



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – OPTIMACIÓN FINANCIERA

OPCIONES REALES Y VALUACIÓN DE PROYECTOS TECNOLÓGICOS
GESTIONADOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA SCRUM

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
MÓNICA ANDREA ARAUCO BALLESTEROS

TUTOR PRINCIPAL
DR. ELIO AGUSTÍN MARTÍNEZ MIRANDA
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. FEBRERO, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. EDGAR ORTIZ CALISTO

Secretario: M. EN I. JORGE RODRÍGUEZ RUBIO

Vocal: DR. ELIO AGUSTÍN MARTÍNEZ MIRANDA

1 er. Suplente: DRA. MAGNOLIA MIRIAM SOSA CASTRO

2 do. Suplente: DRA. MARÍA ALEJANDRA CABELLO ROSALES

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

TUTOR DE TESIS:

DR. ELIO AGUSTÍN MARTÍNEZ MIRANDA

FIRMA

Dedicatoria

A mi familia...

Por todo su apoyo y creer siempre en mí.

Índice general

Introducción	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos	10
Antecedentes	11
Problemática	13
Hipótesis.....	14
Organización del trabajo	14
Metodología.....	15
Estado del arte	15
Contribución.....	17
Capítulo 1 La industria bancaria internacional y nacional	18
1.1 La industria bancaria internacional.....	19
1.1.1 Historia de la banca	19
1.1.2 La industria bancaria hoy en día.....	20
1.2 La industria bancaria nacional	22
1.2.1 Historia de la banca en México	22
1.2.2 Sistema financiero en México	27
1.2.2.1 Regulación	27
1.2.2.2 Sectores del Sistema financiero	27
1.2.3 Principales problemáticas de la industria bancaria	30
1.3 El futuro de la industria bancaria y próximos retos a enfrentar.....	30
1.3.1 Próximos retos para el sector bancario en México	34
1.3.1.1 La inclusión financiera.....	34
1.3.1.2 La desaceleración del crédito.....	34

Capítulo 2 La metodología Scrum 36

2.1 Definición e identificación de un proyecto	36
2.1.1. Concepto de proyecto	36
2.1.2. Identificación de proyectos	38
2.1.3. Principales características de los proyectos	39
2.2 Planeación estratégica y crecimiento empresarial	41
2.2.1 Pensamiento estratégico	41
2.2.2 Planeación estratégica.....	41
2.2.2.1 Definición	41
2.2.2.2 Importancia de la planeación estratégica	42
2.2.3 Administración estratégica.....	42
2.2.4 Administración del portafolio.....	44
2.3 La metodología Scrum en la gestión de proyectos	45
2.3.1 Importancia de la administración de proyectos.....	45
2.3.2 Historia del concepto Scrum	46
2.3.3 Definición de Scrum.....	46
2.3.4 Beneficios de utilizar Scrum	49
2.4 La metodología Scrum en la industria bancaria.....	51

Capítulo 3 La metodología de opciones reales y valuación de proyectos tecnológicos..... 54

3.1 Opciones financieras.....	54
3.2 Opciones reales.....	56
3.2.1 Definición.....	56
3.2.2 Limitaciones del modelo.....	57
3.3 Opciones reales y flexibilidad administrativa	58
3.4 Opciones reales y creación de valor	61
3.5 Tipos de opciones reales.....	63
3.6 Modelos de valuación de opciones reales	65
3.6.1 Modelo Binomial	66
3.6.1.1 Fundamentos	66
3.6.1.2 Modelo	67
3.6.2 Modelo Black-Scholes-Merton	72

3.6.2.1 Fundamentos	72
3.6.2.2 Modelo	74
3.6.3 Evaluación de ventajas y desventajas de cada modelo.....	75
3.7 Opciones reales y su uso en la industria bancaria	76
3.8 Valuación de proyectos tecnológicos con opciones reales.....	77

Capítulo 4 Propuesta de simbiosis entre las metodologías Opciones Reales y Scrum para la valuación de proyectos de la empresa “X” ... 80

4.1 Proyecto 1	85
4.1.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada	87
4.1.2 Construcción de árbol binomial.....	89
4.1.2.1 Opción cada 3 meses de continuar con piloto	90
4.1.2.2 Opción de expandir el proyecto	93
4.2 Proyecto 2	95
4.2.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada	97
4.2.2 Construcción de árbol binomial.....	99
4.3 Proyecto 3	101
4.3.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada	103
4.3.2 Construcción de árbol binomial.....	105
4.4 Proyecto 4	108
4.4.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada	110
4.4.2 Construcción de árbol binomial.....	112

Capítulo 5. Análisis de resultados..... 115

Conclusiones, limitaciones, recomendaciones y futuras investigaciones..... 119

Referencias 123

Índice de figuras

Figura 1. Componentes de un proyecto	37
Figura 2. Roles, artefactos y eventos principales de Scrum.....	48
Figura 3. Perfil de pérdidas y ganancias de las opciones de compra y venta	55
Figura 4. Valor de flexibilidad de acuerdo al grado de incertidumbre.....	59
Figura 5. Incremento del valor de un proyecto debido a la incertidumbre	62
Figura 6. Construcción de un árbol del activo subyacente de 5 pasos	68
Figura 7. Construcción de un árbol de valoración de 5 pasos.....	71
Figura 8. Herramienta de seguimiento Trello	81
Figura 9. Línea del tiempo Caso 1: Implementación nuevos equipos de cómputo	86
Figura 10. Caso 1: Árbol del activo subyacente (mdp).....	89
Figura 11 Caso 1: Maximización del último periodo (mdp).....	90
Figura 12. Caso 1: Maximización del tercer periodo (mdp)	91
Figura 13 Caso 1: Maximización del segundo periodo (mdp)	92
Figura 14 Caso 1: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)	93
Figura 15. Caso 1: Árbol de valoración (mdp).....	94
Figura 16. Línea del tiempo Proyecto 2: Minería de datos	95
Figura 17. Caso 2: Árbol del activo subyacente (mdp).....	99
Figura 18 Caso 2: Maximización del último periodo (mdp).....	99
Figura 19 Caso 2: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)	100
Figura 20. Línea del tiempo Proyecto 3: Herramienta de soporte	101
Figura 21. Caso 3: Árbol del activo subyacente (mdp).....	105
Figura 22 Caso 3: Maximización del último periodo (mdp).....	106
Figura 23 Caso 3: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (en mdp)	107
Figura 24. Línea del tiempo Proyecto 4: Software inteligente	108
Figura 25. Caso 4: Árbol del activo subyacente (mdp).....	112
Figura 26 Caso 4: Maximización del último periodo (mdp).....	113
Figura 27 Caso 4: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)	113

Índice de tablas

Tabla 1. Participación Extranjera en el Sistema Bancario de México	26
Tabla 2. Comparación entre parámetros entre opciones financieras y opciones reales	57
Tabla 3. Clasificación de opciones simples	65
Tabla 4. Datos históricos de la tasa de inflación en México	84
Tabla 5. Caso 1. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados	86
Tabla 6. Caso 1: Variables de entrada	88
Tabla 7. Caso 1: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos.....	88
Tabla 8. Caso 2. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados	96
Tabla 9. Caso 2: Variables de entrada	97
Tabla 10. Caso 2: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos.....	98
Tabla 11. Proyecto 3. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados	102
Tabla 12. Caso 3: Variables de entrada	103
Tabla 13. Caso 3: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos.....	104
Tabla 14. Proyecto 4. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados	109
Tabla 15. Caso 4: Variables de entrada	110
Tabla 16. Caso 3: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos.....	111
Tabla 17. Resumen resultado proyectos valuados por opciones reales	116
Tabla 18. Rendimiento final respecto a la inversión considerando el VPNE	117

Índice de abreviaturas

- **CNVB:** Comisión Nacional Bancaria y de Valores
- **CNSF:** Comisión Nacional de Seguros y Fianzas
- **CONDUSEF:** Comisión Nacional para Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros
- **CONSAR:** Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro
- **DFC:** Flujos de caja descontados
- **ICAP:** Índice de capitalización
- **IPAB:** Instituto para la Protección al Ahorro Bancario
- **PIB:** Producto Interno Bruto
- **ROA:** Retorno de activos
- **ROI:** Retorno de inversión
- **ROV:** Valuación por Opciones Reales
- **TI:** Tecnologías de la información
- **VP:** Valor Presente
- **VPN:** Valor Presente Neto
- **VPNE:** Valor Presente Neto Expandido

Introducción

Objetivo general

Probar que a través de la unión entre las metodologías Opciones Reales y Scrum se optimiza la selección y valuación de proyectos tecnológicos de una empresa perteneciente a la industria bancaria, robusteciendo así, la gestión de proyectos a través de una correcta valuación de los mismos.

Objetivos específicos

- Identificar las diferencias y similitudes entre las metodologías Opciones Reales y Scrum.
- Proponer una simbiosis entre las metodologías Opciones Reales y Scrum.
- Probar que la incorporación de la flexibilidad administrativa, el pensamiento estratégico, y la incertidumbre o volatilidad, generan valor en un proyecto que la metodología Scrum no captura.
- Identificar los tipos de opciones reales convenientes en la valuación de proyectos tecnológicos gestionados con la metodología Scrum y dentro de la industria bancaria.

- Proponer que el Modelo de Árboles Binomiales es apropiado para la valuación de proyectos gestionados con la metodología Scrum de la empresa “X”.
- Robustecer la gestión de proyectos a través de una correcta valuación de la cartera de proyectos que permita que los esfuerzos disponibles estén enfocados en los proyectos con mayor prioridad y valor para la empresa “X”.

Antecedentes

En los tiempos actuales caracterizados por la versatilidad económica, política y social, las organizaciones deben ser ágiles y eficientes en todos los niveles. Hoy en día, la competencia es el eje central sobre el que se rige la economía que conocemos, ya que ayuda a las empresas a estar en constante movimiento para buscar mejorar su producto y hacerlo más atractivo para el mercado. En cuanto a los consumidores, abre el abanico de opciones, proporcionándole la oportunidad de elegir lo que prefiere entre una mayor gama de productos. Además, mientras exista un mayor abanico de productos, los precios se volverán más estables y serán más accesibles.

La nueva realidad cambiante es un elemento vital para tener en cuenta en toda organización, ya que el nivel de adaptación a las condiciones más competitivas del mercado, en pro de la excelencia, será el que determine el éxito de cada compañía.

Para una organización, el desarrollo de proyectos es una actividad imprescindible ante la competencia de mercado, ya que, a través de ellos, una empresa puede reinventarse y seguirse adaptando a las nuevas necesidades de los consumidores. El pensamiento estratégico, así como la correcta selección de proyectos en una organización, se han vuelto herramientas clave para incrementar la efectividad ante la competitividad permitiendo que la organización se enfoque en sorprender continuamente al cliente y brindarle una oferta de valor, esto ha traído consigo que las definiciones y el alcance de un proyecto ya no se puedan considerar estáticos si no que, ahora deben evolucionar de acuerdo a las tendencias del mercado, generando la necesidad de nuevas herramientas

de gestión, control y valuación que otorguen flexibilidad a lo largo del proyecto y nos permita conocer su valor intrínseco.

Hoy en día, el sistema financiero juega un papel fundamental a nivel mundial en el manejo de los instrumentos de política monetaria. Las instituciones bancarias, ya sean privadas o públicas, ejecutan diferentes metas de la política económica de cada país, las cuales se desarrollan y cambian a través de la historia, reflejando las necesidades financieras de las diversas etapas de desarrollo de cada economía. El hecho de tener un sistema financiero sano promueve el desarrollo económico de un país porque permite la inversión de capital hacia actividades productivas, como la construcción, la industria, tecnología y la expansión de los mercados, contribuyendo así al progreso de su sociedad. Sin embargo, *“actualmente el sector financiero está saturado de redundancias, procesos manuales y viejos sistemas que le sitúan como claro candidato a una evolución a través de la reestructuración de su servicio”* (Lanzón, 2016).

Realizando un enfoque en la industria bancaria, se puede observar que este segmento presenta el mismo reto de reestructurar su servicio, (Srinivas, 2018) en su artículo “2018 Banking Outlook: Accelerating the transformation” identifica los retos más relevantes que los bancos enfrentan actualmente en su esfuerzo por re-estructurar sus bases para lograr solidez y crecimiento, entre los que destacan centrarse en la experiencia del cliente, realizar una recalibración regulatoria alineada con la estrategia de negocio, gestionar adecuadamente la tecnología, responder al movimiento Fintech con soluciones innovadoras y re-imaginar la fuerza de trabajo.

De esta forma, los próximos años pueden ser cruciales para las instituciones bancarias, pues la capacidad que tengan para adaptarse a esta nueva revolución tecnológica enfocada en la experiencia del cliente será pieza clave no sólo en su crecimiento como organización si no, también, en el desarrollo de la economía de cada país.

Por lo anterior, como objeto de estudio de este trabajo, se analizará la empresa “X” perteneciente a la industria bancaria mexicana. La cual, con el objetivo de adaptarse a este nuevo siglo de globalización y transformación tecnológica y así continuar siendo

líder en su sector, ha decidido evolucionar su plan estratégico basándose en la metodología Scrum para gestionar sus proyectos.

Problemática

Actualmente, la empresa “X” que pertenece a la industria bancaria mexicana, ha decidido evolucionar su plan estratégico basándose en la metodología Scrum para gestionar sus proyectos. Esto, ha traído consigo todo un cambio de paradigmas en la forma de trabajo, los equipos y, sobre todo, en la forma de pensar de cada trabajador.

Así, debido a que actualmente la empresa se encuentra en el proceso de aceptación e implementación de la metodología Scrum, las áreas de oportunidad y de mejora aún son numerosas. Una de ellas, es la selección de la cartera de proyectos a realizar y la definición de los proyectos estratégicos que brindarán la mayor contribución para cumplir los objetivos de la organización.

Al día de hoy, la selección de la cartera de proyectos se realiza a través de la metodología tradicional de evaluación de un proyecto por medio de la valorización de sus flujos utilizando el Valor Presente Neto (VPN), que expresa la diferencia entre los Ingresos y Egresos a precios corrientes traídos a valor presente, la cual tiene un gran peso al momento de clasificar los proyectos para la empresa “X”.

Esta metodología al no permitir incorporar la gestión estratégica, la flexibilidad administrativa y la volatilidad, como factores que aportan valor a un proyecto, subvalora y/o excluye proyectos rentables y, potencialmente dinámicos, tales como los gestionados a través de Scrum.

Derivado de lo anterior, la necesidad de contar con una metodología que permita evaluar el valor de este tipo de proyectos acorde con las metas estratégicas de la empresa, se vuelve un tema imprescindible para lograr que los recursos asignados y todos los esfuerzos implementados estén alineados hacia una misma dirección.

El problema que se abordará en este trabajo de investigación es el siguiente:

Se trata de probar que a través de la combinación entre las metodologías Opciones Reales y Scrum se optimiza la selección y valuación de proyectos tecnológicos de una empresa perteneciente a la industria bancaria.

Hipótesis

Si se combinan las metodologías Opciones Reales y Scrum entonces se optimizará la selección y valuación de proyectos tecnológicos de una empresa perteneciente a la industria bancaria.

Organización del trabajo

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, es necesario conocer acerca de las opciones reales, su importancia, aplicación y los métodos para su evaluación. De igual forma es imprescindible conocer acerca de los fundamentos de la metodología Scrum y las necesidades que tienen las organizaciones hoy en día, en especial el sector bancario, para tomar decisiones estratégicas y así enfrentarse a los nuevos retos que se presentan.

Por lo anterior, el trabajo se estructura de la siguiente manera: En el primer capítulo se da un panorama de general acerca de la industria bancaria internacional y nacional, su evolución a lo largo de la historia, cómo se encuentra este sector hoy en día y los próximos retos que deberá enfrentar. En el capítulo 2 se presentan aspectos teóricos básicos de los proyectos, su importancia en la planeación estratégica de una organización, las bases de la metodología Scrum para la gestión de los mismos y su alcance en la industria bancaria. En el capítulo 3 se revisan los conceptos fundamentales de las opciones reales tales como sus bases, la importancia que tienen al momento de tomar decisiones estratégicas, la creación del valor y la flexibilidad administrativa. Así mismo, en este capítulo se detallan los tipos de opciones reales que existen, los modelos

para su valuación, así como su uso hoy en día en la industria bancaria y en proyectos tecnológicos. En el capítulo 4 se presenta la estrategia propuesta, aplicada en casos prácticos de valuación de proyectos tecnológicos en el sector bancario gestionados a través de la metodología Scrum los cuales se valorarán por medio de la metodología de opciones reales. Finalmente, se incorpora un capítulo de análisis de resultados y, por último, un capítulo con las conclusiones, limitaciones y recomendaciones del trabajo, así como futuras investigaciones.

Metodología

Como caso de estudio se han seleccionado 4 proyectos tecnológicos de la empresa “X” perteneciente al sector bancario de México.

Dichos proyectos se gestionan a través de la metodología Scrum, presentan una alta incertidumbre y se descartaron de la cartera de proyectos estratégicos de la organización debido a que, al momento de realizar su valuación por el método de Valor Presente Neto (VPN), el valor obtenido fue negativo. Sin embargo, el valor actual no está considerando el valor que aporta la gestión estratégica, la flexibilidad administrativa y la volatilidad.

Por lo anterior, se realizará su valuación con la metodología de opciones reales por el modelo binomial, el cual, es un modelo discreto que nos permite comprobar en cada punto de vida de la opción la posibilidad de ejercer anticipadamente la misma, ofreciendo mayor flexibilidad y mejor enfoque de simulación, con el objetivo de demostrar que al realizar una simbiosis entre las metodologías de opciones reales y Scrum se optimizará la selección y valuación de proyectos.

Estado del arte

Actualmente, existen un gran número de artículos y publicaciones referentes a la metodología de Opciones reales y a la metodología Scrum enfocando cada una en distintos tipos de sectores empresariales y con diversas aplicaciones, sin embargo,

durante la investigación no se encontraron investigaciones que creen una simbiosis entre ambas metodologías para proyectos del sector bancario.

Entre los artículos relacionados con el tema de investigación destaca el realizado por (Racheva et al., 2009) en su artículo “Value Creation by Agile Projects: Methodology or Mystery?” plantean la relación que existe entre la creación del valor de un proyecto y las metodologías ágiles para su gestión, *“el valor comercial es un concepto clave en el desarrollo de software a través de metodologías ágiles”*. Adicionalmente, se plantea que hoy en día, en muchas organizaciones, los departamentos de Tecnología de la información (TI) están sufriendo un cambio cultural a través del cual la vista, que alguna vez fue centrada en los costos, está siendo reemplazada por una visión centrada en el valor por lo que, para poder apoyar esta transición en la cultura, las empresas deben proporcionar a la alta dirección un medio explícito para mostrar el vínculo entre las soluciones de TI que se adopten y los beneficios resultantes de ellas.

Por otra parte, (Colla, 2012) en su artículo “Marco para evaluar el valor en metodología Scrum” aborda el estudio preliminar de los factores que aportan valor al utilizar una metodología ágil Scrum. La contribución del artículo consiste en proponer algunos instrumentos necesarios para confirmar si la utilización de Scrum deriva en mayor valor para una organización, así como explorar las razones conceptuales por lo que esto ocurre. De igual forma, aborda el estudio preliminar de los factores que aportan valor ahora al utilizar la metodología ágil Kanban aplicada al desarrollo de software a través de la metodología de opciones reales. El artículo plantea que, a pesar de que el método de VPN es el más utilizado para realizar la valuación de un proyecto, es a menudo criticado por asumir una *“visión estática durante la ejecución de un proyecto y no capturar los comportamientos dinámicos que estos tienen y los efectos que tienen las decisiones que se toman en su respuesta para optimizar el resultado mediante la gestión activa de los factores involucrados”* (Colla, 2016). Para abordar esta flaqueza, propone que el modelo incorpore, a las estimaciones de valor obtenidas mediante los métodos tradicionales de VPN, la valuación por opciones reales creadas durante la ejecución como una forma de capturar la capacidad de la organización para gestionar mejores soluciones en un marco de riesgo e incertidumbre en los resultados.

Así, en los últimos años, el impresionante avance tecnológico al que se ha visto sometida la sociedad y la competencia entre las organizaciones por continuar ofreciendo productos innovadores enfocados en el cliente, ha generado la necesidad de estudiar, crear y aplicar nuevas metodologías que se adapten a este mercado cambiante, las cuales, a pesar que poco a poco han ido ganando terreno en diferentes sectores de la industria, aún tienen un gran campo de oportunidad por delante.

Contribución

El presente trabajo presenta una propuesta para optimizar la selección y valuación de proyectos tecnológicos de una empresa perteneciente a la industria bancaria a través de la simbiosis entre la metodología Opciones Reales y la metodología Scrum. Esta propuesta contiene aportaciones en cuatro sentidos:

Refuerza el pensamiento estratégico y facilita la toma de decisiones a través de la inclusión del valor de proyectos con alta flexibilidad administrativa apalancada con la flexibilidad y periodos de decisión que aporta la metodología Scrum.

Evoluciona la forma de pensar y apoya en eliminar los paradigmas de que un proyecto con alta incertidumbre no se debe realizar o que el alcance y entregables de un proyecto deber ser estáticos y no presentar cambios.

Combina dos metodologías relativamente nuevas que consideran características comunes en los proyectos tales como la flexibilidad administrativa, el generar opciones a lo largo de la vida del proyecto y la maximización del valor de las decisiones y propone su uso para la toma decisiones estratégicas dentro de una organización.

Unifica dos ramas de investigación, es decir, se constituye un puente entre la teoría de las finanzas y la planificación estratégica empresarial.

Capítulo 1

La industria bancaria internacional y nacional

Debido a que el objeto de estudio es una empresa bancaria mexicana, a lo largo de este capítulo se plantea un panorama de general acerca de la industria bancaria internacional y nacional, se inicia revisando su evolución a lo largo de la historia hasta llegar a cómo se encuentra este sector hoy en día.

Finalmente, se plantean las necesidades que tienen las organizaciones de este sector, así como los principales retos que deberán enfrentar en los próximos años tomando como pieza clave la revolución tecnológica y la evolución en la forma de trabajar de la organización enfocados siempre en el cliente.

1.1 La industria bancaria internacional

1.1.1 Historia de la banca

El nacimiento de los bancos es casi tan antiguo como la aparición de las organizaciones humanas, ya que las personas siempre han necesitado de alguien que financie las ideas y proyectos que ellas tienen.

“Se puede decir que los bancos nacieron con la necesidad de realizar simples operaciones de cambio y crédito a niveles personales, pero pronto se comenzaron a desarrollar funciones más amplias, a abarcar más personas y pasaron a contar con organizaciones más complejas” (SBIF, 2018)

Así es como, a partir del siglo IV A.C. en varias ciudades griegas se constituyen bancos públicos, administrados por funcionarios especialmente destinados a esta labor. Estas instituciones, además de su rol propiamente bancario (ligado a operaciones de cambio y crédito), recaudaban impuestos y acuñaban moneda. Por su parte, en el mundo romano, en sus primeros tiempos de pueblo de agricultores, se recurre al "mutuum"; esto es, al crédito mutuo. Más tarde, adoptan el modelo griego de bancos privados y públicos.

Entre el siglo XII y XIV los bancos conocieron un renacimiento importante, ya que los hombres de negocios de Italia del norte desarrollaron notablemente las operaciones de cambio. No solamente fueron expertos manipuladores de piezas metálicas, sino también, mediante una letra de cambio, podían acreditar a una persona, en una fecha determinada, en moneda nacional o extranjera, ante un determinado corresponsal. Así, muchos comerciantes recurrían a los bancos para tratar sus negocios con terceros.

Por otra parte, los banqueros italianos se instalaron en Cahors (que hoy corresponde a la zona central de Suiza). A partir de allí, se extendieron hacia todas las grandes ciudades de Europa occidental, principalmente a Londres y París. Con esta expansión, además del financiamiento de negocios, estos banqueros prestaban a los particulares, hacían préstamos con garantía prendaria y, en ocasiones, prestaban a los poderes públicos.

En el siglo XIX, los bancos conocen una época de crecimiento y estabilidad, marcada por el desarrollo de los institutos de emisión, la multiplicación de las casas de "alta banca", la creación de los grandes bancos comerciales y el nacimiento de las instituciones para-bancarias.

Tras la 2ª Guerra Mundial los bancos de desarrollo florecieron en Alemania y Japón para reconstruir la infraestructura productiva y la planta productiva e impulsar la reindustrialización.

“Ante la convicción creciente de las ventajas de la industrialización y su promoción vía la sustitución de importaciones, México, Brasil, Corea del Sur, la India y otros países en desarrollo con modelos de economía mixta y el respaldo de estados desarrolladores crearon desde 1950 bancos de fomento para impulsar la producción y modernización agropecuaria, industrial y la exportación e impulsar la infraestructura” (De María y Campos, 2016).

(De María y Campos, 2016) afirma también que fue hasta fines de 1980 que los 1950 bancos de fomento mostraron ser eficaces instrumentos para fomentar el desarrollo de industrias básicas y de avanzada y promover empresas estatales, privadas y de capital mixto, lideradas por la inversión nacional.

Finalmente, a partir de 2006 da inicio la revolución de la evolución tecnológica en las sucursales bancarias, *“ese referente físico constante de las sucursales como puente entre el banco y el cliente comienza a expandirse aún más hacia lo intangible y la distancia, sin perder la confianza y aumentando la eficiencia”* (Voice, 2018). Es así que se crean las primeras apps bancarias que dan inicio a una nueva forma de gestionar y vender sus productos.

