan por el desarrollo de la tecnología tales como: los costos que se incurren por investigaciones, costos jurídicos y de protección IP, depreciación.

El Centro de Enlace para la Innovación del Sur de Europa (Southern Europe Innovation Relay Centre (SEIRC) 2002), menciona que el precio se supone como un estimado equivalente al costo histórico de desarrollo y protección de la tecnología, sin embargo no necesariamente es relevante el periodo de investigación ya que esto depende cada situación:

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

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 I&D 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, Parr and Smith (2005) señalan que el valor del precio de la tecnología se podría plantear 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 generarlo (Parr and Smith 2005).

De igual forma, una valoración enfocada en el costo ofrece métodos de estimación de forma histórica sin embargo, no siempre es viable poder reconstruir estos datos históricos, pero, dado el caso que se posea una base de datos o fuente que provea estos datos, es posible aplicar valoración a partir de ellos.

Por otro parte, el autor Félix Moreno Posada (2008) de la universidad de Antioquia de Colombia menciona el uso de una formula teórica mixta, la cual incluye el costo de reproducir o elaborar la tecnología mas una cuantía de utilidad, a conveniencia del vendedor, esta es mostrada a continuación

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

Donde

- ✓ **PT** es el pago por la tecnología
- ✓ **G** es el gasto de la investigación en insumos
- ✓ **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
- ✓ **ΣΣM** es el aumento en la tasa de utilidades obtenidas por la empresa que usa la tecnología.

En general el modelo anterior determina el precio de la tecnología en dos componentes, el componente de la izquierda el cual es el costo para elaborar la tecnología, y el componente de la derecha (sumatoria) que representa el margen de utilidad esperado, en función de las empresas que usan esa misma tecnología.

Smith y Parr mencionan que “el monto total de costos del proyecto, no reflejan los efectos negativos sobre la utilidad de la tecnología tales como la depreciación, en donde estas se presentan como una disminución del valor debido al desgaste

funcional”¹⁸. Un ejemplo común podría ser el de un laboratorio farmacéutico el cual invierte en investigación y desarrollo referente a la generación de un nuevo producto analgésico, y al cabo de unos meses de puesta en marcha el proyecto, aparece un nuevo producto en el mercado que cumple aparentemente, su misma función.

En conclusión, estos métodos de costeo, solo podrían reflejar en ciertos caso, una parte del valor de la tecnología, en términos de un precio justo, ya que un principio de la tecnología, es que esta sea valorada por lo que puede llegar a producir mas no por su costo, sin embargo es muy común encontrar la aplicación de este método cuando ocurren litigios con respecto a un acuerdo tecnológico, al tener la concepción de que “algo vale por lo que cuesta.” Sin embargo dentro de la investigación se descubrió que este método es aun usado sobre todo cuando existen problemas legales donde no se cumpla algún tipo de clausula en los contratos de acuerdos tecnológicos, generalmente cuando estos son llevados ante la corte para procesos de litigio. De igual forma se encontró que también es usado en las valoraciones de generación de software.

5.2. MÉTODO BASADO EN ESTÁNDARES INDUSTRIALES O MERCADOS COMPARABLES.

Esta método de valoración tecnológica se desarrolla bajo un enfoque basado en datos del mercado, en donde su función principal es estimar un valor base a partir de acuerdos de tecnologías ya realizados entre partes independientes del mercado, esto se logra gracias a un consenso, entre la información presente del mercado, con aspectos similares al activo intangible a valorar (Hastbacka. 2004).

Este método no busca simplemente el porqué de cómo otras personas han establecido los precios de sus acuerdos, sino en estimar un precio o un valor que

¹⁸ Smith, Parr. The replica of the original intellectual property is not state of the art. Citado por Ankur Singla, «Valuation of Intellectual Property,» *National Law School of India University*, 2004: 28.

podría llegar a tener la oportunidad, tomando como base características similares entre acuerdos tecnológicos.

Según el Instituto de Comercialización Australiano, (Valuations of Intellectual Property) este es el método más común usado en el mundo de concesión de licencias ya que refleja “un valor justo de mercado por la tecnología o propiedad intelectual”. De igual forma Razgaitis (2009). menciona que comúnmente, es un método usado para determinar el porcentaje de regalías de los beneficios esperados por parte de la adquisición tecnológica. Esto se debe posiblemente a la creencia o el paradigma de que si existe un punto de referencia que ofrezca comparar precios entre sí de tecnologías similares del mercado, los involucrados en la conciliación de un acuerdo tecnológico entre sí, posiblemente tomaran esta técnica como un método creíble.

Sin embargo este método requiere de una o varias fuentes de información y datos referentes a los precios del mercado, esta información puede ser suministrada por:

- ✓ Publicaciones de encuestas
- ✓ Bases de datos internas
- ✓ Propuestas o Normas de valores
- ✓ Anuncios públicos
- ✓ Casos judiciales por litigios
- ✓ Aprendizaje organizacional
- ✓ Entro otros



Países como EEUU, Japón o Corea, son países que proveen sistemas que facilitan el comercio tecnológico, a partir de mecanismos que promueven el desarrollo tecnológico del país. Por ejemplo: En Japón se ha venido recolectando información de datos de alrededor 1970 donde clasifican la tecnología según su naturaleza, ya sean, tecnologías de tipo químico, metálicos, maquinaria, eléctricos y otros; a su vez, la información también es clasificada y presentada dependiendo de los términos de pago(Razgaitis 2009), esto se puede apreciar en la figura 4.

La información presente en la figura. 4 muestra el porcentaje de cada categoría de tecnología en el cual se mueven los pagos dependiendo del rango de regalías manejados en el mercado.

Esta información normalmente es recolectada a partir de los acuerdos tecnológicos, realizadas de forma voluntaria (generalmente es recolectada a través de encuestas) por asociaciones, compañías, universidades o centros de investigación (Razgaitis 2009).

Figura 4. Porcentaje de Regalías del Mercado.

Tecnologías	Categoría Rangos de Regalías						
	0-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	over 25%
Industria Primaria							
Aeroespacial		40,0%	55,0%	5,0%			
Automotriz	35,0%	45,0%	20,0%				
Quimico	18,0%	57,4%	23,9%	0,5%			0,1%
Computacional	42,5%	57,5%					
Quimico		50,0%	45,0%	5,0%			
Electronico		50,0%	15,0%	10,0%		25,0%	
Energetico	12,5%	62,5%	25,0%				
General	21,3%	51,5%	20,3%	2,6%	0,8%	0,8%	2,6%
Educación	7,9%	38,9%	36,4%	16,2%	0,4%	0,6%	
Equipos medicos	10,0%	10,0%	80,0%				
Farmaceutico	1,3%	20,7%	67,0%	8,7%	1,3%	0,7%	0,3%
Telecomunicacion				100,0%			
Otros	11,2%	41,2%	28,7%	16,2%	0,9%	0,9%	0,9%

Fuente: McGavock, et al., " Factors affecting Royalty rates,". Les nouvelles, (1990) P.107. presentada en (Razgaitis, Approaches, tools & Methods of valuation 2009)

Otro mecanismo de generación de fuentes de información, es la creación de bases de datos internas, por parte de las empresas generadoras de tecnologías o por qué no, de las mismas empresas u organismos que también adquieren tecnologías.

Otra forma de poder encontrar esta información, es a partir de normatividades provenientes de un ente gubernamental, o también, por porcentajes de regalías propuestos por parte de expertos en el tema. Por ejemplo, Tom kiley propone una normatividad con respecto a porcentaje de regalías para algunas aplicaciones farmacéuticas, estas se pueden apreciar en la figura 5(Razgaitis 2009).

Otro Ejemplo de esto, son los valores propuestos por otro experto en tecnología farmacéutica,(Kahn 2009). En la figura 6. Se pueden apreciar tales valores que abarcan el porcentaje de regalías, los rangos de pagos cuando estos se efectúan de forma adelantada y los rangos de los pagos mínimos, estas unidades se encuentran en Dólares. De igual forma, entidades educativas como universidades y centros de investigación, a partir de su experiencia en la generación de conocimiento y perspectivas en el alcance de la tecnología desarrollada, están en la capacidad de emitir propuestas o normas en lo que concierne al porcentaje de regalías o cuantías que se deben recibir, según el tipo de tecnología.

Organizaciones como la ATUM¹⁹, creado con el objetivo de generar mecanismos que aporten efectivamente la comercialización tecnológica en EEUU, o la JST²⁰ son entes que presentan propuestas de valores de mercado.

Figura 5. Porcentaje de regalías propuestas para algunas aplicaciones farmacéuticas

Tecnologia/Industria	Regalías recibidas %	Pagos por adelantado \$K	Pagos minimos \$
Reactivos / Procesos	(1-3)	Costo de la patente	(2-10)
Reactivos / kits	(2-10)	Costo de la patente	(2-10)
Diagnosticos in vitro	(2-6)	(5-20)	(2-60)
Diagnosticos en vivo	(3-8)	(5-20)	(2-20)
Terapeuticos	(4-12)	(20-150)	(5-25)

Fuente: © Porcentajes propuesto por Thomas D. Kiley en 1990. Citado por Richard Razgaitis en su libro Valuation & Dealmaking of Technology-Based intellectual Property. 2009. P. 105.

¹⁹ Association of University Technology Managers (ATUM). en la web en: <http://www.autm.net/Home.htm>

²⁰ Science & Technology Agency. Japan Mayor información en la web en: <http://www.jst.go.jp/EN>

Figura 6. Porcentajes de regalías y pagos propuestos basados en datos obtenidos de acuerdos tecnológicos universidad-empresa en EEUU.

Estandar Regalías Propuestas	Porcentaje	
	Exclusivo	No Exclusivo
Desarrollo Drogas ADNr	(7-10)	(3-4)
Aprobacion Drogas ADNr	(12-15)	(5-8)
Terapeuticos de tipo Mab	(5-7)	(3-4)
Diagnosticos Mab	(3-4)	(1-2)
Componentes Drogas Partos Medicos	(2-3)	(0,5-2)

Fuente: Porcentajes Richard Razgaitis en su libro Valuation & Dealmaking of Technology-Based intellectual Property. 2009. P. 106.

Estas propuestas se desarrollan de forma subjetiva pues dependne de la opinión de expertos, sin embargo estos perciben patrones de comportamiento del mercado debido a su experiencia en el tema de comercialización de tecnología.

De igual forma, existe una variedad de información transmitida en varias noticias y publicaciones en tales medios como Wall street Journal, business week, New York Times, bases de datos consultables como LEXIS-NEXIS, y demás fuentes de información suministradas por la Web; la existencia de publicaciones que regularmente se encuentran en artículos relacionados con tecnología, o términos financieros de licenciamiento tecnológico, son fuentes de información que también pueden contener información del comportamiento del mercado.

Otra Fuente de información ocurre cuando se presencia de casos judiciales en algunas situaciones es probable que no se cumplan algunos de los términos establecidos dentro del contrato de transacción tecnológico, por lo tanto estos caso se llevan a corte por litigios, en donde se manejan en un cierto periodo bajo confidencialidad, luego al cabo de un tiempo esta información se pone a disposición del público(Razgaitis 2009), dependiendo del tipo de falta presentada.

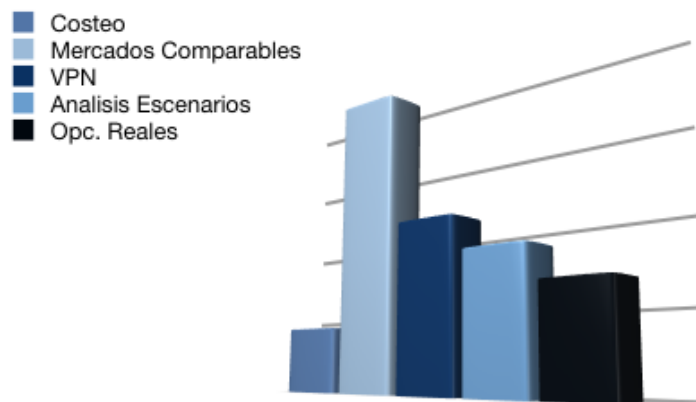
Finalmente el aprendizaje organizacional que se adquiere a partir de la experiencia en el campo de la comercialización tecnológica, es una fuente

información más en la replicación de esta técnica. Generalmente, los involucrados en estos acuerdos, poseen paradigmas en lo que concierne al porcentaje de regalías manejado por el mercado, esto se debe a la experiencia adquirida, muchos de ellos asumen un porcentaje entre 1% y 5% para hardware, software hasta un 25%, Videojuegos electrónicos hasta un 50%, industria automotriz de un 2% hasta 5%, entre otros.(Lauri 2004)

El método de Estándares de Industria o Mercados Comparables, es un método comúnmente usado debido a la concepción de que este método ofrece un valor justo de mercado, por otro lado, es un método que posee un bajo costo de aplicación, es un método ágil, que posee consideraciones de alta importancia como es el realizar análisis de benchmarking (Hastbacka. 2004).

En la figura 7 se muestra el nivel de preferencia por parte de empresarios estadounidenses y obtenidos a partir de encuestas en donde se tomaron los sectores farmacéuticos, biotecnología, Inversiones de capital de riesgo, investigaciones en áreas de la salud y universidades que trabajan en transferencia tecnológica.(Mayhew 2009)

Figura 7. Técnicas empleadas para valoración tecnológica.



Fuente: Stephen Mayhew. Datos presentados en su artículo "Practical approaches to early stage life sciences technology valuations".

Sin embargo, su complejidad radica en las consideraciones seleccionadas al momento de realizar los análisis de tecnologías comparables (activos que se van a comparar con la tecnología a valorar), ya que la mayoría de los datos no ofrecen información completa y detallada del activo comparable. Generalmente la información es solo un listado de precios o porcentajes de regalías de tipos de tecnologías. En conclusión, la mayor dificultad del uso de mercados comparables, es lograr la identificación más aproximada de los acuerdos seleccionados para realizar el análisis de Benchmarking.

Por otra parte, el método estrictamente requiere de un mercado activo respecto al comercio de tecnologías, en conclusión, es un método que probablemente sea difícil de aplicar en países en vía de desarrollo, debido a la dificultad de encontrar fuentes de información, por la inexistencia o el poco desarrollo que se lleve hasta el momento de mecanismos que contribuyen a un crecimiento sostenible del comercio tecnológico en tales países.

En el Anexo 2 se dispone de un listado con algunas fuentes de información relacionadas con este método de valoración.

El anexo 3 contiene información más detallada de la forma de recolección o fuentes que podrían generarlas.

5.3. MÉTODO BASADO EN LA TÉCNICA DE RATING/RANKING

La técnica de Rating-Ranking es en general una clasificación y/o calificación del valor. Esto se desarrolla a partir de una pre-identificación o determinación de datos, basados en unos criterios de selección, con el fin de poder dar una puntuación ponderada estándar, determinando así un valor relativo de la tecnología(F. H. Hunt 2003)

Razgaitis(2009) ve esta metodología como una manera sistemática al momento de tomar información de acuerdos tecnológicos anteriores o datos que sirvan de apoyo para realizar valoración tecnológica, por lo tanto, es correcto decir que esta metodología posee una relación directa con el método de Estándares de la Industria o Mercados Comparables al ser aplicado como una herramienta de apoyo en dicho método.

El autor explica su composición en el libro Valuation and Pricing of Technology Based Intellectual Property. En el habla acerca de dos instancias generales: Un Factor de Valoración y una clasificación del valor. El primero hace referencia a un resultado obtenido a partir de un análisis relativo Factor-por-Factor entre la comparación de una tecnología A con una Tecnología B, la idea principal es mirar que componentes de A poseen alta, neutral o baja correlación con los componentes de B; y el Segundo se refiere a las clases de valor, en donde se establece una base de calificación. Un ejemplo de esto podría ser la clasificación de estudiantes de colegio según sus notas estudiantiles Excelente (E), Bueno (B), Aceptable(A), o Insuficiente (I).

A continuación se explicaran los dos componentes generales que abarcan al método de Rating/Ranking.

5.3.1. Factor de Valoración

El factor de valoración se compone de cinco elementos: criterio de puntuación, sistemas de puntuación, escalas de puntuación, factores de ponderación, tablas de decisión, estos serán explicados a continuación

✓ Criterios de Puntuación

Los criterios de puntuación expresan las consideraciones a tener en cuenta en la puntuación, como por ejemplo: el tamaño de mercado, la protección de patentes, o las etapas de desarrollo de la tecnología.

Razgaitis (2009) afirma que este, es un paso crítico de la técnica, ya que la selección de estos criterios serán la base de la aplicación de la metodología, por lo tanto se debe seleccionar apropiadamente estos criterios de puntuación, el autor también menciona que generalmente se realizan bajo consenso dentro de una mesa de expertos con el fin de poder determinar acertadamente los criterios importantes, normalmente se busca usar 5 o más criterios de puntuación.

En el anexo 5 se presenta un ejemplo de Georgia Factors en donde se utilizan 15 criterios de puntuación, estos factores fueron presentados por Robert Goldscheider(1970).

✓ **Sistemas de puntuación**

Los sistemas de puntuación hacen referencia a la naturaleza o el tipo en el cual se asignaran escalas de puntuación, por ejemplo: una puntuación alto o medio o bajo, puntuación de 0 a 100 donde cero es el valor más bajo y 100 el valor más alto, puntuaciones simbólicas -, +, =, puntuación según colores, entre otros.

✓ **Escalas de Puntuación**

Son medidas o valores de puntuación las cuales pueden ser subjetiva, ya que es creada por expertos en el área en cuestión, a partir de sus experiencias, buscando describir en ellas, las posibles circunstancias, u objetiva: al ser creada a partir de la comparación entre valores obtenidos de resultados reales.

✓ **Factores de Ponderación**

Los cuales indican el nivel de importancia que tiene un criterio sobre otro.

✓ **Tablas de decisión**

Las tablas de decisión muestran los resultados finales de este método de valoración usando una cuantificación de todos los factores de ponderación respecto al total. Estas pueden ser explicadas de forma grafica

En el anexo 4 se presenta un ejemplo con respecto al cálculo de factores de valoración

5.3.2. Clasificación del valor

La clasificación de 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, a continuación se presentara un breve ejemplo de clasificación de valor sobre rangos de regalías de acuerdos tecnológicos:

Figura 8. Rango de acuerdos de regalías de acuerdos realizados.

A	B	C	D	E
>10%	6%-10%	3%-6%	0,5%-3%	<0,5%
A1	B1	C1	D1	F1
A2	B2	C2	D2	F2
	B3	C3	D3	F3
	B4	C4	D4	
	B5	C5	D5	
		C6	D6	

Fuente: Richard

Razgaitis. Datos presentados en su libro "Valuation & Dealmaking of technology-Based intellectuall property".

En este ejemplo se clasifico información obtenida a partir de un análisis de mercados comparables, donde se tomaron datos de empresas farmacéuticas que pagan porcentajes de regalías, la idea es clasificar las empresas dependiendo del criterio de clasificación, que en este caso son los rangos de regalías pagados por las empresas; y también por un orden jerárquico basado en mas criterios de selección (dado el caso que sea más de un criterio, estos se ponderan con el fin dar el orden esperado).

Estos criterios provienen generalmente de la experiencia y el conocimiento de expertos en el tema de transferencia tecnológica, la concesión de licencias, el mercado respectivo según el tipo de tecnología, entre otros, en el anexo 6 se presenta las consideraciones a tener en cuenta en el momento de aplicar esta metodología. Propuesto por el LES (Licensing Executives Society) en EEUU/Canada.

El uso del Ranking/Rating dentro de la valoración tecnológica, puede llegar a ser una metodología muy útil debido a que a pesar de que depende inicialmente de la experiencia de expertos en la selección de los criterios, sus cálculos son poco complejos, (su metodología es bastante similar a el análisis de estructura salarial de cargos por factores) y sin duda alguna, ofrece la posibilidad de descubrir nuevas oportunidades de mercado, sin embargo se puede apreciar a simple vista que este método requiere de la información del mercado, en especial al analizar los criterios de selección y cuando se realiza la clasificación del valor, por lo tanto, se puede decir que este método está directamente relacionado con estándares industriales o mercados comparables. En conclusión, el Rating/Ranking es también una herramienta que facilita la utilización del método basado en mercados comparables.

