

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

**VALORACIÓN DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE
INVERSIÓN DEL SECTOR DE EMPRESAS COMERCIALES DE
SUPERMERCADOS POR EL MÉTODO BINOMIAL**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el "Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias", actualizado y aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en la resolución contenida en el Numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009

Autor: Lic. Alex Edelfo Bamac Santis

Asesor: MSc. Guillermo Díaz Castellanos

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. José Rolando Secaida Morales
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Lic. MSc. Albaro Joel Girón Barahona
Vocal II: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal III: Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
Vocal IV: P.C. Oliver Augusto Carrera Leal
Vocal V: P.C. Walter Obdulio Chigüichón Boror

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL DE TESIS

Presidente: MSc. Juan Arnoldo Borrayo Solares
Secretario: MSc. Juan de Dios Alvarado López
Vocal: MSc. Juan Carlos González Meneses



ACTA No. 23-2012

En el salón número 1 del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascriptos miembros del Jurado Examinador, el 13 de noviembre de 2012, a las 18:00 horas para practicar el EXAMEN GENERAL DE TESIS del Licenciado Alex Edelfo Barrac Santis, carné No. 100017092, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "VALORACIÓN DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL SECTOR DE EMPRESAS COMERCIALES DE SUPERMERCADOS, POR EL METODO BINOMIAL", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue APROBADO con una nota promedio de 82 puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 30 días hábiles siguientes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los trece días del mes de noviembre del año dos mil doce.

[Signature]

MSc. Juan Arnoldo Borrayo Solares
Presidente

[Signature]

MSc. Juan de Dios Alvarado López
Secretario



[Signature]

MSc. Juan Carlos González Meneses
Vocal I

[Signature]

Lic. Alex Edelfo Barrac Santis
Postulante

REPÚBLICA DE GUATEMALA

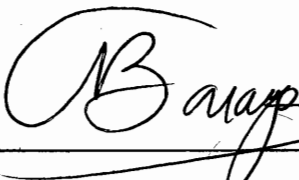



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Alex Edelfo Bamac Santis, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala 6 de febrero de 2013

(f)  

MSc. Juan Arnoldo Borrayo Solares
Presidente



**FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS**

Edificio "S-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS.
GUATEMALA, SEIS DE MARZO DE DOS MIL TRECE.**

Con base en el Punto SEXTO, inciso 6.1, subinciso 6.1.2 del Acta 2-2013 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 11 de febrero de 2013, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 23-2012 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 13 de noviembre de 2012 y el trabajo de Tesis de Maestría en Administración Financiera, denominado: "VALORACIÓN DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL SECTOR DE EMPRESAS COMERCIALES DE SUPERMERCADOS, POR EL METODO BINOMIAL", que para su graduación profesional presento el Licenciado ALEX EDELFO BAMAC SANTIIS, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. JOSE ROLANDO SECAIDA MORALES
DECANO



Smp.
Ingrid

DEDICATORIA

A DIOS: Por darme la oportunidad de alcanzar una meta más.

A MIS PADRES: Con amor y gratitud.

A MIS HERMANOS: Con mucho cariño.

A MIS SOBRINAS

Y SOBRINOS: Con mucho cariño.

A MIS AMIGOS

Y COMPAÑEROS: De la promoción 2008 de la Maestría en
Administración Financiera, gracias por su apoyo y
amistad.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Fuente de Conocimiento y Valores.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Marco Referencial Teórico sobre Evaluación Financiera	1
1.2 Sector de Supermercados en Guatemala	3
1.2.1 Estructura Organizacional	4
1.2.2 Organización Jurídica	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Riesgo	7
2.1.1 Riesgo Sistemático	8
2.1.2 Riesgo Específico	9
2.2 Planificación Estratégica	10
2.3 Valor de la Empresa	11
2.4 Costo de Capital Medio Ponderado	11
2.4.1 Costo de la Deuda (Cd)	12
2.4.2 Costo del Capital Propio (Ce)	13
2.5 Valoración de Opciones Reales	14
2.6 Razones Internas para realizar la Valoración de Opciones Reales	16
2.7 Razones Externas para realizar la Valoración de Opciones Reales	17
2.8 Equivalencias entre Opciones Reales y Financieras	17
2.9 Métodos de Valoración de Opciones Reales	18
2.9.1 Fórmula de Black y Scholes	18
2.9.2 Método de Monte Carlo	20
2.9.3 Método Binomial	21
2.10 Tipos de Opciones Reales	23
2.10.1 Diferimiento o Espera	24
2.10.2 Abandono o Salida	24
2.10.3 Expansión o Crecimiento	24
2.10.4 Reducción	24
2.10.5 Aprendizaje	25