1.1.2 La industria bancaria hoy en día

Las características esenciales alcanzadas hoy día en los sistemas bancarios y el desarrollo económico, son diversas, y se deben en gran medida a la gran expansión. Hoy en día, los bancos se pueden encontrar hasta en los pueblos más lejanos e incluyen a

todas las clases socioeconómicas. También, se pueden hacer diversas operaciones (cobros, pagos de documentos, impuestos, convenios, etcétera), así como, diversas obligaciones y modalidades operativas en busca de su beneficio y seguridad.

Por otra parte, ya también se puede hablar de comodidad, actualmente las tarjetas plásticas representan el medio de pago más cómodo para un gran número de usuarios y desde luego un beneficio para las entidades financieras, ya que se cuenta con una variedad de entidades para la selección del usuario.

Así mismo, las entidades financieras se han estructurado de tal manera que existen áreas específicas para realizar diversas operaciones e incluso se especializan algunas de ellas en sectores específicos, por ejemplo: comercio exterior, inversiones, ahorro, préstamos, vivienda, crédito para el consumo, actividades agropecuarias, garantías, etc.

(De María y Campos, 2016) afirma que la tecnología, es otro elemento fundamental en esta época. Los bancos son instituciones que mucho dependen de ella, así la competencia tecnológica se convierte en una herramienta que hay que saber utilizar para no quedar fuera de la carrera que representa mantenerse presente en el mercado.

En los últimos años, aunque no nos hayamos detenido a pensarlo, todos hemos sido protagonistas de la automatización de las actividades bancarias entre las que destacan (Osorio, 2018):

- Amplias redes de cajeros automáticos, distribuidos en todos los países facilitan operaciones como retiro de dinero y revisión de saldo, que antes le consumían al usuario mucho tiempo.
- Cajeros de autoservicios en los que se pueden realizar pagos de recibo telefónico, depósitos a cuentas y depósitos de cheques.
- Servicios de banca móvil: Permite al cliente acceder, a través de una página de internet, a sus cuentas para ver saldos e información, así como realizar transacciones, pagos en línea y contratación de nuevos servicios, pagos a

terceros, opciones de inversión, compra-venta de seguros, pagos a empresas, pagos de nóminas, asesoría, etc.

- Aplicaciones para celulares: Al igual que la banca móvil, permiten al usuario acceder a sus cuentas, sólo que en este caso desde su celular y así poder ver su información y realizar transacciones, pagos en línea, contratación de nuevos servicios, etc.

“La globalización, la desregulación y la liberalización de los mercados, vienen presionando a la banca para reducir costos, brindar mejores servicios y hacer más eficiente la actividad bancaria. Las tecnologías están ayudando eficientemente a implementar los cambios pertinentes en esta actividad considerada tradicionalmente conservadora” (Osorio, 2018)

Derivado de lo anterior, podemos concluir que en el mundo actual donde la Globalización implica tecnología, competencia, adaptación al cambio, ser emprendedor, mirar de manera preventiva hacia el futuro, etc. la competencia se ha convertido en un reto presente en todas las entidades financieras por lo que deberán buscar continuamente un cambio industrial competitivo que fomente el desarrollo y la innovación.

1.2 La industria bancaria nacional

1.2.1 Historia de la banca en México

“Se entiende por intermediación bancaria el proceso por el cual una empresa o varias se especializan en captar depósitos del público para proceder a prestarlos” (Turrent, 2007).

(Suarez, 2017) en su libro “Sistema Financiero de México” nos dice que en los primeros años del México colonial no existían instituciones de crédito, ya que todo tipo de transacciones se hacía por medio del trueque. El gobierno tenía una fuerte participación en la economía, ya que controlaba los recursos fundamentales: tierra, trabajo, proceso productivo, y redistribución de la riqueza.

No fue hasta que, junto con el comercio, surgieron las funciones bancarias como una necesidad de administración dónde se inicia la inclusión de actividades bancarias en su más simple expresión.

En 1782, se fundó el Banco Nacional de San Carlos, ramificación del de España, creado por el Rey Carlos III. Esta institución fue creada para fomentar el comercio en general y de España en particular. Posteriormente, en 1864, se funda en México una sucursal de un banco inglés bajo la denominación de Banco de Londres, México y Sudamérica. Sin embargo, no fue hasta 1925 que el Banco de México abrió sus puertas.

A partir del año 1810, comenzaron las guerras interminables de independencia sobre regiones del virreinato de la Nueva España, lo cual significó conflicto de los sistemas de crédito. *“Fue la época de la anarquía: guerras, desigualdad, fragmentación política; desde 1810 a 1821, México tuvo el periodo con mayor depresión en la economía”* (Villegas, 2003).

(Berumen Barbosa, 2004) nos dice que en el año de 1982 ante un escenario de altos déficit Públicos una elevada y considerable deuda externa y la presencia de niveles importantes de inflación, tanto acreedores externos como organismos Internacionales, fomentaron la política de privatización encaminada a la disminución de déficit fiscal y a la posibilidad del pago de la deuda externa, a partir de 1983 se inicia el proceso de la privatización bajo la primicia de la modernización del Estado, este sustentado en un argumento que consistía en destacar la mala administración e ineficiencia de la empresas públicas, sin embargo, él estaba más vinculado con el objetivo de sanear las finanzas públicas, pues se pensaba que al vender las instituciones públicas liberarían recursos para poder equilibrar dichas finanzas.

El proceso de reducción del tamaño del sector paraestatal se inició durante el sexenio de Miguel de la Madrid. Sin embargo, las privatizaciones más grandes se llevaron a cabo durante el gobierno del presidente Carlos Salinas (1988-1994). Fue dentro de este último programa que se aplicó la privatización de la banca comercial, llevada a cabo entre 1989 y 1990.

(Murillo, 2002) indica que la privatización de la banca se llevó a cabo en cuatro etapas: La primera etapa consistió en la creación del Comité de Desincorporación Bancaria; en la segunda etapa se registró y autorizó a los participantes; en la tercera etapa los participantes valoraron las instituciones; y finalmente en la cuarta etapa se llevaron a cabo las subastas a fin de enajenar la participación accionaria del Gobierno Federal en los bancos.

El Comité de Desincorporación Bancaria se conformó como un cuerpo colegiado con el mandato de diseñar y ejecutar la venta de los 18 bancos resultantes de los 60 previamente estatizados, conforme a los criterios generales que se establecieron en el citado Acuerdo Presidencial. Cabe señalar que dicho Comité lo presidió la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

“La privatización de la Banca en México, formó parte de una estrategia, de un mecanismo tendiente a la integración de nuestra economía al proceso globalizador, para que respondiera a las transformaciones de intermediación bancaria con el mundo, paulatinamente, los bancos ya no sólo reciben depósitos y prestan dinero, ahora se han convertido en emisores de valores, junto con empresas privadas y el propio gobierno. Pero a la vez, se pretende que los bancos sean universales en los mercados, a fin de que no existan trabas para las transacciones comerciales y financieras”. (Berumen Barbosa, 2004).

Derivada de esta estrategia, ya en 1991, se contaba en México con oficinas de 64 bancos extranjeros. Ello se da en un marco de reformas, donde el Gobierno del presidente Ernesto Zedillo Ponce de León, define dos medidas:

- Potencializar la capitalización vía emisión de títulos de deuda a un plazo mínimo de 10 años y acceder de esta manera a la financiación exterior
- Que sean los propios bancos los que asuman el riesgo de su crecimiento, orillándolos a adoptar principios contables internacionales

(Berumen Barbosa, 2004) indica que en el año de 1994 dio origen la crisis económica, el tipo de cambio se sobrevaluó ocasionando un déficit comercial, endeudamiento externo, reducción de reservas internacionales y especulación en el mercado de valores. Esto tuvo como consecuencia la devaluación del peso y un alza en las tasas de intereses, las empresas dejaron de cumplir con sus obligaciones ante los bancos y se registraron retiros de capital ante la desconfianza hacia las instituciones de crédito. Los bancos no tenían solvencia económica. La crisis provocó el sobreendeudamiento de empresas y familias con los bancos, por lo que el Gobierno Federal aplicó el FOBAPROA para absorber las deudas ante los bancos, capitalizar el sistema y garantizar el dinero de los ahorradores, el cual en 1998 fue sustituido por el Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB), dicho instituto surgió con la promulgación de la Ley de Protección al Ahorro Bancario.

(Murillo, 2002) nos dice que a raíz de la crisis bancaria a la vez que se implementaron los programas de reordenamiento para sortearla en el corto plazo, se llevaron a cabo diversas reformas a la legislación financiera para corregir las insuficiencias estructurales que podrían haber contribuido a ahondar la crisis y además fortalecer el sistema para prevenir una futura crisis. Además, *“las reformas a la regulación eran necesarias para lograr la recapitalización de la banca, prevenir la toma excesiva de riesgos por parte de las instituciones de crédito y reactivar el mercado crediticio”*.

Durante mucho tiempo el único banco extranjero que participó en el sistema financiero mexicano fue Citibank. Sin embargo, durante la década de los noventa el sistema se abrió a la competencia de la banca internacional. Este proceso que ocurrió en tres etapas permitió la recapitalización del sistema financiero después de la crisis.

El proceso de apertura concluye a finales de 1998 con la anticipación del calendario propuesto en el TLCAN. Así, se eliminan un año antes de lo previsto todas las restricciones a la participación foránea en la banca mexicana. Ello permitió que los dos mayores bancos del sistema fueran fusionados por bancos extranjeros. Así, en agosto de 2000 Banco Bilbao y Vizcaya adquiere Bancomer, y el año siguiente en agosto de 2001 Citibank fusiona a Banamex. Además, dos bancos nacionales de tamaño

intermedio, con problemas de solvencia, fueron adquiridos por instituciones de crédito foráneas; uno de ellos Serfin que lo compró Santander Mexicano en mayo de 2000, y Banco Inverlat que lo adquirió Bank of Nova Scotia en marzo de 2001, después de haberlo administrado durante cuatro años.

“La apertura total de la industria bancaria incrementó aún más la inversión extranjera en el sistema financiero de México, y cambió la naturaleza de su participación” (Murillo, 2002).

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro en 1999 el capital extranjero era principalmente de carácter minoritario, 46.8%, y el capital mayoritario era relativamente muy inferior, 18.7%. Sin embargo, en 2001 esta relación se invirtió; la proporción de capital extranjero con mayoría, y por ende control administrativo de los bancos, alcanzó el 75.8%, y el capital minoritario solo el 11.9%. *“Se espera que este cambio genere un mayor grado de transferencia de tecnología hacia la banca mexicana, y redunde en una mayor calidad de servicios y productos para los usuarios” (Murillo, 2002).*

Tabla 1. Participación Extranjera en el Sistema Bancario de México

Concepto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Participación Extranjera	0.5%	5.5%	6.4%	9.7%	52.4%	59.6%	66.2%	65.5%	67.2%	87.6%
Minoritaria	0%	4.8%	5.0%	6.4%	42.7%	43.4%	49.8%	46.8%	11.9%	11.9%
Mayoritaria	0.5%	0.6%	1.3%	3.3%	9.7%	16.3%	16.4%	18.7%	55.4%	75.8%

Fuente: “La Banca en México: Privatización, Crisis y Reordenamiento” (Murillo, 2002)

A partir del 2000 al 2006 la banca mexicana entró en una etapa de apertura y consolidación, se crea la Ley de Ahorro y Crédito Popular y La Ley de Sociedades de Inversión. De acuerdo con (Villegas, 2003), México tuvo el ingreso nacional bruto per cápita más alto de Latinoamérica; la economía mexicana, en términos del PIB, fue la decimocuarta más grande del mundo en valores nominales y la duodécima en paridad del poder adquisitivo.

1.2.2 Sistema financiero en México

“El Sistema Financiero Mexicano puede definirse como el conjunto de organismos e instituciones que captan, administran y canalizan a la inversión, el ahorro dentro del marco legal que corresponde en territorio nacional. Es aquel que agrupa instituciones u organismos interrelacionados caracterizados por realizar actividades que tienden a la captación, administración, regulación, orientación y canalización de los recursos económicos de origen nacional como internacional” (Voice, 2018).

1.2.2.1 Regulación

Actualmente, existen organismos que dirigen el sistema financiero, son entidades con autoridad que *“establecen directrices que controlan y regulan las actividades e instituciones del sector financiero y buscan hacer eficiente el manejo del dinero” (Voice, 2018).*

Las entidades que regulan el sistema financiero en México son:

- La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- El Banco de México
- La Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)
- La Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF)
- La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR)
- La Comisión Nacional para Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF)
- Institución para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB)

1.2.2.2 Sectores del Sistema financiero

(Márquez, 2015) en su artículo “Estructura del Sistema Financiero Mexicano” nos dice que *“El sistema financiero es parte primordial para cualquier país, por lo que este sistema*

estando bien estructurado definirá de forma exitosa el rumbo del desarrollo y el crecimiento de la economía del mismo, mediante políticas que harán que cualquier país tenga fortaleza financiera y económica”.

En México el sistema financiero se estructura de la siguiente manera:

- El sector bancario
- Las instituciones no bancarias
- El mercado de valores
- El mercado de derivados
- Las instituciones de seguros y fianzas
- Las instituciones del Sistema de Ahorro para el Retiro

El sector bancario incluye bancos comerciales y la banca de desarrollo. *“Es el que mayor penetración tiene en la economía y en la sociedad. La banca capta recursos del público que deposita su dinero por varios factores que están ligados a tres necesidades genéricas: seguridad, liquidez y conservación del poder adquisitivo del dinero”* (Rueda, 2008). La banca transforma el dinero que recibe, es decir, lo canaliza a actividades productivas, registra como suyos los recursos que capta, los presta a nombre propio y asume su pasivo.

Hoy en día, (Navarro, 2017) menciona que los 10 bancos más grandes del país son:

1. **BBVA Bancomer:** cartera total de un billón 52,367 millones de pesos y una participación en el mercado de 23.19%. Sus activos totales ascienden a un billón 879,348 millones de pesos.
2. **Banorte e Interacciones:** cartera total asciende a de 701,679 millones de pesos y una participación de mercado de 15.46%. Sus activos totales son por un billón 249,817 millones de pesos.

3. **Banamex:** cartera total es de 635,324 millones de pesos y una participación en el mercado de 14.0%. Sus activos totales ascienden a un billón 133,017 millones de pesos.
4. **Santander:** cartera total de 603,881 millones de pesos y una participación en el mercado de 13.31%. Sus activos totales ascienden a un billón 173,864 millones de pesos.
5. **Scotiabank:** cartera total de 293,386 millones de pesos y una participación en el mercado de 6.46%. Sus activos totales ascienden a 421,115 millones de pesos.
6. **HSBC:** participación en el mercado de 6.35% y una cartera total de 288,267 millones de pesos. Sus activos totales ascienden a 646,296 millones de pesos.
7. **Inbursa:** cartera total se calcula en 279,998 millones de pesos y una participación en el mercado de 6.17%. Sus activos totales ascienden a 341,735 millones de pesos.
8. **Banco del Bajío:** cartera total de 138,444 millones de pesos y una participación en el mercado de 3.05%. Sus activos totales ascienden a 182,840 millones de pesos.
9. **Afirme:** cartera total asciende a 27,831 millones de pesos y una participación en el mercado de 0.61%. Sus activos totales ascienden a 151,359 millones de pesos.
10. **Banco Azteca:** cartera total de 71,933 millones de pesos y una participación en el mercado de 1.58%. Sus activos totales ascienden a 132,634 millones de pesos.

Adicionalmente, (González, 2018) en su artículo “Vistazo al sector bancario en México” afirma que de acuerdo con las cifras de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), la cartera crediticia total del sistema bancario del país incrementó 9.4% en el 2017, llegando a 4 billones 745,929 millones de pesos. De esta cantidad, casi 4 billones (más de 80%) son aportados por los principales bancos.

1.2.3 Principales problemáticas de la industria bancaria

(Juárez, 2016) indica que actualmente, el principal problema que presenta la industria bancaria es que se ha quedado obsoleta, en los últimos años, el impresionante avance tecnológico al que se ha visto sometida la sociedad, ha generado clientes que demandan un nuevo tipo de relación con la banca, que sea de más igualdad y flexibilidad en canales, pero también de transparencia, mejores precios y mayor liquidez.

“Hoy en día la industria bancaria presenta estructuras de costos muy pesadas, sistemas tecnológicos muy arcaicos, y una oferta muy poco diferenciada, es por esto que claramente se está creando una demanda insatisfecha ante el inicio de la Cuarta Revolución Industrial como consecuencia de la aparición de las llamadas tecnologías exponenciales, el iCloud, el big data, inteligencia artificial, técnicas de biometría, de movilidad, el Internet de las cosas, entre otras. Ahora, los smartphones, las tabletas, los portátiles o los relojes inteligentes y el uso de Internet en ellos, forman parte del día a día de los clientes lo que los ha vuelto más exigentes ya que tienen más información y conocimientos.” (Juárez, 2016).

(Juste, 2016) indica que la importante transformación que está sufriendo el sector financiero pone a todos sus actores ante el hecho que la banca se encuentra en el comienzo de la que será la era digital. *“Estar presente en esta revolución es importante, pero sólo es posible gracias al uso de las últimas tecnologías. Por lo que la capacidad que tengan los bancos para adoptar la tecnología necesaria en cada proceso de cambio será indispensable para lograr posicionarse como líderes en el mercado”*.

1.3 El futuro de la industria bancaria y próximos retos a enfrentar

Para los bancos en todo el mundo, los próximos años pueden ser cruciales, pues el proceso de convertirse en instituciones con mayor enfoque estratégico, que utilicen más

tecnologías avanzadas, y con estructuras operacionales mucho más ágiles podría acelerarse.

“Si esta transformación se lleva a cabo de manera exitosa, los bancos podrán mantenerse como las instituciones dominantes en un ecosistema cada vez más cambiante” (Srinivas, 2018).

Bajo este panorama, (Srinivas, 2018) en su artículo “2018 Banking Outlook: Accelerating the transformation” identifica los 6 retos más relevantes que la mayoría de los bancos enfrenta en su esfuerzo por re-estructurar sus bases para lograr solidez a largo plazo a la vez que logran crecimiento a corto plazo. Los cuales son:

- **Centrarse en la experiencia del cliente:** El crecimiento sostenible a largo plazo en el sector bancario solo se ve posible si existe una mentalidad concentrada en el servicio al cliente, acompañada de una realización de estrategias enfocadas a los mercados correctos, a la segmentación del consumidor y soluciones. Pero la tecnología es solo una parte de la solución, el verdadero reto para los bancos es lograr una mayor agilidad organizacional.
- **Recalibración regulatoria:** *“2018 representa una oportunidad para modernizar el cumplimiento regulatorio y de concentrar los distintos pilares enfocados a distintos objetivos individuales”* (Srinivas, 2018), es decir, el cumplimiento regulatorio debe estar alineado con la estrategia de negocio.
- **Gestión de la tecnología:** Para ayudar a los bancos a volverse más ágiles, los CIO de los bancos deben gestionar su portafolio de activos tecnológicos para robustecer las actividades que verdaderamente diferencian a la institución.
- **Mitigación de ciber-riesgos:** El potencial de ciber-riesgo ha aumentado debido al mayor nivel de interconexión dentro del ecosistema bancario, la adopción de nuevas tecnologías y a la continua dependencia de infraestructura. Ya que la transformación en muchos bancos está siendo impulsada por lo digital, deben

asegurarse de que el ciber-riesgo esté explícitamente calculado y administrado en cada etapa.

- **Fintech y gigantes tecnológicos:** *“El movimiento Fintech es un segmento que emplea a la tecnología como herramienta principal para otorgar servicios financieros a un menor costo y con el objetivo de llegar a un mayor número de personas”* (Franco, 2017). Según el reporte Fintech de 2016, las entidades financieras tradicionales (bancos, compañías de seguros, agencias de valores, gestoras de activos y brokers) consideran que este movimiento podría poner en riesgo 23% de su negocio actual en los próximos cinco años. No obstante, las Fintech consideran que la cifra puede llegar hasta 33%. *“La banca retail, los medios de pago y los servicios relacionados con la gestión de activos y de patrimonio son, en ese orden, los que van a experimentar un cambio más radical en el futuro”* (PricewaterhouseCoopers, 2016). Para atacar este reto, los bancos presentan varias posibilidades: replicar lo que las Fintech hacen, responder con soluciones innovadoras, convertirse en organizaciones más simbióticas y menos competitivas, o adoptar alguna mezcla de estas estrategias que encaje en sus capacidades y su posición en el mercado. *“Aprender de las Fintech y de los gigantes tecnológicos puede ayudar a los bancos a replantear su benchmark competitivo”* (Srinivas, 2018).

En México, Finnovista es una incubadora y aceleradora de empresas Fintech y dentro de los estudios que realizan son los Radares para monitorear el desarrollo de este nuevo modelo en las Instituciones financieras.

Según (Finnovista, 2017), existen 158 startups Fintech identificadas en el 2o Fintech Radar México. Estas 158 startups están compitiendo por captar en los próximos 10 años hasta el 30% del mercado bancario mexicano, valorado en más de 30 mil millones de dólares americanos, además de ampliar las fronteras del mercado financiero a través de la inclusión financiera de segmentos de población no bancarizados o sub-bancarizados.

En México, esas 158 empresas están distribuidas de la siguiente manera dependiendo del producto o servicio:

- **Pagos y Remesas (25%):** Empresas dedicadas a garantizar el envío de dinero y otras transferencias financieras.
- **Préstamos (16%):** Compañías Financieras que otorgan créditos a través de internet.
- **Gestión Financiera Empresarial (13%):** Sistemas tecnológicos que facilitan la administración financiera de las empresas, simplifican desde la facturación hasta el pago de nóminas.
- **Crowdfunding (10%):** Plataformas de fondeo colectivo, publican proyectos que requieren financiamiento y reciben las contribuciones de donantes e inversionistas.
- **Préstamos P2P (6%):** Plataformas digitales de préstamos persona a persona. Conectan a solicitantes de crédito con inversionistas.
- **Comparación (6%):** Estas start ups ofrecen herramientas para comparar créditos y otros productos financieros.
- **Pagos con Criptomonedas (5%):** Plataformas digitales que permiten comprar, vender y usar monedas digitales, como bitcoin.
- **Re-imaginar la fuerza de trabajo:** Los bancos deben considerar re-pensar en la estrategia de su fuerza laboral. *“Dada la evolución de las formas de trabajar cada vez más automatizada y con mayor diversidad de talentos, la experiencia de sus empleados debe estar diseñada para acomodar el balance vida-trabajo, con un plan de carrera enfocado a sus propósitos y, por supuesto, habilitado digitalmente”* (Srinivas, 2018).

Así, la capacidad que tengan las organizaciones bancarias para adaptarse a esta nueva revolución tecnológica será pieza clave para colocarse como líderes del mercado.

Igualmente, será necesario evolucionar la forma de trabajar de la organización generando procesos más ágiles enfocados siempre en el cliente.

1.3.1 Próximos retos para el sector bancario en México

En el caso del sector bancario en México, adicional a los retos globales comentados, se tienen desafíos particulares a los que deberán enfrentarse las organizaciones bancarias mexicanas en el próximo año.

(Franco, 2017) en su artículo “Los retos para la banca en México” afirma que, además del fenómeno Fintech, el sector bancario tiene dos grandes desafíos: seguir avanzando en materia de inclusión financiera y la desaceleración del crédito por la incertidumbre que genera el entorno externo.

1.3.1.1 La inclusión financiera

Este es un reto permanente de la banca mexicana. *“Sólo el 20% de la población utiliza una cuenta de manera activa, lo que implica que el reto es sumar hasta 80% de las personas que viven en México”* (Franco, 2017).

Adicional, el Reporte Nacional de Inclusión Financiera 2016 afirma que el nivel de acceso a las cuentas es inferior para los grupos tradicionalmente excluidos (mujeres, población de menores ingresos y habitantes de zonas rurales). La mayor distancia entre el valor esperado y el valor observado se registra entre los adultos de zonas rurales.

1.3.1.2 La desaceleración del crédito

(Franco, 2017) también afirma que otro reto que tendrá que sortear el sistema financiero, en particular la banca, es el enfriamiento del crédito, debido a la desaceleración que se prevé en la economía mexicana en estos años y su impacto en la demanda local.

“Los resultados registrados en 2016 por la banca se irán deteriorando de manera gradual por los mayores riesgos que se ven hacia delante. Uno de los índices que

se verán afectados será el otorgamiento de crédito. En 2016, la cartera total creció 12.9%, pero desde diciembre de ese año se empezó a desacelerar, principalmente el financiamiento otorgado a empresas por inversiones retrasadas en un entorno operativo incierto”.

A pesar de esto, (González, 2018) considera que el riesgo de estabilidad en el sector es bajo ya que, en cuanto a estabilidad, el sistema bancario en México ha sido muy prudente y ha mantenido el Índice de Capitalización (ICAP) en niveles cercanos a 15%, por arriba de lo establecido en los acuerdos de Basilea, cuando el promedio mundial es de 10 por ciento y aunque los activos han crecido de manera acelerada, los bancos han cuidado la calidad de sus carteras, así como su rentabilidad.

Derivado de lo anterior, se puede apreciar que para el 2018, el sector financiero en México enfrenta riesgos provenientes de la renegociación del tratado comercial, así como la incertidumbre de cara al proceso electoral de este año y las decisiones de política monetaria por parte del banco central, estos factores podrían presionar el crecimiento en cartera, la cual se compone principalmente de préstamos comerciales, por lo que, adicional a renovar la tecnología se deberá cambiar la forma de trabajar de la organización, *“la estrategia de captación será clave para conseguir incrementos a futuro”* (González, 2018).