5.4. MÉTODO BASADO EN LA REGLA DEL 25%.

La regla del 25% es un método heurístico que busca desarrollar una valoración simple, ágil, y fácil, aplicable a diferentes situaciones específicas. El método proviene de un principio denominado “Reglas de oro” el cual es una directriz comúnmente utilizada para toma de decisiones basadas en numerosas experiencias (Razgaitis 2009).

El experto en el tema de valoración de propiedad intelectual Robert Goldscheider escribió por primera vez en 1971 sobre la regla del 25%, en donde señala que esta regla se había venido trabajando desde 1958, en donde se mencionaba que normalmente los derechos de regalías del inventor, debe tener una cierta

proporción a los beneficios obtenidos, la cual se encuentra entre 10% y 30%(Goldscheider 2002).

Este método hace referencia a una equidad en el momento que se pacta el acuerdo tecnológico entre ambas partes (comprador-vendedor). Este acuerdo debería ser equitativamente proporcionado, sin embargo, ¿cómo se llega un acuerdo equitativo de esta forma? Notoriamente, tanto el vendedor como el comprador esperan un porcentaje mayor de 0% y menor de 100% del total de las ganancias resultantes provenientes del acuerdo tecnológico, es probable que ellos piensen que lo más conveniente es 50%-50%. Sin embargo el experto Razgaitis (2007) menciona cuatro aspectos fundamentales que se deben analizar al momento de determinar un porcentaje equitativo, los cuales son:

✓ **Valor Total:**

Ya que es el resultado de una transacción. En general, el comprador será capaz de crear un producto o un servicio a partir de la tecnología adquirida, con el fin de recibir un beneficio, (Richard Razgaitis (2009) aclara que estas ganancias serán percibidas en valores monetarios para el comprador así como también una porción que debe ser redistribuida al licensor/ vendedor en el caso que el acuerdo se estipule el pago de regalías) normalmente, estos beneficios obtenidos se presentan después de un periodo de tiempo considerablemente amplio.

✓ **Reparto o prorrateo:**

Ya que este define la equidad para ambas partes, generalmente se piensa que “el 25% de la ganancia total la percibe el vendedor y el 75% el comprador”.

✓ **Inversiones:**

Debido a que tanto vendedor como comprador deben generar unas inversiones (inversiones que no siempre son proporcionales) con el fin de

obtener algo a cambio. Sin embargo, estas inversiones realizadas deben generar una cantidad de beneficios monetarios atractivos para ambas partes.

✓ **Riesgo:**

Ya que es un factor que existe de forma predominante en todos los proyectos de naturaleza tecnológica

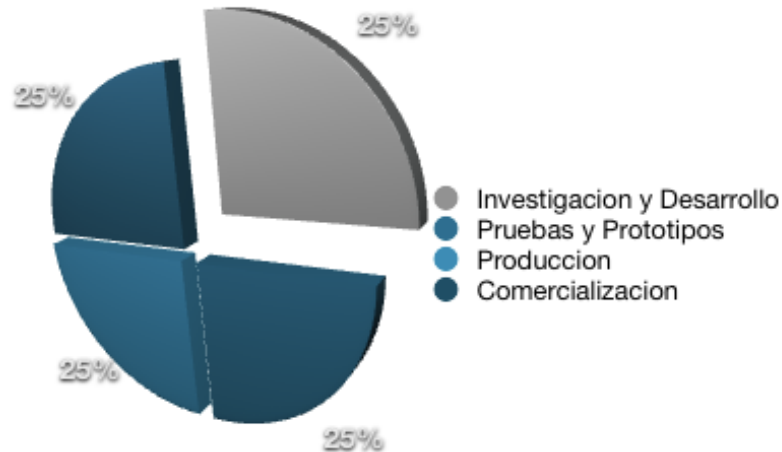
Estos aspectos se evalúan con el fin de estipular un porcentaje de regalías a partir de analizar de cuanto es el valor Total, el Reparto o Prorratio que se manejaría, el nivel de inversión que realiza el comprador y el vendedor, y el riesgo que asume el vendedor y el comprador.

Según Razgaitis (2009), esta regla proviene de la perspectiva “una cuarta parte”, la cual quiere decir lo siguiente:

Existen cuatro grandes pasos para llegar al producto o servicio terminado²¹. El primer paso es la investigación y desarrollo que se requiere para crear la tecnología, el segundo es poder llevar esto a su manufactura, El tercer paso es iniciar su producción, y el cuarto y último paso es la comercialización de la tecnología. Con base en esto, se presume que la investigación y el desarrollo de la tecnología daría un aporte de los beneficios esperados en un 25% y llevar a manufactura, producirla y comercializarla, aportan el otro 75%, siempre y cuando se asuma que todos los pasos poseen el mismo porcentaje de aporte a la generación de beneficios esperados, aunque también se puede asumir un 33% ya que los pasos uno y dos se encuentran muy correlacionados.

²¹ En algunas ocasiones se toma un 33% en vez de un 25% dependiendo de que tan unificadas se encuentren las fases de I&D con Pruebas y Prototipos

Figura 9. Ciclo de vida de la tecnología.



Fuente: Autores proyecto de grado

La investigación de una idea tecnológica no es tan simple, esta requiere de ciencias básicas, ingenierías, análisis, evaluaciones de laboratorios, iteraciones y un diseño final. En otras palabras, este regla lo que busca es intentar extraer que componentes que permiten crear tecnología, se percibe más por parte del comprador.

La regla del 25% se aplica de tal forma, en que el licenciatarario deba pagar una tasa equivalente de regalías las cuales se expresan como el 25% de las ganancias esperadas en donde este porcentaje se aplica a la utilidad operativa (EBIT), pero, ¿porque no aplicarlo a las ventas o a la utilidad neta? La respuesta a esto, se debe a que si se aplica la regla a la utilidad neta el porcentaje de regalías se vería afectado por los intereses de la forma de financiación, por otro lado, si se aplica la regla sobre las ventas, no se estaría tomando en cuenta el impacto generado por el costo de las ventas o los costos de producción, las aplicaciones tecnológicas dentro de los procesos productivos o mejoras en el servicio al cliente, generan mayor valor agregado a estos, sin embargo es posible que estas

aplicaciones tecnológicas repercuten altos costos, por tal motivo resulta más adecuado aplicar el porcentaje de regalías a la utilidad operativa, pero se deben analizar los gastos generados por administración y ventas ya que estos también pueden consumir gran parte si no son bien gestionados de la utilidad operativa. Sin embargo, se encontró que normalmente, las regalías de las licencias de tecnología, son casi siempre calculadas en función del volumen de ventas (Jonathan Kemmerer 2008), esto se debe a que es mucho más fácil realizar una gestión auditable al porcentaje de ventas que al porcentaje de utilidad operativa.

Figura 10. Aplicación de la regla del 25% al esquema general del estado de resultados.

ESQUEMA GENERAL ESTADO RESULTADOS	Porcentaje
VENTAS	100%
(-) Costo de ventas	
UTILIDAD BRUTA OPERACIONAL	$((\text{Ut. OP. Bruta})/\text{Ventas})100\%$
(-) Gastos operacionales de ventas	
(-) Gastos Operacionales de administración	
UTILIDAD OPERATIVA	$((\text{Ut. OP})/\text{Ventas})100\%$
(+) Ingresos no operacionales	
(-) Gastos no operacionales	
UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	$((\text{Ut. Int. e Imp.})/\text{Ventas})100\%$
(-) Intereses	
UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS	$((\text{Ut. Antes Imp})/\text{Ventas})100\%$
(-) Impuestos	
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	$((\text{Ut. despues Imp})/\text{Ventas})100\%$
(-) Reservas y dividendos repartidos	
UTILIDAD NETA	

Fuente: Autores proyecto de grado

En conclusión, es de gran importancia la elaboración de estados de resultados, ya que estos permiten dar una mayor información con respecto al porcentaje de regalías que recibirá el vendedor. En el anexo 7 se presentan algunos ejemplos de

la aplicación de esta regla a valoración tecnológica para una mayor comprensión al lector.

Robert Goldscheider (1995) menciona que la regla del 25% no es una regla formal, en realidad es una guía que debe ser refinada con el fin de adaptarse a unas condiciones de valoración específica. El número adecuado para aplicar el porcentaje no es siempre el 25%, esta cifra ha surgido como una generalización común y es muchas ocasiones se toma como un cálculo inicial útil (Epstein and Marcus 2003), por lo cual se recomienda considerar el impacto que obtendrá el comprador al adquirir la tecnología, ya que esto se verá reflejado en los futuros estados de resultados del mismo

Otro aspecto a considerar, es que este método no ofrece orientaciones por el pago, este sugiere como el ahorro en costos o el aumento por valor agregado a las ventas, debe ser repartido entre vendedor y comprador, por lo tanto, es probable que este método da una sensación de equidad ya que se basa en un reparto de ganancia anticipado (Martinez Patent P.C. 2008).

La regla del 25% se puede tomar como una base de negociación, al ser un método ágil, y práctico, que depende de análisis heurísticos y de la experiencia de expertos de comercialización de tecnologías y concesión de licencias de patentes de tipo tecnológico (Borshell and Dawkes 2009). Sin embargo, en la actualidad varios autores y empresarios han tenido críticas al respecto de la regla, debido a que no es método científico para toma de decisiones, por ejemplo: Rusek y Cox (2010) pertenecientes a NERA Economic Consulting²², presentan críticas sobre la regla del 25%, al no estar basada en principios económicos y financieros. De igual forma, Nigel & Dawkes (2009) expertos en el tema de la industria farmacéutica y la biotecnología, mencionan que esta regla es incongruente al no tener suficientes bases sólidas, ni argumentos científicos para su utilización. Sin embargo, a pesar de las inconformidades de esta regla, expertos en el tema como Goldscheider

²² Firma mundial de expertos en áreas económicas y financieras. Mayor información en la web en: <http://www.nera.com/index.htm>

argumentan que esta regla sirve como un buen punto de partida para las negociaciones debido a su concepto de Equidad, a su facilidad de aplicación y a que los valores presentes del mercado no son tan lejanos a los valores arrojados por esta regla (Jonathan Kemmerer 2008).

En conclusión, la regla del 25% es un método bastante ágil y de poca complejidad para las partes, ya que representa el porcentaje de investigación y desarrollo para la creación de la tecnología, por tal motivo esto también puede dar una idea de equidad al momento de la negociación entre las partes, por otro lado, hay que recalcar que no basta con realizar una valoración tecnológica efectiva sino también ágil y que sea oportuna. Uno de los grandes problemas de la valoración tecnológica, es la velocidad con que esta se realiza, ya que el mercado tecnológico cambia constante y rápidamente, por otro lado “la tecnología debe ser explotada mientras esta sea joven, ya que es un activo en constante depreciación”²³, por lo tanto la comercialización tecnológica y la efectividad de los acuerdos tecnológicos deben ser ágiles con el fin de poder aprovechar al máximo la tecnología.

En el anexo 8 se muestra un listado propuesto de factores a considerar al momento de decidir aplicar un monto de regalías

5.5. MÉTODO BASADO EN EL CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO.

El método de valor presente neto es comúnmente conocido en las evaluaciones de proyectos de inversión a largo plazo, en donde este permite determinar si las inversiones realizadas cumplen con el objetivo básico financiero (Association Française des INVESTISSEURS EN CAPITAL 2005).

Este método se utiliza para la valoración de todo tipo de activos que produzcan ingresos, en donde la idea principal es evaluar el futuro de estos ingresos netos. Este se enfoca en la rentabilidad del activo y expresa los ingresos económicos que

²³ Wally Murray. Manager, External Ventures and Global Licensing. Procter & Gamble.

se pueden obtener durante el periodo de explotación del activo llevándolos a un valor en el presente, por lo tanto, este método muestra el concepto del valor del dinero en el tiempo (Hong, et al. 2007).

El modelo del VPN se expresa a continuación:

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

Donde:

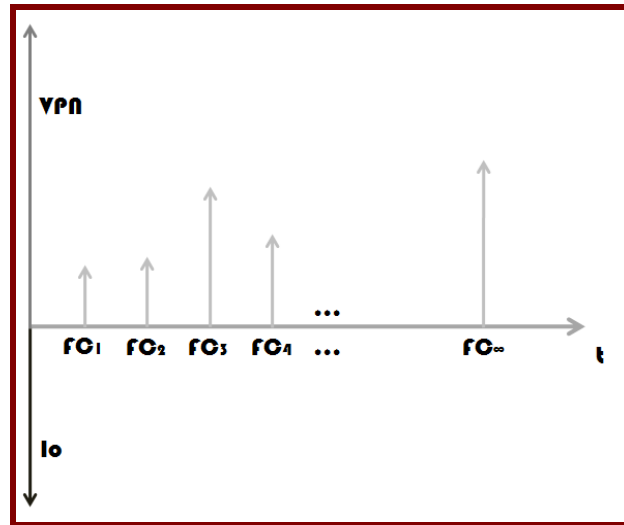
- ✓ VPN es el valor del activo que en este caso hace referencia a la tecnología
- ✓ t es el periodo de tiempo en que se recibirán los ingresos de dinero
- ✓ i es la tasa de riesgo asociada a la inversión
- ✓ **FC_t** es el flujo de dinero en el tiempo t

La idea principal, es establecer una valoración a partir de la determinación del valor presente neto de los flujos de caja descontados que se generaran por la adquisición tecnológica (Razgaitis 2009). La figura 11 da una explicación grafica del esquema general los componentes del modelo, en donde **Io** seria la inversión tecnología, **FCn** serian los flujos de caja generados a partir de la nueva tecnología incorporada.

En párrafos anteriores se menciona que un principio de la tecnología, era que esta debía ser valorada por sus beneficios esperados. El método de VPN, es una herramienta que fácilmente se ajusta a este principio, pero para su uso, se deben analizar los componentes del modelo ya que no todos los activos se comportan de la misma forma, por ejemplo:

La vida económica de la tecnología es un factor que determina el tiempo en el cual se recibirán los ingresos esperados después de que esta ha sido comercializada o en otras palabras, después del acuerdo tecnológico entre las partes.

Figura 11. Esquema general del flujo de caja descontado.



Fuente: Autores proyecto de grado

Por otra parte, se encuentra la tasa de riesgo, el cual es un factor que se puede calcular de diferentes formas ya que depende de la subjetividad del evaluador o evaluadores que replican el método, esta tasa de descuento depende de muchos factores, por ejemplo los riesgos asociados al mercado, los riesgos operacionales, los riesgos de obsolescencia de la tecnología, entre otros.

Según Razgaitis (2009), el valor del VPN dependerá en gran medida de la tasa de riesgo que se asigne para su cálculo y esta podría 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 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

En el anexo 9 se presenta un análisis de sensibilidad con respecto a diferentes tasas de riesgo tomadas para el cálculo del VPN y de cómo esta afecta su valor.

Dependiendo de la situación, se toma una tasa de riesgo apropiada para dicha situación. En donde estas tasas poseen porcentajes diferentes pues su objetivo es expresar el nivel de riesgo al cual se enfrentarían los ingresos futuros generados por la tecnología en cuestión, en el anexo 10 se plantea una clasificación del nivel de riesgo propuesta por el autor Richard Razgaitis.

Razgaitis (2009) también menciona acerca de este riesgo como una tasa de riesgo ajustada a las dificultades (RAHR-Risk Adjusted Hurdle Rate), el cual es una tasa que busca analizar los posibles factores de riesgo presentes en la inversión de la adquisición tecnológica y ponderarlos. Este RAHR se expresa de la siguiente forma:

$$\text{RAHR} = \text{Porcentaje Base Corp.} + (\text{suma de los riesgos indiv.})$$

La idea general es poder realizar una clasificación de posibles factores que incidan sobre la tasa de riesgo, con el fin de dar una tasa más acertada para la aplicación del VPN. En el anexo 11 se presenta un ejemplo donde se calcula esta tasa de riesgo ajustada, con el fin de dar una mejor explicación al lector.

El realizar diferentes análisis sobre el VPN variando la tasa de riesgo, da lugar a un análisis de escenarios, sin embargo estos análisis se pueden llevar a cabo al modificar otros componentes del flujo de caja producido por la tecnología, por ejemplo, el variar la cantidad de ventas por el ingreso de nuevos competidores, aumentar o disminuir el precio de productos vendidos, aumentar costos, entre otros. En el anexo 12 se puede apreciar gráficamente lo mencionado anteriormente.

La valoración tecnología también puede ser desarrollada a partir de la aplicación del método de arboles de decisión, este método puede servir como herramienta en los análisis de escenarios del método de VPN.

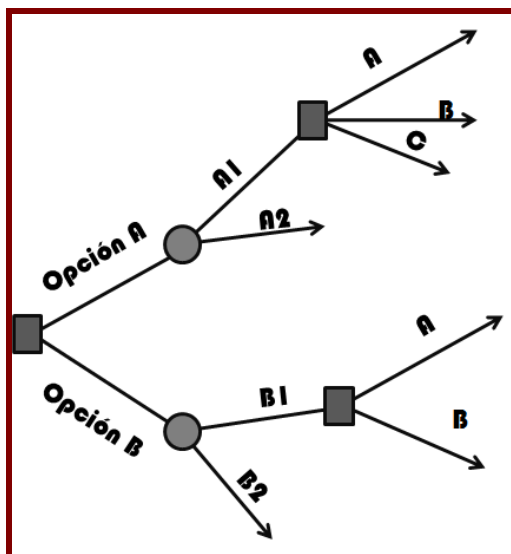
5.5.1. Arboles de Decisión aplicados a Valoración Tecnológica

Los Arboles de Decisión son una serie, compuesta por diagramas de decisiones de forma secuencial, el cual genera los resultados posibles frente a una situación dada (Tan, et al. 2010). El objetivo de estos, es orientar con respecto a las opciones que se pueden tomar, sus resultados bajo una probabilidad dada. Estos permiten mostrar la relación que existe entre cada condición (Razgaitis 2009).

Si se observa la figura 12, se aprecia la composición del método el cual consta de Opciones a tomar y consecuencias generadas por dicha opción (A1, A2, B1, B2), en donde estas consecuencias se generan bajo una probabilidad dada. Estas son representadas por las ramificaciones del árbol (flechas). Los cuadros del grafico indican una toma de decisión que se debe tomar en ese momento del proceso. Los círculos representan el nodo de probabilidad de la consecuencia que se obtendrá por la decisión tomada.

El objetivo de su desarrollo es tomar la ruta óptima la cual da lugar a una solución apropiada para la toma de decisiones.

Figura 12. Esquema general de un árbol de decisión.



Fuente: Autores proyecto de grado

Los valores obtenidos por el método de VPN pueden ser analizados a partir de un análisis por arboles de decisión sirviendo así como herramienta para la aplicación del método de arboles de decisión. Estos, son simples y conceptualmente fáciles de entender, ya que su representación grafica visualiza la secuencia de eventos vs decisiones. Sin embargo, el uso de sus probabilidades son subjetivas por lo tanto el análisis en ocasiones puede no dar un valor no justo. Por otra parte, existe otro método de valoración muy similar que se ajusta mucho mejor a los principios básicos de la valoración financiera: Método Binomial, este se abordara más adelante.

En el anexo 13 se presenta un ejemplo sobre arboles de decisión con el fin de dar una mayor explicación del tema

El uso del método de VPN es un método muy común, usado hoy en día en los análisis para la toma de decisiones de inversiones, sin embargo su uso posee ciertas restricciones tales como, un comportamiento un poco estático ya que a pesar de poder realizar análisis de sensibilidad que buscan valorar diferentes

escenarios, estos son muy pocos en comparación con los presenten en la realidad, por otra parte, la tasa de riesgo que se aplica al modelo tiende a ser estática, lo cual es una desventaja a considerar (Tan, et al. 2010).

Este método de valoración se puede tomar como el análisis de opciones a considerar en la toma de decisiones, la cuales se basan en los retornos esperados con sus respectivas probabilidades. Dependiendo del resultado de cada opción y de la probabilidad con que esta ocurra se obtendrá un valor esperado. En conclusión, estos árboles de decisión poseen una relación directa con los métodos avanzados denominados Opciones Reales.