2.10.6 Flexibilidad (switching)	25
2.10.7 Arco Iris (rainbow)	25
2.10.8 Compuestas	26
2.11 Valor Actual Neto Básico (VAN Básico)	26
2.12 Medidas Estadísticas de Tendencia Central y de Dispersión	27
2.12.1 La Media Aritmética	27
2.12.2 La Mediana	28
2.12.3 Desviación Estándar	28
2.12.4 Coeficiente de Variación	29
3. METODOLOGÍA	30
3.1 Planteamiento del Problema	30
3.2 Justificación para Resolver el Problema	31
3.3 Objetivos	32
3.3.1 Objetivo General	32
3.3.2 Objetivos Específicos	32
3.4 Hipótesis	33
3.5 Variables de la Hipótesis	33
3.5.1 Variables Independientes	34
3.5.2 Variables Dependientes	34
3.6 Métodos y Técnicas	34
3.6.1 Método Científico	34
3.6.2 Técnica de Investigación Documental	35
3.6.3 Técnica de Investigación de Campo	35
4. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES POR EL MÉTODO BINOMIAL	36
4.1 Modelo de Valoración de Opciones Reales por el Método Binomial	36
4.2 El Precio del Activo Subyacente	42
4.3 El Precio de Ejercicio	44
4.4 El Riesgo o Volatilidad	44
4.5 Cálculo de la Probabilidad de Riesgo Neutral	46
4.6 Aplicación de la Fórmula Binomial	47
4.7 Regla de Maximización	47

5. VALORACIÓN DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL SECTOR DE EMPRESAS COMERCIALES DE SUPERMERCADOS POR EL MÉTODO BINOMIAL	49
5.1 Planteamiento de la Planificación Estratégica del Proyecto de Inversión	49
5.2 Información General del Proyecto de Inversión	50
5.3 Elementos para realizar la Valoración	51
5.4 Proceso de Valoración de las Opciones Reales	55
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ÍNDICE DE CUADROS	70
ÍNDICE DE FIGURAS	71

RESUMEN

En la presente investigación se tomó como unidad de análisis a las empresas del sector comercial de supermercados, con el objeto de estudiar las bases y metodologías que utilizan para la evaluación de los proyectos de inversión, los cuales constituyen estrategias para aumentar su participación de mercado; asimismo, se presenta un análisis de la alternativa de la metodología de valoración de opciones reales para evaluación financiera. Los resultados obtenidos y principales hallazgos derivado de la investigación realizada demuestran que la utilización de la metodología mencionada puede generalizarse a todo el sector empresarial.

El estudio determinó que en el sector objeto de estudio se emplean las técnicas tradicionales de evaluación financiera, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), y es común el desconocimiento de la metodología de valoración de opciones reales, para valuar los proyectos de inversión. La falta de uso de ésta metodología provoca la infravaloración de proyectos al utilizar únicamente las técnicas de evaluación tradicionales; además, lo anterior provoca pérdidas importantes ante la falta de uso de metodologías que incorporen la valoración las incertidumbres del mercado.

La valoración de Opciones Reales difiere sustancialmente de la valoración de Opciones Financieras, en uno de los aspectos importantes, como lo es la determinación de la volatilidad del proyecto, el cual no es replicable en los mercados financieros. Para la realización del análisis se aplicó la simulación de Monte Carlo, a través de lo cual se obtuvo información de los posibles escenarios de los flujos de caja, e información estadística de la desviación estándar del proyecto, con el fin de acercarse a resultados más certeros, que permitan con objetividad prever los resultados futuros.

Como resultado de la investigación se determinó que la aplicación de la metodología de valoración de opciones reales, proporciona información valiosa para apoyar la toma de decisiones estratégicas para el desarrollo de proyectos de inversión, en el sector comercial de Supermercados, cuantificando las incertidumbres y maximizando la rentabilidad de dichos proyectos; en contraste con las técnicas tradicionales de evaluación financiera, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que tienen a infravalorar los proyectos.

La volatilidad calculada para los flujos de fondos del proyecto de inversión a través de la simulación de Monte Carlo se estableció en 55.47%, lo cual corresponde a la desviación estándar calculada.

Con base en el cálculo de los factores de incremento (1.74141) y decremento (0.57424), de precios, se estableció que la probabilidad de riesgo neutral que afectará el valor del activo subyacente (Q234,139.85) es de 55.6%.

Finalmente, se estableció que el valor de la opción real del proyecto es de 1,286,958, el cual resulta de restarle al valor actual neto de la opción real (Q1,521,098), el valor del valor actual neto básico (Q234,140), lo cual demuestra que la metodología de valoración de opciones reales a través del método binomial, permite incorporar las decisiones estratégicas y flexibilidad en el desarrollo de los proyectos de inversión; en contraste con las técnicas tradicionales de evaluación financiera (actualización de flujos, Valor Actual Neto, VAN, y Tasa Interna de Retorno, TIR), las cuales son estáticas, es decir que no toman en cuenta los cambios en las decisiones de de gestión. En vista de lo anterior, se concluye que la utilización de la valoración de las opciones reales por el método binomial, permite una valuación integral de proyectos de inversión que formen parte de la planificación estratégica del sector comercial de Supermercados.

INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados ha generado cambios en las finanzas, obligando a las empresas a la innovación de sus procesos de producción o de servicios, para lograr mantener un nivel adecuado de competitividad; siendo las alianzas estratégicas otra alternativa para la permanencia en el mercado.

La administración financiera moderna, recurre a estrategias de valoración de las empresas y de las propuestas de proyectos de inversión para cumplir sus metas y objetivos de planificación estratégica, con la finalidad de maximizar la rentabilidad empresarial, a través de la administración controlada de riesgos de inversión.

La mayoría de las decisiones de inversión involucran, en mayor o menor medida, tres peculiaridades: la irreversibilidad de la inversión, la incertidumbre sobre el futuro y la incertidumbre sobre el momento adecuado para llevar a cabo la inversión. Estos tres aspectos influyen de manera determinante sobre el valor agregado que la inversión genera.