Capítulo 2

La metodología Scrum

Para que cualquier empresa pueda seguir reinventándose y creando productos de valor para el cliente necesita llevar a cabo proyectos, esto mismo sucede con el sector bancario. Es por esto que, durante este capítulo, se presentan aspectos teóricos básicos de los proyectos, es decir, se da la definición de qué es un proyecto y sus principales características, así como su importancia en la planeación estratégica de una organización. Adicionalmente, se detalla la importancia de saber administrar un proyecto y se plantean las bases de la metodología Scrum para la gestión de los mismos y el alcance de esta metodología en la industria bancaria.

2.1 Definición e identificación de un proyecto

2.1.1. Concepto de proyecto

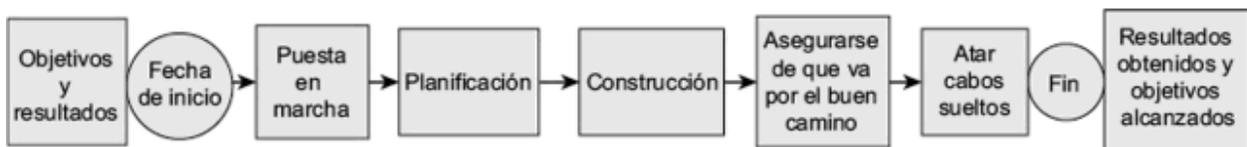
En términos generales podríamos definir un proyecto como un pensamiento de ejecutar algo, o como un plan de trabajo que se realiza con prueba antes de desarrollar el proyecto de implementación.

Para ampliar un poco el concepto podemos utilizar la definición de (Brown Boveri, 2017) que considera un proyecto como *“Un trabajo no repetitivo, que ha de planificarse y realizarse según unas especificaciones técnicas determinadas, y con unos objetivos, costes, inversiones y plazos prefijados. También se define un proyecto como un trabajo de un volumen y complejidad considerables, que ha de realizarse con la participación de varios departamentos de la empresa y tal vez con la colaboración de terceros”*.

Podríamos decir entonces que un proyecto es una operación que se acomete para realizar una obra de gran importancia y que posee una complejidad y carácter no repetitivo y la necesidad de establecer unos plazos determinado y la participación de toda la organización.

(Stover, 2012) lo define de la siguiente manera: *“Un proyecto es un cometido único con objetivos y resultados claramente definidos, fechas de inicio y fin perfectamente determinadas y, casi siempre, un presupuesto”*. La siguiente figura ilustra el modo en el que encajan todas las piezas de esta definición del término.

Figura 1. Componentes de un proyecto



Fuente: *“Gestión de proyectos en el mundo real”* (Stover, 2012)

(Stover, 2012) nos indica que, en resumen, un proyecto se puede definir en los siguientes puntos:

- **Tienen un objetivo definido:** El objetivo singular suele carecer de la cotidianidad de la vida organizacional, en la que los trabajadores realizan operaciones repetitivas todos los días.

- **Cuentan con un fin definido:** Debido a que existe un objetivo específico, los proyectos tendrán un fin distinto a los deberes y responsabilidades en curso de los trabajos tradicionales.
- **Requieren los esfuerzos combinados de diversos especialistas:** A diferencia de gran parte del trabajo organizacional que se divide de acuerdo con la especialidad funcional, para un proyecto en lugar de trabajar en oficinas separadas, los participantes de proyecto, trabajan juntos bajo la dirección de un administrador de proyecto para llevar un proyecto a su fin.
- **No es algo rutinario y cuenta con elementos únicos:** No es algo opcional, sino de diversa intensidad, cada proyecto requiere algún grado de adaptación que los hace únicos.
- **Enfrentan limitaciones específicas de tiempo, costo y requerimientos de desempeño:** Se evalúan de acuerdo con el logro, el dinero y el tiempo que se les dedicó. Esta triple restricción impone un mayor grado de responsabilidad y resaltan una de las funciones fundamentales de la administración de proyectos, que es equilibrar las compensaciones entre tiempo, costo y desempeño, y satisfacer al cliente en última instancia.

2.1.2. Identificación de proyectos

(Rincón y Jaramillo, 2017) afirma que *“El propósito de todo proyecto de inversión o desarrollo es el de resolver un problema o necesidad, aprovechar una oportunidad cuyos efectos beneficiarán a un grupo de ciudadanos o una comunidad”*.

El reconocimiento del problema, necesidad u oportunidad es el punto de partida para la identificación del proyecto. Es preciso conocer las características específicas del mismo, sus causas y los aspectos que lo rodean que pueden ser importantes en el momento de entregar una solución a través de un proyecto.

Continuando con la definición, la identificación del problema constituye, tal vez, el ejercicio más complejo en la preparación de un estudio pre-inversión, dada la cantidad de variables interrelacionadas que afectan el contexto del mismo. Su definición clara y precisa es un requisito esencial para lograr el análisis deseado.

Por otra parte, debemos tener mucho cuidado en identificar claramente qué es un proyecto y qué no. A menudo, los términos programa y proyecto se utilizan de manera intercambiable en la práctica, lo cual suele propiciar confusiones. Son similares porque se dirigen hacia la consecución de metas y necesitan planes y recursos para lograrlas. Asimismo, ambos utilizan herramientas, métodos y políticas. Las diferencias residen en el alcance y el tiempo que abarca cada uno.

“Un programa es una serie de proyectos múltiples, coordinados y relacionados; se prolonga a lo largo del tiempo y busca alcanzar una meta” (Rincón Guio & Jaramillo Castaño, 2017), es decir, un programa es un grupo de proyectos de mayor nivel que se dirige a una meta común.

2.1.3. Principales características de los proyectos

(Project Management Institute¹, 2017) afirman que las características principales de un proyecto son las mencionadas a continuación:

- **Trascendencia:** Una de las principales características que diferencian a un proyecto de otras actividades de la empresa, es que es algo muy importante y que supone el esfuerzo para la entidad que lo realiza y no sólo porque requiere grandes inversiones, sino porque su objetivo es conseguir unos resultados trascendentales para la empresa.

¹ El Project Management Institute (PMI) es una de las asociaciones profesionales de miembros más grandes del mundo que cuenta con medio millón de miembros e individuos titulares de sus certificaciones en 180 países. Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional (Project Management Institute, Inc., 2019).

- **Utilización de recursos:** El estar un proyecto encaminado a realizar una obra de envergadura, requiere por lo tanto una aportación de medios materiales y económicos. Un proyecto supone poner en juego un conjunto de recursos que entrañan para la empresa un esfuerzo económico apreciable y que implican diversos conjuntos de personas, máquinas, mercaderías, etc.
- **Discontinuidad:** Un proyecto por definición tiene un principio y un final predeterminados y se trata de una actividad esporádica, no repetitiva. El proyecto es una actividad especial, que produce un cambio importante y que suele tener un carácter excepcional. Esta discontinuidad descrita, es uno de los aspectos que con más fuerza obliga a establecer mecanismos de gestión específicos.
- **Dinamismo:** Otra característica de un proyecto, es que está en continua evolución y se caracteriza por un gran dinamismo derivado de su carácter poco usual tendente a crear algo nuevo. El proyecto está en continuo movimiento y ello requiere de un gran dinamismo y agilidad por parte de todos los que trabajen en él. En definitiva, se vive en una situación de inestabilidad continua, con frecuentes cambios y con momentos en que se requieren ritmos de actividad frenéticos.
- **Irreversibilidad:** A lo largo de la vida de un proyecto es necesario tomar una serie de decisiones, para hacer progresar y avanzar la operación, pero esas decisiones normalmente son irreversibles, o al menos con un grado mayor que las que suelen adoptarse en las actividades cotidianas.
- **Influencias externas:** Es muy frecuente que el proyecto se encuentre sometido a influencias externas que ejerce el entorno social, político y económico, de forma que los responsables de la ejecución puedan ser incapaces de dominar algunas de las variables que son esenciales para el éxito del proyecto.

Con todo lo anterior, podemos resumir que un proyecto es un proceso sistémico que permite desarrollar cualquier tipo de idea de forma ordenada y metódica entregando un resultado tangible al final de este, su objetivo es beneficiar a la empresa u organización e implica un esfuerzo adicional a las actividades que se realizan diariamente.

2.2 Planeación estratégica y crecimiento empresarial

2.2.1 Pensamiento estratégico

(Sojo, 2016) define el pensamiento estratégico como *“la coordinación de méritos creativos dentro de una perspectiva común, la cual permite a un negocio u organización avanzar hacia el futuro de manera satisfactoria para todos”*, de forma que podemos determinar que existe una alta correlación entre el pensamiento estratégico y el éxito gerencial.

Por otra parte, (Mimbang, 2016) afirma que *“El propósito del pensamiento estratégico es ayudar a las organizaciones, en la exploración de los desafíos futuros, tanto previsibles como imprevisibles de tal manera que el pensamiento estratégico de la empresa es la coordinación de varias mentes creativas dentro de una perspectiva común que le permita a un negocio avanzar hacia el futuro de una manera satisfactoria para todos”*.

Con este propósito, se entiende como pensamiento estratégico a la capacidad que tienen los gerentes de establecer estrategias en las organizaciones que lo lleven a desarrollar ventajas competitivas y posicionarse frente a sus competidores al desarrollar recursos empresariales superiores que les permitan el éxito en su mercado, **convirtiéndose en una poderosa herramienta gerencial de las organizaciones ante la competitividad.**

2.2.2 Planeación estratégica

2.2.2.1 Definición

(Reyes, 2012) en su libro *“Planeación Estratégica para la Alta Dirección”* afirma que *“La planeación estratégica es el esfuerzo sistemático y formal de una empresa para establecer sus propósitos objetivos, políticas y estrategias básicas, desarrollando planes detallados con el fin de ponerlos en práctica, lograr sus propósitos y proporcionar los resultados que satisfacen las expectativas de sus clientes”*, es decir, la planeación estratégica se puede entender como la elaboración, desarrollo y puesta en marcha de

distintos planes operativos por parte de las organizaciones, con la intención de alcanzar objetivos y metas planteadas.

Adicionalmente, la planeación estratégica también se puede definir como *“una herramienta para incrementar la efectividad y enaltecer el retorno de la acumulación del capital activos, tiempos y conocimientos”* (Hernández y Godínez, 2014).

2.2.2.2 Importancia de la planeación estratégica

De acuerdo con (Mimbang, 2016) *“La dinámica competitiva de las organizaciones y de los mercados manifiesta un comportamiento según el cual, las que mejor se adapten al entorno serán las que perdurarán en el tiempo”*. Esto debido, entre otras cosas, a que son las que están mejor equipadas y preparadas para enfrentar un ambiente de constante cambio e incertidumbre. De esta forma, el pensamiento estratégico, une las mentes creativas de la organización para enfocarse en generar estrategias de competitividad y posicionamiento de la organización en el mercado.

Derivado de lo anterior, el pensamiento estratégico es considerado como una herramienta gerencial muy importante ante la competitividad ya que busca sorprender continuamente a la competencia y darle una oferta de valor al cliente que supere sus expectativas y que no pueda encontrar en ningún otro lugar. Además, es una herramienta fundamental para la toma de decisiones estratégicas, esencial en el proceso de planeación de la organización.

2.2.3 Administración estratégica

La administración estratégica proporciona el enfoque de la dirección futura de la organización, apoya la coherencia de la acción en todos los niveles de la organización y alienta la integración de forma que los esfuerzos y los recursos se comprometan en metas y estrategias comunes.

La administración estratégica posiciona a la organización a fin de que satisfaga las necesidades y los requerimientos de sus clientes en el largo plazo.

“Los componentes de la administración estratégica se vinculan de manera estrecha y todos se dirigen a la obtención del éxito de la organización. La administración estratégica requiere fuertes enlaces entre la misión, la meta, los objetivos, la estrategia y la puesta en práctica” (Mimbang, 2016)

La secuencia de actividades del proceso de administración estratégica de acuerdo con (Mimbang, 2016) es:

- **Revisar y definir la misión de la empresa:** La misión identifica “aquello en lo que nos queremos convertir”, aquí se identifica el alcance de la organización en términos de su producto o servicio. Las declaraciones de misión sirven para evaluar el desempeño de la organización, estas, cambian con poca frecuencia. Sin embargo, cuando la naturaleza del negocio cambia o varía, se requiere una revisión de la misión.
- **Establecer metas y objetivos de largo plazo:** Los objetivos traducen la misión de la organización en términos específicos, medibles y concretos y establecen metas para todos los niveles de la empresa. y deben ser tan operativos como sea posible (deben incluir un marco de tiempo, ser medibles, identificables y realistas).
- **Analizar y formular estrategias para alcanzar objetivos:** La formulación de estrategias incluye determinar y valorar las opciones que apoyan los objetivos de la organización y seleccionar la mejor alternativa. El primer paso es una evaluación realista de las posiciones actual y pasada de la empresa. El siguiente paso es una valoración de los ambientes interno y externo.
- **Implementar estrategias a través de los proyectos:** Consiste en responder cómo realizar las estrategias con los recursos dados. La ejecución exige acción y terminar tareas; esto último a menudo implica proyectos de misión crítica. En primer lugar, terminar tareas exige asignación de recursos. En segundo lugar, se necesita de una organización formal e informal que complemente y apoye la estrategia y los proyectos. En tercer lugar, deben establecerse sistemas de planeación y control para tener la certeza de que se realicen determinadas

actividades del proyecto, necesarias para asegurar las estrategias. En cuarto, la motivación de quienes contribuyen al proyecto será un factor fundamental para lograr el éxito.

2.2.4 Administración del portafolio

(Ollé y Cerezuela, 2018) afirman que el objetivo de la administración de un portafolio es asegurar que todos los proyectos se coordinen con las metas estratégicas y se jerarquicen en forma adecuada. Los beneficios de la administración del portafolio de proyectos son:

- Incorpora disciplina en el proceso de selección de proyectos.
- Relaciona la selección de proyectos con las mediciones estratégicas.
- Jerarquiza las propuestas de proyectos mediante un conjunto común de criterios, y no mediante política o emoción.
- Asigna recursos a proyectos que estén en línea con la dirección estratégica.
- Equilibra el riesgo entre todos los proyectos.
- Justifica la eliminación de proyectos que no apoyen la estrategia de la organización.
- Mejora la comunicación y apoya el acuerdo respecto a las metas del proyecto

La administración de un portafolio proporciona información que le permite a la gente tomar mejores decisiones de negocios, así, cada uno de los proyectos debe aportar valor al plan estratégico de la organización, el cual se ha diseñado para satisfacer las necesidades futuras de sus clientes.

Garantizar una relación fuerte entre el plan estratégico y los proyectos constituye una tarea difícil que exige constante atención de la alta y mediana administración” (Ollé y Cerezuela,2018) por lo que mientras mayor y más diversa sea una organización, más difícil será crear y mantener este fuerte enlace.

2.3 La metodología Scrum en la gestión de proyectos

2.3.1 Importancia de la administración de proyectos

Actualmente vivimos en un entorno cambiante y sumamente competitivo en donde la innovación, adaptarse al mercado y a lo que el cliente pide, se convierte en el factor indispensable para la supervivencia empresarial y la generación de ingresos en distintos tipos de industrias llámese retail, manufactura, automotriz o tecnología de información.

Derivado de lo anterior, la administración de proyectos ya no constituye en la empresa una administración para necesidades especiales, al contrario, un porcentaje cada vez mayor del esfuerzo de una compañía se está dedicando a llevar a cabo proyectos.

A continuación, se enlistan varias razones con las que (Ollé y Cerezuela, 2018) en su libro “Gestión de proyectos paso a paso” enfatizan la importancia de la administración de proyectos:

- **Compresión del ciclo de vida del producto:** Las empresas necesitan acortar el ciclo de vida del producto.
- **Competencia global:** El mercado abierto de hoy exige productos de calidad.
- **Explosión del conocimiento:** La aparición del nuevo conocimiento ha incrementado la complejidad de los proyectos debido a que éstos abarcan los más recientes avances.
- **Reducción del tamaño corporativo (downsizing):** En la última década se ha dado una reestructuración fundamental en la vida de las organizaciones.
- **Mayor enfoque en el cliente:** El crecimiento en la competencia ha elevado la importancia de la satisfacción del cliente. Los clientes ya no se conforman con productos y servicios genéricos. Desean productos y servicios hechos a la medida que satisfagan sus necesidades específicas.

- **Pequeños proyectos representan grandes problemas:** La velocidad del cambio que se necesita para conservar la competitividad, o tan sólo para continuar funcionando, ha propiciado un clima organizacional en el que cientos de proyectos se realizan al mismo tiempo.

Debido a esto, es de suma importancia que la organización preste mucha atención en cómo dará seguimiento al avance y gestionará los proyectos a realizar.

Actualmente, existe diversas metodologías para gestionar los proyectos de acuerdo a la naturaleza, tipología y alcance de los mismos, una de ellas es la metodología Scrum.

2.3.2 Historia del concepto Scrum

De acuerdo con (Gama, 2018) el concepto de Scrum tiene su origen en un estudio de 1986 sobre los nuevos procesos de desarrollo utilizados en productos exitosos en Japón y los Estados Unidos (cámaras de fotos de Canon, fotocopiadoras de Xerox, automóviles de Honda, ordenadores de HP y otros). Los equipos que desarrollaron estos productos partían de requisitos muy generales, así como novedosos, y debían salir al mercado en mucho menos del tiempo del que se tardó en lanzar productos anteriores. Estos equipos seguían patrones de ejecución de proyecto muy similares. A esta forma de trabajo se le llamó Scrum haciendo referencia a una formación entre los jugadores de Rugby.

En 1993 se realizó el primer Scrum para desarrollo de software y a partir de su formalización en 1995 miles de proyectos en todo el mundo ha utilizado esta metodología para el desarrollo de productos.

2.3.3 Definición de Scrum

“Scrum es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varias técnicas y procesos. Scrum muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo, de modo que podamos mejorar” (Schwaber & Sutherland, 2013)

Schwaber y Sutherland también afirman que Scrum se basa en la teoría de control de procesos empírica o empirismo. El empirismo asegura que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce. Scrum emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.

(Beedle y Cockburn, 2015) en el manifiesto ágil ² afirman que *“Scrum es un enfoque basado en equipos para desarrollar sistemas y productos de manera iterativa y progresiva cuando los requisitos están cambiando rápidamente. Así mismo, es escalable desde proyectos individuales hasta organizaciones enteras”*.

La metodología Scrum consiste en seguir las siguientes fases:

- **Pre-juego:** Consiste en realizar la planeación de las actividades a realizar, así como el bosquejo a alto nivel de la arquitectura y del diseño.
- **Juego:** Es la ejecución de las actividades
- **Post-juego:** Es la entrega de lo trabajado, se recibe el feedback por parte del cliente y se analizan posibles cambios o modificaciones.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos con las siguientes características:

- Proyectos en entornos complejos.
- Donde se necesita obtener resultados pronto.
- Donde los requisitos son cambiantes o poco definidos.
- Donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales.

² El manifiesto ágil es un documento redactado en 2001 por 17 expertos en programación que supuso un cambio radical en la forma de desarrollar software frente a los modelos tradicionales (excesivamente rígidos y alejados de las necesidades de los clientes), a partir de este documento surgen las diferentes metodologías ágiles, entre las que destaca la metodología Scrum (Durán Graván, 2018).

Scrum también se utiliza para resolver situaciones en que no se está entregando al cliente lo que necesita, cuando las entregas se alargan demasiado, los costes se disparan o la calidad no es aceptable, cuando se necesita capacidad de reacción ante la competencia, cuando la motivación en los equipos de trabajo es baja y la rotación alta, cuando es necesario identificar y solucionar ineficiencias sistemáticamente o cuando se quiere trabajar utilizando un proceso especializado en el desarrollo de producto.

De acuerdo con (Gama, 2018), en Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija (iteraciones que normalmente son de 2 semanas). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite.

Figura 2. Roles, artefactos y eventos principales de Scrum



Fuente: "Manifiesto Ágil" (Beedle, et al, 2015)

La metodología se basa en:

- El desarrollo incremental de los requisitos del proyecto en bloques temporales cortos y fijos.
- La priorización de los requisitos por valor para el cliente y coste de desarrollo en cada iteración.
- El control empírico del proyecto. Por un lado, al final de cada iteración se demuestra al cliente el resultado real obtenido, de manera que pueda tomar las decisiones necesarias en función de lo que observa y del contexto del proyecto en ese momento. Por otro lado, el equipo se reúne diariamente y realiza las adaptaciones necesarias.
- La potenciación del equipo, que se compromete a entregar unos requisitos y para ello se le otorga la autoridad necesaria para organizar su trabajo.
- La sistematización de la colaboración y la comunicación tanto entre el equipo y como con el cliente.
- El timeboxing de las actividades del proyecto, para ayudar a la toma de decisiones y conseguir resultados.

2.3.4 Beneficios de utilizar Scrum

“Debido a que las definiciones y prioridades de un proyecto ya no son estáticas si no que, al contrario, el negocio exige flexibilidad y adaptación a las oficinas de proyectos y a las áreas de Tecnologías de Información, aquí es cuando surge la filosofía Agile³ y llevando

³ Agile es mucho más que una metodología para el desarrollo de proyectos que precisan de rapidez y flexibilidad, es una filosofía que supone una forma distinta de trabajar y de organizarse. De tal forma que cada proyecto se “trocea” en pequeñas partes que tienen que completarse y entregarse en pocas semanas. El objetivo es desarrollar productos y servicios de calidad que respondan a las necesidades de unos clientes cuyas prioridades cambian a una velocidad cada vez mayor. (Tena, 2018)

a Scrum como su principal exponente de esta nueva forma de gestionar proyectos” (Genius IT Training, 2018).

De acuerdo con (Gama, 2018) los principales beneficios de utilizar la metodología Scrum son los siguientes:

- **Gestión regular de las expectativas del cliente:** El cliente establece sus expectativas indicando el valor que le aporta cada requisito del proyecto y cuándo espera que esté finalizado. El cliente comprueba de manera regular si se van cumpliendo sus expectativas, da feedback y dirige estos resultados del proyecto, iteración a iteración, hacia su meta. Se ahorra esfuerzo y tiempo al evitar hipótesis.
- **Resultados anticipados (“time to market”):** El cliente puede empezar a utilizar los resultados más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo. Siguiendo la ley de Pareto (el 20% del esfuerzo proporciona el 80% del valor), el cliente puede empezar antes a recuperar su inversión comenzando a utilizar un producto al que sólo le faltan características que no comprometen su funcionamiento, trayendo consigo que pueda sacar al mercado un producto antes que su competidor, puede hacer frente a urgencias o nuevas peticiones de clientes, etc.
- **Flexibilidad y adaptación:** De manera regular el cliente redirige el proyecto en función de sus nuevas prioridades, de los cambios en el mercado, de los requisitos completados que le permiten entender mejor el producto, de la velocidad real de desarrollo, etc. Al final de cada iteración el cliente puede aprovechar la parte de producto completada hasta ese momento para hacer pruebas de concepto y tomar decisiones en función del resultado obtenido.
- **Retorno de inversión (ROI):** De manera regular, el cliente maximiza el ROI del proyecto. Cuando el beneficio pendiente de obtener es menor que el coste de desarrollo, el cliente puede finalizar el proyecto.

- **Mitigación de riesgos:** Desde la primera iteración el equipo tiene que gestionar los problemas que pueden aparecer en una entrega del proyecto. El feedback temprano permite ahorrar esfuerzo y tiempo en errores técnicos.
- **Productividad y calidad:** De manera regular el equipo va mejorando y simplificando su forma de trabajar. Los miembros del equipo sincronizan su trabajo diariamente y se ayudan a resolver los problemas que pueden impedir conseguir el objetivo de la iteración. La comunicación entre los miembros del equipo es total de manera que no se realizan tareas innecesarias y se evitan ineficiencias.
- **Alineamiento entre cliente y equipo:** Los resultados y esfuerzos del proyecto se miden en forma de objetivos y requisitos entregados al negocio. Todos los participantes en el proyecto conocen cuál es el objetivo a conseguir. El producto se enriquece con las aportaciones de todos.
- **Equipo motivado:** Las personas están más motivadas cuando pueden usar su creatividad para resolver problemas y cuando pueden decidir organizar su trabajo, por otra parte, las personas trabajan de manera más eficiente y con más calidad cuando ellas mismas se han comprometido a entregar un resultado en un momento determinado.

2.4 La metodología Scrum en la industria bancaria

En febrero de 2015, Scrum Alliance⁴ realizó una encuesta casi 5,000 personas sobre su uso de Scrum. Los encuestados conforman un grupo muy diverso, el cual, representa 108 países y más de 14 industrias, además de una gran gama de áreas funcionales, incluida la informática, desarrollo de software, desarrollo de productos, operaciones, recursos humanos, ejecutivos de ventas y marketing.

⁴ Scrum Alliance es una organización de membresía profesional sin fines de lucro, creada para compartir el marco de trabajo Scrum y la forma de trabajar proyectos de desarrollo de software. Su misión es difundir el marco de trabajo Scrum y su entendimiento así como proporcionar recursos de conocimiento a individuos y organizaciones que usan Scrum.

Uno de los principales datos de interés que arrojó la encuesta es que, del total de encuestados que utilizan metodologías ágiles, el 12% (600 personas) se encuentran en el sector financiero.

Como en muchos sectores, el sector financiero está evolucionando rápidamente. Muchas grandes compañías de servicios financieros enfrentan una creciente presión de competidores nuevos y no tradicionales. Los más disruptivos de estos recién llegados es que desarrollan y lanzan múltiples innovaciones.

Ahora, la competencia no viene únicamente del nuevo banco de la localidad; existen nuevos actores (tales como Paypal, Amazon, Google, ApplePay, BitCoin) que representan propuestas disruptivas para la generación de servicios financieros innovadores.