A continuación, se presentaran los basados en dinamismos de los sucesos reales.

5.6. MÉTODO BASADO EN OPCIONES REALES.

El método de valoración por opciones reales, proviene del método de valoración de opciones financieras en donde una opción Financiera se considera como un derecho que proporciona a su propietario la posibilidad comprar o vender una acción durante un periodo de tiempo estipulado a un precio previamente definido por el propietario.

El método de opciones reales tiene como objetivo evaluar activos reales de forma análoga como lo hacen las opciones financieras con acciones del mercado (Bailey, et al. 2004). Este término fue acuñado por Stewart Myers en 1977 en donde él propone la aplicación de la teoría de valoración de opciones financieras a la valoración de opciones reales. Pero, como se comportan estas opciones financieras y de que se componen?

Las Opciones Financiera se dividen en dos clases principales, las cuales son:

- ✓ **Opción de Compra (CALL):** Esta opción permite comprar la acción al precio de ejercicio establecido en un periodo de tiempo determinado

- ✓ **Opción de venta (PUT):** Esta opción permite vender la acción al precio de ejercicio establecido en un periodo de tiempo determinado

En el Anexo 14 se presenta un ejemplo de lo mencionado anteriormente²⁴.

El concepto de opciones financieras proviene alrededor de 1973. En el Diario de Economía política de Chicago, Black F. & Scholes, M. Publican su artículo: **The Pricing of Options and Corporate Liabilities** (Razgaitis 2009).

Según Fischer Black, y Myron Scholes, se puede fijar el precio de las Opciones Financieras utilizando el principio de arbitraje con una cartera construida para carecer de riesgos, superando absolutamente la necesidad de tener que estimar las distribuciones de retornos. Estos autores demostraron que era posible establecer el valor de una opción construyendo una cartera replica, consistente en una cierta cantidad de acciones en el activo y una cierta cantidad de bonos libres de riesgo. La cartera se construye de forma tal que sus flujos de fondos reproducen exactamente a los flujos de fondos de la opción, los precios de los bonos y de las acciones subyacentes se observan directamente en el mercado financiero, de modo que se conoce el valor de la cartera replica (Fernandez 1997).

La Fijación del precio de la opción se determina por la siguiente ecuación propuesta por Black-Scholes (Fernandez 1997).

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

$$d_1 = \frac{\left[\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Donde:

²⁴ Ejemplo tomado del artículo Willian Bailey, Benoit Couet, Ashish Bhandari, Soussan Faiz, Sundraram Srinivasan and Helen Weeds, «Valoración de las opciones reales.», 2004.

- ✓ **V** 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(d1),N(d2)** son las distribuciones normales de los términos d1y d2
- ✓ **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.

Estas opciones pueden ser clasificadas dependiendo del resultado real del valor de la acción, momento en el cual se van a efectuar o no estas oportunidades: si el precio de la acción supera al precio de ejercicio, estas se denominan opciones dentro del dinero-*in the money* (ITM) o *deep in the money*, en el caso que el precio de la acción supera mucho al precio de ejercicio, en el caso de una CALL; para el caso de una PUT la situación es contraria.

Por otra parte, si el precio de la acción es menor que el precio de ejercicio de la opción, estas se denominan opciones fuera del dinero-Out the Money (OTM), en este caso el poseedor de la opción, no ejercería la opción debido a que hacerlo sería comprar la acción a un precio mayor que el precio que ofrece el mercado; para el caso de una PUT la situación nuevamente es contraria. En conclusión el poseedor de la opción deja que esta caduque siempre y cuando el precio de ejercicio de su opción no actué de forma satisfactoria.

Las Opciones financieras se dividen en varias clases, sin embargo en los textos encontramos dos de las clases las cuales son las más comunes. Las Opciones Europeas y las Opciones Americanas, la diferencia entre estas radica en que la primera puede efectuarse sólo en la fecha de vencimiento de la opción, mientras que la segunda se puede ejecutar en cualquier momento anterior a la fecha de vencimiento o incluso en la fecha de vencimiento (Dong-Hyun, et al. 2007).

Luehrman Timonthy ha publicado una serie de artículos en la revista de negocios de Harvard sobre la estrategia de toma de decisiones desde la perspectiva de la toma de la opción hasta el ejercicio de opciones. En este documento, define un "espacio de opción" determinado por dos variables:

1. Un VPN basado en modificaciones, con el fin de incorporar el valor del tiempo que este tiene en la capacidad de diferir la inversión,
2. La Medición de la Volatilidad, la cual ilustra cómo las circunstancias pueden cambiar mucho antes de tomar la opción en la toma de decisión(Razgaitis 2009)

El objetivo principal es reconocer que tener una opción para un VPN en situaciones de alta volatilidad, es una oportunidad en la que se debe gastar poco y aprender a aplazar las decisiones de grandes inversiones hasta que estas posean un grado de seguridad un poco más alto.

El profesor Luehrman también describe en otro de sus artículos (**Using AVP: A better tool for valuing operations**), el uso de una modificación de VPN, denominado APV, en donde se menciona un ajuste del valor presente en el modelado del valor presente de los rendimientos futuros esperados. En otro artículo, Luehrman muestra cómo las oportunidades pueden ser descritas por el modelo de Black-Scholes, método que será descrito más adelante(Razgaitis 2009).

De Opciones Financieras a Opciones Reales

Alrededor de 1985 Stewart Myers propone por primera vez el concepto de Opciones Reales Este concepto o término se inspira básicamente en la teoría de las opciones financieras (Bailey, et al. 2004). La Valoración por opciones reales se caracteriza por el cambio, la incertidumbre y las interacciones competitivas entre las compañías, con el fin de adaptar un pensamiento flexible que les permita a

estas empresas poder responder a las circunstancias cambiantes del entorno que se podría generar en un futuro

A partir de mediados de los años 1990, el interés por los conceptos de valor y las técnicas de valoración fue aumentando considerablemente, con el tiempo, las opciones reales comenzaron a atraer la atención de la industria sobre todo en el sector energético como la industria del petróleo, y gas, como una herramienta potencialmente importante para la valoración y toma de decisiones de tipo estratégico; esto se debe a la naturaleza en la composición de una opción real.

La palabra opción abarca la existencia de un valor agregado, ya que el conservar opciones de forma abierta, independientemente de que la opción se ejerza o no, estas permiten la posibilidad de obtener una gran ganancia con respecto al alza de los precios del mercado de las acciones (si estamos hablando de opciones financieras) como también protegerse implícitamente del posible riesgo presente en todo Proyecto.

Los análisis realizados por valoración de opciones reales se realiza de forma equivalente a los realizados por opciones financieras, donde los parámetros a considerar en estas se comparan de forma análoga de la siguiente forma, mostradas en la figura 13

Sin embargo, estas analogías entre estos dos tipos de opciones no son exactas, debido a esto, “el llevar una situación analizada por opciones reales bajo un marco de opciones financieras podría generar un resultado engañoso y posiblemente muy alejado de la realidad” afirma el Autor Kumar R.L.²⁵. La diferencia radica en ciertas características como por ejemplo:

- ✓ La incertidumbre que se presenta en los activos subyacente de una opción financiera, no son los mismos que se presentan en una opción real ya que en una opción financiera, la incertidumbre se presenta de forma externa al

²⁵ Kumar RL. 1999. **DSS value and time-Constrained decision making**. University of NC at Charlotte. Citado por: Concepción Martín Berzal, «Valoración de empresas tecnologicas mediante opciones reales,» 2004.

ser un acuerdo entre dos partes; aquí el valor de incertidumbre depende del valor de la tasa de retorno que ofrece la acción, mientras que en una opción real, las incidencias que afectan al activo subyacente pueden ser bastante complejas.

- ✓ El precio de ejercicio de las opciones financieras es generalmente fijo, mientras que en el caso de una opción real, el precio de ejercicio se asocia con los costos de desarrollo del proyecto permitiendo que este tenga un comportamiento volátil al fluctuar con las condiciones del mercado.

Figura 13. Cuadro comparativo de parámetros de una opción real y una opción financiera (call)

Opción financiera (CALL)	Variable	Opción Real
Precio de las acciones	S	Valor Presente
Precio de ejercicio	K	Valor Presente de las Erogaciones
Plazo hasta el vencimiento	t	Tiempo hasta el cumplimiento de la opción
Tasa de interés libre de riesgo	r	Tasa de interés libre de riesgo
Volatilidad del precio de las acciones	σ	Volatilidad de los flujos de fondos generados

Fuente: Richard Razgaitis

- ✓ El Cálculo de la volatilidad en las opciones reales es mucho más complejo que en las opciones financieras.
- ✓ Otra discrepancia es la variable r , para opciones financieras el r se toma como una tasa libre de riesgo, sin embargo para opciones reales no es

recomendable tomar esta misma presunción debido a que las opciones reales presentan un comportamiento más complejo.

A continuación se presentaran los métodos de Valoración por Opciones Reales.

5.6.1. Aplicación del modelo de Black-Scholes

El método de Black-Scholes permite de una u otra forma servir como herramienta de valoración la tecnología en unidades monetarias, esto se debe a que la generación de tecnología se puede asumir como un proyecto de investigación y desarrollo, por lo tanto el desarrollo tecnológico posee un comportamiento real.

En párrafos anteriores se muestra los orígenes de esta herramienta, donde se indica que fue creada con el fin de valorar opciones Financieras, y gracias a las analogías presentes entre una opción real y una opción financiera, la ecuación se puede ajustar de forma análoga.

Según autores como Mc Grath y MacMillan (2000), o Remer & Baden-Fuller (2001) el aplicar el modelo de Black-Scholes para valorar opciones reales sobre investigación y desarrollo, o proyectos de inversión en innovación, requiere de tomar las variables de forma analoga a las opciones financieras. El resultado se puede ver en la figura 14. De igual forma, Dong-Hyun, et al (2007) mencionan como el modelo de Black-Scholes actúa como un método para determinar el valor monetario de la tecnología desde la perspectiva del comprador, ellos indican como a partir de las analogias realizads, se puede trabajar el modelo en la valoración tecnologica. Lo mencionado se puede apreciar en la figura 15.

Figura 14. Cuadro comparativo de parámetros para proyectos de inversión en investigación y desarrollo.

Descripción de la Variable	Variable
Valor Actual de los Ingresos esperados del proyecto	S
Valor Presente de los gastos necesarios para llevar a cabo el proyecto	K
Plazo hasta el vencimiento	t
Tasa de interés libre de riesgo	r
Volatilidad del precio de las acciones	σ

Fuente: (Dong-Hyun, et al. 2007)

Figura 15. Valor justo de mercado de la tecnología a partir de black-scholes.

$$V = N(d_1)S - N(d_2)Ke^{-rt}$$

$$d_1 = [\ln(S/K) + (r + 0.5\sigma^2)t] / \sigma\sqrt{t}$$

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

V = the value of technology from buyer's position
S = the present value of expected returns from technology
K = the additional investment to commercialization
r = the risk-free rate
t = the time period for commercialization without losing rights to the technology
 σ = the volatility of expected returns from technology
N(d) = the cumulative normal probability of unit normal variable d

Fuente: (Dong-Hyun, et al. 2007)

- ✓ **V** es el valor justo de mercado de la tecnología desde la perspectiva del comprador y este es análogo al valor de una opción CALL **C**
- ✓ **S** es el Valor presente de los retornos esperados por la tecnología y este es análogo al precio del activo subyacente en una opción financiera.
- ✓ **K** son las inversiones adicionales en la comercialización de la tecnología o los costos restantes para llegar al producto comercial o servicio que se

desarrollara después de adquirir la patente; esta variable es análoga al precio de ejercicio en opciones financieras

- ✓ **N(d1) y N(d2)** son las distribuciones normales de los términos d1 y d2
- ✓ **r** es la tasa de interés libre de riesgo y es análoga a la tasa libre de riesgo en opciones financieras.
- ✓ **σ** es la volatilidad de los flujos de fondos generados por la tecnología y es análoga a la volatilidad **σ** del precio de las acciones.
- ✓ **t** el plazo para su comercialización sin perder los derechos a la tecnología y es análogo al tiempo hasta el cumplimiento de la opción Financiera

En el Anexo 15 se presenta un ejemplo de este método de valoración, para facilitar su comprensión.

5.6.2. Influencia de los parámetros en el resultado

El análisis de la influencia de los parámetros de la ecuación de Black-Scholes permite analizar de forma individual, el comportamiento del resultado del modelo al alterar sus componentes. A continuación se mostrara la influencia por demostración, de los parámetros de la Ecuación (Fernandez 1997):

1. t, Plazo o cantidad de tiempo hasta el vencimiento

Entre mayor sea el tiempo o periodo de vigencia hasta el vencimiento,

La tecnología tendrá un valor mayor, ya que:

Cuando $t \rightarrow 0$, entonces $V \rightarrow [S - K, 0]$.

Cuando $t \rightarrow \infty$, entonces $V \rightarrow S$.

La Demostración se muestra a continuación:

$$\text{Si } t = 0; \text{ entonces } r^{-t} = 1, \text{ y } \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1$$

$$d1 \rightarrow +\infty \text{ Si } S > K \quad N(+\infty) = 1$$

$$d1 \rightarrow -\infty \text{ Si } S < K \quad N(-\infty) = 0.$$

Entonces: $V = S - K$ si $S > K$, y $V = 0$ si $S < K$.

$$\text{Si } t = \infty; \text{ entonces } r^{-t} = 0, \text{ y } \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1$$

$$d1 \rightarrow \infty, \quad N(+\infty) = 1$$

Entonces: $V = S$

2. r , tasa de interés libre de riesgo

El valor actual neto de las inversiones adicionales en la comercialización de la tecnología es menor, cuanto mayor es el tipo de interés y, por consiguiente, mayor es el valor monetario de la tecnología, ya que:

Cuando r , entonces $V \rightarrow S$

La Demostración se muestra a continuación:

$$\text{Cuando } r \rightarrow \infty, r^{-t} \rightarrow 0, \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1$$

$$d1 \rightarrow \infty, \quad N(+\infty) = 1$$

entonces $V \rightarrow S$

Cuando $r \rightarrow 0, r^{-t} \rightarrow 1, -Ke^{-rt} = -K$ Entonces el valor de V dependerá de la expresión $V = SN(d_1) - K$.

3. K , inversiones adicionales en la comercialización de la tecnología:

En lo que concierne al costo de las inversiones adicionales a la comercialización de la tecnología, el resultado se da intuitivamente lógico, ya que entre más se tenga que invertir, menor será el valor de la tecnología correspondiente.

Cuando $K=0$, sucede que no se deben realizar inversiones adicionales en la comercialización de la tecnología, por lo tanto el valor de la

tecnología es igual a los retornos esperados por la adquisición de ella, ósea $V = S \cdot N(d1)$

Cuando K tiende a infinito, quiere decir que hemos de pagar una cantidad de dinero que con seguridad será superior a los ingresos generados por la tecnología, por consiguiente, nunca ejerceremos esa opción, por lo cual su valor es cero

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1; d1 \rightarrow -\infty, \text{ y } N(-\infty) = 0$$

Entonces $V = 0$.

4. σ , Volatilidad

Una mayor volatilidad, implica una mayor probabilidad de que el valor del activo subyacente suba o caiga. La demostración se aprecia a continuación:

Cuando $\sigma \rightarrow 0$, entonces $V \rightarrow [S - K r^{-t}, 0]$;

$$\lim_{\sigma \rightarrow 0} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1 ;$$

$d1 \rightarrow +\infty$ si $S > K$ y $N(+\infty) = 1$, entonces $V = S - K r^{-t}$

$d1 \rightarrow -\infty$ si $S < K$ y $N(-\infty) = 0$, entonces $V = 0$

El asumir una volatilidad igual a cero, es asumir que el activo subyacente carecerá de riesgo.

Cuando $\sigma \rightarrow \infty$, entonces $V \rightarrow 0$

$$\lim_{\sigma \rightarrow \infty} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1 ; d1 \rightarrow +\infty \text{ y } N(+\infty) = 1$$

$d2 \rightarrow -\infty$ y $N(-\infty) = 0$, Entonces $V = S$

El asumir una volatilidad que tienda a infinito, permite que el valor de la tecnología tienda al valor de los Ingresos esperados por adquirirla.

5. S , Ingresos esperados por la tecnología al adquirirla:

Cuanto mayor es el valor de S, mayor será el valor de la tecnología. De igual forma, cuando el valor de este, tienda a cero, entonces el valor de la tecnología tendera a cero.

La demostración matemática se presenta a continuación:

Cuando $S \rightarrow 0$, entonces $V \rightarrow 0$;

$$\lim_{S \rightarrow 0} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1 ; d1 \rightarrow -\infty \text{ y } N(-\infty) = 0$$

Cuando $S \rightarrow \infty$, entonces $V \rightarrow \infty$;

$$\lim_{S \rightarrow \infty} \frac{\left[\ln\left[\frac{S}{K}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t \right]}{\sigma\sqrt{t}} = d1 ; d1 \rightarrow \infty \text{ y } N(\infty) = 1, \text{ entonces } V = \infty - K r^{-t}$$

A pesar de que la Ecuación de Black-Scholes se puede adecuar a opciones Reales, existen ciertas limitaciones debido a la diferencia entre la naturaleza de las Opciones Financieras y las Opciones Reales, como por ejemplo:

Cuando se habla de opciones reales, los activos presentes en ellas, normalmente no se encuentran sujetos a un una tasa libre de riesgo como es en el caso de las opciones Financieras. Una opción real debe ser evaluada con un RAHR (tasa de riesgo ajustada) a partir análisis de escenarios, manejo de probabilidades, y factores influyentes en la tasa de RAHR.

Otra diferencia clave entre las opciones financieras y las opciones reales radica en las incertidumbres que rodean al activo subyacente de una opción. Con una opción financiera, la incertidumbre es externa. La opción es un arreglo entre dos extraños—el oferente de la opción y el comprador de la opción—ninguno de los cuales puede influir en la tasa de retorno sobre las acciones de la compañía.

Las opciones financieras se caracterizan por ser simples, ya que suelen referirse a una opción simple, con un único precio de ejercicio. Sin embargo, el precio de ejercicio de las opciones reales puede variar con el tiempo y frecuentemente

pueden existir varias opciones reales sobre el mismo activo subyacente. Por ejemplo, un proyecto de I+D crea la opción de adoptar una tecnología con beneficios desconocidos. Si el proyecto tiene éxito, existe la opción de ampliar el proyecto. Si el proyecto fracasa, existe la opción de abandonar. Por ejemplo el análisis del valor de una patente. Una empresa no puede generar patentes sin inversión previa o sin pagar a otras empresas por sus patentes. Claramente, la inversión inicial (el gasto en I+D o la adquisición de la patente de un tercero) es un requisito de la empresa para las inversiones siguientes. Por ejemplo: Si se considera, la inversión de Amazon en México y la opción de expandirse en el negocio latinoamericano con posterioridad. La inversión inicial permite a Amazon construir una página web en español y aprender más de este mercado, pero no le da los derechos exclusivos para expandirse en un mercado mayor. A diferencia del ejemplo anterior la inversión inicial no es un prerrequisito para la segunda, aunque la dirección de la empresa la pueda ver así(Copeland 2006).

Debido a que la incertidumbre que rodea al activo subyacente es de una naturaleza muy diferente, las analogías entre una opción financiera y una opción real tal como valorar proyectos de investigación y desarrollo, podrían mostrar resultados engañosos(Ziedonis 2007) por ejemplo: en las opciones financieras la incertidumbre se presenta de forma externa ya que ninguna de las partes puede influir en la porcentaje de retorno esperado sobre las acciones en cuestión, sin embargo el valorar la tecnología a partir de opción real desarrollado por Black-Scholes tanto comprador como vendedor de la tecnología pueden incidir en el activo subyacente, por ejemplo, un aumento en los costos en la implementación de la tecnología por parte del comprador, debido al impacto que genera el implementarla o adecuarla a su organización (para el caso de empresas o entidades que adquieran tecnologías).