La principal crítica que se les atribuye a los criterios clásicos de evaluación financiera de opciones de inversión, no toman en cuenta los cambios de decisiones en la gestión conforme va cesando la incertidumbre bajo la que se tomó la decisión de inversión. Por lo tanto, ésta evaluación financiera clásica no asigna un valor adecuado a dichos cambios de decisiones en la gestión.

La justificación de la investigación radica en la importancia del desarrollo de un modelo de valoración de empresas y proyectos de inversión que permitan incorporar las decisiones estratégicas y flexibilidad del desarrollo de los proyectos; en vista de que las técnicas tradicionales de evaluación financiera, que incluyen el descuento de flujos proyectados, y el cálculo de Valor Actual Neto (VAN) o Tasa Interna de Retorno (TIR), consideran que los flujos de fondos sucederán desde el

principio hasta el final, sin que su evolución pueda cambiar en el transcurso del proyecto, incluso derivado de cambios en las decisiones de gestión de los directivos.

Derivado de la definición del problema, se planteó el siguiente objetivo general de la investigación: Determinar la rentabilidad de proyectos de inversión en el sector comercial de supermercados del área sur de Guatemala, para evaluar la apertura de sucursales, a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales.

Para el efecto, los objetivos específicos planteados, fueron los siguientes: Establecer el costo del capital medio ponderado que se aplicará como tasa de descuento a los flujos de caja que generará el proyecto de inversión; Determinar el precio del activo subyacente, el cual está definido por el valor actual de los flujos de caja libres que generará el proyecto de inversión; Cuantificar el grado de volatilidad que afectará a los flujos de fondos que generará el proyecto de inversión, a través de la Simulación de Monte Carlo; Calcular el valor de los factores de incremento o decremento del precio de la valoración de la opción real; Calcular la probabilidad de riesgo neutral que afectarán el valor del activo subyacente; Calcular y analizar el resultado de la valoración de la opción real del proyecto de inversión en el sector comercial de supermercados del área sur de Guatemala, para la apertura de sucursales, a través del Método Binomial.

La hipótesis de investigación formulada para el desarrollo de la investigación, es la siguiente: La evaluación de proyectos de inversión en el sector de empresas comerciales de supermercados en el área sur de Guatemala, a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales, para evaluar la apertura de sucursales, permite determinar la rentabilidad real de los proyectos, el precio del activo subyacente, el precio del ejercicio, el riesgo o volatilidad de los flujos de fondos, el valor de los factores de incremento o decremento del precio de la valoración de la opción real, la probabilidad de riesgo neutral que afectará al activo subyacente y el

resultado de la valoración de la opción real del proyecto; en contraste con las técnicas tradicionales de evaluación financiera, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que tienen a infravalorar los proyectos.

El segundo capítulo contiene el marco teórico, que expone y analiza las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para sustentar la investigación sobre el tema de la valoración de opciones reales.

El tercer capítulo describe la metodología utilizada para desarrollar este trabajo de investigación.

En el capítulo cuarto se analiza valoración de opciones reales por el método binomial, para su aplicación al sector Supermercados, estableciendo los criterios para determinar el precio del activo subyacente, precio del ejercicio, riesgo o volatilidad, riesgo neutral, la aplicación de la fórmula binomial y la regla de maximización.

El capítulo quinto contiene la aplicación y análisis técnico de la valoración de opciones reales a través del método binomial, en proyectos de inversión del sector Supermercados.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

En el presente capítulo se describen los antecedentes de las metodologías utilizadas para analizar los proyectos de inversión.

1.1 Marco Referencial Teórico sobre Evaluación Financiera

Desde el punto de vista económico, la inversión se define como el acto de incurrir en un costo inmediato con la esperanza de obtener recompensas futuras¹. La mayoría de las decisiones de inversión encierran, en mayor o menor medida, tres peculiaridades: la irreversibilidad de la inversión, la incertidumbre sobre el futuro y la incertidumbre sobre el momento adecuado para llevar a cabo la inversión. Estos tres aspectos influirán sobre el valor agregado que la inversión genere para la empresa.

La principal crítica que se les atribuye a los criterios clásicos de valoración, es que no consideran la modificación en las decisiones de gestión conforme se resuelven las fuentes de incertidumbre bajo las que se tomaron las decisiones iniciales, y por tanto no se asigna adecuadamente el valor que de tales decisiones se deriva².

Debido al proceso de globalización, las empresas se han visto forzadas a mejorar sus técnicas de producción y comercialización para poder mantenerse en el mercado.

Las empresas comerciales de supermercados tomadas como unidad de análisis, también han tenido que innovar en el proceso de comercialización y en la diversificación de los productos que ofrecen a los clientes.

¹ Díez, L. y López J. 2001. Dirección Financiera. 1ª edición. Pag. 6

² Sanjurjo, M. y Reynoso M. 2003. Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 603

Estas empresas han encontrado en la expansión de las sucursales a diferentes ubicaciones geográficas, una forma de incrementar las utilidades y posicionarse en el mercado.

Para desarrollar la presente investigación se procedió a establecer la metodología utilizada en empresas del sector comercial de supermercados para determinar la rentabilidad que se obtendrá de los proyectos de inversión, estableciéndose que para realizar el análisis de rentabilidad, se han utilizado las técnicas del Valor Actual Neto y el análisis de la Tasa Interna de Retorno.