Al mismo tiempo, los usuarios de estos servicios han modificado su comportamiento. (Zauzich, 2015) en su artículo “Lead the evolution” afirma que las soluciones como Internet Banking, Mobile Banking e integración con Social Media ya son elementos naturales en la experiencia del consumidor, lo que se conoce como “Disrupción Financiera”.

Derivado de lo anterior, la transformación digital de la banca se ha convertido en el principal desafío para mantener la competitividad y ofrecer una propuesta de valor superior al mercado. La banca tiene que innovar y reinventarse. En ese sentido, la metodología Scrum es un mecanismo que puede impulsar a las organizaciones para adaptarse con rapidez, y así aprender del mercado con espíritu emprendedor y brindar soluciones tecnológicas innovadoras.

“A diferencia de la metodología Waterfall ⁵ para proyectos, Agile ha demostrado sus méritos ya que puede acelerar la velocidad de comercialización, mejorar la calidad y

⁵ Metodología waterfall: También conocida como modelo de desarrollo en cascada, consiste en el desarrollo de un proyecto de manera secuencial donde primeramente se define el diseño que el producto debe tener para posteriormente, pasar a la fase de desarrollo donde se realizarán las tareas de manera secuencial. En esta metodología, una tarea no dará comienzo hasta que no se haya finalizado la inmediatamente anterior. (Portal, 2017).

aumentar la flexibilidad a la vez que se reducen los costos y la complejidad” (Cody, Goswami, & Ahuja, 2015).

Adicionalmente, (Financial Tech ⁶, 2017) en su artículo “La banca adopta tecnologías ágiles para los métodos de trabajo que conlleva la era digital” afirma que muchas empresas del sector financiero tales como BBVA Bancomer, Santander, ING Bank España, Bank of America, Barclays Global Investors, Key Bank, Merrill Lynch, entre otros, han comenzado a adoptar la metodología Scrum y el pensamiento ágil para su evolución hacia las nuevas necesidades del mercado.

⁶ Financial Tech es una publicación electrónica editada desde 2004 por Prensa Internet S.L., enfocada a la realidad tecnológica del sector financiero en general. Es independiente de la industria, especializada en las diferentes tecnologías, productos y servicios utilizados en el sector Financiero, analizando e informando sobre los cambios que está sufriendo el sector.

Capítulo 3

La metodología de opciones reales y valuación de proyectos tecnológicos

Con el objetivo que las organizaciones, entre ellas las del sector bancario, puedan decidir qué proyectos son los que aportarán más valor a la organización y de esta forma planear estratégicamente las metas a realizar, es imprescindible conocer metodologías que valúen los proyectos. Por lo anterior, en este capítulo se revisan los conceptos fundamentales de las opciones reales, método para valorar proyectos de inversión, tales como sus bases, la importancia que tienen al momento de tomar decisiones estratégicas, la creación del valor y la flexibilidad administrativa. De igual forma, en este capítulo se detallan los tipos de opciones reales que existen, los modelos para su valuación, así como su uso hoy en día en la industria bancaria y en proyectos tecnológicos.

3.1 Opciones financieras

“Las opciones y los futuros son las principales modalidades de los instrumentos financieros derivados utilizados para minimizar los riesgos en las operaciones comerciales financieras, aislar la actividad económica de la empresa de las

fluctuaciones de los mercados financieros y aumentar la eficacia de las previsiones empresariales, facilitando la confianza en la gestión, al dotar de mayor seguridad las transacciones de la empresa con el exterior” (Gutiérrez y Mainhard, 2015).

(Elvira y Puig, 2015) en su libro “Comprender los productos derivados: Futuros, opciones, productos estructurados, caps, floors, Collars, CFDS” afirman que una opción otorga el derecho, mas no la obligación, de comprar o vender una cantidad determinada de un activo subyacente (una acción, una mercancía básica, divisa, instrumento financiero, etc.) a un precio preestablecido (el precio de ejercicio) dentro de un periodo determinado.

Existen dos tipos de opciones:

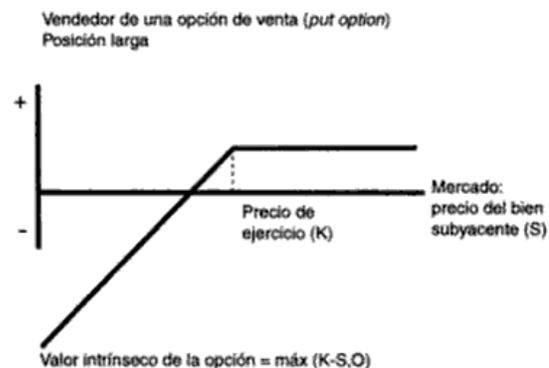
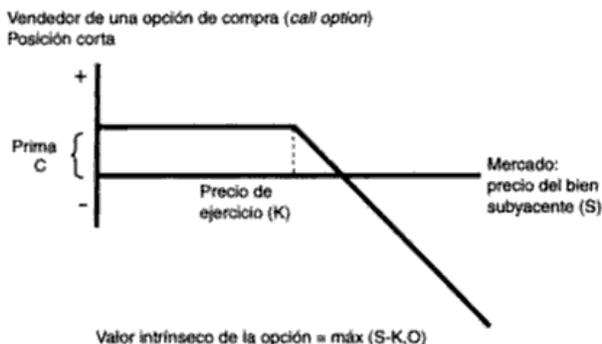
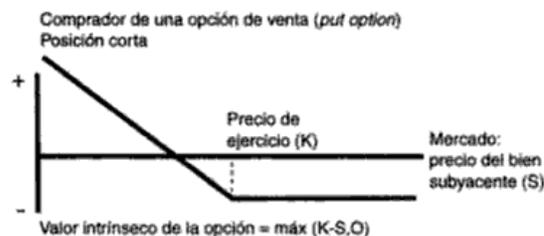
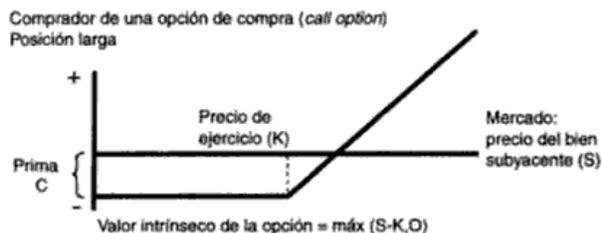
- **Opciones de compra (opciones call):** otorga el derecho, mas no la obligación, de comprar cierta cantidad de un bien a un determinado precio, para ejercerse durante un cierto periodo.
- **Opciones de venta (opciones put):** otorga el derecho, mas no la obligación, a vender una cantidad de un bien a un determinado precio, para ejercerse durante un cierto periodo.

Para estos contratos se considera un precio de ejercicio del subyacente al cual se le denomina prima. Dicha prima *“estará en función del periodo de expiración del contrato, de la volatilidad de los rendimientos del subyacente, de la relación entre el subyacente, del precio del ejercicio y de la tasa de interés libre de riesgo”* (Elvira y Puig, 2015).

De esta forma, el vendedor de la opción de compra o venta recibirá la prima y no la devolverá al comprador en ningún caso, por lo que si el comprador no ejerce su derecho de compra perderá el monto de la prima.

A continuación, se presentan los diferentes perfiles de pérdidas y ganancias que presentan las opciones de compra y de venta:

Figura 3. Perfil de pérdidas y ganancias de las opciones de compra y venta



Fuente: "Productos financieros derivados: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos" (De Lara Haro, 2005)

Por otra parte, las opciones pueden ser americanas o europeas, la única diferencia es que la opción americana puede ejercerse en cualquier momento durante la vida del contrato, mientras que la opción europea sólo puede ejercerse al vencimiento de éste.

3.2 Opciones reales

3.2.1 Definición

El término de opciones reales fue establecido por Stewart Myers en 1977, para hacer referencia a la aplicación de la teoría de opciones en la valoración de bienes no financieros, específicamente a la inversión en activos reales que presentaran un componente de flexibilidad.

Las opciones reales son un método para valorar proyectos de inversión que parte de la premisa de que los proyectos de inversión reales pueden asemejarse a las opciones financieras. En otras palabras, *“el enfoque de las opciones reales es la extensión de la Teoría de Opciones Financieras a opciones en activos reales (no financieros) que permiten modificar un proyecto con la intención de incrementar su valor”* (Gutiérrez y Mainhard, 2015).

A continuación, se presenta la diferencia entre los parámetros de opciones financieras y opciones reales:

Tabla 2. Comparación entre parámetros entre opciones financieras y opciones reales

Opción real	Variable	Opción financiera
Valor de los activos operativos	S_0	Precio del activo subyacente
Desembolsos requeridos para adquirir el activo	K	Precio de ejercicio
Tiempo que se puede demorar la decisión de inversión	T	Tiempo hasta el vencimiento
Riesgo del activo operativo subyacente	σ^2	Varianza de los rendimientos
Valor temporal del dinero	rt	Tasa libre de riesgo

Fuente: Elaboración propia con base en “Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión” (Mascareñas,2007)

3.2.2 Limitaciones del modelo

(Gutiérrez y Mainhard, 2015) en su artículo enfatizan, que es muy importante reconocer las limitaciones en el caso de utilizar la teoría de opciones para valorar decisiones sobre activos reales, ya que, *“debido a que los modelos de valoración de opciones reales se toman prestados de desarrollos teóricos que se han concebido para ser aplicados a opciones sobre futuros financieros, lo que puede ser razonable para una realidad financiera no siempre lo es para una realidad no financiera”*.

Es decir que, a pesar de sus ventajas para estimar el valor aportado por la incertidumbre y la flexibilidad, el modelo de valoración de opciones reales, como todo modelo, tiene una serie de limitaciones que conviene conocer.

Las principales limitaciones técnicas que se derivan de la aplicación por analogía de las técnicas de valoración válidas para activos financieros, son las siguientes:

- El activo subyacente no se negocia necesariamente en un mercado público organizado.
- El precio del activo subyacente no sigue necesariamente un proceso continuo.
- La varianza de este activo puede no ser conocida, y si lo es, puede cambiar con el tiempo.
- El ejercicio de la opción puede no ser inmediato.
- La valoración de opciones financieras parte de la existencia de una cartera replicadora con flujos idénticos a los de la opción. Esto puede no ser un reflejo razonable de la realidad en el caso de opciones reales.

Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, merece la pena incorporar el modelo de opciones reales al arsenal analítico que un gestor debe utilizar para evaluar y comprender proyectos empresariales sobre los que debe tomar decisiones estratégicas. Sobre todo, porque *“es un camino para reflexionar sobre los factores que determinan el valor económico de la realidad empresarial sobre la que hay que actuar”* (Gutiérrez y Mainhard, 2015).

3.3 Opciones reales y flexibilidad administrativa

Como es sabido, *“el modelo tradicional de valoración intrínseca de activos señala que el valor económico resulta de la actualización de los flujos de caja aportados por el activo, descontados de una tasa que represente el coste de los recursos empleados. En el proceso de cálculo es preciso fijar el valor de esos flujos de caja como el momento en que se producen, para derivar un valor actual neto que mida la creación de valor económico”* (Murphy, et al., 2016), esta es una de las limitaciones de este modelo de valoración, ya que la actuación futura de cualquier dueño de un proyecto no suele ser la de un espectador pasivo, sino la de alguien que gestiona el proyecto conforme se va

desarrollando el mismo. “La posibilidad de intervención ante un desarrollo concreto de acontecimientos es lo que se denomina flexibilidad operativa, y, en ocasiones, puede tener una importancia relevante”. En estos casos, utilizar el descuento de flujos de caja puede infravalorar la rentabilidad económica de la decisión que se analiza, ya que no incluiría el valor de esa flexibilidad administrativa.

En la siguiente figura, se presenta cómo está relacionada la flexibilidad administrativa con el grado de incertidumbre del proyecto y cuándo esta última le aporta más valor a la flexibilidad:

Figura 4. Valor de flexibilidad de acuerdo al grado de incertidumbre

		Incertidumbre	
		Probabilidad de recibir nueva información	
		Bajo	Alto
Espacio para la flexibilidad gerencial Capacidad de respuesta	Alto	Moderado valor de flexibilidad	Alto valor de flexibilidad
	Bajo	Bajo valor de flexibilidad	Moderado valor de flexibilidad

Fuente: Elaboración propia con base en artículo “How much is flexibility worth?” (Copeland y Keenan, 1998)

(Murphy, et al., 2016) afirman que el valor de la flexibilidad administrativa está directamente relacionado con la incertidumbre del proyecto, esto es:

- Si existe una alta incertidumbre sobre el futuro, el valor de la flexibilidad administrativa será muy alto ya que es muy probable que se reciba nueva información a lo largo del tiempo para poder tomar decisiones estratégicas, es

decir, existe mucho espacio para la flexibilidad administrativa ya que permite a la organización responder apropiadamente a esta nueva información.

- Si existen proyectos con un VPN que, sin considerar la flexibilidad, es cercano a cero, es decir, si un proyecto no es ni bueno ni malo, es más probable que se use la flexibilidad para cambiar de rumbo y, por lo tanto, se vuelva más valioso.

En ocasiones, la flexibilidad administrativa se puede concretar en la existencia de opciones reales en el proyecto sobre el que tenemos que tomar una decisión. Es decir, poseer una opción sobre un activo real que da a su propietario el derecho, y no la obligación, de llevar a cabo una acción en el futuro. Por ejemplo, en una decisión en la que exista un alto grado de incertidumbre por la inseguridad en el desarrollo tecnológico del producto, es evidente que todos pagaríamos por tener la opción de esperar un cierto tiempo y ver qué ocurre, sin perder la posibilidad de invertir. De la misma forma, algunas decisiones empresariales, pueden llevar implícitas una serie de oportunidades futuras que sólo pueden ser ejercidas en el caso de llevar a cabo ahora la inversión. *“Este tipo de flexibilidad operativa puede concretarse en la existencia en el proyecto de opciones tales como abandonar, cerrar temporalmente, ampliar, cambiar de actividad o tecnología, etc.”* (Murphy, et al., 2016).

De esta forma, se puede afirmar que en la medida en que estas opciones existan y tengan valor, el valor obtenido a través del descuento de flujos de efectivo se complementará con el valor que aportan estas opciones reales, además, si en la naturaleza del proyecto se permite el diferimiento o la anticipación en la ejecución, entonces esta flexibilidad no sólo tiene valor, sino que puede, justificar el aceptar proyectos que muestren un valor presente neto no recomendable.

Sin embargo, se debe saber en qué escenarios tiene sentido emplear la metodología de opciones reales para completar el valor de una opción.

“Al cuantificar el impacto de una decisión empresarial en el valor económico de un negocio es conveniente conocer no sólo la realidad empresarial que estamos tratando, sino también el modelo de valoración que se utiliza” (Murphy, et al., 2016), es decir,

emplear opciones reales para completar el valor económico aportado por una decisión es una práctica que puede ser altamente recomendable, no obstante, no garantiza la solución para cuantificar ese posible “algo” que no se valora según el método tradicional.

Derivado de lo anterior, para utilizar la metodología de opciones reales se deben considerar los siguientes puntos:

- Cuando existe la posibilidad real de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias. Por ejemplo: retrasar un proyecto, abandonarlo, expandirlo, etc.
- Cuando existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura.
- Existe flexibilidad operativa, es decir, posibilidad de alterar los escenarios futuros mediante la intervención de los gestores.
- Existe una elevada incertidumbre.
- Las decisiones son irreversibles.

Con lo anterior, se puede concluir que *“una opción real sólo tiene valor cuando existe la posibilidad de ganar algo al ejercerla, esto sólo puede producirse cuando existe algún tipo de exclusividad en la opción que se está considerando durante el período hasta la toma de decisión”* (Murphy, et al., 2016).

Por lo tanto, antes de incrementar el valor económico estimado de una decisión a través del valor de una opción, es indispensable asegurarse de que esa opción tiene sentido y, sobre todo, de que tiene valor, adicional, para que una opción tenga valor debe ser exclusiva durante toda su vida.

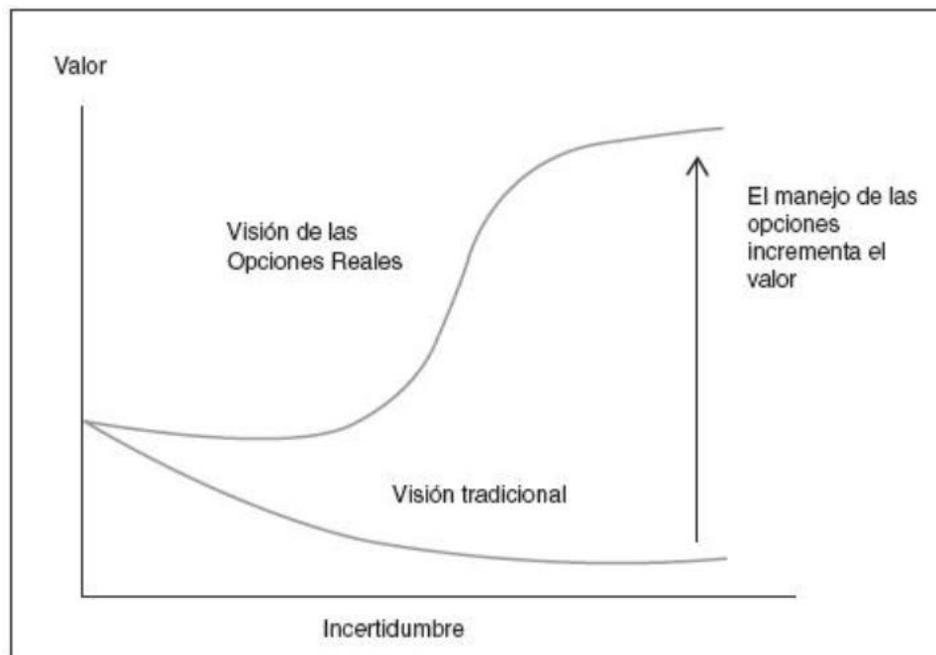
3.4 Opciones reales y creación de valor

En la visión tradicional, un alto nivel de incertidumbre conduce a reducir el valor de los activos, sin embargo, el enfoque de las opciones reales muestra que un incremento de

la incertidumbre trae consigo un alto valor de los activos, si los directivos identifican y utilizan sus opciones para responder flexiblemente a los diversos eventos que se desarrollan.

En la figura 4 se muestra uno de los más importantes cambios en el enfoque de las opciones reales: **la incertidumbre crea oportunidades.**

Figura 5. Incremento del valor de un proyecto debido a la incertidumbre



Fuente: "Opciones Reales: El Manejo de las Inversiones Estratégicas en las Finanzas Corporativas" (Gutiérrez Urzúa & Mainhard Escalona, 2015)

Visto de otra forma, la existencia de opciones reales aumenta el valor de un proyecto de inversión, el cual puede determinarse como el valor del proyecto sin la opción, calculado de forma acostumbrada (por ejemplo, utilizando el VPN) más el valor de la opción, es decir:

$$\text{Valor del proyecto} = \text{VPN} + \text{Valor de la opción}$$

(Lambrecht, 2017) en su artículo afirma que las opciones reales permiten añadir valor a la empresa, ya que están interconectadas con las finanzas y la estrategia. En la medida en que más capaz sea un inversionista de identificar, crear, preservar y ejercer las opciones reales, más valiosos serán los proyectos a los que éstas se hallan asociadas, convirtiéndose a menudo en pieza clave de las decisiones de una empresa.

Si el futuro se considera repleto de alternativas y opciones, al momento de valorar un proyecto nos daremos cuenta de que, por el simple hecho de poseer la opción, esta nos brindará alternativas de decisión y por consiguiente creará valor independientemente de que se ejerza o no.

Así, alineados a un pensamiento estratégico, los gerentes deben intentar visualizar los proyectos en términos del origen, dirección y evolución de la incertidumbre, determinando así su grado de exposición y tomar las decisiones que permitan obtener un mejor provecho de los proyectos.

3.5 Tipos de opciones reales

(Gutiérrez y Mainhard, 2015) afirman que los tipos de opciones reales se pueden clasificar en tres grupos que pueden estar interrelacionados, los cuales son los siguientes:

- **Diferir / Aprender**

- a) **La opción de diferir (option to defer):** un proyecto proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización durante un plazo de tiempo determinado. Esto le permite aprovecharse de la reducción de la incertidumbre conforme pasa el tiempo lo cual puede ser muy valioso.
- b) **La opción de aprendizaje (learning option):** proporciona a su propietario la posibilidad de obtener información a cambio de un costo determinado.

- **Inversión / Crecimiento**

- a) **La opción de ampliar (scale up option):** un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un costo adicional y de esta manera el proyecto resultante tendrá un tamaño mayor al inicial.
- b) **La opción de intercambio (switch up option):** proporciona a su propietario el derecho a intercambiar productos, procesos o plantas, dada una alteración favorable en el precio subyacente o en la demanda de factores o productos.
- c) **La opción de ampliación del alcance (scope up option):** permite apalancar un proyecto realizado en un sector determinado para que pueda ser utilizado además en otro sector relacionado

- **Desinvertir / Reducir**

- a) **La opción de reducir (scale down option):** un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a renunciar a una parte del mismo a cambio de un ahorro adicional de costos.
- b) **La opción de intercambio (switch down option):** permite adaptarse a una estructura de costes más liviana y a unos activos más flexibles para responder a un cambio adverso en la demanda.
- c) **La opción de reducción del alcance (scope down option):** permite reducir, e incluso abandonar, el alcance de las operaciones en un sector relacionado cuando el potencial de negocio se reduce o desaparece.
 - i. **La opción de abandono (option to abandon):** proporciona a su propietario la posibilidad de vender, liquidar o abandonar un proyecto determinado.

- ii. **La opción de cierre temporal (option to temporarily shut down):** que proporciona a su propietario el derecho a abandonar de forma temporal la explotación de un proyecto de inversión.

En resumen, podemos decir que las opciones reales simples pueden ser de tres tipos: crecimiento, diferimiento o abandono. De acuerdo con Dapena, a continuación, se presenta un resumen de los tipos de opciones clasificadas según si es una opción de compra o venta:

Tabla 3. Clasificación de opciones simples

Opciones reales Call	Opciones reales Put
Esperar	Abandonar
Expandir	Reducir
Reiniciar operaciones temporalmente detenidas	Cerrar operaciones temporalmente

Fuente: Elaboración propia con base en "Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión" (Mascareñas,2007)

Sin embargo, en los proyectos de inversión es muy común que existan varias opciones reales simples simultáneamente a las cuales se les conoce como opciones reales compuestas. Por otra parte, también existen opciones reales en las cuales se presentan más de un tipo de volatilidad, las cuales llevan por nombre opciones arcoíris.

3.6 Modelos de valuación de opciones reales

En la actualidad, la rapidez y la variabilidad en las finanzas, obligan a buscar mecanismos que permitan predecir los resultados y se facilite la toma de decisiones. Lo mismo sucede cuando se quiere encontrar el valor de un proyecto. A continuación, se presentan dos modelos utilizados en la valuación de opciones reales: Modelo Binomial y Modelo Black-Scholes, los cuales, tienen sus bases en el cálculo de opciones financieras, sin embargo,

como se revisó anteriormente, se pueden utilizar de igual forma para la valuación de opciones reales.

3.6.1 Modelo Binomial

3.6.1.1 Fundamentos

Propuesto por Cox, Ross y Rubinstein en 1974, el modelo binomial es un modelo discreto que considera que la evolución del precio del activo subyacente varía según el proceso binomial multiplicativo; es decir, sólo puede tomar dos valores posibles, uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas p y $1 - p$. De esta forma, *“al extender esta distribución de probabilidades a lo largo de un número determinado de períodos se consigue determinar el valor teórico de una opción”* (Cox, Ross, & Rubinstein, 1979).

Este modelo parte del cumplimiento de las siguientes hipótesis:

- No existen impuestos y costos de transacción (corretajes, diferenciales entre precios de compra y venta en el mercado, etc.).
- Los activos son completamente divisibles.
- Se pueden vender los activos «en descubierto» o «a crédito» sin límites, es decir, podemos vender una acción sin poseerla previamente con el compromiso de entrega en una fecha posterior.
- No se exigen depósitos de garantía a la venta de opciones y a las ventas en descubierto.
- Se puede prestar y tomar prestado al mismo tipo de interés.
- Todas las transacciones se pueden realizar de forma simultánea.
- Las transacciones se realizan sin que afecten a los precios del mercado, es decir, el mercado tiene una gran “profundidad” y no se ve influido por las transacciones de un agente económico en particular.
- No existe reparto de dividendos por parte del subyacente.

El modelo supone que la fijación de precios del subyacente sigue un proceso binomial y su desarrollo se basa en un portafolio replica de acciones y bonos (con rendimiento libre de riesgo) que tiene flujos similares a los de una opción de compra.

3.6.1.2 Modelo

Los árboles binomiales permiten a los analistas valorar opciones europeas como americanas. *“Un árbol binomial es una forma de demostrar cómo cambia el valor de un activo con el tiempo, dado que el activo tiene una volatilidad particular”* (Gutiérrez y Mainhard, 2015). Un árbol binomial tiene solo dos movimientos posibles en cada incremento de tiempo, hacia arriba o hacia abajo. *“La técnica de Valuación por Opciones Reales (ROV) utiliza los árboles del activo subyacente y el árbol de valoración”*.

Árbol del activo subyacente

El árbol de fijación de precios del activo subyacente, también conocido como árbol del subyacente, se lee de izquierda a derecha e indica cómo puede evolucionar los valores futuros del activo. El valor del nodo izquierdo extremo es el VPN del activo subyacente calculado a partir del método de Flujos de Caja Descontados (DCF).