El manejar una tasa libre de riesgo en la ecuación de Black-Scholes para valorar tecnología podría arrojar un resultado engañoso debido a que las opciones reales presentan un comportamiento más complejo en donde este riesgo posiblemente

podría ser afectado por otros factores tales implícitos en el producto o el core de la empresa donde será implementada la tecnología, por lo tanto esto depende de la situación real en la que se esté valorando.

La ecuación es considerada por los académicos como una brillante modelización para opciones financieras, sin embargo cuando hablamos de opciones reales, la ecuación no admite arrojar valores negativos y esto se debe la composición del modelo. Sin embargo, en la realidad es posible encontrar valores negativos, es probable que gracias a esto, la formula de black-Scholes podría llegar a ser considerada por los prácticos una obra científica alejada de la realidad.

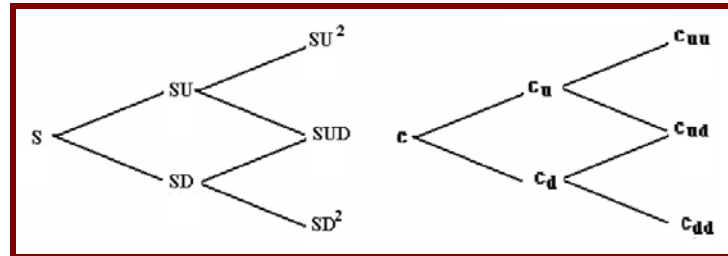
5.6.3. Valoración por Método de Red Binomial.

Este método de valoración de opciones fue desarrollado por los autores Cox, Ros y Rubinstein²⁶ en 1979, según Mascareñas (1994). La función del método Binomial es describir la forma en cómo varia el valor de un activo en el tiempo, asumiendo que el activo posee una volatilidad en particular, esta variación se presenta como un aumento o una disminución, generando una red de valores tal como se muestra en el ejemplo de la figura 16.

Este método se compone de la siguiente forma: el valor del nodo de la izquierda en el extremo, es el VPN del activo o S , este valor crece o decrece en cada periodo de tiempo, en un factor multiplicativo; aumenta en un factor multiplicativo u el cual es mayor a 1, o disminuye en un factor multiplicativo d , el cual se encuentra entre (0,1).

²⁶ Cox, J., Ross, S., y Rubinstein, M. **Options pricing: a simplified approach**. Journal of Financial Economics. nº 7. p. 229-263. (1979). Citado por Juan Mascareñas, «EL metodo Binomial de valoración de opciones,» Octubre 1994.

Figura 16. Ejemplo de los movimientos del vpn del activo s , y del valor de la opción c .



Fuente: "Autores del Proyecto"

Estos factores dependen de la Volatilidad del activo y del periodo de tiempo tomado. Al final de la red, en el extremo derecho, se encuentran diferente cantidad de nodos el cual constituyen la distribución de los valores futuros del activo.

Luego de obtener los nodos externos de los valores futuros del activo se prosigue a determinar el valor de la opción, para el caso de adquisición de acciones, estaríamos hablando de opciones financieras, o análogamente, la valoración de la opción real, si estamos hablando de opciones reales. El procedimiento es similar pero de forma inversa, este tiene la misma cantidad de nodos y ramas del árbol Binomial anterior, la idea es llegar desde los nodos de derecha a izquierda. El proceso se puede apreciar con mayor facilidad en la figura 17.

En la Web se puede encontrar diferentes aplicaciones así como también tutoriales acerca del uso del Método Binomial²⁷, estos pueden facilitar al lector, la comprensión de la metodología.

El método Binomial puede aportar al desarrollo de la valoración tecnológica gracias a sus analogías con las opciones financieras. Esta se puede tomar como una opción real si se mira desde la perspectiva de la toma de decisiones de inversión en proyectos de investigación y desarrollo (Mascareñas. 2005).

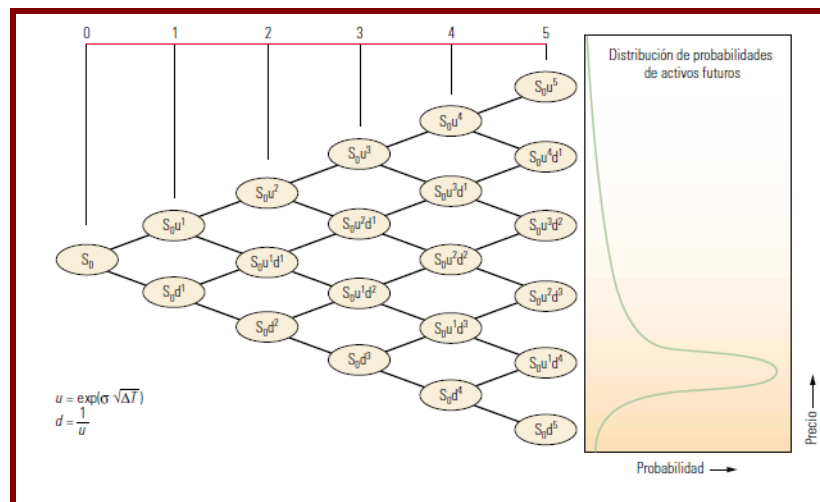
²⁷ Tutorial binomial disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=cX81HKAHhzk>

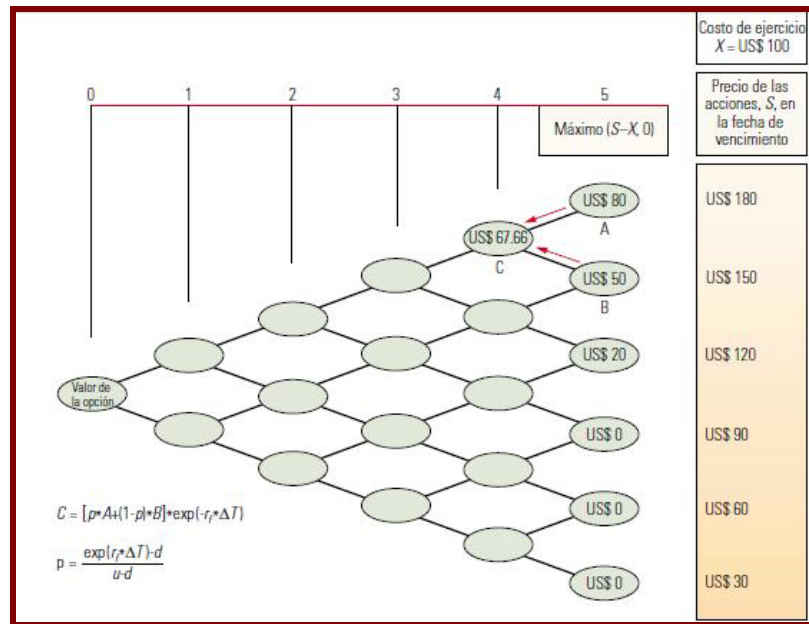
Razgaitis (2009) menciona que cuando se decide realizar valoración tecnológica por red binomial, la idea principal del método es considerar dos posibles valores (valor que aumenta o disminuya) que puede tomar la tecnología en cada instante de tiempo, y que tal variación a su vez pueda tomar otros dos posibles valores, al final de esto tendremos una distribución de probabilidades de activos futuros generados por la tecnología.

Las variables que conforman el método mostrado en la figura 17 son:

- ✓ C representa el valor de una opción CALL
- ✓ S es el precio del activo subyacente en una opción financiera.
- ✓ K es el precio de ejercicio cuando se habla de opciones financieras = K
- ✓ r es la tasa de interés libre de riesgo
- ✓ σ es la volatilidad del precio de las acciones.
- ✓ t es el tiempo hasta el cumplimiento de la opción Financiera.
- ✓ u es el factor multiplicativo de incremento
- ✓ d es el factor multiplicativo decreciente y es menor a 1

Figura 17. Procedimiento del método binomial para valoración de opciones





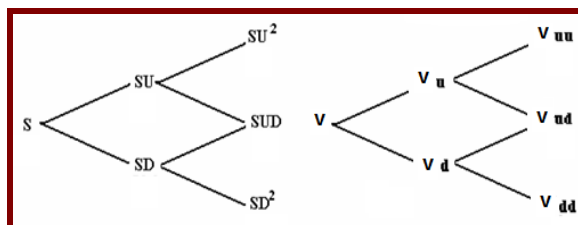
Fuente: (Bailey, et al. 2004)

- ✓ **p** es un factor neutral respecto al riesgo de que se mueva el precio de la acción este actúa de forma inversa (probabilidad de riesgo neutral).

$$u = e(\sigma\sqrt{\Delta t}) \quad d = 1/u \quad p = \frac{(e(r * \Delta t) - d)}{(u - d)}$$

Es posible encontrar ecuaciones con expresiones diferentes como veremos a continuación: en algunos textos el precio de ejercicio es nombrado X como es el caso de la grafica mostrada anteriormente. Sin embargo, este es igual al precio de ejercicio denominado K, por lo tanto $(S-X) = (S-K)$, como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Movimientos del vpn de los ingresos generados por la tecnología s , y del valor de la tecnología v .



Fuente: "Autor del Proyecto"

- ✓ **V** es el valor de la tecnología desde la perspectiva del comprador y este es análogo al valor de una opción CALL
- ✓ **S** es el Valor presente de los retornos esperados por la tecnología y este es análogo al precio del activo subyacente en una opción financiera.
- ✓ **K** son las inversiones adicionales en la comercialización de la tecnología y es análoga al precio de ejercicio en opciones financieras
- ✓ **r** es la tasa de interés libre de riesgo y es análoga a la tasa libre de riesgo en opciones financieras.
- ✓ **σ** es la volatilidad de los flujos de fondos generados por la tecnología y es análoga a la volatilidad **σ** del precio de las acciones.
- ✓ **t** el plazo para su comercialización sin perder los derechos a la tecnología y es análogo al tiempo hasta el cumplimiento de la opción Financiera.
- ✓ **u** es el factor multiplicativo de incremento
- ✓ **d** es el factor multiplicativo decreciente y es menor a 1
- ✓ **p** es un factor neutral respecto al riesgo de que se mueva el precio de la acción, este actúa de forma inversa.

Algunos autores consideran que la complejidad del método radica en la determinación del cálculo de la volatilidad del activo a valorar, es posible que esto se deba a que la volatilidad tiene como función, reflejar las posibles incertidumbres monetarias y de operación o desarrollo referentes al activo, así como también como estas incertidumbres varían en el tiempo.

Tanto en black-scholes como en el método binomial, se presenta un parámetro denominado volatilidad del activo²⁸, parámetro en el cual se basa la complejidad de estos métodos.

En el transcurso de los años diferentes autores han desarrollado numerosas fórmulas alternativas a la de Black-Scholes para valorar opciones. Pablo Fernandez (1997), menciona que estas formulas surgen a partir de consideraciones tales como que el precio del activo subyacente no se comporta como presume la fórmula de Black-Scholes, ósea de forma constante.

Los autores Cox y Ross derivaron fórmulas alternativas según que el movimiento del activo subyacente para que este siguiera un proceso con elasticidad de la varianza constante²⁹ (lo que conocemos como el método Binomial para valorar opciones)(Berzal 2004). Por otra parte, Autores como. Hull y White, Johnson y Shanno, Scott y Wiggins en el año de 1987, publicaron fórmulas de valoración con volatilidad aleatoria, aun en la actualidad en revistas especializadas siguen apareciendo fórmulas de valoración para distintas hipótesis sobre el movimiento del activo subyacente (Bailey, et al. 2004). Todo esto se debe a la presunción de que la volatilidad del subyacente no es constante, por tal motivo muchos investigadores aun dedican sus esfuerzos a desarrollar métodos de valoración de opciones con volatilidad aleatoria.

En vida real, la presencia de la volatilidad se encuentra entre el instante que inicia hasta el momento en que culmina el proyecto sin embargo muchos expertos en el tema, determinan la volatilidad de forma histórica asumiendo tal estimación como un comportamiento de la Volatilidad en el futuro (Mascareñas. 2005)

²⁸ En algunos textos se encuentra como volatilidad del activo subyacente.

²⁹ Cox,J., Ross,S., y Rubinstein, **M. Options pricing: a simplified approach**. Journal of Financial Economics. nº 7. p. 229-263. (1979). Citado por Concepción Martín Berzal, «Valoración de empresas tecnologicas mediante opciones reales,» 2004.

La forma más frecuente para calcular la volatilidad según varios textos encontrados, es a partir del comportamiento histórico en un periodo de tiempo muy similar al periodo real. En el Anexo 16 se presenta un ejemplo de cómo determinar la volatilidad con el fin de dar una mejor explicación al tema.

El método Binomial es muy similar al método de Árboles de Decisión, sin embargo ambos se desarrollan de una manera muy diferente. El método Binomial maneja una probabilidad de riesgo neutral y una tasa libre de riesgo, por otra parte los Árboles de Decisión requieren de una probabilidad específica y tasas de interés ajustadas a la situación. Por tal motivo, no se cumple un principio básico de la valoración financiera, el cual es que en ausencia de oportunidades de arbitraje en la economía, existen unas distribuciones de probabilidades neutrales al riesgo, de tal forma que los activos se pueden valorar como el valor esperado, de sus flujos de caja descontados a la tasa libre de riesgo (Bailey, et al. 2004)

El hecho de que se valore de forma neutral al riesgo, permite que no intervengan probabilidades que generalmente son subjetivas tales como el alza en precios, entre otros, solo necesita indagar las distribuciones de probabilidad objetivas de variables del modelo. Variables las cuales se encuentran sujetas a la naturaleza en la cual será enfrentada la tecnología, en conclusión el método Binomial presenta un comportamiento menos subjetivo que los Árboles de Decisión.

En la actualidad, grandes empresas y organizaciones han venido usando el método de opciones reales tales como APPLE, YAHOO, IBM, O AOL entre otras (Boer 2000) ya que este método presenta una flexibilidad frente al cambio y a la rapidez de respuesta que requieren empresarios e inversionistas frente a las nuevas condiciones del entorno del mercado, y más aun en el campo tecnológico debido a que este tipo de activos poseen una depreciación bastante acelerada. Sin embargo al ser un método complejo, se requiere de mecanismos que faciliten su utilización como el uso de sistemas eficientes que suministren la información

del modelo o que permitan estimar el comportamientos de las variables que afecten la estimación de la volatilidad de la tecnología a valorar, tales como:

- ✓ Variables de mercado tales como: el tamaño del mercado, las tendencias de crecimiento, los productos o servicios sustitutos, la propiedad intelectual, el precio, la penetración al mercado, entre otros.
- ✓ Variables de desarrollo tecnológico tales como: la duración de las fases de desarrollo, y las probabilidades de éxito de cada fase de desarrollo tecnológico.
- ✓ Variables de costo tales como: los costos de desarrollo, costos de ventas, costos de comercialización, entre otros.

5.7. MÉTODO BASADO EN SIMULACIÓN MONTE CARLO

Es una técnica que consiste en el uso de probabilidades discretas en el desarrollo de pronósticos deseados en donde el resultado obtenido, que en este caso será de posibles probabilidades en el resultado del VPN(Rodrigues and Armada 2006).

Esta técnica cuantitativa utiliza muestreo aleatorio a partir de cálculo computacional con el fin estimar soluciones a problemas complejos de comportamiento aleatorio y probabilístico, donde su aplicación, conlleva la obtención del comportamiento dinámico de los parámetros estocásticos del modelo a simular. (Boylea, Broadie and Glasserman 1997)

La idea principal del método es que mediante el análisis de estas distribuciones, se pueda llegar a juicios sobre el valor actual de la oportunidad de negocio (licenciamiento de tecnologías) (Razgaitis 2009).

Los análisis de valoración por el método de Monte Carlo, iniciaron a partir de los aportes generados por el método de opciones reales según los autores Dixit y

Pindycky en una de sus publicaciones³⁰. Según Richard Razgaitis(2009) el método de Monte Carlo aporta efectivamente al desarrollo y análisis de la valoración tecnológica, ya que gracias a las poderosas herramientas matemáticas que utilizan funciones o distribuciones de probabilidad, se puede predecir una distribución de probabilidades de los resultados del VPN (Villani 2008). En general, el método asigna un rango de valores a las variables utilizadas para calcular el VPN tales como la variable precio o el número de ventas alterado en el tiempo tales como una reducción en las mismas o ventas adicionales, la variable costo tales como costo de las ventas, entre otros. Estas distribuciones de probabilidad son asignadas dependiendo del comportamiento de los datos de cada variable que contribuye al cálculo del VPN, ya sea 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 (Reifer 2003). En el anexo 17 se muestra un sencillo ejemplo de este método, con el fin de dar una mejor idea.

El aplicar valoración tecnológica por el método de Monte Carlo, implica desarrollar una simulación de forma estocástica al menos una variable del modelo de Flujo de Caja Descontados (Rodrigues and Armada 2006), en donde esta o estas variables incierta, se definen como una distribución de probabilidad que describe la forma y rango de los posibles valores de dicha variable. Estos valores son generados de forma aleatoria a través de miles de pistas, por lo tanto el resultado final del modelo VPN, será de una gama de valores que se analizarán a partir de la media esperada del VPN(Bruce and Lee. 2004).

Este método se caracteriza por ser una valiosa herramienta que contribuye a la valoración tecnológica debido a que maneja un mayor análisis debido a sus

³⁰ Anish k. Dixit & Robert S. Pindyck, " **the options approach to capital investment**" Harvard Business Review, (Mayo 1995), p.105 citado en Richard Razgaitis, *Valuation & Dealmaking of technology-based Intellectual Property Principles, Methods and Tools* (Jhon Wiley & Sons, Inc., 2009).

escenarios probabilísticos, sin embargo la dificultad del método radica en la complejidad del mismo, ya que su utilización requiere de un tiempo considerable para analizar adecuadamente la probabilidad asignada a cada variable que determinara el valor más probable del VPN. Sin embargo, al igual que el método anterior, la simulación por monte Carlo también requiere de sistemas eficientes que suministren información ágil por que las valoraciones debe ser rápidas con el fin de no retrasar los procesos de comercialización tecnológica, y veraces por que es necesario poseer datos confiables y claros que permitan alimentar el modelo probabilístico del cálculo del VPN (Meinshausen and Hambly 2004)

5.8. MÉTODO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA POR SUBASTAS

El método de subastas es un método de venta de bienes enfocado en el mercado, el cual ha venido siendo usado de forma tradicional, y actualmente popular. Este proviene de la Teoría de subastas el cual es una aplicación de la Teoría de Juegos, que expresa como los jugadores actúan en un mercado de subastas (Sneed and Johnson 2007).

El método consiste en un vendedor, n compradores, y una tecnología por comercializar. Este método es simplemente un protocolo que da al ganador de la subasta, la información sobre el intercambio de pagos.

Existen varios tipos de subastan, sin embargo las subastas de nuestro interés suelen ser generalmente las siguientes:

- ✓ Subasta Inglesa: Consta de un protocolo donde el primer precio estipulado por el vendedor puja a los compradores ofrecer un mayor precio hasta que se selle la oferta por lo cual se genera de forma ascendente hasta que un postor decida el mayor valor a pagar por el bien. Este método es muy común en situaciones de remate.

- ✓ Subasta Holandesa: En esta, el subastador comienza con un precio alto y constantemente reduce el precio hasta que el primer postor exprese su disposición a pagar.
- ✓ Subasta de primera oferta: este tipo de subasta, los concursantes ponen su oferta al mismo tiempo, en un medio cerrado, ya sea un sobre o una urna o cualquier medio oculto y cerrado, Luego estas son entregadas al subastador, para que después de esto, el subastador con mayor valor, efectúe el pago por el cual este ofreció, este tipo de subastas es muy común en licitaciones públicas.
- ✓ Subastas de segunda oferta: al igual que el anterior tipo de subasta, los ofertantes entregan sus ofertas de forma oculta de forma simultánea, la diferencia es que en este caso se paga el valor ofrecido de la segunda oferta más alta, pagada por la persona que mayor monto ofreció.

En cierto sentido, el método de subasta es el método más fácil de valoración debido a que el vendedor no tiene que calcular o desarrollar un modelo de valoración. Sin embargo, el vendedor debe gestionar un proceso de valoración con el fin de atraer un número suficiente de posibles compradores (Razgaitis 2009).