Así también se busco referencias de trabajos de investigación desarrollados en las diferentes universidades de Guatemala, comprobándose que el VAN y TIR, son las técnicas comúnmente aplicadas para el análisis de la rentabilidad de las inversiones.

En contraste con el método del Valor Actual Neto (VAN), los modelos basados en la Valoración de Opciones Reales (OR), permiten evaluar proyectos de inversión que tienen flexibilidad gerencial, es decir que el inversor, a lo largo de la vida del mismo y a través de cambios en sus decisiones, puede variar el resultado de la inversión, de acuerdo a nueva información recibida para toma de decisiones.

En el sector objeto de estudio, existe incertidumbre sobre la decisión de inversión de apertura de sucursales, en vista de que sus decisiones de planificación estratégica se basan en los criterios tradicionales de proyección de flujos y utilidades, por lo que existe la necesidad de analizar y evaluar un modelo de valoración que se adapte a las características de este tipo de proyectos, y que incorpore las características de la economía y los riesgos de inversión que existen en Guatemala.

1.2 Sector de Supermercados en Guatemala

La empresa comercial de sector de supermercados, es una organización que opera con una gran gama de mercaderías, las cuales están en constante revisión y cambio para satisfacer las múltiples necesidades de los consumidores³.

Los Supermercados, tienen la finalidad a proporcionar servicios a los diferentes sectores de la población, aplicando una política agresiva de Mercadeo, mostrando una imagen de calidad y de precios competitivos; aprovechando al máximo el autoservicio, es decir que su estrategia es trabajar con un mínimo de servicio directo a los clientes.

Su actividad principal se sintetiza en la compra en gran volumen de mercaderías, tratando siempre de obtener los mejores precios de sus proveedores, quienes en su mayoría son los que producen o representan directamente los productos objeto de comercialización, para venderlos al consumidor final en una forma detallada, con el fin primordial de obtener beneficios sustanciales.

Para su ubicación eligen lugares accesibles, de alta densidad tanto de tránsito de vehículos como de personas, dentro de los que destacan los centros comerciales; además poseen amplios espacios para estacionamiento.

Para alcanzar sus objetivos, éstas organizaciones están constantemente innovándose en sistemas y procesos, así como desarrollando buenas relaciones con su personal a quien consideran el recurso más importante; asimismo, su estrategia es proyectarse a la comunidad, a quien deben su existencia.

³ Argueta Marroquín, JC. 1996. Efecto Administrativo Contable del Decreto Legislativo 27-92 Ley del Impuesto al Valor Agregado IVA, en el Control Interno de una Empresa Comercial de Consumo. Tesis Lic. CPA, Guatemala, USAC, Fac. de Ciencias Económicas.

1.2.1. Estructura Organizacional

La estructura organizacional está diseñada para aclarar quien tiene que hacer determinadas tareas y quien es el responsable de ciertos resultados, lo cual elimina los obstáculos al desempeño ocasionados por la confusión y la incertidumbre de la asignación, proporcionando redes de tomas de decisiones y de comunicaciones que reflejan y respaldan los objetivos de la empresa⁴.

En ese sentido, para contemplar la organización como un proceso, es importante considerar tres factores principales que debe contener la estructura organizacional siendo estos:

- a. La estructura debe reflejar objetivos y planes, porque de estos se derivan las actividades que se desarrollaran para alcanzar el objetivo principal de la empresa.
- b. Debe reflejar la autoridad de que dispone la administración de una empresa, siendo la autoridad en una organización el derecho socialmente determinado para ejercer el juicio como tal, estando sujeto a cambios.
- c. La estructura de la organización al igual que cualquier plan, refleja su ambiente, la cual debe estar diseñada para funcionar, para permitir las aportaciones de los miembros de un grupo y, para ayudar a las personas a lograr los objetivos con eficiencia en un futuro incierto.

Desde un aspecto legal, generalmente las empresas comerciales de consumo están constituidas jurídicamente en forma de Sociedad Anónima, es decir, que tiene el capital dividido y representado por acciones, e implica que su responsabilidad es limitada al monto de su capital autorizado y suscrito. Su estructura interna se divide generalmente en las siguientes áreas:

⁴ Koontz, H. 1994. Administración una Perspectiva Global. 10ª edición. Pag. 244

Cajas: Es la sección donde se realiza el cobro de la mercadería que el cliente ha comprado, usando para ello cajas registradoras, debidamente autorizadas por Superintendencia de Administración Tributaria, y cumpliendo con las normas y procedimientos establecidos para esta área.

Abarrotes: Aquí se encuentran los artículos comestibles, que son para consumo directo, tales como: leche, café huevos, granos básicos, artículos perecederos, etc.

Novedades: Es el área donde se exhiben y venden los artículos para uso personal, tales como ropa, zapatos, cosméticos, utensilios de cocina, juguetes, etc.

Bodega: Se encarga de la recepción, custodia y marcaje de la mercadería que se vende en la tienda, y de surtir a la tienda para que siempre tenga lo que el cliente busca.

Además es el área donde se reciben los documentos legales (facturas, envíos, etc.), que amparan las compras, basándose para ello en los requisitos legales e internos en la recepción de estos documentos.

Existe un área administrativa, o sea que no tiene que ver directamente con la venta de productos al público, que está integrado por:

Caja General: Es el lugar donde se lleva control del movimiento del efectivo, cheques, créditos, etc., se elaboran los depósitos bancarios y se provee a los cajeros de los fondos necesarios para el buen desarrollo de sus funciones.