En cada intervalo de tiempo, el valor del activo aumenta en un factor multiplicativo “u” (mayor que 1) o disminuye con un factor multiplicativo “d” (entre 0 y 1), representado en el árbol como un incremento de tiempo hacia arriba o un incremento de tiempo hacia abajo. Las fórmulas para el cálculo de los factores u y d son:

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

Siendo:

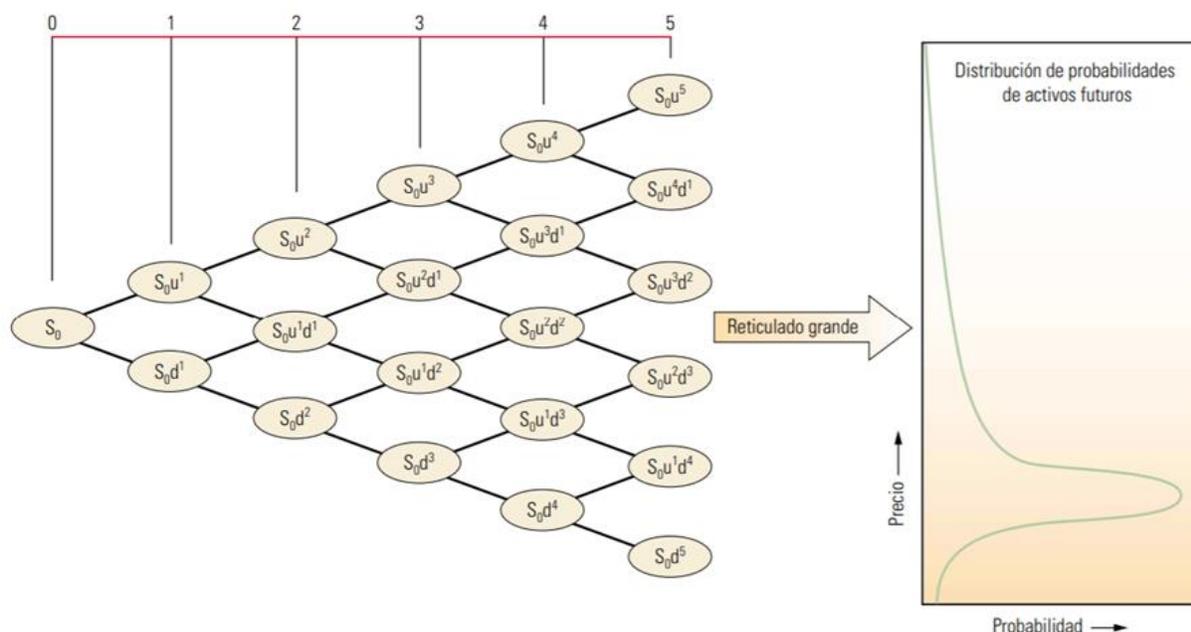
- σ = La volatilidad (incertidumbre) sobre los precios del proyecto
- Δt = La longitud del paso temporal (intervalo como fracción de un año)

“Los factores u y d , son funciones de la volatilidad del activo subyacente y del tiempo que media entre los periodos en consideración” (Bailey y Couet, 2004). Los nodos de la derecha del árbol representan la distribución de los posibles valores futuros del activo.

(Bailey y Couet, 2004) plantean que el tema más difícil de la construcción del árbol del activo subyacente es la estimación de la volatilidad ya que “este valor debe reflejar las incertidumbres, tanto económicas como técnicas, asociadas con el valor del activo subyacente y la forma en que estas incertidumbres evolucionan con el tiempo”.

A continuación, se muestra la construcción de un árbol del activo subyacente y su relación con una distribución normal. “Al aumentarse la cantidad de incrementos de tiempo, Δt se reduce y la resolución aumenta a medida que el resultado se agranda. Así, se puede obtener una distribución de probabilidades de activos futuros a partir de los valores de la columna derecha de un árbol con miles de incrementos de tiempo, los factores u y d siempre darán lugar a una distribución normal logarítmica del valor del activo en la fecha de vencimiento” (Bailey y Couet, 2004).

Figura 6. Construcción de un árbol del activo subyacente de 5 pasos



Fuente: Artículo “Valoración de las opciones reales” (Bailey y Couet, 2004).

De esta forma, el árbol del subyacente muestra las posibles trayectorias que adoptará en el tiempo el valor de un activo subyacente considerando su volatilidad asociada.

Árbol de valoración

El árbol de valoración tiene exactamente la misma cantidad de nodos y ramificaciones que el del activo subyacente, aquí, se toman los valores de los nodos terminales de la derecha y se realiza la optimización del modelo considerando el máximo entre 0 y la diferencia entre S y X dependiendo si es una opción de compra o venta.

Derivado de lo anterior, las fórmulas para la optimización del modelo son:

- Opción call:

$$\text{Máx}(S_t - X; 0) = \begin{cases} 0, & \text{si } S_t < X \\ S_t - X, & \text{si } S_t > X \end{cases}$$

- Opción put:

$$\text{Máx}(X - S_t; 0) = \begin{cases} 0, & \text{si } S_t > X \\ X - S_t, & \text{si } S_t < X \end{cases}$$

Dónde:

- S_t = Valores esperados de los flujos de efectivo
- X = Costo de la inversión

“La desaprobación de los valores negativos refleja el derecho del tomador a negarse a ejercer una opción con valor negativo” (Bailey y Couet, 2004).

Posteriormente, a partir de estos valores iniciales en los nodos terminales, es posible trabajar hacia atrás a través del árbol, por medio de inducción inversa, para obtener el valor de la opción en el nodo izquierdo extremo del árbol.

La inducción inversa se basa en un factor “p”, que es la probabilidad neutral con respecto al riesgo de un movimiento en el precio del activo subyacente, es decir, “*se trata de la probabilidad que prevalecería en un mundo en el que los inversionistas fueran indiferentes al riesgo*” (Bailey y Couet, 2004).

Para el cálculo de “p” se utiliza la siguiente fórmula:

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

Dónde:

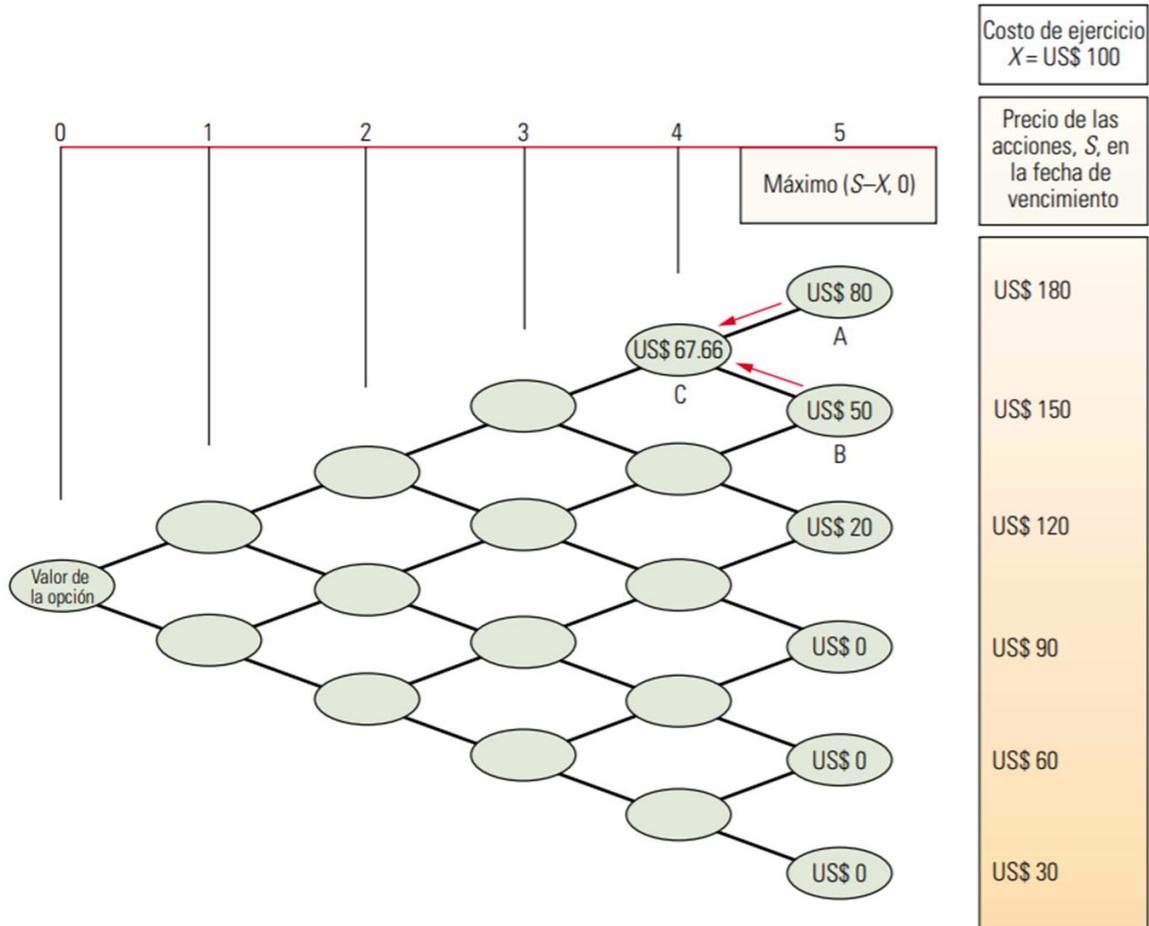
- u = Factor multiplicativo al alza
- d = Factor multiplicativo a la baja
- r = Tasa libre de riesgo
- Δt = La longitud del paso temporal (intervalo como fracción de un año)

Avanzando a la izquierda del árbol, los valores en cada nodo se calculan trayendo el valor de los nodos sucesores aplicándoles un descuento por la tasa libre de riesgo y usando el factor de probabilidad neutral al riesgo “p”, con la siguiente fórmula:

$$S_{t-1} = [p * S_t u + (1 - p) * S_t d] * e^{-r * \Delta t}$$

En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de construcción de un árbol de valoración de 5 pasos para una opción de compra donde el valor del nodo C proviene de los nodos adyacentes A y B multiplicados por la probabilidad neutral al riesgo y considerando un descuento por la tasa libre de riesgo para traerlos a valor presente.

Figura 7. Construcción de un árbol de valoración de 5 pasos



Fuente: Artículo "Valoración de las opciones reales" (Bailey y Couet, 2004).

En el caso que la opción fuera una opción americana, es decir, que se puede ejercer en cualquier momento de la vida de la opción, se deberá comparar qué es lo que conviene más, si mantener viva la opción o ejercerla en ese momento:

- Opción call:

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (S_t - X; 0); [p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r*\Delta t} \}$$

- Opción put:

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (X - S_t; 0); [p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r*\Delta t} \}$$

Si el resultado es que el máximo es el término $\text{Máx}(S_t - X; 0)$ significa que el valor de la opción en ese momento es mayor que si esperamos al siguiente nodo, por lo que conviene ejercer la opción en ese momento.

Si, por el contrario, el máximo es el término $[p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r*\Delta t}$ significa que conviene mantener la opción abierta hasta el siguiente periodo ya que su valor será mayor en el nodo siguiente.

3.6.2 Modelo Black-Scholes-Merton

En 1973 Fisher Black, Myron Scholes y Robert Merton lograron uno de los mayores avances en la valuación de opciones hasta ese momento, el modelo de Black-Scholes. El cual, *“ha tenido una gran influencia en la manera en que los agentes valúan y cubren opciones y se ha convertido en un punto de referencia para el desarrollo y éxito de la ingeniería financiera desde entonces”* (Shan, 1997).

La importancia del modelo fue reconocida cuando Robert Merton y Myron Scholes fueron premiados con el Premio Nobel de Economía; desafortunadamente Fisher Black falleció en 1995, quien indudablemente también hubiera recibido el premio. Aunque actualmente se utiliza en el mundo una gama de derivados financieros y múltiples combinaciones entre ellos, su principal aplicación sigue siendo en las opciones, los forwards, los futuros y los swaps.

3.6.2.1 Fundamentos

Esencialmente, el análisis matemático de Black y Scholes parte de la definición de los límites de los precios para las opciones de compra europeas y determina donde dentro de ese espacio se encuentra el precio de la opción. Originalmente, el modelo se desarrolló para el caso de las opciones de compra europeas sobre acciones que no pagan dividendos. Sus supuestos principales son:

- Mercados de valores perfectos y sin fricciones

- Los precios del subyacente (acciones) siguen una distribución logarítmica normal
- La tasa de interés permanece constante
- La volatilidad del activo subyacente permanece constante
- El activo no hace pago de dividendos o de efectivo de otra clase antes del plazo de su vencimiento
- Se permite ventas en corto, sin penalidades
- Los inversionistas son neutrales al riesgo; no tienen aversión al riesgo

“La distribución logarítmica normal de los precios del subyacente indica que tanto las tasas de interés y los precios del subyacente no pueden ser menores de cero, pero su valor extremo máximo puede ser infinito. Este comportamiento es igual a un proceso de movimiento Browniano, esto es, los mercados financieros se comportan de una manera similar al movimiento aleatorio de las partículas en física. De tal manera que el modelo de Black y Scholes es una adaptación de los modelos de transferencia de calor en física” (Black & Scholes, 1973).

Esto permite a Black y Scholes derivar una ecuación diferencial parcial para la valoración de las opciones y encontrar una solución para la misma. Básicamente esto significa que los precios de las opciones decaen a un ritmo \sqrt{T} igual al ritmo de decaimiento del calor. Si se puede determinar la volatilidad del mercado (v.g., “calor”), y el tiempo remanente para la expiración de la opción, se puede estimar el valor por tiempo de una opción, a lo que se debe agregar su valor intrínseco para determinar su valor total.

Black y Scholes resuelven este problema identificando la probabilidad de que el valor terminal del activo subyacente sea mayor que el precio de ejercicio, o sea cual es la probabilidad de que la opción de compra europea en su vencimiento se encuentre en dinero, puesto que esta es la posición que interesa a su tenedor.

3.6.2.2 Modelo

El modelo desarrollado por Black y Scholes, resuelve el problema fundamental de la valoración de las opciones que consiste en que “*dados el tiempo que falta hasta su vencimiento (t), la tasa libre de riesgo (r), el precio de ejercicio de la opción (X) y la varianza de la tasa de rentabilidad instantánea (σ^2), habrá que determinar la relación existente entre el coste de la opción de compra europea (c) y el precio de la acción sobre la que recae (So)*” (Gutiérrez y Mainhard, 2015).

Así, el modelo puede sintetizarse en las siguientes expresiones:

$$C = S * N(d_1) - Xe^{-rt} * N(d_2)$$

$$P = Xe^{-rt} * N(-d_2) - S * N(d_1)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{y} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

- C = Valor del Call
- P = Valor del Put
- S = Precio (spot) del activo subyacente
- X = Precio de ejercicio
- r = Tasa de interés libre de riesgo (anual)
- T = Tiempo anualizado de vigencia del call (hasta su vencimiento)
- σ = La desviación estándar (histórica y anualizada) de los rendimientos del activo subyacente
- ln = Logaritmo natural
- e = Base del logaritmo neperiano = 2.71828...

- $N(d)$ = Probabilidad acumulada de que en una distribución normal estandarizada cualquier número “x” sea menor que “d”.

Finalmente, independientemente del modelo utilizado, se deberán analizar los resultados obtenidos, para esto, después de que el valor de la opción se ha calculado, el primer paso apropiado es *“comparar el valor presente neto derivado del método de Flujos de Caja Descontados (DCF) frente al Retorno de activos (ROA) y evaluar el valor añadido como resultado de la flexibilidad creada por la opción”* (Lambrecht, 2017).

Adicionalmente, con el fin de obtener una mejor perspectiva de la solución opción, (Lambrecht, 2017) recomienda realizar preguntas que nos ayuden a calibrar la validez y la fiabilidad de los resultados de opciones proporcionándonos una mejor comprensión de las características de la opción del proyecto y así tomar las mejores decisiones de inversión.

3.6.3 Evaluación de ventajas y desventajas de cada modelo

Cada modelo presenta diversas ventajas y desventajas de acuerdo al fin para el que se requiera, (Lambrecht, 2017), afirma que la principal ventaja del modelo Black-Scholes es la velocidad del modelo, ya que este permite calcular el valor de una opción en un muy corto tiempo, a diferencia del método binomial, con el cual conforme se incrementa el número de pasos del árbol llegará un momento en que el resultado convergerá al mismo que el calculado con el modelo Black-Scholes.

Sin embargo, el modelo Black-Scholes tiene una limitación importante no se puede utilizar para las opciones con un ejercicio de estilo americano, ya que sólo calcula el precio de la opción al vencimiento, es decir, no toma en cuenta los pasos en el camino donde podría existir la posibilidad de ejercer anticipadamente como en el caso de las opciones americanas.

En este sentido, *“la gran ventaja que tiene el modelo binomial sobre el Black-Scholes, es que puede ser utilizado para determinar con exactitud el precio de opciones americanas”* (Lambrecht, 2017). Esto es porque, con el modelo binomial, es posible comprobar en

cada punto de vida de la opción (es decir, a cada paso del árbol binomial) la posibilidad de ejercer anticipadamente.

Por otra parte, *“el modelo Black-Scholes es difícil explicar debido a su complejidad matemática, a diferencia del modelo binomial con el cual los resultados son fáciles de explicar a la alta dirección”* (Lambrecht, 2017).

Con lo anterior, se puede concluir que, a pesar que con el modelo Black-Scholes se obtiene el valor de la opción de forma más precisa, debido a que todos los proyectos presentan algún grado de flexibilidad al momento de su ejecución, el sólo poder valuar la opción al vencimiento es una gran limitante de este modelo, aunado a que su explicación a la alta dirección de una empresa generalmente no es sencilla.

Es por esto, que el modelo Binomial, a pesar que obtiene una aproximación del valor de la opción, se utiliza de forma más común en la valuación de opciones reales ya que ofrece mayor flexibilidad y mejor enfoque de simulación, adicional a que los resultados son más fáciles de explicar.

3.7 Opciones reales y su uso en la industria bancaria

Retomando lo comentado en el capítulo 1, actualmente para los bancos en todo el mundo, los próximos años pueden ser cruciales, pues se espera que se acelere el proceso de convertirse en instituciones con un mayor enfoque estratégico y con estructuras operacionales mucho más ágiles. Adicional a esto, la capacidad que tengan las organizaciones bancarias para adaptarse a la nueva revolución tecnológica será pieza clave para colocarse como líderes del mercado.

Al igual que en otras industrias, la adopción de la metodología de opciones reales en la industria bancaria es relativamente nueva. Un ejemplo de esto es la empresa “X”, industria bancaria mexicana en la cual, al día de hoy, la selección de la cartera de proyectos se realiza a través de la metodología tradicional de evaluación de un proyecto por medio de la valorización de sus flujos utilizando el Valor Presente Neto (VPN), que

expresa la diferencia entre los Ingresos y Egresos a precios corrientes traídos a valor presente, la cual tiene un gran peso al momento de clasificar los proyectos para la empresa “X”.

Sin embargo, si se desea transformar la organización a una estructura ágil, será indispensable contar con una metodología, como la de opciones reales, que permita capturar el valor de la flexibilidad adquirida con esa transformación.

3.8 Valuación de proyectos tecnológicos con opciones reales

En el caso de los proyectos tecnológicos, se pueden encontrar un mayor número de estudios y artículos relacionados, esto debido a que uno de los principales requisitos para aplicar la metodología de opciones reales es que debe existir un alto grado de volatilidad, es decir, *“la teoría de valoración de opciones reales proporciona una herramienta útil cuando existen mercados muy volátiles y con elevadas posibilidades de desarrollos alternativos en el futuro, donde es relevante cuantificar el valor aportado por la flexibilidad operativa, ajustándolo al riesgo de la decisión”* (Murphy, et al., 2016).

De acuerdo con George y Jones, el ciclo de vida de las nuevas tecnologías es un proceso recursivo que tiende a la mejora continua e innovación de manera permanente, por lo que *“predecir en qué etapa del ciclo surge o desaparece una tecnología en cuestión resulta extremadamente difícil”* (Jones, et al, 2016).

Adicional a esto, la adopción de una nueva tecnología requiere de una adecuada planeación en su fase de implementación, así como de proyecciones confiables de los posibles beneficios que se puedan generar, y su viabilidad financiera.

Por lo anterior, *“en la actualidad es indispensable contar con una proyección efectiva del capital de trabajo para la sobrevivencia de las corporaciones que dependen del desarrollo tecnológico”* (Álvarez, et al, 2012).

Es claro que la adopción de nuevas tecnologías tiene un cierto grado de riesgo e incertidumbre. (Álvarez, et al., 2012) afirma que la cuantificación del riesgo involucrado en la adopción de una nueva tecnología se expresa, generalmente, en una función de la probabilidad, la cual se encuentra inmersa dentro del campo de las expectativas financieras y de negocios.

(Jones, et al., 2016) mencionan que dentro de la innovación tecnológica es posible distinguir cuatro fuentes de incertidumbre:

- Incertidumbre de los consumidores: se refiere a los requerimientos no identificados de los usuarios.
- Incertidumbre tecnológica: se refiere a la falta de conocimientos acerca de soluciones tecnológicas.
- Incertidumbre competitiva: es la ausencia de información acerca de los competidores.
- Incertidumbre de los recursos: se relaciona con la ausencia de información necesaria para crear innovaciones.

“La incertidumbre involucrada en los proyectos de nuevas tecnologías generalmente es mayor en la fase inicial, cuando los costos son relativamente bajos, la cual a su vez presenta un nivel de riesgo asociado con cierto nivel de madurez de la tecnología y, consecuentemente, con el proceso de selección de ésta” (Álvarez, et al, 2012).

De igual forma, para una evaluación correcta del riesgo en la adopción tecnológica se deben identificar los siguientes factores:

- Las áreas de incertidumbre asociadas con dicha tecnología.
- El nivel de incertidumbre en cada alternativa.
- El número de enfoques potenciales para el manejo de la incertidumbre (a mayor número menor será el riesgo).
- El riesgo de aplicación de dicha tecnología en cuanto al tiempo de asimilación.

- Los riesgos posventa generados (en cuestión a la capacidad de servicio tecnológico).
- El riesgo de abandono (incapacidad de resolver problemas de manera adecuada).

Es así como, en el campo del desarrollo de nuevas tecnologías, es imprescindible utilizar metodologías que permitan valorar esa flexibilidad e incertidumbre por lo que, en la valuación de proyectos de este tipo, es insuficiente considerar la metodología del valor presente neto pues se debe tener en cuenta todos los factores ya comentados.

De esta forma, la solución para incorporar esa flexibilidad e incertidumbre que caracteriza a los proyectos tecnológicos se encuentra en el uso de la metodología de opciones reales, siendo complementarias a las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos.

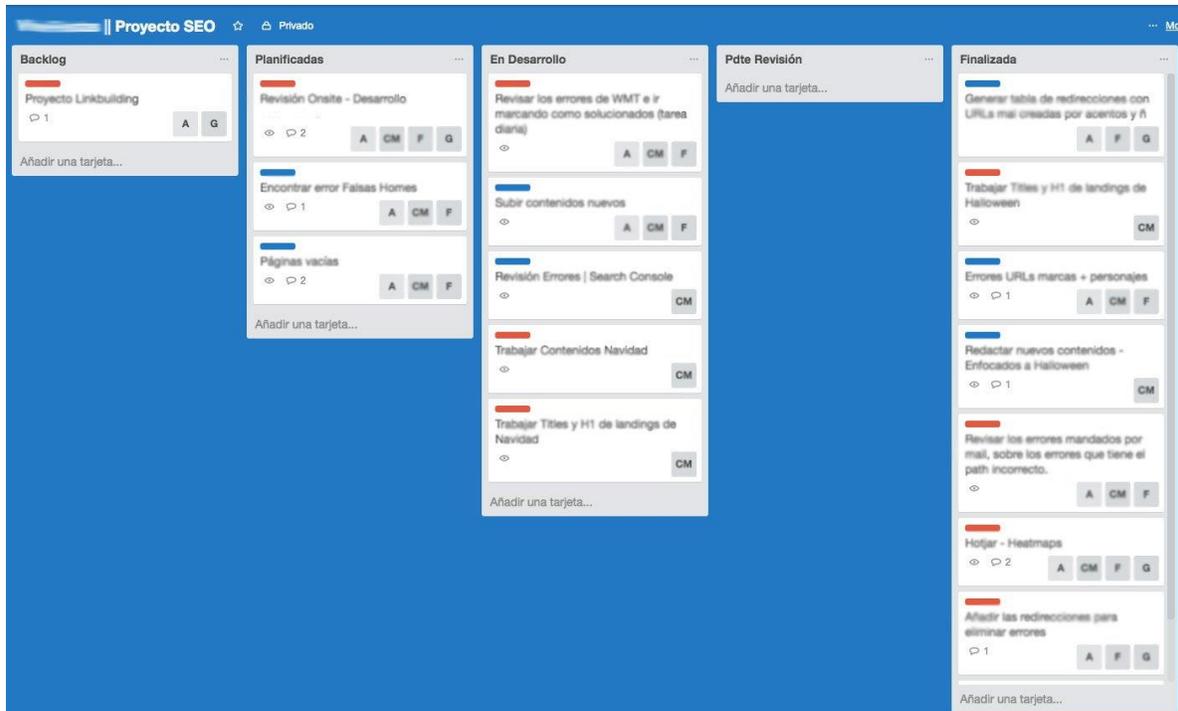
Capítulo 4

Propuesta de simbiosis entre las metodologías Opciones Reales y Scrum para la valuación de proyectos de la empresa “X”

A lo largo de este capítulo se presenta la propuesta de realizar una simbiosis entre las metodologías de opciones reales y Scrum para la valuación de proyectos de la empresa bancaria mexicana “X” bajo la hipótesis que si se combinan ambas metodologías entonces se optimizará la selección y valuación de proyectos.