Este método se caracteriza por ser bastante simple, fácil, y ágil. Según Paul Klemperer, profesor de economía en la Universidad de Oxford, "la subasta es el sistema más justo y transparente y obtener el mejor precio"³¹ para el vendedor. (Razgaitis 2009) Sin embargo, 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 (Brand 2007).

³¹ Citado en Razgaitis, R. (2009). *Valuation & Dealmaking of technology-based Intellectual Property Principles, Methods and Tools*. Jhon Wiley & Sons, Inc.

Es recomendable, tanto para el vendedor como el comprador, realizar una valoración por los otros métodos descritos en este libro de tesis. De lo contrario, sin una visión tal, no se podría generar una evidencia concreta de que la subasta posea resultado razonable (Razgaitis 2007), sobre todo frente a ofertantes modestos, por otra parte este método posee una pequeña relación con los mercados comparables. Sin embargo, la diferencia radica en que la información del producto, servicio tecnológico o desarrollo tecnológico, es en parte un poco mas explicita en este método que en el de mercados comparables, según el experto.

El método de subasta es una manera de crear comparables incontrovertibles (Razgaitis 2009), ya que este método se realiza en un ambiente en parte justo, con ofertas que poseen informacion mas detallada, y un grupo de interesados que ofrecen un precio visible para las otras partes hasta que el pago por este producto o servicio se estipule según el tipo de subasta. La diferencia de este método con los demás, es que a diferencia de los otros, el método por subastas no presenta un precio de negociación para que se genere el acuerdo tecnológico que permita la comercialización de tecnologías. En este método el precio se define en tiempo real, determinado por el precio final de algún licitador(Razgaitis 2007).

El método de subastas ofrece transparencia en la comercialización de tecnologías, por consiguiente se creara seguridad y a traerá mayor participación, entre sus demás beneficios, se encontró que es un método de bajo costo, tiempos y desplazamientos ya que generalmente se desarrollan de forma electrónica, sin embargo este proceso de e-business se debe desarrollar de forma integral. Según Otto Manjarres Bravo³², existe un conjunto de retos que se deben afrontar debido a paradigmas establecidos por los métodos tradicionales, además de esto, el experto menciona que el uso del método de subastas requiere del trabajo en equipo de grupos funcionales, jurídicos y técnicos, así como también, de la

³² Gerente de Proyecto Informático de la Dirección Informática de Ecopetrol, Informacion tomada de la web en: <http://channelplanet.com/?idcategoria=11884>

adopción de una cultura organizacional no renacida al cambio, ya que generalmente, pasar de un método convencional de hacer licitaciones a un modelo como el de subasta electrónicas, no es nada fácil.

5.9. MÉTODO DE VALORACIÓN TECNOLÓGICA POR CAV.

Competitive Advantage Valuation (CAV) es un método que tiene como finalidad, desarrollar un precio basado en el costo y los posibles ingresos generados por la propiedad intelectual, a pesar de que este método no fue creado propiamente para valorar tecnologías, estas se contienen dentro de la naturaleza de la Propiedad intelectual.

Este método ha sido trabajado desde hace varios años y hoy en día es un método reconocido por expertos como Ted Hagelin. Al igual que Black-Scholes, para el método CAV también existe Software que genera resultados de valoración de forma clara y lógica pues estos buscan aportar al desarrollo de la transferencia de tecnología.

Según Hagelin (2003), este método consta de 7 pasos en donde la idea general es analizar qué aspectos competitivos, de la patente a valorar, posee frente a otras patentes similares, y a partir de esto, analizar estas ventajas de forma porcentual, la incidencia o el aporte ventajas competitivas aportan al VPN generado por la patente.

1. Calcular el VPN de los beneficios generados por la la tecnología en el mercado destinado
2. Desglosar el VPN en la proporción de las ganancias atribuibles a los parámetros de la propiedad intelectual.

3. Definir la relación precio / rendimiento de los parámetros que determinan el éxito e la IP en el mercado
4. Calcular la ventaja competitiva mediante la comparación de activos sustitutos de propiedad intelectual a los parámetros definidos de la relación precio / rendimiento en el paso anterior.
5. Extrapolar de la ventaja competitiva de la IP para predecir el valor en el mercado de la misma.
6. Calcular el valor técnico de la IP
7. Ajustar el valor de la IP y los Riesgos de la misma.

A pesar de que este método ha sido desarrollado desde hace años, se encontró dentro de la investigación, que este no estaba clasificado como un método de valoración definitivo, ni tampoco era tomado en cuenta en las publicaciones de expertos, como es el caso de los métodos de valoración por costeos, los cuales hoy en día no son tan aplicables, pero aun así muchos investigadores y expertos en el área tomaban en cuenta estos métodos.

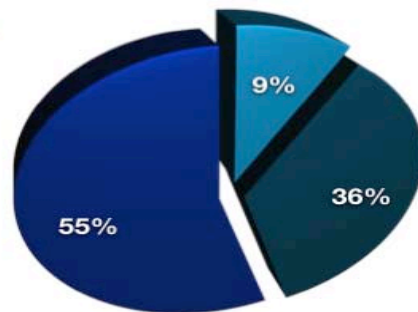
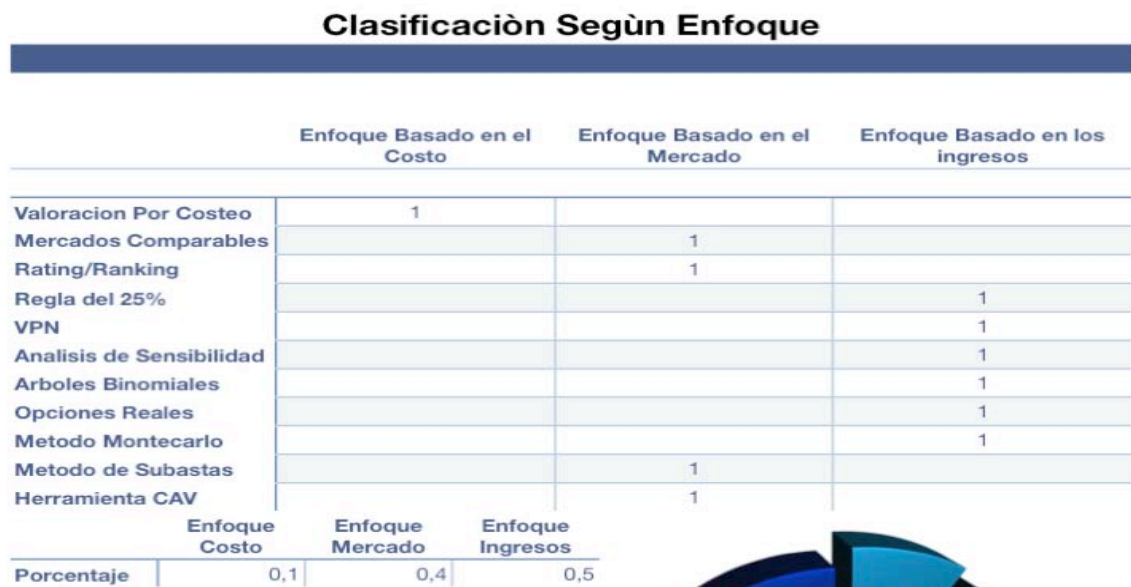
Esta herramienta ha sido en algunas ocasiones, considerada útil para las valoraciones de propiedad intelectual. Por lo tanto, debido al poco interés por parte de expertos en el tema sobre el método CAV, se decidió solo abordarlo de forma superficial para el estudio, por lo tanto, la descripción y caracterización del Método CAV, van mucho más allá de este libro.

6. CLASIFICACION METODOLÓGICA

Después de un riguroso análisis sobre cada metodología, modelo o herramienta. Se procedió a darle un orden lógico a partir de una clasificación con el fin de poder agrupar esta información.

En primera instancia se observó que cada método fue desarrollado bajo un determinado enfoque por lo tanto estos inicialmente pueden ser clasificados por su enfoque, como se observa a continuación.

Figura 19. Clasificación metódica según el enfoque.



La anterior figura clasifica estas técnicas, modelos y herramientas según su respectivo enfoque.

- ✓ Las técnicas de valoración tecnológica por métodos de costeo poseen un enfoque basado en costos debido a que su objetivo es determinar un valor a partir de la cuantía que un inversor no pagaría más por un bien, que la cantidad necesaria para reproducirse, como se mencionó anteriormente.
- ✓ El método de Valoración por Mercado Comparables son un método creado bajo un enfoque de mercado ya que estos dependen de información sobre anteriores acuerdos tecnológicos efectuados.
- ✓ La valoración por Rating/Ranking, es una técnica de selección y clasificación de datos del mercado, a partir de unos criterios de selección, por lo cual posee una estrecha relación con el método de mercados comparables, y al mismo tiempo ser un método basado en el mercado. Este método de valoración también puede ser una herramienta aplicable al método de mercados comparables con el fin de complementarlo y hacer una selección de datos del mercado más asertiva.
- ✓ El método de valoración por la Regla del 25% es un método basado en los ingresos ya que este deduce un valor de porcentaje de regalías a recibir por el monto recibido ya sea por ventas netas o por Margen de Utilidad Operativa dependiendo del acuerdo tecnológico, en un periodo de tiempo determinado.
- ✓ EL método de Valoración por VPN (RAHR) es un método enfocado en los ingresos que podría generar la adquisición tecnológica. Generalmente se recomienda realizar análisis de sensibilidad para este método con el fin de mirar posibles escenarios que intenten predecir el futuro, por otra parte también sirve como una herramienta que complementa el método de la regla del 25% dándole así mayor solidez al anterior método, de igual forma,

también sucede con el método de árboles de decisión, el cual es mencionado a continuación.

- ✓ El método de valoración por Árboles de Decisión es un método que trabaja bajo un enfoque de ingresos. Este mira las posibilidades y los efectos que se obtendrían con una determinada probabilidad, al tomar cierta decisión, este método toma mayor veracidad, al complementarse con el método del VPN.
- ✓ El método de Valoración por opciones Reales es un método que se basa en el desarrollo de opciones que se pueden llegar a tener o presentar, siendo esto un método más complejo, generalmente se encuentran como métodos avanzados para valoración tecnológica. Sin embargo, son métodos que trabajan con los ingresos proyectados, por lo tanto siguen siendo métodos enfocados en los ingresos, a pesar de que en general trabajan el manejo del valor, como una opción. Este método se desarrolla de dos formas, ya sea por el método Binomial o por el modelo de Black-Scholes.
- ✓ El método de Monte Carlo es un método que trabaja de forma similar al VPN la única diferencia es que es mucho más completo ya que aborda un gran número de escenarios posibles, al trabajar sobre distribuciones de probabilidad, por lo cual el resultado generado por este método, será una distribución de probabilidad del VPN. Por lo tanto su enfoque, es de igual forma basado en el mercado.
- ✓ Método Por Subastas, es un método enfocado en el mercado, considerado un método fácil, práctico y actualmente muy utilizado debido a su apreciación del valor de forma justa.

- ✓ Valoración por CAV. Esta herramienta ha sido utilizada para abordar el problema de valoración tecnológica, a partir de la medición de las ventajas competitivas que posee una patente respecto a otras, por lo tanto este método necesita de datos de patentes existentes en el mercado. Sin embargo, no es considerado como un método como tal por parte de los expertos.

En general, mirando de forma porcentual, de todos los métodos propuestos el 9% son basados por técnicas de Costeo, el 36% son métodos, y el 55% son basados en los ingresos.

Una particularidad que se encontró a lo largo de la investigación entre estos métodos y técnicas es la correlación que pueden llegar a tener unos con otros, así como también la capacidad de que unos métodos se puedan apoyar en otros, sirviendo algunos de estos como herramientas que dan solidez al desarrollo de otro método o modelo que se esté aplicando. A continuación se presentara en la figura 20 que métodos pueden apoyarse entre sí.

Figura 20. Métodos que sirven de herramientas de apoyo a otros métodos de valoración tecnológica.

Metodologías/ Técnicas / Metodo	Metodos de valoracion por Costeo	Mercados Comparables	Rating/ Ranking	Regla del 25%	VPN (RAHR)	Analisis de Sensibilidad	Arboles de Decision	Opciones Reales	Monte Carlo	Subastas	CAV
Metodos de valoracion por Costeo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mercados Comparables	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rating/Ranking	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regla del 25%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VPN (RAHR)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analisis de Sensibilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arboles de Decision	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Opciones Reales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monte Carlo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subastas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
CAV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente: “Autor del Proyecto”

Por ejemplo: Los métodos de costeo pueden ser más veraces si se realizan apoyados con análisis de sensibilidad sobre la variación de los costos del proyecto tecnológico, por otra parte, el método de mercados comparables también mostraría un resultado más convincente si se aplica la técnica de Rating/Ranking y de igual forma si abarca información ofrecida por el método de subastas. En el caso del método de Rating/Ranking, este requiere necesariamente de bases de datos que analizar, por lo tanto necesita al menos un mercado comparable para su aplicación, de igual forma el Rating/ Ranking también puede servir de apoyo en el cálculo de la tasa de riesgo ajustada (RAHR) utilizada para el cálculo del método del VPN. Al definir qué criterios pueden ser relevantes para la determinación del riesgo. Por otro lado, el método de subastas, es otro método enfocado en el mercado. Sin embargo, el método puede ser más confiable, al momento de lanzar la primera propuesta de precios, con un análisis de criterios de selección del mismo; esto se lograría gracias al método de rating/ranking el cual puede ofrecer un valor más acertado para el inicio de la subasta.

En el caso de la regla del 25%, esta requiere necesariamente por lo menos la construcción del estado de resultados que refleje los componentes donde será aplicado el porcentaje de regalías, sin embargo el uso del método del VPN podría dar una mejor información y confianza en la valoración al mostrar en los años, y como ese porcentaje de regalías se verá afectado, de igual forma, un análisis de sensibilidad, daría una mayor solidez a la valoración por este método. Por otra parte, los análisis de sensibilidad y el método de árboles de decisión, dan una mayor información en la aplicación del método del VPN ya que un gran problema de este método es que no es muy dinámico frente a los cambios repentinos de la realidad.

Frente al método de opciones reales y el método de Monte Carlo, estos métodos son mucho más avanzados y complejos que los anteriores, debido a que toma otros componentes de variabilidad, como lo es el caso de tomar distribuciones de probabilidad o una volatilidad para el caso del método binomial o el modelo de

black-Scholes. Sin embargo, también son métodos que trabajan bajo un enfoque basado en los ingresos.

La diferencia de estos métodos radica en el enfoque que se dé a la valoración, presentando así diferencias en los valores calculados, asumiendo el caso en que se decidan aplicar todos los métodos de valoración tecnológica, en la figura 21 se presentara una comparación entre los enfoques con el fin de aclarar las diferencias claves entre sí, partiendo de unos criterios de diferenciación

El objetivo de esto es facilitar la elección de algún método en específico, dependiendo de las necesidades del vendedor o comprador.

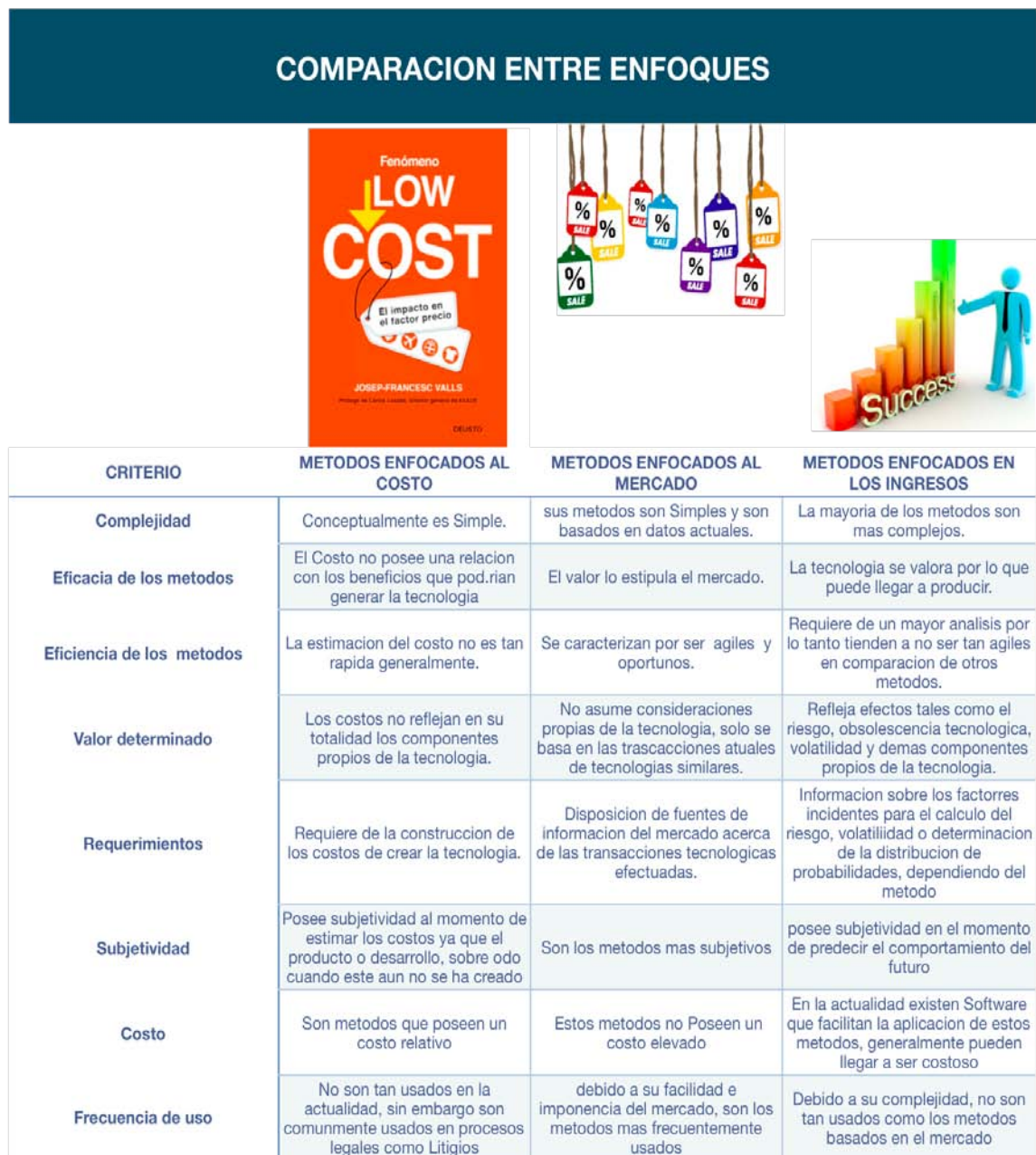
En conclusión, tanto unas como otras técnicas y métodos, poseen pros y contras, por lo cual no existe un mejor método que otro. Sin embargo, el uso apropiado de estos, depende de las circunstancias en la cual se encuentre el vendedor o comprador, por ejemplo: si la tecnología a valorar, es desarrollada para abordar un mercado de industrias del petróleo, donde esta se implemente en procesos de elaboración del mismo, lo más recomendable es usar un método que implique volatilidad como lo son el método de opciones reales, ya sea desarrollado por método binomial o por black-scholes; al igual que el método de valoración por simulación de Monte Carlo, debido a que los ingresos percibidos por la tecnología, con la implementación tecnológica, estarán relacionados con el comportamiento volátil del precio del barril.

Dado el caso que la implementación tecnológica aborde mercados del sector farmacéutico, se podrían utilizar un análisis de benchmarking a partir de mercados comparables, sustentado por la metodología del rating/ranking.

Sin embargo también depende de la ubicación geográfica y el nivel gubernamental que se maneje en donde se encuentre el mercado objetivo, pues como se vio al inicio del libro, una de los requerimientos para aplicar valoración

tecnológica de forma adecuada, es que existan los mecanismos necesarios para desarrollarla.

Figura 21. Comparación entre los enfoques de las técnicas y métodos de valoración tecnológica



Fuente: "Autor del Proyecto".