Departamento de Pagos: Es donde se efectúan los pagos a los proveedores, tanto de mercaderías como de servicios, cada una de las áreas están a cargo de un Gerente, quien es el responsable por todo el desempeño de la actividad de la empresa, cumpliendo con las Normas, Procedimiento y Políticas dictadas por la Administración Central, en cada una de las áreas de venta y administrativa.

1.2.2 Organización Jurídica

De acuerdo con el Código de Comercio de Guatemala Decreto 2-70, las empresas pueden formalizarse como individuales o bien adoptar una de las siguientes formas de sociedad mercantil; sociedad colectiva, sociedad en comandita simple, sociedad de responsabilidad limitada, sociedad en comandita por acciones o sociedad anónima.

Independientemente de la forma bajo la cual se constituyan, las empresas necesitan tener acceso frecuente al sistema financiero, con la finalidad de obtener el financiamiento necesario para la realización de sus actividades empresariales.

Las fuentes de financiamiento pueden ser:

Fuentes de financiamiento propias o internas: La financiación interna o autofinanciamiento, está integrada por aquellos recursos financieros que la empresa genera por sí misma sin acudir al financiamiento externo.

Fuentes de financiamiento externo: La financiación externa, está formada por aquellos recursos financieros que la empresa obtiene del exterior, por no poder satisfacerlos por sí misma, ya que le resulta insuficiente su capacidad de generar los flujos necesarios para las operaciones empresariales.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo contiene el marco teórico, que expone y analiza las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para sustentar la investigación sobre el tema de la valoración de opciones reales.

2.1 Riesgo

El riesgo es definido como la incertidumbre asociada con el valor de fin de período de una inversión⁵. Existen múltiples clases de riesgos que condicionan la toma de decisiones en el ámbito empresarial, cada uno de ellos supone un factor a analizar y tomar en consideración para la fase ulterior de decisión.

Los factores que se describen deben valorarse tanto individualmente, como en su conjunto, dado que, en ocasiones, algunos de los factores individualmente podrán ser inocuos, pero de forma global afectan negativamente a la operación. Los distintos factores de riesgos y la naturaleza de los mismos se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 1
Factores de Riesgo y su Naturaleza

Factores de Riesgo	Riesgo Sistemático	Riesgo Específico
Inflación	Riesgo de Inflación	
Tipo de Interés	Riesgo de Interés	
Tipo de Cambio	Riesgo de Cambio	
Interés Futuro	Riesgo de Reinversión	
País	Riesgo País	
Mercado		Riesgo Económico
Endeudamiento		Riesgo Financiero
Crédito		Riesgo de Crédito
Liquidez		Riesgo de Liquidez

Fuente: (Díez, L. y López, J. 2001).

⁵ Gordon, J. 2003. Fundamentos de Inversiones. 3ª edición. Pag. 710

2.1.1 Riesgo Sistemático

Se deriva de factores externos, por ejemplo aumento en los tipos de interés, que no es posible anularlo, causado por factores que influyen en el mercado de valores en su totalidad, como un cambio en la perspectiva general del negocio, por lo tanto, implica la necesidad de dotarlo de una prima de riesgo que compensaría el riesgo que asume el inversor.

- **Riesgo de Inflación.** El riesgo de inflación es la variabilidad que se produce en el poder adquisitivo de los flujos monetarios como consecuencia de la variación de precios. El deterioro en el poder adquisitivo del dinero hace que no se puedan alcanzar los objetivos esperados.
- **Riesgo de Interés.** Es la variación que se produce en la rentabilidad de las decisiones financieras como consecuencia de la variación del tipo de interés del mercado. Es, como se puede comprender, un riesgo sistemático (es decir, derivado de factores externos) que hace variar la cuantía de los flujos financieros o su valor (en términos actuales). Es decir, puede afectar de dos formas:
 - Modificando el valor de mercado de los activos financieros (por ejemplo, un bono del Estado) cuyos flujos son independientes de los tipos (renta fija a tipos fijos). Por tanto, “a mayores tipos de interés menor precio del activo”.
 - Modificando la cuantía nominal de los flujos, cuando éstos deriven del tipo de interés del mercado.
- **Riesgo de Cambio.** Es la variabilidad de los resultados como consecuencia de la variación del tipo de cambio entre diferentes monedas. Es un riesgo sistemático que afecta a todas las decisiones financieras que generan flujos financieros en diferentes monedas. Evidentemente, el riesgo es menor cuanto menor sea la

cuantía de los flujos internacionales implicados en la operación y, por tanto, susceptibles de variación por traslado a otra moneda.

- **Riesgo de reinversión.** Se puede definir como la variabilidad que se produce en el rendimiento como consecuencia de la reinversión de los flujos que va generando la decisión financiera. Este riesgo se presenta tanto al final de la operación en el momento que se ha recuperado lo invertido y se ha de recolocar en una nueva operación, como en el transcurso de una operación en la que se van recibiendo flujos periódicos.
- **Riesgo - País.** Viene determinado por la variabilidad que se produce en el rendimiento como consecuencia de situaciones o decisiones generalmente de tipo político, que afectan a las actividades en un país extranjero. Es un riesgo sistemático, en el sentido de que obedece a factores no controlables por la empresa, pero tiene también algo de riesgo específico, en el sentido de que puede diversificarse si la empresa reparte sus actividades entre varios países.