Debido a que la empresa está adoptando en su totalidad la metodología Scrum, el avance de los proyectos será gestionado a través de Kanban⁷ bajo la propuesta de una herramienta de software libre llamada “Trello”⁸. En la siguiente figura se muestra una imagen ejemplo de la herramienta:

Figura 8. Herramienta de seguimiento Trello



Fuente: ¿Qué es y cómo funciona trello? (Posted In, 2019)

Entre los principales beneficios de utilizar Kanban como sistema de trabajo para la organización de las actividades del proyecto, es que le permitirá conocer a la empresa cuáles son los beneficios clave o las actividades que más valor aportarán, de forma que

⁷ Kanban es un método para gestionar el trabajo intelectual, con énfasis en la entrega justo a tiempo. En este enfoque, la actividad se representa en una tarjeta Kanban, las cuales se moverán a través de las diversas etapas de su trabajo hasta su finalización (Kanban Tool, 2019)

⁸ Trello es una herramienta de marketing digital que basa su metodología en el sistema de trabajo japonés llamado Kanban, el cual incorpora tableros y tarjetas en un espacio de trabajo físico, para coordinar diferentes actividades (Posted In, 2019).

el equipo asignado al proyecto pueda enfocarse prioritariamente en ellas, es decir, le proporcionará al equipo flexibilidad en los entregables del proyecto.

Adicional, cada proyecto deberá estar conformado con los roles que la metodología Scrum plantea de acuerdo con (Schwaber & Sutherland, 2013):

- **Scrum master:** Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología. Gestiona la reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner para maximizar el Retorno de inversión.
- **Product Owner:** Se focaliza en la parte de negocio y es responsable del Retorno de inversión del proyecto. Traslada la visión del proyecto al equipo y la necesidad o lo que requiere el negocio.
- **Scrum team:** Grupo de profesionales con los conocimientos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta.

Como caso de estudio se han seleccionado 4 proyectos tecnológicos de la empresa “X”, los cuales se descartaron de la cartera de proyectos estratégicos de la organización debido a que, al momento de realizar su valuación por el método de Valor Presente Neto (VPN), los valores obtenidos fueron negativos. Sin embargo, al ser gestionados a través de la metodología Scrum, el valor actual no está considerando el valor que aporta la gestión estratégica, la flexibilidad administrativa y la volatilidad.

“La volatilidad es una variable de entrada importante que puede tener un impacto significativo en el valor de opción y es probablemente la variable más difícil de calcular para los problemas de opciones reales” (Kodukula y Papudesu, 2006).

Derivado de lo anterior, para su cálculo se utiliza el método de flujos de efectivo logarítmicos el cual proporciona un factor de volatilidad que se basa en la variabilidad de las mismas estimaciones de flujo de efectivo que se utilizan en el cálculo del valor del activo subyacente; considerándose *“un valor muy representativo de la volatilidad del valor de los activos”*.

Los pasos para su cálculo son los siguientes:

1. Estimar los flujos de efectivo del proyecto a intervalos regulares de tiempo.
2. Calcular los rendimientos relativos para cada intervalo de tiempo, comenzando con el 2do intervalo de tiempo, dividiendo el valor de flujo de efectivo actual por el anterior.
3. Tomar el logaritmo natural de cada rendimiento relativo.
4. Calcular la desviación estándar de los logaritmos naturales de los rendimientos relativos de la etapa previa, que se convierte en el factor de volatilidad (σ) para el valor del activo subyacente el cual se expresa en % y es específico para el periodo de tiempo.
5. Multiplicar el factor de volatilidad obtenido por la raíz del periodo de tiempo que se desea obtener.

Por otra parte, para el cálculo de la tasa de interés libre de riesgo real se considera, primeramente, la tasa actual de interés libre de riesgo nominal anual de México del 7.5% de acuerdo con la página oficial del Banco de México (2018) para, posteriormente, realizar el cálculo de la tasa de interés libre de riesgo real utilizando la siguiente expresión (Pereiro y Galli, 2000):

$$Tasa\ de\ interés\ real = \left(\frac{1 + Tasa\ de\ interés\ nominal}{1 + Tasa\ de\ inflación} \right) - 1$$

La tasa de inflación se estima por medio de la media geométrica de los datos históricos de la tasa de inflación en México a un año, obtenidos de igual forma de la página oficial del Banco de México.

Tabla 4. Datos históricos de la tasa de inflación en México

Mes	Inflación mensual
may-17	6.16%
jun-17	6.31%
jul-17	6.44%
ago-17	6.66%
sep-17	6.35%
oct-17	6.37%
nov-17	6.63%
dic-17	6.77%
ene-18	5.55%
feb-18	5.34%
mar-18	5.04%
abr-18	4.55%
Media geométrica	5.97%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del (Banco de México, 2018)

Al sustituir los datos se obtiene:

$$Tasa\ de\ interés\ real = \left(\frac{1 + 0.075}{1 + 0.0597} \right) - 1 = 0.0144$$

Así, se obtiene la tasa libre de riesgo real con un valor de 1.44%, lo que en su forma continua es igual a: $e^{0.0144} - 1 = 0.0145$ o 1.45% anual.

Finalmente cabe destacar que, el método a utilizar para el cálculo del valor de las opciones reales es el método binomial debido a su facilidad de comprensión para la alta dirección.

4.1 Proyecto 1

Se desea realizar la implementación de nuevos equipos de cómputo en sucursales que mejoren la experiencia del usuario a través de una atención más ágil, eficiente y dinámica por parte de los ejecutivos de cuenta.

El proyecto se plantea iniciar con una fase piloto de 3 periodos que tendrá una duración de un año durante la cual, al ser gestionada a través de la metodología Scrum, cada 3 meses se realizará la liberación del piloto a distintas zonas geográficas y, de igual forma, cada 3 meses se valorará la opción de continuar el piloto.

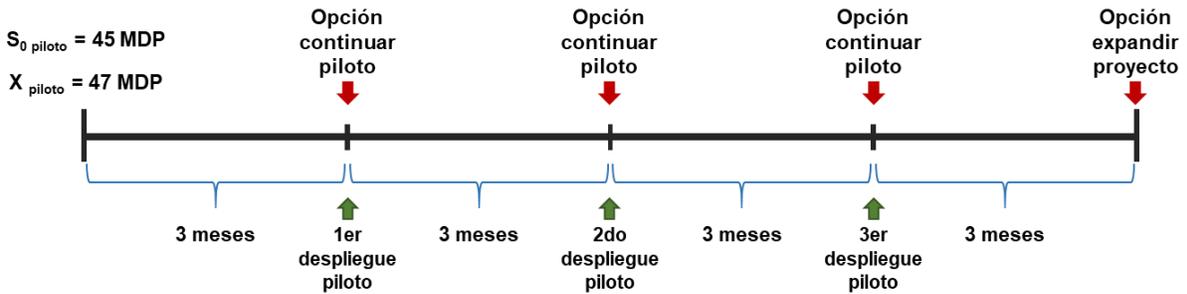
Adicional, al término del año y dependiendo de los resultados del piloto, se valorará la opción de si se debe expandir el proyecto.

Por otra parte, los equipos de cómputo serán fabricados exclusivamente a solicitud de la organización, por lo que, al no existir otros ejemplares en el mercado, la incertidumbre técnica es muy alta.

La retribución que la empresa "X" estima obtener con el despliegue del piloto traída a valor presente es de \$45,000,000 MXN, para lo cual, deberá realizar una inversión de \$47,000,000 MXN por la compra de los equipos de cómputo, su configuración, pruebas y costos de instalación, envío y capacitación.

Derivado de lo anterior, la organización al realizar el proyecto tiene la opción de decidir si quiere continuar con el piloto y la opción al término del piloto de realizar la expansión del proyecto, por lo que el problema puede ser visto como una opción de compra americana, es decir, la empresa tiene el derecho más no la obligación de continuar o no con el proyecto.

Figura 9. Línea del tiempo Caso 1: Implementación nuevos equipos de cómputo



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran el cálculo del Valor Presente de los flujos de efectivo estimados con una tasa de interés libre de riesgo real del 1.45% anual.

Tabla 5. Caso 1. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados

Mes	Flujos de efectivo	Valos presente de Flujos de efectivo
12	\$ 13,631,090.36	\$ 13,435,697.95
11	\$ 10,485,454.12	\$ 10,347,594.71
10	\$ 8,065,733.94	\$ 7,969,270.86
9	\$ 4,681,333.80	\$ 4,630,915.28
8	\$ 3,601,026.00	\$ 3,566,531.09
7	\$ 2,770,020.00	\$ 2,746,788.32
6	\$ 1,115,400.00	\$ 1,107,376.89
5	\$ 858,000.00	\$ 852,853.89
4	\$ 660,000.00	\$ 656,831.26
3	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -
1	\$ -	\$ -

VP Total \$ 45,313,860.25 ≈ \$ 45,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, al utilizar la metodología de Valor Presente Neto (VPN) se obtiene un valor del proyecto negativo:

$$\text{VPN} = \$45,000,000 - \$47,000,000 = - \mathbf{\$2,000,000 \text{ MXN}}$$

Retomando las consideraciones que plantea (López Lubián, 2003) para utilizar la metodología de opciones reales, se obtiene que este proyecto es idóneo para su aplicación ya que:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa: Durante la duración del piloto se tendrá la opción de decidir si se continúa con su despliegue, así mismo, al final del piloto se tendrá la opción de decidir si se expande el proyecto.
- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura: Al gestionarse por metodología Scrum cada 3 meses se tendrá la opción de decidir lo comentado anteriormente.
- Existe una elevada incertidumbre: Al ser equipo de cómputo que será fabricado exclusivamente a solicitud de la empresa "X" el riesgo tecnológico o riesgo técnico es muy alto ya que es un producto nuevo en el mercado, adicional, al ser una solución nueva que cambiará la forma que en se atiende al cliente, existe una elevada incertidumbre en la retribución que tendrá la empresa "X" con este proyecto, es decir, existe incertidumbre de mercado ya que no se sabe cómo reaccionarán los clientes, la cual se encuentra incorporada en la variabilidad de los flujos de efectivo futuros.

4.1.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada

Como primer paso, para utilizar la metodología de opciones reales, se deben establecer los parámetros de entrada.

Tabla 6. Caso 1: Variables de entrada

Variables de entrada	
Valor de los activos operativos (S)	\$ 45,000,000
Inversión (X)	\$ 47,000,000
Tiempo (T)	1 año
Número de pasos en el árbol	4
Volatilidad (σ)	58.0%
Tasa libre de riesgo (r)	1.45%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la volatilidad, al aplicar el método de flujos de efectivo logarítmicos se obtiene una volatilidad anual del 58%.

Tabla 7. Caso 1: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos

Mes	Flujos de Efectivo (S _t)	Rendimientos relativos (R _t)	Log. Natural de los rend. relativos ln (R _t)
12	\$ 45,868,058.22	142%	35%
11	\$ 32,236,967.86	148%	39%
10	\$ 21,751,513.74	159%	46%
9	\$ 13,685,779.80	152%	42%
8	\$ 9,004,446.00	167%	51%
7	\$ 5,403,420.00	205%	72%
6	\$ 2,633,400.00	173%	55%
5	\$ 1,518,000.00	230%	83%
4	\$ 660,000.00	-	-
3	\$ -	-	-
2	\$ -	-	-
1	\$ -	-	-

Volatilidad mensual (σ_m)

17%

Volatilidad anual ($\sigma_a = \sigma_m * 12^{1/2}$)

58%

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso, se procede a calcular los parámetros necesarios para el modelo binomial:

- Factor multiplicativo al alza:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0.58\sqrt{1/4}} = \mathbf{1.3364}$$

- Factor multiplicativo a la baja:

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1.3364} = \mathbf{0.7483}$$

- Factor de probabilidad:

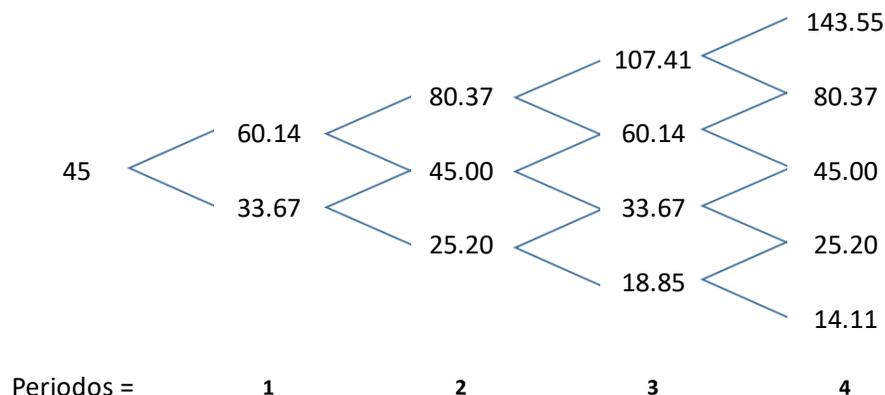
$$p = \frac{e^{(r * \Delta t)} - d}{u - d} = \frac{e^{(0.0145 * 1/4)} - 0.7483}{1.3364 - 0.7483} = \mathbf{0.4342}$$

$$1 - p = 1 - 0.4342 = \mathbf{0.5658}$$

4.1.2 Construcción de árbol binomial

Una vez que se cuenta con todos los parámetros necesarios para el modelo binomial se inicia la construcción del árbol del activo subyacente:

Figura 10. Caso 1: Árbol del activo subyacente (mdp)



Fuente: Elaboración propia

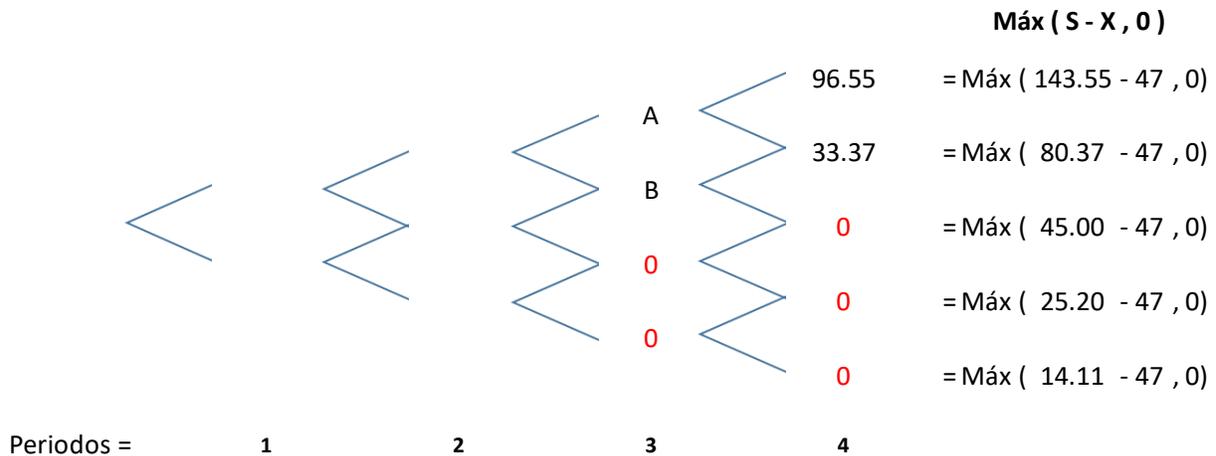
Para realizar el análisis de toma de decisiones para este proyecto se decide segmentarlo en dos partes: la primera consiste en analizar cada 3 meses si se debe continuar con el piloto y en la segunda se analiza si con los resultados obtenidos del piloto, vale la pena continuar con la expansión del proyecto.

4.1.2.1 Opción cada 3 meses de continuar con piloto

Para decidir si se debe continuar o no con el piloto, una vez que se cuenta con el árbol del activo subyacente se deberá de aplicar la función de maximización en cada periodo de tiempo. Se debe iniciar con los nodos del último periodo y posteriormente para el penúltimo nodo se realiza la siguiente maximización, considerando que al ser una opción de ampliar es una opción de compra:

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (S_t - X ; 0) ; [p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r*\Delta t} \}$$

Figura 11 Caso 1: Maximización del último periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, para el tercer periodo se tiene la siguiente expresión:

Nodo A

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (107.41 - 47; 0) ; [p * 96.55 + (1 - p) * 33.37] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{60.41 ; 60.58\} = 60.58$$

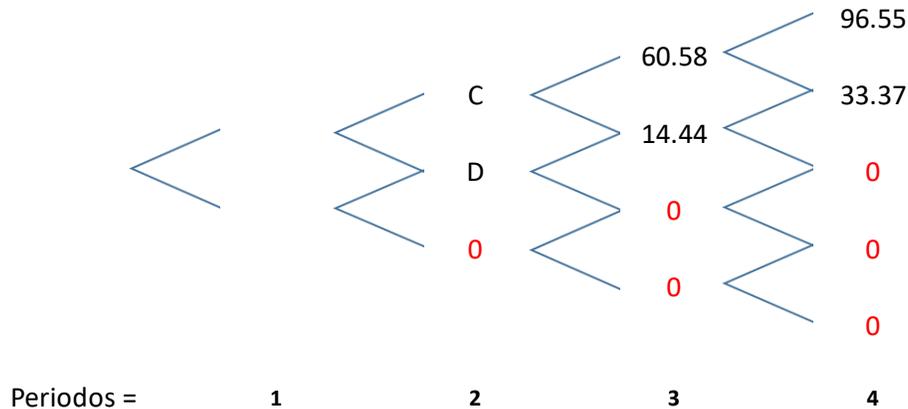
Nodo B

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (60.14 - 47; 0) ; [p * 33.37 + (1 - p) * 0] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{13.14 ; 14.44\} = 14.44$$

Al ser el resultado en ambos casos el término $[p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r * \Delta t}$ significa que conviene mantener la opción abierta hasta el siguiente periodo ya que su valor será mayor en el nodo siguiente.

Figura 12. Caso 1: Maximización del tercer periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

De igual forma que en el periodo 3, para el segundo periodo se realiza el mismo criterio:

Nodo C

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (80.37 - 47; 0) ; [p * 60.58 + (1 - p) * 14.44] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{33.37; 34.35\} = 34.35$$

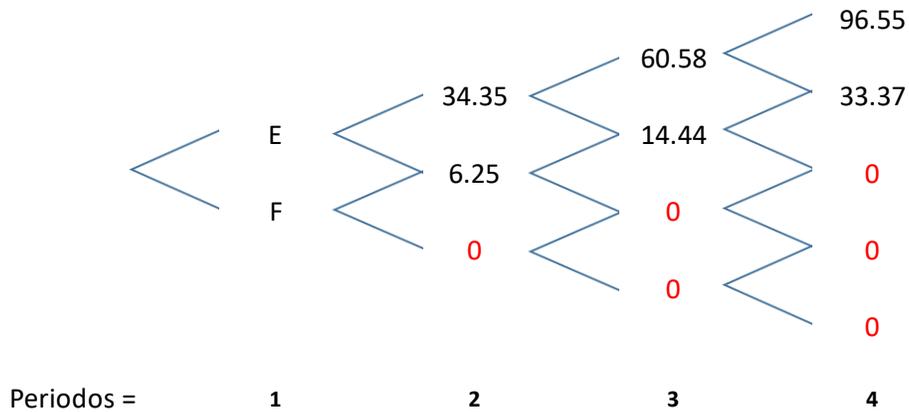
Nodo D

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (45 - 47; 0); [p * 14.44 + (1 - p) * 0] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{0; 6.25\} = 6.25$$

Nuevamente, al ser el resultado en ambos casos el término $[p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r * \Delta t}$ significa que conviene mantener la opción abierta hasta el siguiente periodo ya que su valor será mayor en el nodo siguiente.

Figura 13 Caso 1: Maximización del segundo periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

Al aplicar el mismo criterio en los nodos del segundo periodo se tiene:

Nodo E

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (60.14 - 47; 0); [p * 34.35 + (1 - p) * 6.25] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{13.14; 18.38\} = 18.38$$

Nodo F

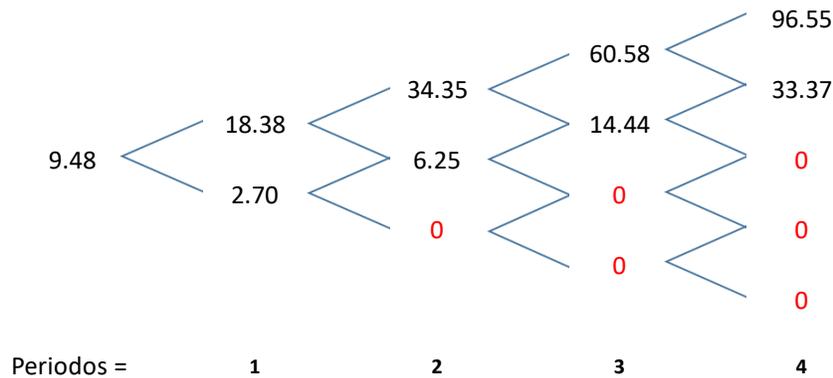
$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (33.67 - 47; 0) ; [p * 6.25 + (1 - p) * 0] * e^{-0.0145 * 1/4} \}$$

$$\text{Máx} \{0 ; 2.70\} = 2.70$$

De la misma forma, conviene mantener la opción abierta ya que el resultado es el término $[p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r * \Delta t}$.

Finalmente, se calcula de igual forma el valor de la opción en el nodo 0 (tiempo actual) obteniendo así el árbol de valoración optimizado en cada periodo.

Figura 14 Caso 1: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)

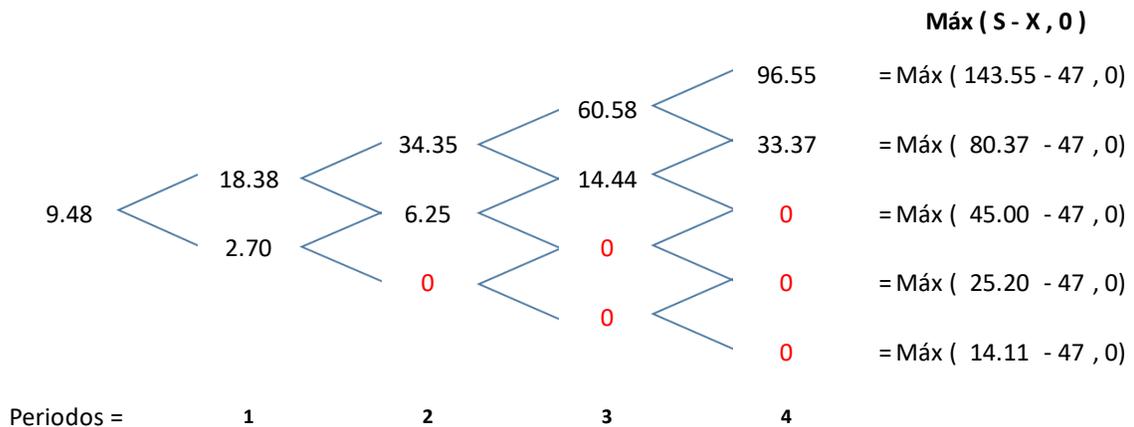


Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Opción de expandir el proyecto

De igual forma que el análisis anterior, una vez que se cuenta con el árbol del activo subyacente se deberá de aplicar la función de maximización, sin embargo, en este caso sólo se aplica a los últimos nodos del árbol para posteriormente realizar la construcción del árbol de valoración:

Figura 15. Caso 1: Árbol de valoración (mdp)



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en este ejercicio el árbol de valoración optimizado sólo en el último periodo es igual al árbol de valoración optimizado en cada periodo. Esto debido a que los flujos de efectivo estimados se incrementan cada periodo que se hace una liberación progresiva del piloto por lo que conviene mantener la opción abierta ya que su valor será mayor en el nodo siguiente.

De esta forma se obtiene que para la fase del piloto el valor del proyecto es:

Valor total estratégico del proyecto = \$ 9,480,000

Por lo que el valor de la opción es:

$$\text{Valor de la opción} = \text{VPNE} - \text{VPN} = \$ 9,480,000 - (- \$ 2,000,000) = \$ 11,480,000$$

Utilizando la metodología tradicional de evaluación de proyecto se obtuvo un VPN negativo cercano a cero que, de primera instancia, no hacía viable la ejecución del proyecto; sin embargo, al momento de aplicar la metodología de opciones reales se obtuvo que el valor que aporta la flexibilidad administrativa y la incertidumbre, ocasiona que el valor del proyecto sea de \$ 9,480,000 que constituye un rendimiento del 20.17% respecto a la inversión haciendo más llamativa la opción de realizar el proyecto piloto y posteriormente su expansión.

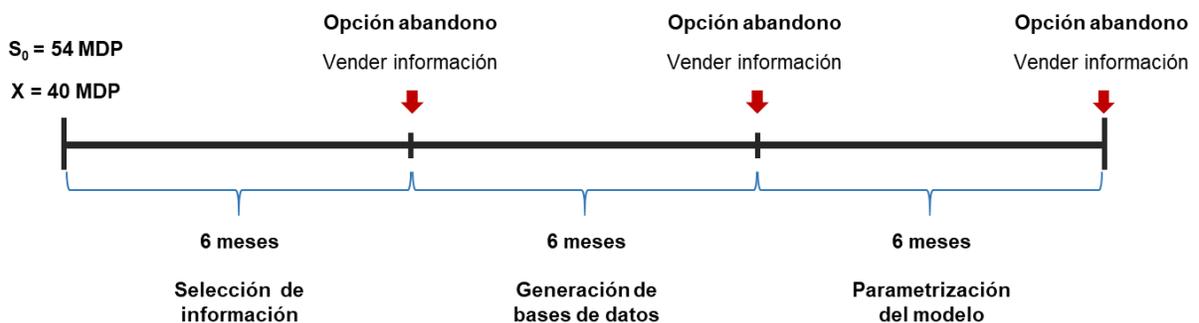
4.2 Proyecto 2

Debido a que la empresa “X” cuenta con una gran cantidad de información tanto de datos estructurados como de no estructurados, el objetivo del proyecto es implementar una solución de minería de datos la cual permita la creación de productos enfocados en lo que requiere cada cliente.