Si se habla de Colombia y los mecanismos de seguridad presentes para el desarrollo de la comercialización tecnológica, se encuentra que la Propiedad intelectual está protegida bajo la ley No 23 del 28 de Enero de 1982. Para los derechos de Autor, por parte del Ministerio del interior, por otra lado, se encuentra la decisión 344 del 21 de Octubre de 1993, por el cual se adopta el Régimen Común sobre Propiedad Industrial en los países miembros del acuerdo de Cartagena, por parte de la Comisión del acuerdo de Cartagena³³. Mecanismos como estos, son necesarios, debido a que promueven, fortalecen y apoyan el comercio tecnológico. La existencia de organismos que apoyen la producción de conocimiento, el apoyo por parte del estado, y generar un sistema seguro de protección de propiedad intelectual es necesario para que la transferencia tecnológica en el país conlleve una mayor fuerza de crecimiento, y a su vez, la contribución al crecimiento económico y social de Colombia.

En el país existen organismos como Colciencias, el cual promueve las políticas públicas para fomentar el desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación, a través de la producción de conocimiento, es un organismo que tiene como función, el generar mecanismos que contribuyan a la comercialización tecnológica, tales como la viabilidad de financiación para proyectos de tipo tecnológico. Gran parte de los proyectos de investigación en el país, son financiados por Colciencias, en donde generalmente, estos proyectos suelen ser productos tecnológicos comercializables, conciencias cobra un porcentaje de regalías el cual es negociado a partir de la participación de la financiación. Colciencias normalmente destina estas regalías a la financiación de más proyectos con el fin de establecer un centro de desarrollo tecnológico o de investigación.³⁴ Es de vital importancia que universidades, grupos de investigación y empresas generadores de nuevas tecnologías, así como también empresarios con ideas de negocios de base tecnología, trabajen de la mano con estos organismos.

³³ Información tomada de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3431> (acceso 4 de septiembre de 2011)

³⁴ Información tomada de COLCIENCIAS, http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias (acceso 20 de diciembre de 2010).

7. PROPUESTA DE LINEAS DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo del estado del arte sobre Técnicas y modelos de valoración tecnológica, tiene también como objetivo, el generar pautas que aporten al desarrollo de futuras líneas de investigación enfocadas a la búsqueda de soluciones del problema de valoración tecnológica. Por lo cual, se requiere primero una base teórica que sustente y de solidez a las propuestas realizadas. Por lo tanto, A continuación se nombraran las consideraciones para la proposición de estas líneas.

- ✓ En primera instancia, un método de valoración no se considera mejor o peor que otro, sino que cada método o técnica, es aplicable dependiendo de las condiciones en las cuales se encuentre el vendedor, por ejemplo: si se busca realizar una valoración a partir de métodos basados en el mercado, es necesario que existan las condiciones necesarias para la utilización de estas técnicas. De igual forma sucede con los demás métodos. Sin embargo también se debe tener en cuenta la naturaleza de los activos que se van a valorar, ya que la tecnología se valora por lo que esta puede llegar a generar.

- ✓ Otra consideración importante, es la característica de como estos métodos de valoración pueden apoyarse unos a otros, generando así una mayor solidez al momento de la valoración de tecnologías. Es posible que si aplicamos cada método, técnica o modelo por separado, el resultado de la cuantía podría ser diferente, ya que el resultado depende en gran medida de los datos que soporten el modelo y de las consideraciones necesarias que se deban realizar al momento de valorar. Sin embargo, el utilizar métodos que actúen como herramientas de apoyo para algún otro método, determinara un valor mucho más confiable.

- ✓ El tiempo requerido para determinar un valor de la tecnología, debe ser lo menos corto posible, debido a que el mercado se mueve de forma muy ágil y más aún, cuando se trata de activos de naturaleza tecnológica.

Se recomienda tomar estas consideraciones al momento de seleccionar uno o más de estos métodos presentados en este trabajo de grado, cuando se busque desarrollar valoración tecnológica.

Tomando como base el estudio y los análisis desarrollados en este trabajo de grado se propone Lo siguiente:

- 1. Aportar a la generación de mecanismos que den solidez a las actividades de comercialización tecnológica.**

Un gran problema que se evidencio durante el desarrollo del trabajo de grado es la adaptabilidad que poseen los modelos y métodos de valoración. Esto se debe a las circunstancias actuales de la región y del país, ya que los mecanismos existentes que facilitan y permiten la transferencia y el comercio tecnológico no son tan fuertes ni sólidos como lo son en países de mayor desarrollo. Sobre todo para el uso de técnicas enfocadas en el mercado.

La presencia de mecanismos tales como bases de datos confiables, rapidez al momento de su búsqueda y obtención, y disposición al público, entre otros, son factores que inciden directamente con el desarrollo de la valoración tecnológica, pues como se menciona anteriormente, una de las dificultades al momento de aplicar valoración tecnológica por alguno de los métodos presentados en este documento de grado, es la adaptabilidad que estos poseen debido a que el desempeño del desarrollo de estos depende de situaciones circunstanciales

2. Analizar la viabilidad de generar enfoques de valoración híbridos.

Otra característica importante que se observe a lo largo del desarrollo del trabajo, es la capacidad de como estos métodos pueden apoyarse unos a otros, de tal forma que el valor del precio de la tecnología calculado, posea un mayor grado de confiabilidad.

3. Desarrollar nuevos modelos que determine el precio de una tecnología a partir de modelamiento matemático.

Los métodos avanzados tales como opciones reales y simulación por monte Carlo, poseen una característica muy peculiar debido a que estos métodos enfocados en los ingresos, tienen la capacidad de calcular un valor asumiendo el dinamismo de la realidad.

El dar continuidad a estas propuestas como futuras líneas de investigación contribuirá en gran medida a la búsqueda de soluciones que aborden el problema de valoración tecnológica. Soluciones generadas bajo modelamiento matemático, tomando como base teórica, los estudios desarrollados en los métodos avanzados tales como el método de simulación por monte Carlo y el método de opciones reales.

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Gran parte de estos métodos de valoración, requieren de mecanismos y condiciones que permitan su óptimo desarrollo, (Bases de datos, Mercados seguros y estables, normas seguras y cumplimiento de las mismas para IP, entre otros).

La valoración tecnológica no depende solo de la replicación de un modelo sino otros factores tales como la comprensión de la naturaleza del producto, servicio o desarrollo a valorar, conocimientos del mercado a incursionar, conocimientos sobre la competencia y sus sustitutos ofrecidos, entre otros

Los métodos de Valoración Tecnológica suelen basarse en consideraciones subjetivas, y algunos de ellos en cálculos complejos y poco trazables.

Como se observo, los métodos buscan establecer un valor en unidades monetarias, en donde se aprecia como algunos de ellos asociaban este valor al costo de reproducción o de desarrollo, otros, se basaban en premisas para asociar precios de ventas y licencias de tecnologías similares, y por último, métodos que asociaban el valor a los beneficios futuros que podría generar una tecnología específica, asumiendo posibles oportunidades y riesgos hipotéticos.

El método de estándares de la industria o mercados comparables es un método que requiere una fuente de datos que permita realizar la comparación y asociación, este método posee un gran atractivo debido a la premisa de que ofrece un valor justo de mercado, y a su simplicidad. Sin embargo, la mayoría de estos acuerdos no son publicados, debido a su disponibilidad y grado de confidencialidad. Por otra parte, cuando estos son publicados, su información no es lo suficientemente completa y a su vez sesgada.

La naturaleza de las patentes y la propiedad intelectual es única pues se basan en el principio de innovación y creación, por lo tanto es imposible encontrar tecnologías idénticas ya sea para patentes, secretos comerciales o derechos de autor (para el caso de software). Y a su vez, la oportunidad que estos pueden ofrecer, no sería la misma

Los mecanismos de publicación, obtenidos por las formas de recolección del método (presentados en el anexo 3) pueden presentar contaminación.

La metodología del Rating-Ranking trata de sistematizar las comparaciones realizadas en el método de mercados comparables.

El rating-Ranking posee limitaciones tales como: Propenso al sesgo debido a que es un método netamente subjetivo, se basa en criterios de distinción y factores determinados por la experiencia del experto, personas o grupos, encargados de aplicar la técnica.

El Rating-Ranking no determina un valor de tecnología, sino la elección del comparable más aceptable según los criterios de selección tomados en la aplicación de la técnica

La regla del 25% otro método también muy comúnmente usado. En donde es utilizado de como un punto de partida para llegar a un acuerdo de tasa de regalías, basándose en análisis de los posibles beneficios que obtendría el comprador. Por otra parte, este método genera una imagen de equidad entre las partes presentes en el acuerdo tecnológico, ya que este, trabaja bajo una proporción y no con sumas de dinero específicas.

Posee la desventaja de no contar con la inversión requerida por el comprador ni los riesgos que este asumiría, y este, tiene un enorme efecto en el valor, como lo muestra el método de VPN.

El método de flujo de caja Descuento y el Cálculo del VPN se basan en la creación de un modelo de estimación del flujo efectivo neto. Sin embargo, a pesar de su utilización, y beneficios obtenidos, como es el determinar un valor que considere el factor de riesgo en el valor de la tecnología; este posee limitaciones tales como: las hipótesis realizadas, ya que estas pueden tener una enorme influencia en el valor a obtener, y si la incertidumbre asociada a estos supuestos no es reducida en gran parte, el resultado obtenido por el modelo no será nada confiable.

A pesar de que el uso de escenarios en el cálculo del VPN mejoran hasta cierto punto el nivel de confianza en los cálculos obtenidos, estos son limitados ya que la realidad tiene un sin fin de comportamientos que podrían cambiar el resultado real del valor de la tecnología.

Los métodos avanzados como la simulación por monte Carlo y opciones reales, poseen consideraciones que ayudan a reducir la incertidumbre de los pronósticos realizados para determinar el valor de la tecnología, sin embargo estos requieren de una gran cantidad de información.

El método de monte Carlo conduce a una perspectiva diferente del efecto de riesgo en el valor de la tecnología, ya que este se maneja herramientas tales como distribuciones de probabilidad y gráficos de sensibilidad ayudar a priorizar un mayor análisis de los supuestos más importantes.

Monte Carlo ofrece una potente herramienta visual de oportunidades y riesgos, y hace que las implicaciones relacionadas sean más fácilmente comprensibles.

Posee la desventaja de no ser un método fácil y ágil, su mayor dificultad radica en la determinación de la distribución de probabilidad de las variables del modelo del Flujo de Caja Descuento.

El método de monte Carlo puede arrojar una distribución del resultado del modelo más confiable si se decide aplicar otros métodos de valoración tecnológica como

herramientas de apoyo, debido a que este podría alimentar sus variables de una forma más efectiva o también contrastando precios del mercado con el resultado obtenido por la valoración por simulación monte carlo. Pero esto solo podría realizarse siempre y cuando existan tanto los datos del país o región, como vías de acceso ágiles, precisas y confiables para su recopilación.

El uso de las opciones reales ha venido tomando un gran atractivo por parte de grandes empresas. Sin embargo, su uso no es aún muy frecuente debido a la complejidad que este método contiene.

La complejidad del método de red binomial o modelo de Black-scholes, radica en la determinación del cálculo de la volatilidad del activo a valorar, ya que es posible que esto se deba a que la volatilidad tiene como función, reflejar las posibles incertidumbres monetarias y de operación o desarrollo referentes al activo, así como también como estas incertidumbres varían en el tiempo.

El método de opciones reales se basa en las analogías entre una opción financiera y una opción real. Sin embargo estas analogías podrían mostrar resultados engañosos, por ejemplo: en las opciones financieras la incertidumbre, se presenta de forma externa ya que ninguna de las partes puede influir en la porcentaje de retorno esperado sobre las acciones en cuestión, sin embargo el valorar la tecnología a partir de opción real desarrollado por Black-Scholes tanto comprador como vendedor de la tecnología pueden incidir en el activo subyacente, por ejemplo, un aumento en los costos en la implementación de la tecnología por parte del comprador, debido al impacto que genera el implementarla o adecuarla a su organización (para el caso de empresas o entidades que adquieran tecnologías).

El método por subastas en parte es un comparable incontrovertible, sin este método posee la característica de realizarse en tiempo real, ya que el valor estipulado, se genera al momento de pagar por la tecnología.

El método por subastas da una idea de Valor Justo de Mercado.

El uso de enfoques híbridos, donde se apoyen unos métodos con otros, dará como resultado, la determinación de un precio base de negociación más sólido y confiable, contribuyendo en gran medida a la conciliación del acuerdo tecnológico

Objetivo General	Estudiar, caracterizar y analizar los métodos o modelos matemáticos que permiten valorar económicamente tecnologías innovadoras.	Numeral [4,6]
Objetivos Específicos	Revisar la literatura existente a partir de una obtención, extracción, recopilación y selección de las metodologías de valoración económica de tecnología.	Numeral [3,5]
	Analizar y clasificar las metodologías de valoración Económica de tecnología seleccionadas previamente.	Numeral [4,6]
	Caracterizar las metodologías del estudio	Numeral 5
	Socializar y proponer líneas de investigación que contribuyan con el desarrollo del problema planteado.	Numeral 7
	Elaboración del artículo académico con base en el estudio presentado	Anexo 19

RECOMENDACIONES

Se recomienda crear estas bases de datos de mercados comparables a partir de la experiencia y el desarrollo tecnológico llevado a cabo en las universidades, sin embargo para que esto sea posible, estos organismos, así como también diferentes grupos de investigación, llevar sus objetivos de forma conjunta, buscando el desarrollo y sostenimiento de mecanismos que faciliten la comercialización de tecnologías en el país o la región.

Se recomienda la utilización del método de mercados comparables, no como un método de valoración, sino como un método de análisis del valor determinado por otros métodos, con el fin de contrastar el valor hallado por el vendedor, con el valor de tecnologías similares o sustitutas en el mercado.

La Técnica de Rating-Ranking podría ser muy útil como herramienta de apoyo para otros métodos, como vemos el caso de VPN, o Simulación por Monte Carlo, esta técnica tomaría los aspectos más relevantes en la elección del riesgo hipotético utilizado en el modelo

Los mercados comparables podrían mejorar el desarrollo de los métodos y modelos basados en los ingresos, ofreciendo información que mejorara el desempeño de estos.

Para la utilización del método del VPN, es fundamental realizar un análisis adecuado sobre la determinación de la tasa de riesgo ajustada (RAHR).

Debido a que los métodos avanzados requieren de una gran cantidad de información para poder generar consideraciones hipotéticas en el comportamiento del valor de la tecnología en el tiempo, se recomienda generar mecanismos que faciliten la obtención de esta información, así como también tener un conocimiento amplio sobre la naturaleza del producto, desarrollo o servicio tecnológico a valorar, así como también conocimiento del mercado, competidores, entre otros, ya que

esto facilitaría las asociaciones del comportamiento probabilístico de las variables del modelo.

Se recomienda dar continuidad al desarrollo de modelos matemáticos basados en los métodos avanzados, debido a que estos consideran el dinamismo de la realidad.

Durante el desarrollo del trabajo de grado, se realizaron clases al semillero del grupo de investigación OPALO con el fin de socializar la temática estudiada. Por otra parte también se busca generar interés en el tema a los alumnos, con el objetivo de que estos pudieran seguir dando continuidad a la búsqueda de soluciones al problema de valoración tecnológica, generando así futuras líneas de investigación

BIBLIOGRAFÍA

Alcocer, Gustavo, y Carlos A. Woodworth. «The reasons for valuation.» *Ebsco*, 2005.

Australian Institute for Commercialisation. «Valuations of Intellectual Property.», 2005

—, «Realistic valuations of intellectual property ,» in *Methods and techniques for valuing IP* (2004).

Bailey, Willian, Benoit Couet, Ashish Bhandari, Soussan Faiz, Sundraram Srinivasan, y Helen Weeds. «Valoración de las opciones reales.» 2004.

Berumen. *Competitividad y Desarrollo Local*. Madrid: ESIC, 2006.

Berzal, Concepción Martín. «Valoración de empresas tecnologicas mediante opciones reales.» 2004.

Bishop, Jody C. «The Challenge of Valuing Intellectual Property Assets.» *Journal of Technology and Intellectual Property*, 2003: 59-65.

Boer, F. Peter. «Valuation of technology Using Real Options.» 2000.
www.boer.org/files/2000.pdf (último acceso: 21 de septiembre de 2010).

Borshell, Nigel, y Adrian Dawkes. «Pharmaceutical royalties in licensing deals: No place for the 25 per cent rule of thumb.» *Journal of Commercial Biotechnology*, 2009.

Boylea, Phelim, Mark Broadieb, y Paul Glasserma. «Monte Carlo methods for security pricing.» 1997.

Brand, Felix. «Auctions.» De Felix Brand, 49-55. 2007.

Bruce, Lynda, y Caroline Lee. «The true value of valuation.» *srip magazine*, Octubre 2004.

Busby, J . S ., y C . G . C. Pitts. «Real options in practice : an exploratory survey of how finance of ficers deal with flexibility in capital appraisal.» *Sciencedirect*, 2007.

Camacho, Rafael. «Aspectos prácticos de la transferencia de tecnología: acuerdos, licencias, valoración.» Europa: SEIRC, 2003.

—. «Conceptos básicos sobre la transferencia de tecnología.» Europa: SEIRC, 2003.

Castellanos, Juan Gonzalo. «Negociación de tecnología y su papel en la transferencia tecnologica.» COLCIENCIAS, 2008.

COLCIENCIAS. http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias (último acceso: 20 de 10 de 2010).

Copeland, Thomas E. «Real options and flexibility.» *Journal Financial Transformation*, 2006.

Dong-Hyun, Baek, Sul Wonsik, Hong Kil-Pyo, y Kim Hun. «A technology valuation model to support technology transfer negotiations.» *Journal Compilation*, 2007: 138.

Drews, David. «Patent License Evaluation.» IP METRICS Intellectual Property Consulting, 2004.

Enders, Paul, Alan Scheller-Wolf, y Nicola Secomandi. «Interaction between technology and extraction scaling real options in natural gas production.» 2010.

Epstein, Roy J., y Alan J. Marcus. «Economic Analysis of the Reasonable Royalty: Simplification and Extension of the Georgia-Pacific Factors.» *Journal of the Patent and Trademark Office Society*, 2003.

- Escorsa, Enric. «Estado del Arte Valoración Tecnológica en Europa.» COLCIENCIAS-IALE, 2010.
- Fabry, Bernd. «Three-Dimensional Valuation of IP Rights.» 2007.
- Fernandez, Pablo. «Utilización de la fórmula de Black y Scholes para valorar opciones.» *Universidad de la Navarra* (División de Investigación del IESE), 1997.
- Gamba, Andrea. «Real Options Valuation: a Monte Carlo Approach.» 2002.
- Giordano, Thomas. «Royalty Rates In Intellectual Property Valuation.» 2003.
- Goldscheider, Robert. *Georgia-Pacific Corporation v. U.S. Plywood Corporation* (S.D. N.Y.) . 1970 . <http://www.gp.com> (último acceso: 13 de Agosto de 2010).
- . «the negotiation of royalties and other sources of income from licensing.» *The Journal of Law and Technology*, 1995.
- Gonzales, L.R. Vega, y J.M. Saniger Blesa. «Valuation Methodology for Technology Developed at Academic R&D Groups.» *Journal of Applied Research and Technology*, 1 de Abril de 2010.
- H., Potter & Robert. *Technology Valuation: An Introduction*. U.K., 2007.
- Hagelin, Ted. « Technology Commercialization & Venturing Workshop.» *IP Precautions & Valuation Methods*. Syracuse, 2006.
- . «Competitive Advantage Valuation of Intellectual Property Assets: A new Tool For IP Managers.» *DEA The Journal of Law and Technology*., 2003.
- Hong, See Joon, Jong Won.Seo, Young Suk Kim, y Sang Hyeok Kang. «“Construction Technology Valuation for Patent Transaction” .» *KSCE Journal of Civil Engineering*, 2007.
- Jain, Ruchi. «Valuation of Intellectual Property: Approaches.» 2003.

Jonathan Kemmerer, Jiaqing Lu. «Profitability and royalty rates across industries: some preliminary evidence.» *JOURNAL OF ACADEMY OF BUSINESS AND ECONOMICS*, 2008.