2.1.2 Riesgo Específico

También es conocido como Riesgo No Sistemático, este se deriva de factores internos, que originan la variabilidad de los rendimientos de un valor específico causada por factores exclusivos de tal valor. El riesgo específico puede eliminarse o reducirse en gran medida, mediante una eficiente diversificación.

- **Riesgo Económico.** Se refiere a la variabilidad en los resultados como consecuencia de circunstancias que afectan de manera particular a la empresa. Es un riesgo específico, y, por tanto, puede ser objeto de diversificación. Fallos en el proceso productivo, variaciones en la demanda, cambios en el precio de venta o en el costo de los factores, algunas de las circunstancias que pueden hacer que los resultados de la actividad de una empresa no sean los esperados.

- **Riesgo Financiero.** Se refiere a la variabilidad del rendimiento derivada de la proporción de recursos ajenos utilizados. Aparece en las inversiones productivas en función del reparto del beneficio entre los recursos ajenos y los recursos propios empleados en su financiación. También está en las inversiones financieras en función de la proporción de recursos propios existentes para respaldar las obligaciones financieras.
- **Rating o Calificación del Riesgo de Crédito.** El rating o calificación se puede definir como un indicador de referencia expresivo de la mayor o menor capacidad o probabilidad de pago en el tiempo estipulado, tanto de los intereses como de la devolución del principal que toda deuda comporta, en definitiva, del menor o mayor riesgo crediticio que soporta el inversor que ha prestado sus fondos a la entidad que los ha recibido.
- **Riesgo de Liquidez.** Es la variabilidad del resultado debida a la dificultad de la conversión de un activo en dinero líquido en un momento dado. Cualquier cosa se puede vender a algún precio, por lo que el riesgo de liquidez se refiere no sólo a la dificultad de venderlo, sino, sobre todo a la dificultad de obtener la cantidad considerada como normal. El riesgo de liquidez, por tanto, hace referencia al corto plazo, es decir, a un determinado momento que puede o no estar previsto de antemano.

2.2 Planificación Estratégica

Se puede considerar como un proceso y un instrumento de la planificación, en cuanto a proceso, se trata del conjunto de acciones y tareas que involucran a los miembros de la organización en la búsqueda de claridades respecto al que hacer y estrategias adecuadas para su perfeccionamiento. En cuanto instrumento, constituye un marco conceptual que orienta la toma de decisiones encaminadas a implementar los cambios que sean necesarios.

La planificación estratégica es un planteamiento no normativo, basado en la participación de los agentes económicos y sociales, que tienen como denominador común dar una respuesta adecuada a los nuevos elementos socioeconómicos y de los que se prevén que generen cambios sustanciales en el futuro inmediato de las empresas.

2.3 Valor de la Empresa

La valoración de una empresa es el proceso por medio del cual se busca la cuantificación de los elementos que constituyen el patrimonio de una empresa, su actividad, su potencialidad o cualquier otra característica de la misma susceptible de ser valorada.

Al valorar una empresa se pretende determinar un intervalo de valores razonables dentro del cual estará incluido el valor definitivo. Se trata de determinar el valor intrínseco de un negocio y no su valor de mercado, ni por supuesto su precio. El valor no es un hecho sino que, debido a su subjetividad, podríamos considerarlo como una opinión⁶.

2.4 Costo de Capital Medio Ponderado

Es la tasa de descuento que se utiliza para calcular el valor presente neto (NPV) de un proyecto con riesgo promedio. Asimismo, el costo ponderado de capital es la tasa de rendimiento que se emplea junto con el método de tasa de rendimiento interna (IRR) para la valuación de proyectos (con riesgo promedio).

Así, la cifra apropiada de costo de capital después de impuestos que se usará para los presupuestos de capital no sólo se basa en el capital adicional (marginal) que se obtendrá, sino que también se pondera, mediante las proporciones de los componentes

⁶ Sanjurjo, M. y Reinoso, M. 2003. Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 76

del capital, en la estructura de capital deseada en el largo plazo para la empresa. La tasa resultante es una media ponderada entre el costo de capital propio y el costo de capital ajeno, calculándose mediante la siguiente fórmula:

$$CCMP = C_d \times \%d + C_e \times \%e$$

Donde:

CCMP = Costo de Capital Medio Ponderado.

C_d = Costo de la deuda neta de impuestos.

$\%d$ = Proporción del capital ajeno o deuda con respecto a la cifra total de capital propio y ajeno.

C_e = Costo de capital propio.

$\%e$ = Proporción del capital propio con respecto a la cifra total de capital propio y ajeno.

2.4.1 Costo de la Deuda (C_d)

El cálculo del costo de la deuda viene a determinar básicamente el costo de oportunidad de financiación de la empresa, con costos financieros explícitos, estableciéndose por medio del tipo de interés de la deuda después de impuestos, es decir, teniendo en cuenta el ahorro fiscal de la empresa, sobre los beneficios generados en los gastos financieros deducibles en la cuenta de pérdidas y ganancias, esto aplica cuando la empresa calcula el impuesto sobre la renta conforme el régimen optativo que indica el artículo 72 del decreto Número 26-92, Ley del Impuesto Sobre la Renta.

El costo de los recursos ajenos debe ser el costo efectivo que tienen la deuda para la empresa, que es el tipo de interés real aplicado a la misma. La representación matemática es la siguiente:

$$C_d = I_r \times (1-T)$$

Dónde:

C_d = Costo de la deuda.