El proyecto tiene una duración de año y medio (18 meses), y, al ser gestionado a través de la metodología Scrum, se ha segmentado en las siguientes 3 etapas, cada una con una duración de 6 meses: selección de información, generación de bases de datos y parametrización de modelo.

El costo de inversión estimado del proyecto es \$57,000,000 MXN, generando una ganancia estimada traída a valor presente de \$54,000,000 MXN. Sin embargo, basado en los resultados durante la finalización de cada etapa, la empresa “X” puede decidir continuar con el proyecto o vender la información obtenida hasta ese momento por \$40,000,000 MXN a un socio estratégico, así, el problema puede ser visto como una opción estratégica de abandono y de venta americana: la empresa tiene el derecho más no la obligación de abandonar el proyecto y vender la información por la cantidad mencionada.

Figura 16. Línea del tiempo Proyecto 2: Minería de datos



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran el cálculo del Valor Presente de los flujos de efectivo estimados con una tasa de interés libre de riesgo real del 1.45% anual.

Tabla 8. Caso 2. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados

Mes	Flujos de efectivo	Valos presente de Flujos de efectivo
18	\$ 38,720,000.00	\$ 37,890,453.34
17	\$ 7,744,000.00	\$ 7,587,213.89
16	\$ 3,872,000.00	\$ 3,798,174.05
15	\$ 1,936,000.00	\$ 1,901,373.33
14	\$ 1,760,000.00	\$ 1,730,602.16
13	\$ 1,600,000.00	\$ 1,575,168.75
12	\$ -	\$ -
...
1	\$ -	\$ -

VP Total \$ 54,482,985.52 ≈ \$ 54,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, al utilizar la metodología de Valor Presente Neto (VPN) se obtiene un valor del proyecto negativo:

$$\text{VPN} = \$57,000,000 - \$54,000,000 = - \$3,000,000 \text{ MXN}$$

Nuevamente, se obtiene que este proyecto es idóneo para su aplicación ya que:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa: Durante la duración del piloto se tendrá la opción de decidir continuar con el proyecto o vender la información obtenida hasta ese momento a un socio estratégico.

- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura: Al gestionarse por metodología Scrum cada 6 meses se tendrá la opción de decidir lo comentado anteriormente.
- Existe una elevada incertidumbre: Debido a que se desea implementar un conjunto de técnicas y tecnologías relativamente nuevas para la explotación de información y a partir de eso se espera un crecimiento muy ambicioso en la venta de productos, la incertidumbre es muy alta, la cual se ve reflejada en el valor de la volatilidad calculada a partir de los flujos de efectivo futuros estimados que se han calculado para el proyecto.

4.2.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada

Como primer paso, para utilizar la metodología de opciones reales, se deben establecer los parámetros de entrada.

Tabla 9. Caso 2: Variables de entrada

Variables de entrada	
Valor de los activos operativos (S)	\$ 54,000,000.00
Inversión (X)	\$ 57,000,000.00
Valor de venta del proyecto	\$ 40,000,000.00
Tiempo (T)	1.5
Número de pasos en el árbol	3
Volatilidad (σ)	99.9%
Tasa libre de riesgo (r)	1.45%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Caso 2: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos

Mes	Flujos de Efectivo (S _t)	Rendimientos relativos (R _t)	Log. Natural de los rend. relativos ln (R _t)
18	\$ 55,632,000.00	329%	119%
17	\$ 16,912,000.00	184%	61%
16	\$ 9,168,000.00	173%	55%
15	\$ 5,296,000.00	158%	46%
14	\$ 3,360,000.00	210%	74%
13	\$ 1,600,000.00	-	-
12	\$ -	-	-
...
1	\$ -	-	-

Volatilidad mensual (σ_m)

29%

Volatilidad anual ($\sigma_a = \sigma_m * 12^{1/2}$)

99.9%

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar el método de flujos de efectivo logarítmicos se obtiene una volatilidad anual del 99.9%. Como segundo paso, se procede a calcular los parámetros necesarios para el modelo binomial:

- Factor multiplicativo al alza:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0.999\sqrt{1/2}} = \mathbf{2.0267}$$

- Factor multiplicativo a la baja:

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{2.0267} = \mathbf{0.4934}$$

- Factor de probabilidad:

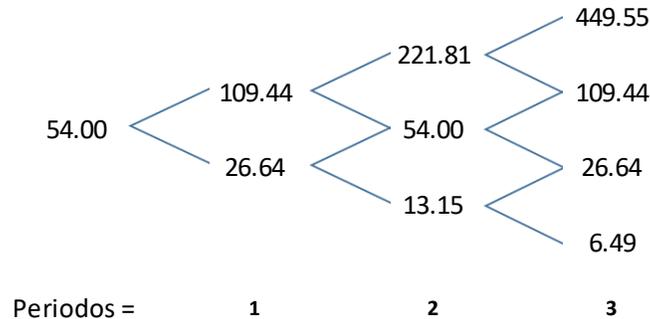
$$p = \frac{e^{(r * \Delta t)} - d}{u - d} = \frac{e^{(0.0145 * 1/2)} - 0.4934}{2.0267 - 0.4934} = \mathbf{0.3351}$$

$$1 - p = 1 - 0.3351 = \mathbf{0.6649}$$

4.2.2 Construcción de árbol binomial

Una vez que se cuenta con todos los parámetros necesarios para el modelo binomial se inicia la construcción del árbol del activo subyacente:

Figura 17. Caso 2: Árbol del activo subyacente (mdp)

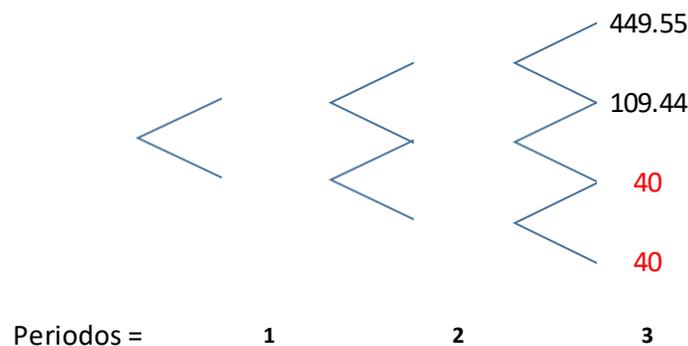


Fuente: Elaboración propia

Ahora vamos a comenzar el cálculo desde el final, en el último periodo, el proyecto puede venderse por 40 millones a un socio estratégico lo que significa que de los 4 escenarios posibles sólo en dos nos interesará ejercer la opción (en los que el valor del proyecto toma los valores de 26.64 y 6.49 respectivamente).

De forma que el nuevo árbol binomial maximizado, después de esta supuesta venta, será el siguiente:

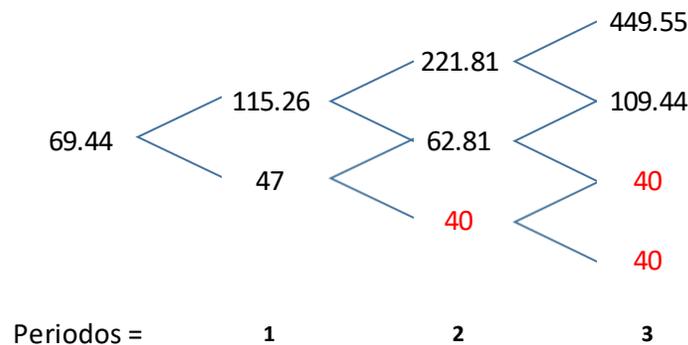
Figura 18 Caso 2: Maximización del último periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

Ahora recalcularemos los valores del segundo periodo, con la fórmula $[p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r*\Delta t}$ y nuevamente haremos el comparativo de si conviene vender el proyecto por 40 millones, quedándonos finalmente el siguiente resultado:

Figura 19 Caso 2: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

El resultado del proyecto toma un valor actual de \$ 69,440,000, por lo que el valor total estratégico del proyecto será:

$$\text{Valor total estratégico del proyecto} = \$ 69,440,000 - \$ 57,000,000 = \$ 12,440,000$$

Por lo que el valor de la opción de vender la información a un socio estratégico es:

$$\text{Valor de la opción} = \text{VPNE} - \text{VPN} = \$ 12,440,000 - (-\$ 3,000,000) = \$ 15,440,000$$

Como se puede observar, el tener la opción de vender el proyecto en caso que este no presente las ganancias esperadas, hace que el valor del proyecto incremente volviéndolo más atractivo para que la organización lo realice.

4.3 Proyecto 3

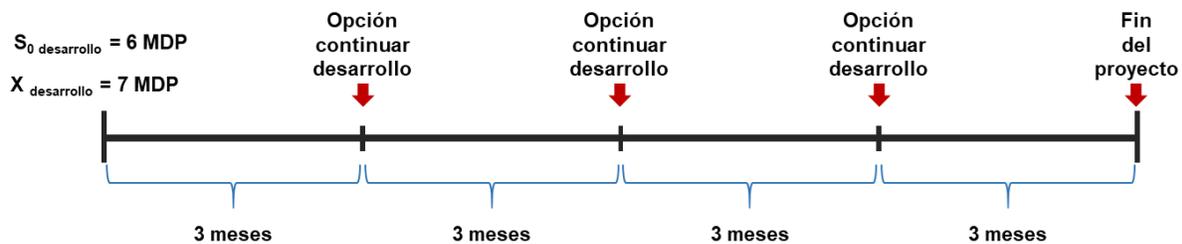
Para dar seguimiento y tener correctamente medidos los niveles de servicio y los tiempos de atención, actualmente la empresa “X” cuenta con dos herramientas de soporte una para incidencias y otra de atención de requerimientos, por las cuales, mensualmente se paga un costo por uso (costo de licenciamiento).

El objetivo del proyecto es implementar una nueva herramienta de soporte, la cual, cuenta con funcionalidades que permiten gestionar tanto las incidencias como los requerimientos, en esta misma plataforma.

El proyecto tiene una duración de un año (12 meses), y, al ser gestionada a través de la metodología Scrum, cada 3 meses se valorará la opción de continuar el desarrollo de la herramienta.

El costo de inversión estimado del proyecto es \$7,000,000 MXN, generando una ganancia estimada traída a valor presente de \$6,000,000 MXN.

Figura 20. Línea del tiempo Proyecto 3: Herramienta de soporte



Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, la organización al realizar el proyecto tiene la opción de decidir si quiere continuar con el desarrollo de la herramienta, por lo que el problema puede ser visto como una opción de compra americana, es decir, la empresa tiene el derecho más no la obligación de continuar o no con el proyecto.

En la siguiente tabla se muestran el cálculo del Valor Presente de los flujos de efectivo estimados con una tasa de interés libre de riesgo real del 1.45% anual.

Tabla 11. Proyecto 3. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados

Mes	Flujos de efectivo	Valos presente de Flujos de efectivo
24	\$ 550,000.00	\$ 534,345.26
23	\$ 550,000.00	\$ 534,988.55
22	\$ 550,000.00	\$ 535,632.62
21	\$ 550,000.00	\$ 536,277.47
20	\$ 550,000.00	\$ 536,923.09
19	\$ 550,000.00	\$ 537,569.49
18	\$ 520,000.00	\$ 508,859.39
17	\$ 520,000.00	\$ 509,472.01
16	\$ 520,000.00	\$ 510,085.36
15	\$ 520,000.00	\$ 510,699.45
14	\$ 520,000.00	\$ 511,314.28
13	\$ 520,000.00	\$ 511,929.84
12	\$ -	\$ -
...
1	\$ -	\$ -

VP Total \$ 6,278,096.81 ≈ \$ 6,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, al utilizar la metodología de Valor Presente Neto (VPN) se obtiene un valor del proyecto negativo:

$$\text{VPN} = \$6,000,000 - \$7,000,000 = - \$1,000,000 \text{ MXN}$$

Similar al primer ejemplo:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa: Durante la duración del piloto se tendrá la opción de decidir si se continúa con el desarrollo de la herramienta.

- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura: Al gestionarse por metodología Scrum cada 3 meses se tendrá la opción de decidir lo comentado anteriormente.
- Existe una elevada incertidumbre: Al ser un nuevo desarrollo existe incertidumbre de si se podrá gestionar efectivamente los requerimientos e incidentes y así mantener los niveles de servicio esperados.

4.3.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada

Como primer paso, para utilizar la metodología de opciones reales, se deben establecer los parámetros de entrada.

Tabla 12. Caso 3: Variables de entrada

Variables de entrada	
Valor de los activos operativos (S)	\$ 6,000,000.00
Inversión (X)	\$ 7,000,000.00
Tiempo (T)	1 año
Número de pasos en el árbol	4
Volatilidad (σ)	62.6%
Tasa libre de riesgo (r)	1.45%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la volatilidad, al aplicar el método de flujos de efectivo logarítmicos se obtiene una volatilidad anual del 62.6%.

Tabla 13. Caso 3: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos

Mes	Flujos de Efectivo (S _t)	Rendimientos relativos (R _t)	Log. Natural de los rend. relativos ln (R _t)
24	\$ 6,420,000.00	109%	9%
23	\$ 5,870,000.00	110%	10%
22	\$ 5,320,000.00	112%	11%
21	\$ 4,770,000.00	113%	12%
20	\$ 4,220,000.00	115%	14%
19	\$ 3,670,000.00	118%	16%
18	\$ 3,120,000.00	120%	18%
17	\$ 2,600,000.00	125%	22%
16	\$ 2,080,000.00	133%	29%
15	\$ 1,560,000.00	150%	41%
14	\$ 1,040,000.00	200%	69%
13	\$ 520,000.00	-	-
12	\$ -	-	-
...
1	\$ -	-	-

Volatilidad mensual (σ_m)	18%
Volatilidad anual ($\sigma_a = \sigma_m * 12^{1/2}$)	62.6%

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso, se procede a calcular los parámetros necesarios para el modelo binomial:

- Factor multiplicativo al alza:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0.626\sqrt{1/4}} = \mathbf{1.3677}$$

- Factor multiplicativo a la baja:

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1.3677} = \mathbf{0.7311}$$

- Factor de probabilidad:

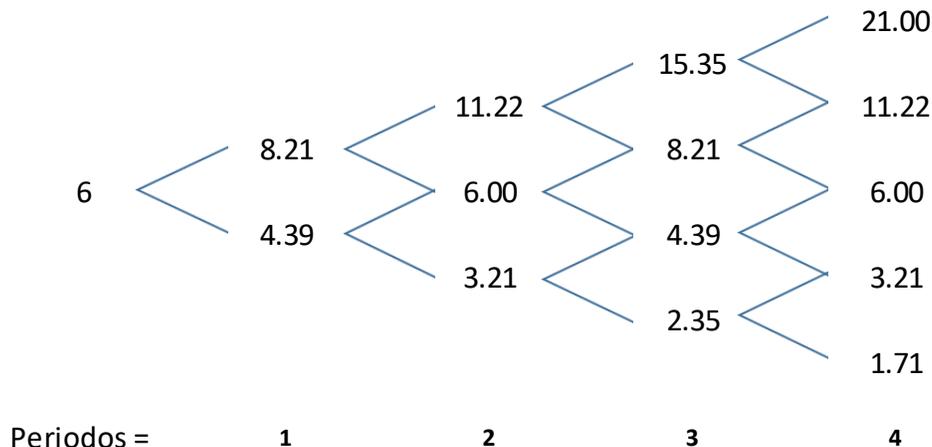
$$p = \frac{e^{(r * \Delta t)} - d}{u - d} = \frac{e^{(0.0145 * 1/4)} - 0.7311}{1.3677 - 0.7311} = \mathbf{0.4281}$$

$$1 - p = 1 - 0.4342 = \mathbf{0.5658}$$

4.3.2 Construcción de árbol binomial

Se inicia la construcción del árbol del activo subyacente:

Figura 21. Caso 3: Árbol del activo subyacente (mdp)

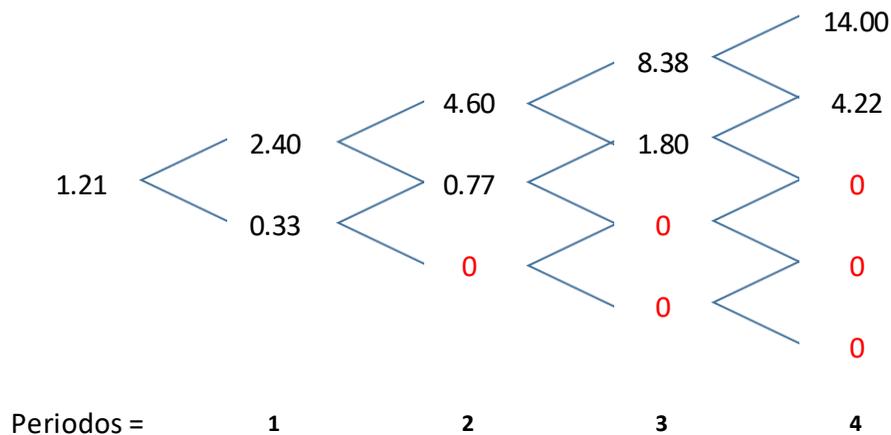


Fuente: Elaboración propia

Para decidir si se debe continuar o no con el piloto, una vez que se cuenta con el árbol del activo subyacente se deberá de aplicar la función de maximización en cada periodo de tiempo. Se debe iniciar con los nodos del último periodo y posteriormente para el penúltimo nodo se realiza la siguiente maximización, considerando que al ser una opción de continuar es una opción de compra:

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (S_t - X ; 0) ; [p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r * \Delta t} \}$$

Figura 23 Caso 3: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (en mdp)



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el árbol de valoración optimizado en cada periodo, los flujos de efectivo estimados se incrementan cada periodo que se decide continuar con el desarrollo de la herramienta por lo que conviene mantener la opción abierta ya que su valor será mayor en el nodo siguiente.

De esta forma se obtiene que el valor del proyecto es:

Valor total estratégico del proyecto = \$ 1,210,000

Por lo que el valor de la opción es:

$$\text{Valor de la opción} = \text{VPNE} - \text{VPN} = \$ 1,210,000 - (- \$ 1,000,000) = \$ 2,210,000$$

Nuevamente, utilizando la metodología tradicional de evaluación de proyecto se obtuvo un VPN negativo cercano a cero que, de primera instancia, no hacía viable la ejecución del proyecto; sin embargo, al momento de aplicar la metodología de opciones reales se obtuvo que el valor que aporta la flexibilidad administrativa y la incertidumbre, ocasiona que el valor del proyecto sea de \$ 1,210,000 haciendo que la organización considere continuar con el desarrollo y la liberación de la nueva herramienta.

4.4 Proyecto 4

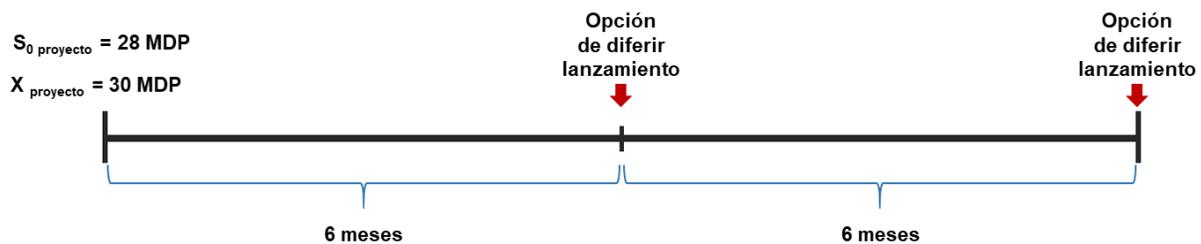
La empresa “X” acaba de desarrollar un nuevo software inteligente para la atención de sus usuarios el cual, a causa de la novedad del producto, presenta una alta incertidumbre sobre cómo será su comportamiento en el mercado.

Actualmente el software aún se encuentra en fase de aprendizaje, por lo que, la empresa “X” está considerando esperar para lanzar su producto mientras este se perfecciona.

Al ser gestionado a través de la metodología Scrum, cada 6 meses se realizará la valuación de si es conveniente seguir esperando, considerando una espera máxima de 1 año.

El costo de inversión del proyecto es \$30,000,000 MXN, generando una ganancia estimada traída a valor presente de \$28,000,000 MXN el cual, cada año que transcurre sin lanzar el producto pierde un 10% del valor actual del mismo.

Figura 24. Línea del tiempo Proyecto 4: Software inteligente



Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, la organización al realizar el proyecto tiene la opción de decidir si quiere esperar para el lanzamiento del nuevo software, por lo que el problema puede ser visto como una opción de compra americana, es decir, la empresa tiene el derecho más no la obligación de diferir o no el lanzamiento del producto.

En la siguiente tabla se muestran el cálculo del Valor Presente de los flujos de efectivo estimados con una tasa de interés libre de riesgo real del 1.45% anual.

Tabla 14. Proyecto 4. Cálculo del VP de los flujos de efectivo estimados

Mes	Flujos de efectivo	Valos presente de Flujos de efectivo
24	\$ 4,652,391.40	\$ 4,519,969.60
23	\$ 4,045,557.74	\$ 3,935,140.15
22	\$ 3,517,876.29	\$ 3,425,980.56
21	\$ 3,059,022.86	\$ 2,982,700.07
20	\$ 2,660,019.88	\$ 2,596,774.72
19	\$ 2,313,060.77	\$ 2,260,783.45
18	\$ 2,011,357.19	\$ 1,968,265.38
17	\$ 1,749,006.25	\$ 1,713,595.62
16	\$ 1,520,875.00	\$ 1,491,877.06
15	\$ 1,322,500.00	\$ 1,298,846.19
14	\$ 1,150,000.00	\$ 1,130,791.19
13	\$ 1,000,000.00	\$ 984,480.47
12	\$ -	\$ -
...
1	\$ -	\$ -

VP Total \$ 28,309,204.46 ≈ \$ 28,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

Derivado de lo anterior, al utilizar la metodología de Valor Presente Neto (VPN) se obtiene un valor del proyecto negativo:

$$\text{VPN} = \$28,000,000 - \$30,000,000 = - \$2,000,000 \text{ MXN}$$

Realizando el análisis para este proyecto, tenemos que es idóneo para utilizar opciones reales ya que:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa: Durante la duración del piloto se tendrá la opción de esperar para realizar el lanzamiento de la aplicación.
- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura: Al gestionarse por metodología Scrum cada 6 meses se tendrá la opción de decidir esperar para el lanzamiento.
- Existe una elevada incertidumbre: Al ser un nuevo desarrollo de software inteligente existe incertidumbre de cómo la novedad del producto hará que reaccione el mercado.

4.4.1 Definición de variables y cálculo de parámetros de entrada

Como primer paso, para utilizar la metodología de opciones reales, se deben establecer los parámetros de entrada.

Tabla 15. Caso 4: Variables de entrada

Variables de entrada	
Valor de los activos operativos (S)	\$ 28,000,000.00
Inversión (X)	\$ 30,000,000.00
Valor perdido por diferir	10% cada año
Tiempo (T)	1 año
Número de pasos en el árbol	2
Volatilidad (σ)	61.7%
Tasa libre de riesgo (r)	1.45%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la volatilidad, al aplicar el método de flujos de efectivo logarítmicos se obtiene una volatilidad anual del 61.7%.