Kahn, George Corey y E. «Biomedical Royalty Rates: Some Approaches.» *Valuation & Dealmaking of technology-based intellectual property principles, methods and tools*. 2009.

Katz, Bryan M, y Marc G Olsen. «Price Tags on Technology: No Simple Solutions.» *Journal de Accountancy*, 2008.

Ketty Vijay Parthasarathy, R. Madhumathi. «Real Options Analysis in Valuation of Commercial Project: A Case Study.» *SSRN*, 2010.

Lauri, Ron. «The Role of Claims Construction in Patent Valuation.» *inflexion Point Strategy, LLC.*, 2004.

Laurie, Ron. «IP Valuation: Magic or Myth.» 2004.

Hastbacka., Mildred A. «Technology Valuation - The "market Comparables" Method.» 2004.

F. H. Hunt, D. R. Probert, J. C. Wong, R. Phaal. «Valuation of Technology: Exploring a Practical Hybrid Model.» *Cambridge University Engineering Department* (Centre for Technology Management, Institute for Manufacturing), 2003.

Goldscheider, Robert. «Use Of The 25 Per Cent Rule In Valuing IP.» *Licensing Executives Society*, 2002.

Martinez Patent P.C. «Licenciamiento y comercializaciòn.» *COLCIENCIAS*, 2008.

Mascareñas, Juan. «EL metodo Binomial de valoración de opciones.» Octubre 1994.

Mascareñas., Juan. « Opciones II: Valoración, .» 2005.

Mascre, Frédéric, Geoffroy Dubus, Jean-Sébastien LANTZ, Yvan-Michel EHKIRCH, y Philippe CROCHET. «Capital Risque Et Valorisation De La Recherche.» 2005.

http://www.afic.asso.fr/Images/Upload/DOCUMENTS/cap_risque_et_valo_recherche.pdf (último acceso: 30 de enero de 2010).

Mayhew, Stephen. «Practical approaches to early stage life sciences technology valuations.» *Journal of Commercial Biotechnology*, 2009.

McGrath, R.G., y I.C. MacMillan. «Assessing technology projects using real options reasoning, *Research Technology Management*.» 2000.

Meinshausen, Nicolai, y Ben M. Hambly. «Monte Carlo Methods for the Valuation of Multiple-Exercise Options.» *SSRN*. 21 de septiembre de 2004.

http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=591379 (último acceso: 30 de octubre de 2010).

N.Angelou, Georgios, y Anastasios A. Economides. «A multi-criteria game theory and real-options model for irreversible ICT investment decisions.» 2002.

Organizacion Mundial de la Propiedad Intelectual.

http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2006/05/article_0005.html (último acceso: 21 de enero de 2010).

Pande, Akshat. «Valuation of Intellectual Property Assets - Legal Requirements, Economic Aspects and Commercial Solutions, Taking Two Specific Situations and Application of Methods to Other Situations, Need for International Consensus .» *SSRN*, 2007.

Park, Yongtae, y Gwangman Park. «A new method for technology valuation in monetary value: procedure and application.» *Sciencedirect* (Technovation 24), 2004: 338.

Parr, Russell, y Gordon Smith. «Intellectual Property: Valuation, Exploitation and Infringement Damages.» 156-168. John Wiley & Sons, INC., 2005.

Posada, Felix Moreno. «Contratos de Tecnologia.» COLCIENCIAS, 2008.

—. «Valoracion de Tecnologia.» Colciencias-Tecnos, 2008.

Raghuraman, B., B. Coue, P. Savundararaj W.J. Bailey, y D.J. Wilkinson. «Valuation of Technology and Information for Reservoir Risk Management.» *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 2003: 307-316.

Ranaulo, Angelo, Domenico Napolitano, Lui Iavarone, y Iacobelli Massimo. «“Technology Valuation for Biotechnology: techniques for valuation of Intellectual Property”.» 2006.

Razgaitis, Richard. «Approaches, tools & Methods of valuation.» 2009.

—. «Pricing the Intellectual Property of Early-Stage Technologies: A Primer of Basic Valuation Tools and Considerations.» En *HANDBOOK OF BEST PRACTICES*, de Richard Razgaitis, 813-850. 2007.

—. *Valuation & Dealmaking of technology-based Intellectual Property Principles, Methods and Tools*. Jhon Wiley & Sons, Inc., 2009.

Real Academia de la Lengua Española. <http://www.rae.es/rae.html> (último acceso: 9 de Junio de 2010).

Reifer, Donald J. «Use of Real Options Theory to Value Software Trade Secrets.» 2003.

—. *Valuing Software intellectual property*. Vol. 3, de *Value-Based Software*, de Reifer Donald, 345-366. 2006.

Remer, S., Ang, S.H., y Baden-Fuller. «Dealing with uncertainties in the biotechnology Industry, the use of real options reasoning.» *Journal of Commercial Biotechnology*, 2001.

Rodrigues, Artur, y Manuel J. Rocha Armada. «The Valuation of Real Options with the Least Squares Monte Carlo Simulation Method.» 2006.

Rusek, Stephen, y Alan Cox. «The Demise Of Junk Science And The 25% Rule.» *Nera Economic Consulting*, 2010.

Sage, Andrew P. « Valuation of Technology.» 1999.

Singla, Ankur. «Valuation of Intellectual Property.» *National Law School of India University*,, 2004: 28.

Sneed, Katherine A., y Daniel K.N. Johnson. «The Determinants of Patent Value in an Auction Environment.» (Department of Economics and Business) Julio 2007.

Southern Europe Innovation Relay Centre (SEIRC). «Precio de la Tecnología.» 2002.

Stiroh, Lauren Johnston, y Richard T. Rapp. «MODERN METHODS FOR THE VALUATION OF INTELLECTUAL PROPERTY.» 2002.

Tan, Burcu, Edward Anderson, James Dyer, y Geoffrey Parker. «Using Binomial Decision Trees and Real Options Theory to Evaluate System Dynamics Models of Risky Projects.» 2010.

Villani, Flavia Cortelezzi · Giovanni. «Valuation of R&D Sequential Exchange Options Using Monte Carlo Approac.» 2008.

Ziedonis, Arvids A. «Real Options in Technology Licensing.» *MANAGEMENT SCIENCE* 53 (2007).

Anexo 2. Fuentes de información para el método de mercados comparables.

Páginas Web que proveen bases de datos

- ✓ The Financial Valuation Group www.Fvginternational.com
- ✓ <http://www.technologytransfertactics.com/>
- ✓ Royalty Source www.Royaltysource.com
- ✓ Licensing Economics Review <http://ausinc.com/>
- ✓ Consor Intellectual Asset Managment <http://www.consor.com/>
- ✓ www.mediuspublications.com
- ✓ www.royaltystat.com
- ✓ www.les.org
- ✓ www.cptech.org

Anexo 3. Fuentes y Formas de Recolección para el método de Mercados Comparables.

1. Encuestas

Estas encuestas poseen información de acuerdos de licenciamiento tecnológico, en algunos casos esta ha sido reunida por asociaciones, compañías o individuos.

En Japón se han venido recolectando información de esta forma, alrededor de 1970, donde clasifican la tecnología según el tipo que su tipo, (tecnologías de tipo químico, metálicos, maquinaria, eléctricos y otros); a su vez también es clasificada dependiendo de los términos de pago.

Poseen limitaciones tales como:

Que la información suministrada es suficiente para generar una valoración

Que los datos obtenidos sean reales (es probable que el encuestado, pueda dar información errada, así como también el encuestador puede equivocarse al momento de digitar o escribir algún tipo de información suministrada)

La encuesta debe poseer las variables suficientes para capturar la información que se requiere, que esta sea detallada, y pueda ser analizada estadísticamente.

Los datos obtenidos poseen un ancho rango de posibles regalías en cada categoría de la tecnología adquirida.

Datos que posiblemente, puedan tener una caracterización limitada que no permita conectar los datos de rangos de regalías con el grado del valor de la IP.

Las encuestas no muestran la frecuencia ni grado de uso de las diferentes clases de tecnologías adquiridas

La base de regalía en algunos casos no es clara.

2. Propuestas o normas Establecidas

Estas Propuestas se desarrollan de forma subjetiva pues depende de la opinión de expertos, sin embargo estos perciben patrones y a su vez pueden extraer generalizaciones que pueden ser muy valiosas, debido a su experiencia, generando espacios de discusión con respecto al licenciamiento de tecnologías que probablemente no pueden ser fácilmente caracterizados por estadísticas

Las universidades emiten estas propuestas o normas en cuanto al porcentaje de regalías que se deben recibir, según el tipo o naturaleza de la tecnología. Esto gracias a su experiencia en generación de conocimiento y perspectivas del alcance de la tecnología desarrollada.

3. Noticias, Publicaciones en la Web

Existe una variedad de información transmitida en varias noticias y publicaciones en tales medios como Wall street Journal, business week , New York Times, bases de datos consultables como LEXIS-NEXIS, y demás fuentes de información suministradas por la Web.

4. Hojas de términos y listas de precios

Las hojas de términos consisten en pequeños documentos de no más de 1 o 2 páginas que resume principalmente en términos financieros una transacción de concesión de licencias propuesta, normalmente no se encuentran publicados. Sin embargo, dependiendo del enfoque de confidencialidad de las partes esta información puede estar informalmente disponibles.

Son listas o tablas de categorías de precios que impone un vendedor con el fin de poder negociar con varios compradores de forma individual, el vendedor se encuentra obligado a cuidar los mismos términos para todos los compradores, ya que esto podría generar renegociaciones que hagan bajar el precio, normalmente esta información se encuentra disponible.

5. Periódicos, bases de datos privadas y reportes

Esta categoría está compuesta por publicaciones que normalmente se encuentran en artículos relacionados con tecnología, o términos financieros de licenciamiento tecnológico; normalmente estas publicaciones se encuentran reguladas según la base de datos o revista donde este artículo o publicación sea indexado, como bien se sabe no todo puede ser publicado, cada artículo debe cumplir ciertos requisitos.

6. Acuerdos publicados

En algunos Estados, el gobierno obliga a que este tipo de información (acuerdos Efectuados entre las partes), se encuentre disponible al público, sin embargo no toda la información es totalmente disponible, esta es regulada dependiendo de la confidencialidad que requieran tanto el vendedor como el comprador.

7. Casos judiciales

En algunas situaciones es probable que no se cumplan algunos de los términos establecidos dentro del contrato de transacción tecnológica, por lo tanto estos casos generalmente son llevados a corte donde se manejan en un cierto periodo bajo confidencialidad, luego, al cabo de un tiempo, esta información se pone a disposición del público, dependiendo del tipo de falta presentada.

8. Aprendizaje organizacional

Se pueden establecer fuentes de información a partir de la experiencia y el aprendizaje dentro de estos mercados como vemos en el caso de AUTM (Association of University Technology Managers) o Licensing Executives Society (LES

Anexo 4. Ejemplo de determinación de factores de valoración

La aplicación metodológica consta de 5 pasos.

1. Selección de criterios. Se tomaron en cuenta los siguientes criterios

- ✓ El tamaño del mercado
- ✓ Margen de beneficio
- ✓ Fuerza de la protección de IP
- ✓ Amplitud de la protección de IP
- ✓ Etapa de desarrollo
- ✓ Ambiente del Mercado

2. Asignación de Escalas de Importancia.

Se asignan las escalas de importancia a partir de la subjetividad de los expertos

Criterios	Escala de importancia (1-3)
El tamaño del mercado	2
Margen de beneficio de producto o servicio.	3
Fuerza de la protección de IP	2
Amplitud de la protección de IP	3
Etapa de desarrollo	3
Ambiente del Mercado	1

3. Asignación del sistema de Puntuación.

La puntuación se asigna según la importancia relativa que den los expertos o encargados de la valoración

Criterios	Escala de importancia (1-3)	Escala de Puntuación (1-5)
El tamaño del mercado	2	3
Márgenes de beneficio de producto.	3	5
Fuerza de la protección de IP	2	4
Amplitud de la protección de IP	3	3
Etapa de desarrollo	3	2
Ambiente del Mercado	1	3

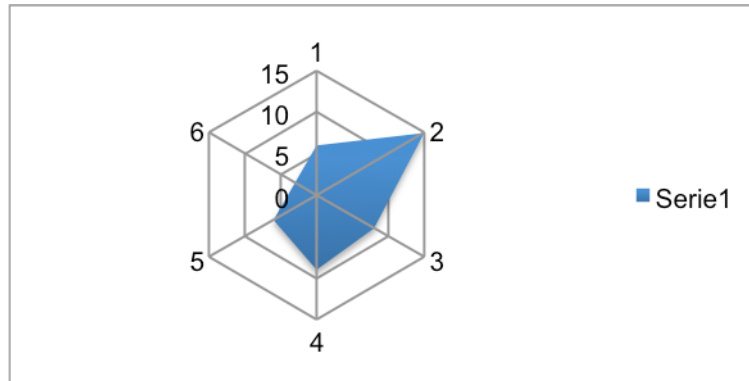
4. Asignación del factor de ponderación

Se multiplican la escala de importancia asignada con la puntuación, con el fin de determinar los factores mas relevante.

Criterios	Escala de importancia (1-3)	Escala de Puntuación (1-5)	Factor Pond.
El tamaño del mercado	2	3	6
Márgenes de beneficio de producto.	3	5	15
Fuerza de la protección de IP	2	4	8
Amplitud de la protección de IP	3	3	9
Etapa de desarrollo	3	2	6
Ambiente del Mercado	1	3	3
Total			47

5. Representación Grafica

La representación grafica facilita la comprensión para la toma de decisiones. En la grafica se observa como el criterio mas relevante es el margen del beneficio del producto, seguido de la amplitud de protección de IP.



Este sencillo ejemplo simplemente facilita la comprensión metodológica, del Rating-Ranking, sin embargo sus aplicaciones van mas allá de la valoración tecnológica. El cual es el tema de interés de este trabajo de grado.

Anexo 5. Listado de criterios propuestos para Georgia Pacific por Robert Goldscheider.

1. Las regalías recibidas por el titular de la concesión de licencias de la patente, en donde se estipule una tarifa establecida.
2. Las tarifas que se pagan por la licencia para el uso de otras patentes similares a la patente.
3. La naturaleza y el alcance de la licencia, como exclusiva o no exclusiva, o como restringidos o no restringidos en términos de territorio.
4. La política establecida y el programa de comercialización para mantener el monopolio de la patente para que terceros no utilicen la invención o la generación de condiciones especiales que permitan preservar ese monopolio.
5. La relación comercial entre el licenciante y el licenciataro, como por ejemplo, si son competidores en el mismo territorio en la misma línea de negocio, o si son inventor y promotor.
6. El valor existente de la invención para el licenciante como generador de ventas de sus productos no patentados, y la medida de esas ventas derivadas o escoltados.
7. La duración de la patente y la duración de la licencia.
8. La rentabilidad del producto establecida en virtud de la patente, su éxito comercial, y su popularidad actual.

9. La utilidad de la patente sobre tecnologías similares.
10. La naturaleza de la invención patentada; el carácter de la realización comercial y el beneficio que se recibirá por la invención.
11. La medida en cuales infractores han hecho uso de la invención y evidencias del valor de uso.
12. La porción de las ganancias o del precio de venta que pueden ser habituales en el negocio particular o en los negocios comparables para permitir el uso de la invención o invenciones análogas.
13. La porción de las ganancias de la invención, a diferencia de los elementos no patentados, el proceso de fabricación, los riesgos comerciales, y demás aspecto significativos.
14. El testimonio y opinión de expertos calificados.
15. El resultado de la negociación al momento que se una infracción de forma hipotética.

Anexo 6. Consideraciones en la aplicación de la metodología del rating-Ranking.

En 1986 fue presentado un listado de consideraciones importantes en la determinación del valor de la tecnología propuesto por Headley Tom Arnold en Houston, Texas, el cual fue presentado ante el LES. EE.UU./Canada en donde se presentaron 100 consideraciones para la aplicación de Rating-Ranking. Estas se clasificaban en:

- ✓ Consideraciones intrínsecas en la Calidad
- ✓ Consideraciones en la Protección y Asaltos de Protección
- ✓ Consideraciones del Mercado
- ✓ Consideraciones con la competencia
- ✓ Consideraciones Financieras
- ✓ Consideraciones acerca del Riesgo
- ✓ Consideraciones Legales
- ✓ Consideraciones sobre la regularidad gubernamental

Anexo 7. Ejemplos sobre a Regla del 25%

En el siguiente ejemplo se presenta un estado de resultados de un año en el cual se muestran las ventas generadas por la adquisición de la tecnología, en donde se muestra como se aplica la regla del 25% a la utilidad Operativa generada por la Tecnología.

	Cuantías	Porcentajes
Ventas Netas	\$ 10.862,20	100%
Costo de venta	\$ 2.055,70	19%
Margen Bruto	\$ 8.806,50	81%
Investigación y Desarrollo Adicionales	\$ 2.018,50	48%
Administración y Comercialización	\$ 3.228,30	
Otros ingresos netos	\$ 481,30	
Ingresos por operaciones continuas antes de impuestos	\$ 3.858,70	35%
Impuestos	\$ 800,90	
Ingresos por operaciones después de Impuestos	\$ 3.057,80	28%
35% Utilidad Operativa x 25% de la Regla = 8,25 % de Regalías		

Al final se obtiene que el porcentaje de Regalías que recibirá el cedente de la tecnología, es Igual a 8,25% de las utilidades Operativas generadas por la tecnología adquirida.

En el ejemplo siguiente se observa un estado de resultados en donde la Utilidad Neta dará como resultado un valor negativo, sin embargo el porcentaje que se refleja sobre la Utilidad Operativa es Relativamente bajo en comparación con el porcentaje de Ventas Totales. El objetivo de este ejemplo es notar la importancia elección sobre en que cuantía aplicar la regla del 25% (sobre las ventas, sobre el ingreso bruto, sobre la utilidad operativa o sobre la utilidad después de impuestos),

	\$K	%
Ventas	1.249.512,00	100,00
Costo de venta (COGS)	643.357,00	52,00
Ingreso Bruto	606.155,00	48,00
Gastos Generales y administrativos (SD&A)	447.607,00	36,00
Investigación y Desarrollo (R&D) Adicionales	140.196,00	11,00
EBIT	18.352,00	1,00
Interés	8.090,00	
Reestructuración	3.697,00	
Otros	9.674,00	
EBT	-3.109,00	-0,25

Anexo 8. Listado de factores incidentes en la elección de un monto de regalías.