I_r = Tipo de interés real aplicado a la deuda.

T = Tasa impositiva a la que está sujeta la sociedad en sus beneficios, siendo del 31% conforme el artículo 72 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

T = Será 0, cuando la empresa determine el ISR conforme el artículo 44, de la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

Al aplicar la tasa del ISR a los gastos financieros genera un ahorro fiscal que debe ser reflejado en el costo de la deuda.

Cuando la empresa determina el ISR conforme el artículo 44, el cual indica una tasa del 5% sobre la renta imponible referida en el artículo 37 "B", entonces "T" será igual a "0", debido que, los gastos financieros no están contemplados como gastos deducibles, y en consecuencia no existirá ahorro fiscal al momento de calcular el impuesto sobre la renta.

2.4.2 Costo del Capital Propio (C_e)

Al respecto el Doctor en Finanzas Pablo Fernández dice, "es obvio que los inversores no tienen las mismas expectativas, por lo tanto se puede conocer la prima de riesgo del mercado de un inversor, preguntándosela, aunque muchas veces la prima de riesgo del mercado no es un parámetro explícito para muchos inversores, sino implícito, que se manifiesta en el precio que está dispuesto a pagar por las acciones"⁷.

Derivado del planteamiento anterior, se concluye que la prima de mercado puede servir como un parámetro, para establecer la prima de riesgo de mercado de un inversor en particular, agregando la diferencia de rentabilidad que el inversor exige a las acciones, sobre la prima de mercado global:

⁷ Fernández, P. 2000. Valoración de Empresas. 1ª edición. Pag. 314

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tasa libre de riesgo de Guatemala (Rf)} & & \text{(-----)} \\
 (+) \text{ Diferencia de rentabilidad exigida por} & & \\
 \quad \text{el inversor, sobre prima de mercado} & & \text{(-----)} \\
 = \text{ Rentabilidad esperada del mercado} & & \text{-----}
 \end{array}$$

2.5 Valoración de Opciones Reales

Las Opciones Reales son derechos que las empresas poseen sobre determinados activos o proyectos, que les permiten adaptarse al entorno con mayor flexibilidad y soportando menores riesgos, no son aplicables a todos los proyectos, sino que sólo aportan valor en aquellos en los que existen posibilidades de obtener nueva información a lo largo de la vida del mismo y es posible reaccionar con las decisiones a esta nueva información, y reúna las siguientes características:

- El proyecto se divide en una serie de etapas independientes y sucesivas, en las que se puede decidir antes de comenzar cada fase la conveniencia de continuar o discontinuar la inversión.
- Existe la posibilidad de abandonar el proyecto en cualquier momento antes de su lanzamiento final.
- Los riesgos privados sólo se pueden desvelar a través de la inversión en el proyecto.
- El riesgo de mercado hace variar el valor del proyecto a lo largo de su vida.

No obstante, la valoración a través de opciones reales supone una complejidad analítica mayor que la de los métodos clásicos.

Los modelos basados en la metodología de Opciones Reales, permiten valorar empresas o proyectos que tienen flexibilidad gerencial, es decir, el inversor a lo largo de

la vida del mismo y a través de sus decisiones, puede variar el resultado obtenido de la inversión, según reciba nueva información⁸.

La principal característica de las Opciones Reales es que adquieren un mayor potencial de valor en aquellos entornos empresariales con un elevado grado de incertidumbre y donde el directivo tiene cierta capacidad de respuesta para adaptar sus decisiones en función del desenlace de los acontecimientos que rodean a una oportunidad estratégica. El no tener en cuenta las opciones que contiene un proyecto puede llevarnos a infravalorarlo o a desechar alguno que deberíamos acometer.

Hay cuatro formas en las que la aplicación del análisis de las Opciones Reales a cada posibilidad de inversión, mejora las estrategias de una empresa:

- a. **Resaltando las oportunidades.** Este tipo de análisis llama la atención sobre el oportunismo estratégico. Fuerza a los directivos a comparar cada oportunidad incremental que surja de los proyectos actuales con todo el rango de oportunidades disponible. De tal manera que el sesgo subjetivo hacia la inversión incremental en proyectos ya existentes (con poco riesgo por ser ya conocidos) viene corregida por el sesgo hacia el riesgo impuesto por el análisis de las opciones reales.
- b. **Aumentando el apalancamiento.** La estrategia de las opciones reales impulsa un apalancamiento estratégico al animar a los directivos a explotar situaciones donde la inversión incremental puede mantener su compañía en juego. Así, inversiones multi-etapa en exploración petrolífera, perforación y procesos de producción están fuertemente apalancadas en cuanto que la inversión exploratoria representa solo una pequeña fracción del total. Esto es distinto de las inversiones simultáneas en múltiples oportunidades, que reducen tanto la posibilidad de ganancia como de pérdida. Por tanto, el apalancamiento distingue a las estrategias en opciones reales de las tradicionales estrategias de diversificación tendentes a reducir el riesgo.

⁸ Fernández, P. 1999. Valoración de Empresas. 1ª edición. Pag. 507

- c. **Maximizando los derechos.** Los inversores en opciones adquieren el derecho sobre una oportunidad. Teniendo en cuenta que el precio de ejercicio se suele mantener invariable, en muchos casos, los directivos harán lo posible por diferir el ejercicio de la opción aumentando con ello su valor.