Tabla 16. Caso 3: Cálculo de la volatilidad anual a través del método de flujos de efectivo logarítmicos

Mes	Flujos de Efectivo (S _t)	Rendimientos relativos (R _t)	Log. Natural de los rend. relativos ln (R _t)
24	\$ 29,001,667.37	119%	17%
23	\$ 24,349,275.97	120%	18%
22	\$ 20,303,718.24	121%	19%
21	\$ 16,785,841.95	122%	20%
20	\$ 13,726,819.08	124%	22%
19	\$ 11,066,799.20	126%	23%
18	\$ 8,753,738.44	130%	26%
17	\$ 6,742,381.25	135%	30%
16	\$ 4,993,375.00	144%	36%
15	\$ 3,472,500.00	162%	48%
14	\$ 2,150,000.00	215%	77%
13	\$ 1,000,000.00	-	-
12	\$ -	-	-
...
1	\$ -	-	-

Volatilidad mensual (σ_m)	18%
Volatilidad anual ($\sigma_a = \sigma_m * 12^{1/2}$)	61.7%

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso, se procede a calcular los parámetros necesarios para el modelo binomial:

- Factor multiplicativo al alza:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0.617\sqrt{1/2}} = \mathbf{1.5465}$$

- Factor multiplicativo a la baja:

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1.5465} = \mathbf{0.6466}$$

- Factor de probabilidad:

Debido a que cada año que se espere para lanzar el producto se pierde un 10% de su valor, la tasa libre de riesgo en la ecuación para calcular el factor de probabilidad es reemplazada por la diferencia entre la tasa libre de riesgo y la tasa de fuga (Kodukula & Papudesu, 2006):

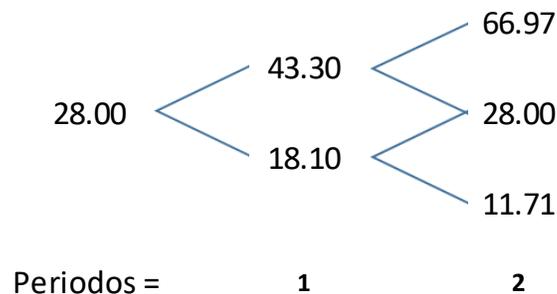
$$p = \frac{e^{((r-l) * \Delta t)} - d}{u - d} = \frac{e^{((0.0145-0-1) * 1/2)} - 0.6466}{1.5465 - 0.6466} = \mathbf{0.3462}$$

$$1 - p = 1 - 0.3462 = \mathbf{0.6538}$$

4.4.2 Construcción de árbol binomial

Se inicia la construcción del árbol del activo subyacente:

Figura 25. Caso 4: Árbol del activo subyacente (mdp)

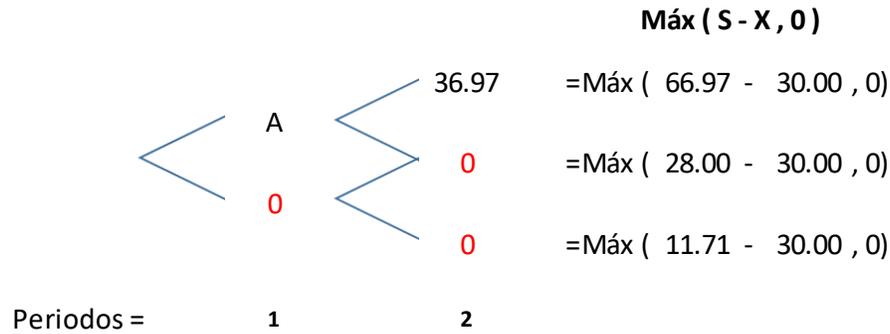


Fuente: Elaboración propia

Para decidir si se debe continuar o no con el piloto, una vez que se cuenta con el árbol del activo subyacente se deberá de aplicar la función de maximización en cada periodo de tiempo. Se debe iniciar con los nodos del último periodo y posteriormente para el penúltimo nodo se realiza la siguiente maximización, considerando que al ser una opción de continuar es una opción de compra:

$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (S_t - X ; 0) ; [p * S_{t+1}u + (1 - p) * S_{t+1}d] * e^{-r * \Delta t} \}$$

Figura 26 Caso 4: Maximización del último periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, para el tercer periodo se tiene la siguiente expresión:

Nodo A

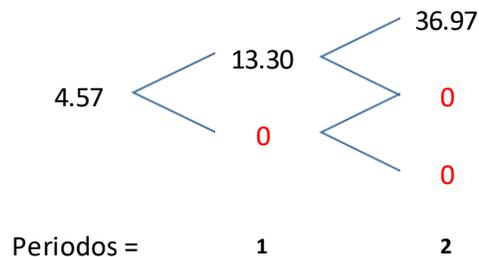
$$\text{Máx} \{ \text{Máx} (43.30 - 30; 0) ; [p * 36.97 + (1 - p) * 0] * e^{-0.0145 * 1/2} \}$$

$$\text{Máx} \{ 13.30 ; 12.71 \} = 13.30$$

En este ejercicio, a diferencia de los ejercicios anteriores, el resultado es el $\text{Máx} (S_t - X ; 0)$ lo que significa que conviene ejercer la opción de esperar al final del periodo para realizar el lanzamiento de la aplicación considerando que durante ese tiempo la misma se perfeccionará.

Finalmente, continuamos la valuación para el nodo en el periodo 0 (tiempo actual) obteniendo el siguiente resultado.

Figura 27 Caso 4: Árbol de valoración optimizado en cada periodo (mdp)



Fuente: Elaboración propia

De esta forma se obtiene que el valor del proyecto es:

$$\text{Valor total estratégico del proyecto} = \$ 4,570,000$$

Por lo que el valor de la opción es:

$$\text{Valor de la opción} = \text{VPNE} - \text{VPN} = \$ 4,570,000 - (- \$ 2,000,000) = \$ 6,570,000$$

Así, se puede observar que, si consideramos el valor que aporta la flexibilidad administrativa, la incertidumbre y la capacidad de decidir el rumbo del proyecto, se complementa la metodología tradicional obteniendo que el valor del proyecto es de \$ 4,570,000, permitiendo que la organización pueda considerar continuar con el desarrollo y lanzamiento de la aplicación.

Capítulo 5.

Análisis de resultados

Como ya se comentó en los ejercicios anteriores, para que tenga sentido utilizar la metodología de opciones reales, el proyecto necesita cumplir ciertos requisitos los cuales son:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa.
- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura.
- Existe una elevada incertidumbre.
- El valor presente neto es muy cercado a cero en comparación con la dimensión del proyecto.

A continuación, se presenta una tabla resumen donde se puede observar por proyecto el tipo de opción, la volatilidad, el valor presente neto y el valor presente neto expandido:

Tabla 17. Resumen resultado proyectos valuados por opciones reales

Proyecto	Tipo	Opción	Volatilidad	VPN	VPNE	Valor de la opción
1	expandir	compra	58.0%	-\$ 2,000,000.00	\$ 9,480,000.00	\$ 11,480,000.00
2	abandonar	venta	99.9%	-\$ 3,000,000.00	\$ 12,440,000.00	\$ 15,440,000.00
3	continuar	compra	62.6%	-\$ 1,000,000.00	\$ 1,210,000.00	\$ 2,210,000.00
4	esperar	compra	61.7%	-\$ 2,000,000.00	\$ 4,570,000.00	\$ 6,570,000.00

Fuente: Elaboración propia

Como se comentó anteriormente, como caso de estudio se seleccionaron 4 proyectos tecnológicos de la empresa “X”, los cuales se descartaron de la cartera de proyectos estratégicos de la organización debido a que, al momento de realizar su valuación por el método de Valor Presente Neto (VPN), los valores obtenidos fueron negativos, lo cual a simple vista indicaba que no era conveniente realizarlos ya que no eran rentables, sin embargo, este resultado no está considerando el valor que aporta la gestión estratégica y al ser gestionados a través de la metodología Scrum, se debe considerar en la valuación un factor muy importante que es la flexibilidad administrativa.

Por lo anterior, se consideran candidatos adecuados para utilizar opciones reales ya que:

- Existe la posibilidad de alterar el futuro ante un cambio de las circunstancias, es decir, existe flexibilidad operativa: En todos los proyectos, a lo largo de su ejecución se tiene la opción de decidir si se continúa o no con su desarrollo dependiendo de los resultados. la información que se va obteniendo y la respuesta del mercado.
- Existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad futura: Al ser todos los proyectos gestionados por metodología Scrum cada cierto periodo (3 meses, 6 meses etc.) se tiene la opción de decidir lo comentado en el punto anterior.

- Existe una elevada incertidumbre: Al ser proyectos de carácter tecnológico que buscan implementar soluciones innovadoras que actualmente no existen en el mercado, el riesgo tecnológico o riesgo técnico es muy alto, adicional, al ser soluciones que cambiarán la forma que en se atiende al cliente o cómo se administra su información, existe una elevada incertidumbre en la retribución que tendrá la empresa “X” con estos proyectos, es decir, existe incertidumbre de mercado ya que no se sabe cómo reaccionarán los clientes, la cual se encuentra incorporada en la variabilidad de los flujos de efectivo futuros.

Por lo anterior, al realizar la valuación por opciones reales, obtenemos como resultado que el valor presente neto expandido en todos los casos fue positivo, otorgando un rendimiento respecto a la inversión más atractivo lo cual permite a la organización considerar estos proyectos que posiblemente hubieran sido descartados.

Tabla 18. Rendimiento final respecto a la inversión considerando el VPNE

Proyecto	Inversión	VPNE	Rendimiento
1	\$ 47,000,000.00	\$ 9,480,000.00	20.17%
2	\$ 57,000,000.00	\$ 12,440,000.00	21.82%
3	\$ 7,000,000.00	\$ 1,210,000.00	17.29%
4	\$ 30,000,000.00	\$ 4,570,000.00	15.23%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, es importante reconocer que la volatilidad en un proyecto es el ingrediente principal que mueve el interés de los inversionistas, en el caso de los proyectos trabajados en esta investigación, el valor de la incertidumbre se calculó a partir de los flujos de efectivo futuros estimados, con los cuales, al ser proyectos revolucionarios y ambiciosos para la organización, en todos los casos se obtuvo una volatilidad relativamente alta, lo cual tiene una relación directa con el resultado del valor de la opción ya que, a mayor volatilidad, mayor será el valor de la opción.

Lo anterior nos confirma que el sólo utilizar el método de valoración tradicional puede producir una subvaloración de los proyectos al no tener en cuenta otros factores presentes en un proyecto tales como la flexibilidad y la incertidumbre.

Finalmente, no se debe olvidar la gran ventaja que se obtiene al gestionar el proyecto a través de la metodología Scrum ya que, además de aportar flexibilidad en la toma de decisiones estratégicas futuras y adaptación en función de los cambios en el mercado, esta metodología aporta muchas otras ventajas entre las que se pueden destacar:

- **Regular de las expectativas del cliente:** El cliente comprueba de manera regular si se van cumpliendo sus expectativas, da feedback y dirige estos resultados del proyecto, iteración a iteración, hacia su meta. Se ahorra esfuerzo y tiempo al evitar hipótesis.
- **Resultados anticipados (“time to market”):** Se puede empezar a utilizar los resultados más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo, logrando así que el producto o servicio se pueda sacar al mercado antes que un competidor.
- **Retorno de inversión (ROI):** De manera regular, el cliente maximiza el retorno de inversión del proyecto, es decir, cuando el beneficio pendiente de obtener es menor que el coste de desarrollo, el cliente puede finalizar el proyecto.

Conclusiones, limitaciones, recomendaciones y futuras investigaciones

Al día de hoy, la transformación tecnológica y el incremento de competencia en el mercado, ha generado en las organizaciones la necesidad de transformar toda su cultura, volviéndose más ágiles y renovando su estructura de forma que sus esfuerzos estén enfocados en la satisfacción del cliente. Para lograr esto, un factor que se ha vuelto imprescindible es el pensamiento estratégico que trae consigo la planeación y administración estratégica.

Actualmente, establecer estrategias se ha convertido en una poderosa herramienta gerencial de las organizaciones para desarrollar ventajas competitivas, ligado a esto, la correcta administración de un portafolio de proyectos le permitirá a la organización que todos los esfuerzos se coordinen con las metas estratégicas aportando valor al plan estratégico de la organización y permitiendo la mejor toma de decisiones de negocios.

Hasta hace algunos años, los modelos que se desarrollaban para la valoración de proyectos de inversión consideraban un entorno lo suficientemente estable como para

proyectar, con cierta certeza, lo que podría suceder durante el tiempo que durara el proyecto. Sin embargo, la realidad ahora es otra, las definiciones y prioridades de un proyecto ya no son estáticas si no que, al contrario, ahora se exige que un proyecto permita la flexibilidad y adaptación, de manera que se ha vuelto necesario contar con nuevas herramientas que nos permitan gestionar y valorar los proyectos de manera acertada.

Uno de los métodos comúnmente empleado para evaluar proyectos de inversión es el Valor Presente Neto (VPN), el cual afirma que el proyecto puede aceptarse si su valor es positivo. Sin embargo, este método presenta algunas limitaciones, entre las principales están su uso estático y el hecho de que sólo se consideran valores tangibles, es decir, no tiene en cuenta valores como la ventaja competitiva, la flexibilidad gerencial y las oportunidades futuras.

Con este trabajo, se pudo observar que es de gran importancia la incertidumbre en la evaluación de proyectos de inversión. Esto puede obedecer a la volatilidad del entorno económico mundial actual que ha generado la necesidad de nuevos modelos de evaluación financiera de proyectos que integren los riesgos que esto genera. Por ende, las organizaciones de hoy en día requieren de un análisis en cuantitativo que sea flexible, dinámico y que ofrezca información estratégica para la toma de decisiones de inversión.

De esta forma, las opciones reales se convierten en una propuesta moderna a las nuevas necesidades del mercado, pasando a ser una herramienta fundamental que complementa a las metodologías tradicionales permitiéndonos obtener el valor intangible de un proyecto.

Adicionalmente, a partir del nacimiento de las metodologías Agile (dentro de las que se encuentra Scrum) se ha generado una revolución en la gestión del desarrollo de proyectos ya que estas metodologías han incorporado rapidez y flexibilidad al “trocear” el proyecto en pequeñas partes que tienen que completarse y entregarse en pocas semanas para así lograr desarrollar productos y servicios de calidad que respondan a las necesidades de clientes cuyas prioridades cambian a una velocidad cada vez mayor.

De esta forma, si a la herramienta de opciones reales le sumamos el gestionar el proyecto a través de una metodología que permita incorporar oportunidades de decisión a lo largo de la vida del mismo, tal como lo es la metodología Scrum, permitirá contar con una flexibilidad operativa, es decir, le permitirá a la organización desempeñar un rol activo a través de la toma de decisiones estratégicas que vayan alineadas a las metas de la misma.

Derivado de lo anterior, el objetivo de este trabajo y su principal propuesta, consistió en analizar los beneficios que se obtienen al crear una simbiosis entre la metodología de opciones reales y la metodología Scrum, dando como conclusión que es altamente recomendable el utilizar ambas metodologías juntas, ya que mientras la metodología Scrum da flexibilidad operativa a lo largo de la ejecución de un proyecto, la metodología de opciones reales realiza la captura de ese valor creado y de los comportamientos dinámicos y efectos de las decisiones que se toman, optimizando así el resultado del proyecto y brindándole a la alta dirección información clave para la toma de decisiones estratégicas enfocadas en el éxito de la organización.

Como recomendación se indica que, para hacer un mejor uso de esta simbiosis, el gerente del proyecto o las personas involucradas en el mismo deben tener un alto grado de experiencia y conocimiento del mercado en dónde se realizará el proyecto. De esta forma, dependiendo del proyecto, las opciones reales se pueden convertir en una prueba piloto, donde el encargado de evaluar el proyecto pueda tomar ventaja de la información que el análisis y la forma de gestionarlo le proporcione.

Las organizaciones con mayor capacidad de innovar y que son poseedores de tecnologías, son las que cuentan con mayores posibilidades de crecer y sobrevivir en mercados globales.

Finalmente, como futuras investigaciones, se plantea continuar con el estudio de cómo la metodología de opciones reales se puede combinar con otras metodologías ágiles, así como a partir de esta simbiosis, utilizar ejemplos de otros sectores industriales, a parte

del bancario, para evaluar la importancia de su aplicación y, finalmente, realizar el análisis de portafolios de proyectos que se coordinen con las metas estratégicas de la organización y se jerarquicen en forma adecuada con base en el cálculo de su valor tangible e intangible.

Referencias

- Álvarez Echeverría, F., López Sarabia, P., & Venegas Martínez, F. (2012). Financial valuation of projects of new technologies by using real options. *Contaduría y Administración*.
- Bailey, W., & Couet, B. (2004). Valoración de las opciones reales. *ECLIPSE, Texas USA*, 19.
- Banco de México. (27 de Mayo de 2018). *Banco de México, Mercado de valores (Tasas de interés)*. Obtenido de <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-valores/>
- Beedle, M., Bennekum, A., & Cockburn, A. (19 de Mayo de 2015). *Manifiesto Ágil*. Obtenido de Manifiesto for Agile Software Development: <http://agilemanifesto.org/>
- Bello Torres, J. A., Castañeda, R., García, S., & Maldonado, J. (2010). Análisis documental del libro: "Opciones reales y valoración de activos". *Universidad de la Sabana*.
- Benítez, M., & Córdova, C. (2009). Tendencias del pensamiento estratégico en la toma de decisiones en las organizaciones.
- Berumen Barbosa, M. E. (2004). La banca en México . *Observatorio de la Economía Latinoamericana* .
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*.
- COBIS. (14 de Junio de 2016). *Lead the Evolution*. Obtenido de Beneficios de implementar la metodología Ágil: <http://blog.cobiscorp.com/beneficios-de-implementar-la-metodologia-agil>
- Cody, J., Goswami, D., & Ahuja, R. (2015). Scaling agile at financial institutions. *Deloitte Consulting LLP*.
- Colla, P. E. (2012). Marco para evaluar el valor en metodología SCRUM. *ASSE, 13th Argentine Symposium on Software Engineering*.
- Colla, P. E. (2016). Uso de Opciones Reales para evaluar la contribución de metodologías KANBAN en desarrollo de software. *ASSE, 17º Simposio Argentino de Ingeniería en Software*.
- Consejo Nacional de Inclusión Financiera. (2016). *Reporte Nacional de Inclusión Financiera*. México: CNBV.

- Copeland, T., & Keenan, P. (1998). How much is flexibility worth? *The McKinsey Quarterly*.
- Cox, J., Ross, S., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*.
- De Lara Haro, A. (2005). *Productos financieros derivados: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos*. México: Limusa.
- De María y Campos, M. (01 de Noviembre de 2016). La banca de desarrollo industrial, crucial para el cambio estructural. *El financiero*.
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (26 de Mayo de 2018). *Información Básica de Scrum the Scrum Primer Version 1.1*. Obtenido de Scrum Training Institute: http://www.goodagile.com/scrumprimer/scrumprimer_es.pdf
- Durán Graván, A. (29 de 11 de 2018). *Manifiesto 'agile', ¿qué es?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/agile-manifiesto-que-es/>
- Elvira, O., & Puig, X. (2015). *Comprender los productos derivados: Futuros, opciones, productos estructurados, caps, floors, Collars, CFDS*. Barcelona: Profit Editorial.
- Financial Tech. (2017). La banca adopta tecnologías ágiles para los métodos de trabajo que conlleva la era digital. *Financial Tech Magazine*, <http://www.financialtech-mag.com/sector-bancario-adopta-tecnologias-agiles-los-nuevos-metodos-trabajo-conlleva-la-digital/>. Obtenido de La banca adopta tecnologías ágiles para los métodos de trabajo que conlleva la era digital: <http://www.financialtech-mag.com/sector-bancario-adopta-tecnologias-agiles-los-nuevos-metodos-trabajo-conlleva-la-digital/>
- Franco, F. (20 de Marzo de 2017). Los retos para la banca en México. *Milenio*.
- Gama, J. (19 de Mayo de 2018). *Proyectos Ágiles*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/base-conocimiento-agil/>
- Garzón Castrillón, M. (2005). *El desarrollo organizacional y el cambio planeado*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Genius IT Training*. (05 de Febrero de 2018). Obtenido de La tendencia de ser Agil y la influencia de Scrum en Proyectos: <https://geniusitt.com/2018/02/05/la-tendencia-de-ser-agil-y-la-influencia-de-scrum-en-proyectos/>
- González, M. (27 de Febrero de 2018). Vistazo al sector bancario en México. *El Economista*.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (Cuarta Edición). *Administración de proyectos*. Mc Graw Hill.
- Gutiérrez Urzúa, M., & Mainhard Escalona, K. (2015). New Approaches to companies valuation. Application of options methodology to a chilean freight company. *Horizontes Empresariales*.
- Hernández Moreno, G., & Gogínez González, A. (2014). *Planeación estratégica total, el método para planeación estratégica preferido*. León, México: Ignius Media Innovation.

- Jones, G., George, J., Barrett, M., & Honig, B. (2016). *Contemporary Management*. Australia: McGraw Hill.
- Juárez, E. (06 de 06 de 2016). La industria bancaria se ha quedado obsoleta: BBVA. *El Economista*.
Obtenido de El Economista: <https://www.economista.com.mx/sectorfinanciero/La-industria-bancaria-se-ha-quedado-obsoleta-BBVA-20160606-0099.html>
- Juste, M. (2016). Tecnología al servicio de la banca. *Expansión*.
- Kanban Tool. (22 de 01 de 2019). *Kanban Tool*. Obtenido de <https://kanbantool.com/es/metodologia-kanban>
- Kodukula, P., & Papudesu, C. (2006). *Project Valuation Using Real Options*. EEUU: J. Ross Publishing.
- La importancia de la administración de proyectos. (01 de Septiembre de 2017). *El universal Querétaro*, págs. <http://www.eluniversalqueretaro.mx/content/la-importancia-de-laadministracion-de-proyectos> .
- Lambrecht, B. (2017). Real options in finance. *Journal of Banking & Finance*.
- Lanzón, C. (2016). Bancos sin empleados, el futuro del sistema financiero. *Forbes México*.
- Larraga, P., & Elvira, O. (2008). *Mercado de productos derivados: Futuros, forwards, opciones y productos estructurados*. Barcelona: Profit Editorial.
- López Lubián, F. (2003). Opciones reales y decisiones estratégicas. *Revista de Empresa*.
Marco Teórico. (1 de Septiembre de 2017). Obtenido de Significado e importancia de la Administración de Proyectos: <http://www.marcoteorico.com/curso/49/administracion-deproyectos/373/significado-e-importancia-de-la-administracion-deproyectos>
- Márquez, M. (27 de Julio de 2015). *Estructura del Sistema Financiero Mexicano*. Obtenido de Contador Contado: <https://contadorcontado.com/2015/07/27/estructura-del-sistema-financiero-mexicano/>
- Mascareñas, J. (2005). *Opciones II: Valoración*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Mascareñas, J. (2007). *Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Mimbang, J. B. (2016). *La teoría de Juegos: El arte del pensamiento estratégico*. 50minutos.es.
- Moenaert, R., & W. , S. (1990). An information transfer model for integrating marketing an R&D personnel in new product development projects. *J. Prod Innov Manag*.
- Murillo, J. A. (2002). *La Banca en México: Privatización, Crisis y Reordenamiento*. México: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.
- Myers, S. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economic*.
- Myers, S., Allen, F., & Brealey, R. (2010). *Principios de Finanzas Corporativas*. México: Mc Graw Hill.
- Navarro, M. F. (2017). Los 10 bancos más grandes de México. *Forbes México*.

- Ollé, C., & Cerezuela, B. (2018). *Gestión de proyectos paso a paso*. Barcelona: UOC.
- Orozco, F. (16 de 05 de 2017). *México y las Empresas Fintech ¿Cuántas hay?* Obtenido de <https://empredia.wordpress.com/2017/05/16/mexico-y-las-empresas-fintech-cuantas-hay/>
- Osorio, J. (08 de 01 de 2018). *5 Tendencias de Tecnología Bancaria para el 2018*. Obtenido de <http://blog.cobiscorp.com/tendencias-tecnologia-bancaria-2018>
- Pereiro, L., & Galli, M. (2000). La determinación del costo del capital en la valuación de empresas de capital cerrado: Una guía práctica". *Universidad Torcuato Di Tella*.
- PMOinformatica. (24 de 07 de 2012). *¿Que es el Scrum Alliance?* Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com/2012/08/preguntas-y-respuestas-sobre-scrum.html>
- Portal, T. (22 de 06 de 2017). *Waterfall: metodología para el desarrollo secuencial de tareas*. Obtenido de <https://www.ticportal.es/glosario-tic/waterfall-metodologia-desarrollo-secuencial>
- Posted In. (22 de 01 de 2019). *Posted In*. Obtenido de <https://www.postedin.com/blog/2016/11/24/que-es-y-como-funciona-trello/>
- PricewaterhouseCoopers. (2016). *Global FinTech Report 2016*.
- Project Management Institute. (2017). *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Project Management Institute.
- Project Management Institute, Inc. (2019). *¿Qué es PMI?* Obtenido de <https://americalatina.pmi.org/latam/aboutus/whatispmi.aspx>
- Racheva, Z., Daneva, M., & Sikkel, K. (2009). Value Creation by Agile Projects: Methodology or Mystery? *International Conference on Product-Focused Software Process Improvement*.
- Reyes, O. (2012). *Planeación Estratégica Para Alta Dirección*. Estados Unidos: Palibrio.
- Rincón Guio, C., & Jaramillo Castaño, O. (2017). Projects, management and success. A literature review. *Cina Research*.
- Robert, M. (2006). *El poder del pensamiento estratégico*. México: McGraw Hill.
- Román, J. A., & Garduño, R. (04 de 03 de 2004). "Pagaré Impuestos la Venta de Bancomer si fue preconcertada". *La Jornada*.
- Rueda, A. (2008). *Para Entender la Bolsa, Financiamiento e Inversión en el Mercado de valores*. México: Cengage Learnign.
- Sarmiento, S. (18 de 02 de 2004). Columna Jaque Mate. "Venta de Bancomer". *Periódico de circulación estatal de Oaxaca "Noticias"*.
- SBIF. (21 de Mayo de 2018). *Banca Fácil*. Obtenido de <http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/Contenido?indice=1.2&idPublicacion=150000000000012&idCategoria=2>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). La guía de Scrum. *Scrum.Org and ScrumInc*.

- Scrum Alliance. (2015). The 2015 State of scrum Report.
- Shan, A. (1997). Black, Merton and Scholes: Their work and its consequences.
- Silvestri, K. (2010). *Pensamiento Estratégico y Éxito Gerencial en Organizaciones Empresariales*. CICAG.
- Srinivas, V. (2018). *2018 Banking Outlook: Accelerating the transformation*. Deloitte Center for Financial Services.
- Stover, T. &. (2012). *Gestión de proyectos en el mundo real*. Madrid: Anaya Multimedia.
- Tena, M. (20 de 11 de 2018). *¿Qué es la metodología 'agile'?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/metodologia-agile-la-revolucion-las-formas-trabajo/>
- Turrent, E. (2007). Historia sintética de la banca en México. *Banco de México*.
- Villegas, E. (2003). *Sistema Financiero de México*. México: Mc Graw Hill.
- Voice, B. (2018). Historia, banca y perfeccionamiento: las sucursales desde el siglo XIX al XXI. *Forbes México*.
- VV.AA. (2008). *Gestión de proyectos*. Madrid: Vértice.
- Zauzich, I. (21 de Diciembre de 2015). *Lead the Evolution*. Obtenido de El método Agile y sus ventajas para el sector financiero: <http://blog.cobiscorp.com/ventajas-agile-para-el-sector-financiero>