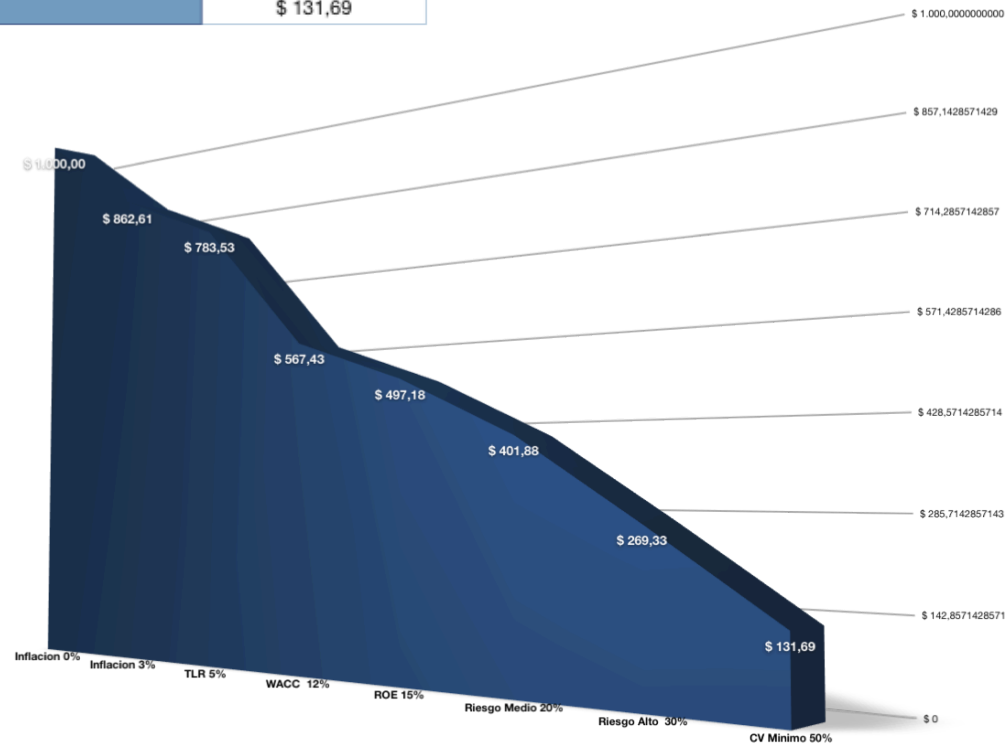
- ✓ La importancia de la innovación.
- ✓ Ciclo de vida de la tecnología y edad actual.
- ✓ Estado de desarrollo de la tecnología (laboratorio, etc.)
- ✓ Utilidad ganadera por el producto
- ✓ Carácter exclusivo de la licencia
- ✓ Tamaño y calidad del mercado (elasticidad - precio)
- ✓ Alcance Sectorial de la innovación
- ✓ La fuerza de una patente o de un secreto comercial (dificultad de copiar)
- ✓ Ventajas de la nueva tecnología (calidad, diseño, facilidad de proceso, etc.)
- ✓ Competencias de otras tecnologías
- ✓ Grado de competencia en el mercado (barreras a la entrada)
- ✓ Duración de la licencia
- ✓ Inversión requerida para utilizar la nueva tecnología
- ✓ Nivel técnico de concesionario
- ✓ Otorgamiento de sub-licencias
- ✓ Plan mínimo de producción del concesionario
- ✓ La existencia y monto de otras formas simultáneas de remuneración, como pagos por asistencia técnica, etc.
- ✓ Los elementos objeto de licencia (patente, marca, secretos industriales, etc.).
- ✓ Derechos de exportación, pacto de recompra del producto u otro contrato de manufactura.
- ✓ La relación accionaria entre concedente y concesionario: subsidiaria, socios de un “joint venture” o sin relación de capital.
- ✓ Dependencia del concesionario de componentes o repuestos suministrados por el concedente.
- ✓ Los acuerdos sobre propiedad de las mejoras y derechos a licenciarlas.

- ✓ El valor promedio de las regalías en el sector.
- ✓ La posición del gobierno del país anfitrión sobre el monto de la regalía.
- ✓ El valor de la tecnología para el país y el interés en entrenar nacionales en ella.
- ✓ Valor dado a la conexión continuada con el concedente, por la reputación de su know how.

Anexo 9. VPN con diferentes Tasas de Riesgo.

La variación del VPN se presenta, al hacer distintos cálculos, variando el valor de la tasa de Riesgo en un periodo de tiempo de 5 Años .

Inflacion 0%	\$ 1.000,00
Inflacion 3%	\$ 862,61
TLR 5%	\$ 783,53
WACC 12%	\$ 567,43
ROE 15%	\$ 497,18
Riesgo Medio 20%	\$ 401,88
Riesgo Alto 30%	\$ 269,33
CV Minimo 50%	\$ 131,69



Anexo 10. Clasificación del riesgo propuesta por Richard Razgaitis.

Nombre Asignado	Caracterización del riesgo	Aproximación RAHR (Valor de K)	
O	Tasa Libre de Riesgo: Un Ejemplo de esto seria la ampliación o instalación de una planta en respuesta a una alta demanda.	Aproximaciones bajo un rango de [8-18]%	
IA	Riesgo Muy Bajo: Tales como mejoras incrementales debido a la implementación de una tecnología en la fabricación de productos	Visiblemente por encima de las corporación en metas para el retorno de la Inversión de sus accionistas, Rango entre [15-20]%	Cambios Incrementales
IB	Bajo Riesgo: Fabricación de nuevos Productos con nuevas características, donde tales características son aparentemente demandas por el mercado	Rango entre el [20-30]%	Nuevas Características
II	Riesgo Moderado: se presenta por ejemplo en la fabricación de nuevos productos a partir de una nueva tecnología a un segmento de clientes ya establecidos por anteriores productos entregados y con la evidencia de demanda en estos nuevos productos	Rango entre el [25-35]%	Nuevos Productos
	Caracterización del riesgo	Aproximación RAHR(Valor de K)	
III	Alto Riesgo: Presentados en la elaboración de un nuevo producto o servicio a partir de tecnologías con el fin de incursionar nuevos mercados	Rango entre el [30-40]%	Nuevos Productos y tecnologías
IV	Riesgo Muy Alto: presentados por ejemplo en la elaboración de nuevos productos con implementaciones de "nuevas Tecnologías" incursionando nuevos mercados	Rango entre el [35-45]%	Nuevos negocios
V	Extremadamente Riesgoso: Desarrollo de productos con altas varianzas como por ejemplo las explotaciones petrolíferas	Rango entre el [50-70]% o mas altos	Startup

Anexo 11. Ejemplo del cálculo del RAHR

		Niveles del Riesgo						
		Tasa Libre Riesgo	IA	IB	II	III	IV	V
		[10-18]%	[12-20]%	[20-30]%	[25-35]%	[30-40]%	[35-45]%	50% o +
	Tecnología	1	2	4	5	5	5	5
	Mercado	1	2	3	4	4	5	5
	IP Rights	1	1	2	2	3	4	2
	NEWCO	1	1	1	1	2	2	6
		15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
10	Tecnología	0,30%	1,30%	5,30%	8,30%	8,30%	8,30%	8,30%
10	Mercado	0,30%	1,30%	3,00%	5,30%	5,30%	8,30%	8,30%
10	IP Rights	0,30%	0,30%	1,30%	1,30%	3,00%	5,30%	1,30%
20	NEWCO	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	2,70%	2,70%	24,00%
	RAHR	16,70%	18,70%	25,30%	30,70%	34,30%	39,70%	57,00%

Este método de determinación del RAHR es bastante similar al método de Rating-Ranking.

Basados en unos criterios de riesgo (riesgo de la Tecnología, riesgo de la tecnología, riesgo de IP, tasa de Riesgo interna de la empresa) La empresa NEWCO asigna una escala de puntuación (Likert Score)³⁵ de uno a seis, a estos criterios seleccionados, donde se aplica 1 al tipo de riesgo menos incidente y 6 al riesgo mas incidente, y un peso a cada criterio (10,10,10,20). Esta selección es subjetiva, y depende de las características evaluadas al problema por parte de los encargados y de la importancia que los mismos asuman. Luego se determina la matriz de la siguiente forma:

³⁵ Escala Psicométrica. Mayor información en la Web en :http://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale

Adición de riesgo = (likert Score^2)* [Peso de cada criterio / 30]*(1/100)

Anexo 12. Análisis de Escenarios para el Calculo del VPN

		Years											
Year	RAHR, k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total 1-10	
GCF	0%	-\$ 1	-\$ 1	-\$ 2	-\$ 3	-\$ 2	-\$ 1	\$ 1	\$ 5	\$ 10	\$ 13	\$ 19	
		Net cash outflow years ("investment")					Cash inflow years...						
DCF	5%	-\$ 1,00	-\$ 0,90	-\$ 1,70	-\$ 2,50	-\$ 1,60	-\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 3,40	\$ 6,40	\$ 8,00	\$ 10,20	
DCF	15%	-\$ 0,90	-\$ 0,80	-\$ 1,30	-\$ 1,70	-\$ 1,00	-\$ 0,40	\$ 0,40	\$ 1,60	\$ 2,80	\$ 3,20	\$ 2,00	
DCF	20%	-\$ 0,80	-\$ 0,70	-\$ 1,20	-\$ 1,40	-\$ 0,80	-\$ 0,30	\$ 0,30	\$ 1,20	\$ 1,90	\$ 2,10	\$ 0,20	
DCF	30%	-\$ 0,80	-\$ 0,60	-\$ 0,90	-\$ 1,10	-\$ 0,50	-\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,60	\$ 0,90	\$ 0,90	-\$ 1,40	
		Years											
	RAHR, k	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total 11-20	Total 1-20
GCF	0%	\$ 14	\$ 15	\$ 15	\$ 15	\$ 14	\$ 13	\$ 10	\$ 8	\$ 3	\$-	\$ 107	\$ 126
		Cash inflow years...											
DCF	5%	\$ 8,20	\$ 8,40	\$ 8,00	\$ 7,60	\$ 6,70	\$ 6,00	\$ 4,40	\$ 3,30	\$ 1,20	\$-	\$ 53,60	\$ 63,80
DCF	15%	\$ 3,00	\$ 2,80	\$ 2,40	\$ 2,10	\$ 1,70	\$ 1,40	\$ 0,90	\$ 0,60	\$ 0,20	\$-	\$ 15,30	\$ 17,30
DCF	20%	\$ 1,90	\$ 1,70	\$ 1,40	\$ 1,20	\$ 0,90	\$ 0,70	\$ 0,50	\$ 0,30	\$ 0,10	\$-	\$ 8,60	\$ 8,80
DCF	30%	\$ 0,80	\$ 0,60	\$ 0,50	\$ 0,40	\$ 0,30	\$ 0,20	\$ 0,10	\$ 0,10	\$ 0,00	\$-	\$ 3,00	\$ 1,60

El objetivo de realizar análisis de escenarios, es poder observar el comportamiento del Flujo de Caja Descontado de una forma menos estática. En este anexo, se aprecian las variaciones del flujo de caja descontado, sin embargo en este caso solo se modifico la variable riesgo, la cual muestra una variación entre 0%-30%, generando así diferentes valores de DCF al final del periodo.

Anexo 13. Ejemplo de Árboles de Decisión.

El ejemplo consta de una empresa que opera en el control de enfermedades de tipo vectorial, y decide adquirir una tecnología que le permite ofrecer un servicio de control del mosquito transmisor del Dengue.

Datos

- La demanda puede ser alta (30%), Media(50%),o baja(20%)
- Los costos de desarrollo son: 40 Dispositivos (\$600.000); 80 dispositivos (\$750.000)
- El emprendedor invierte \$400.000, y un capitalista externo que pide el 1% por cada %100.000 invertidos
- Demanda alta -ofrece un VP de \$1'500.000 para 80 dispositivos; o un VP de \$800.000 para 40 dispositivos
- Demanda Media -ofrece un VP de \$800.000 para 80 dispositivos; o un VP de \$800.000 para 40 dispositivos
- Demanda Baja -ofrece un VP de \$300.000 para 80 dispositivos; o un VP de \$400.000 para 40 dispositivos



Entrada con 80 dispositivos:

NPV esperado con demanda alta = \$575,000

NPV esperado con demanda intermedia = \$120,000

NPV esperado con demanda baja = (\$205,000)

NPV = $.3 \times \$575,000 + .5 \times \$120,000 - .2 \times \$205,000 = \$191,500$

Entrada con 40 dispositivos:

NPV esperado con demanda alta = \$240,000

NPV esperado con demanda intermedia = \$240,000

NPV esperado con demanda baja = (\$ 80,000)

NPV = $.3 \times \$240,000 + .5 \times \$240,000 - .2 \times \$80,000 = \mathbf{\$176,000}$

No entrar NPV = \$0.

Anexo 14. Opciones de Compra y Venta.

Opción de compra —el derecho , pero no la obligación , de comprar acciones al precio de ejercicio de la opción dentro de un determinado período.

Opción de venta—el derecho, pero no la obligación , de vender acciones al precio de ejercicio de la opción dentro de un determinado período.

Widgets, Inc., tiene un precio por acción moderadamente volátil , que actualmente es de US\$ 100. Por un pequeño arancel , un inversionista puede adquirir una opción de compra con un precio de ejercicio de US \$ 110. Si el precio de la acción posteriormente sube a US \$ 120, el tomador de opciones podría ejercer la opción de comprar las acciones por el precio de ejercicio acordado de US \$ 110 para venderlas en el mercado libre a US\$ 120, obteniendo una ganancia de US\$ 10 por acción menos el arancel por la compra de la opción.

Alternativamente, si el inversionista tiene una opción de venta con un precio de ejercicio de US \$ 90 y las acciones de Widgets , Inc. caen por debajo de los US \$ 90, el tomador de opciones se beneficiará comprando acciones en el mercado libre al precio más bajo y ejerciendo la opción de venderlas a US\$ 90.

Anexo 15. Ejemplo Valoración por el modelo de Black-Scholes

En este caso se utilizara el mismo ejemplo del anexo 13 (Empresa de control de enfermedades de tipo vectorial) Sin embargo los datos de los valores serán modificados.

VP de los flujos de caja en caso de adquirir la tecnología € 300
(el valor de S)

Costos Adicionales para la utilización, y producción de la tecnológica €250

Fecha de Valoración 04/02/2011

Fecha de Vencimiento de la Exclusividad (04/02/2013)

Fecha del Vencimiento del Proyecto (04/02/2020)

Desviación típica del presupuesto de capital requerido o volatilidad del subyacente
35%

Tasa de dto. 4%

Valor de la Tecnología = € 168,735

Modelo de Black-Scholes					
		S	300		
		Dist.Norm(d1)	0,851177463		
Valor Tecnología	168,7353759	K	250		
		Tasa dto.	0,04		
		Tiempo	9	d1	1,041496721
		Dist.Norm(d2)	0,496607723	d2	-0,008503279
		Volatilidad	0,35		

Anexo 16. Determinación de la Volatilidad

La volatilidad relevante para la utilización del modelo de Black-Scholes, es la volatilidad presente hasta la culminación de la Opción. Sin embargo, en muchas ocasiones se utiliza la volatilidad histórica, asumiendo que la volatilidad futura tendrá el mismo comportamiento.

Para el cálculo de la volatilidad histórica, se debe precisar el periodo en el cual se ha de medir. Generalmente se toma un periodo histórico de duración igual al periodo de vigencia de la opción.

A continuación se presenta un ejemplo donde se determina la volatilidad para una opción de acciones financieras que da cumplimiento en 20 semanas hasta la fecha de cumplimiento. En donde S_t es el precio de la acción que varia semanalmente, la columna siguiente es el precio de la acción dividido en el precio anterior, la siguiente es el Logaritmo neperiano de la columna anterior, el cual significa el rendimiento semanal de la acción.

La volatilidad Anual es la desviación estándar del rendimiento de la acción en un año. La varianza es el cuadrado de la desviación estándar.

La estimación sin sesgo de la varianza semanal de R_t se determina partir de la ecuación

$$\sum (R_t - \mu)^2 / 19 = 0,001849$$

En donde μ es la media de R_t , la estimación de la varianza anual es $(52 \text{ semanas en el año}) * 0,001849 = 0,096168$ y la volatilidad anual es la raíz cuadrada de la varianza.

Volatilidad = 0,310110 = 31,011%

Semana	St	Dt = St/St-1	Rt = Ln(Dt)	Rt-u	(Rt-u)^2
0	650				
1	625	0,961538462	-0,039220713	-0,048783507	0,002379831
2	630	1,008	0,00796817	-0,001594625	2,54E-06
3	644	1,022222222	0,021978907	0,012416112	0,00015416
4	692	1,074534161	0,07188723	0,062324435	0,003884335
5	681	0,984104046	-0,016023649	-0,025586444	0,000654666
6	654	0,960352423	-0,040454955	-0,050017749	0,002501775
7	680	1,039755352	0,038985447	0,029422652	0,000865692
8	635	0,933823529	-0,068467799	-0,078030594	0,006088774
9	690	1,086614173	0,083066599	0,073503804	0,005402809
10	719	1,042028986	0,04116976	0,031606966	0,000999
11	720	1,001390821	0,001389854	-0,00817294	6,68E-05
12	720	1	0	-0,009562794	9,14E-05
13	730	1,013888889	0,013793322	0,004230528	1,79E-05
14	769	1,053424658	0,052046435	0,042483641	0,00180486
15	714	0,928478544	-0,074208007	-0,083770801	0,007017547
16	742	1,039215686	0,038466281	0,028903487	0,000835412
17	735	0,990566038	-0,009478744	-0,019041538	0,00036258
18	751	1,021768707	0,021535153	0,011972358	0,000143337
19	790	1,051930759	0,050627294	0,041064499	0,001686293
20	787	0,996202532	-0,003804697	-0,013367491	0,00017869
Suma		20,20983999	0,191255886		0,035138446
Media		1,010491999	0,009562794		0,001849392
					Varianza Semanal

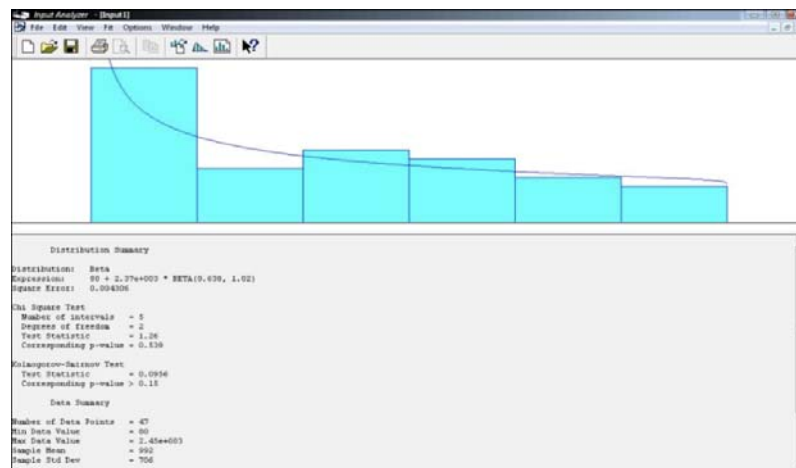
Anexo 17. Ejemplo del método de monte Carlo.

Para el ejemplo, de Monte Carlo, se tomaran los datos presentados a continuación

Semanas	2006	2007	2008	2009	2010
1	0	4	0	0	76
2	0	3	0	2	89
3	0	6	0	2	148
4	6	9	0	3	228
5	3	15	1	3	249
6	3	15	0	4	340
7	1	19	2	4	382
8	1	21	0	3	412
9	5	29	1	10	542
10	14	57	1	11	619
11	16	63	4	21	557
12	43	115	4	39	735
13	50	129	5	49	785
14	53	137	9	60	809
15	59	149	11	101	851
16	71	162	17	121	895
17	70	180	12	129	958
18	88	216	17	146	1081
19	117	273	20	190	1277
20	112	265	29	233	1389
21	131	302	64	221	1330
22	161	362	90	217	1400
23	192	424	88	219	1524
24	213	477	83	203	1442
25	188	427	75	189	1279
26	155	361	59	195	1233
27	104	258	53	182	1294
28	81	201	32	182	1134
29	56	151	26	184	1155
30	39	101	34	170	933
31	29	78	21	165	1100
32	19	58	12	166	958
33	14	47	10	134	990
34	10	39	9	127	941
35	3	35	7	98	806
36	2	38	5	97	720
37	1	33	6	76	498
38	1	31	3	77	521
39	0	23	2	72	336
40	1	25	4	63	293
41	1	19	2	59	213
42	0	14	0	55	266
43	0	6	1	57	196
44	0	10	0	53	217
45		10	3	62	171
46	0	7	0	60	181
47		3	0	57	154
TOTAL	2108	5398	822	4567	33704

Fuente: Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública de la Oficina de epidemiología del Ministerio de Salud.

Estos datos fueron seleccionados para analizar el comportamiento de la demanda de un producto tecnológico, La idea es tomar una variable del modelo de forma estocastica (Demanda) Luego de la recopilacion de datos, se dispone a evaluar estos datos, con el objetivo de determinar un comportamiento probabilistico en donde para este caso, el comportamiento que mas se ajusta, es la distribución beta. El cual es presentado a continuación.



Esta distribución de probabilidad indicara el comportamiento de la demanda del servicio en el departamento de antioquia, para las empresas de control de dengue. La cual será ingresada en el modelo del Flujo de Caja proyectado a 10 años, y a su vez, esta variable se ingresara en el modelo del VPN el cual será desarrollado en software de simulación tales como Crystall Ball o Risk Paladise. Finalmente se obtendra un resultado de tipo probabilistico, de tal forma que la respuesta obtenida por el método es una distribución de probabilidad del VPN de la tecnología valorada