- d. **Minimizando las obligaciones.** Las opciones reales suelen incorporar la característica de no obligar en absoluto a su propietario cuando la opción expira “fuera de dinero”, lo que minimiza las obligaciones de los directivos en situaciones caracterizadas por el riesgo y la irreversibilidad.

2.6 Razones Internas para realizar la Valoración de Opciones Reales

Se trata de razones internas, que no están destinadas a la obtención de un determinado valor para la posterior venta de la empresa o proyecto. Esta valoración esta dirigida a los gestores de la empresa, que tiene como objetivo incrementar el conocimiento, por parte de las personas interesadas, de la marcha de la empresa, sin que ello suponga ninguna implicación para personas ajenas a la misma. Los objetivos de estas valoraciones son los siguientes:

- a. Conocer la situación y/o evolución del patrimonio.
- b. Verificar la gestión llevada a cabo por los directivos.
- c. Estudiar la posibilidad de emitir deuda.
- d. Ampliación o restructuración interna de capital.

2.7 Razones Externas para realizar la Valoración de Opciones Reales

Se realiza la valoración por la oportunidad o necesidad de comprobar y demostrar el valor de la empresa ante terceras personas ajenas a la misma. Suele llevarse a cabo por las siguientes razones:

- a. Transmisión total o parcial de la propiedad.
- b. Venta de la empresa a un grupo inversor.
- c. Fusiones y adquisiciones.
- d. Solicitud de préstamos.

2.8 Equivalencias entre Opciones Reales y Financieras

Los factores que determinan el valor de una opción real son distintos a los que afectan a una opción financiera. Estas diferencias en los parámetros se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 2

Factores que Determinan el Valor de las Opciones Reales y Opciones Financieras

OPCIÓN REAL	OPCIÓN FINANCIERA
Valor esperado de los flujos Costo de la inversión Tasa de descuento con riesgo Volatilidad de los flujos esperados Tiempo hasta el ejercicio Mantenimiento de la opción	Precio de la acción Precio del ejercicio Interés sin riesgo Volatilidad Tiempo hasta el ejercicio Dividendos
<i>Su valor depende de la revalorización esperada de los flujos</i>	<i>Su valor no depende de la revalorización esperada de la acción</i>
<i>El ejercicio de la opción no sucede en un instante</i>	<i>El ejercicio de la opción es instantáneo</i>

Fuente: Fernández, P. 1999 Valoración de Empresas.

2.9 Métodos de Valoración de Opciones Reales

Los métodos de valoración de opciones, tanto reales como financieras, comúnmente utilizados son los siguientes⁹:

- a. Método por la Fórmula de Black y Scholes
- b. Método de Monte Carlo
- c. Método Binomial

2.9.1 Método por la Fórmula de Black y Scholes

Este método genera una solución analítica al problema de valoración de opciones. Para dar solución a opciones reales o financieras, utiliza una ecuación diferencial parcial conocida como fórmula de Black Scholes la cual se describe a continuación:

$$C = SN(x) - Kr^{-t} N(x - \sigma\sqrt{t})$$

Donde x es:

$$x = \frac{\ln\left(\frac{S}{Kr^{-t}}\right) + \frac{\sigma^2 t}{2}}{\sigma\sqrt{t}}$$

Donde los parámetros que aparecen en la fórmula equivalen a:

C = Precio de la opción de compra hoy (T = 0).

t = Período de vigencia de la opción de compra.

r = 1 + (tasa de interés sin riesgo entre hoy y t).

⁹ Sanjurjo, M. y Reynoso, M. 2003. Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 131

σ = Volatilidad anual de la acción.

K = Precio de ejercicio de la opción de compra.

S = Precio de la acción en $t = 0$.

$N(x)$ = Valor de la función de probabilidad acumulada de una distribución normal estándar.

Para la utilización de la fórmula es necesario aceptar una serie de hipótesis, sin las cuales el método pierde validez:

- a. No hay costos de transacción, comisiones, ni impuestos diferenciales. Esto no significa que no existan los impuestos, sino que afectan por igual al rendimiento de las acciones y de la deuda.
- b. Se puede invertir dinero prestado en renta fija al mismo tipo de interés y sin restricciones.
- c. La tasa de interés sin riesgo r es conocida y constante entre $t = 0$ y $t = t$.
- d. La venta a crédito de acciones no tiene ninguna restricción.
- e. Se pueden comprar y vender acciones constantemente.
- f. El rendimiento diario de una acción sigue una distribución normal.
- g. La acción a la que está referida la Call no paga dividendos entre $t = 0$ y $t = t$.

Con estas hipótesis, se demostró que se puede construir una cartera de valores con acciones y bonos de manera que el rendimiento de ésta sea igual en un período de tiempo muy corto.

Las hipótesis pueden parecer poco razonables para un inversor pequeño, pero para grandes inversores, que cumplen las cinco primeras hipótesis, son bastante aceptables.

Si la empresa repartiera dividendos, la fórmula de Black Scholes se podría adaptar fácilmente.

2.9.2 Método de Monte Carlo

El método de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) por medio de la simulación de Monte Carlo, la cual es realizada por medio de ordenadores, los cuales tienen una alta capacidad para generar números aleatorios y automatizar cálculos.

Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los años 40 en el laboratorio de Los Álamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones.

La simulación de Monte Carlo es una técnica cuantitativa que hace uso de la estadística y los ordenadores para imitar, mediante modelos matemáticos, el comportamiento aleatorio de sistemas reales no dinámicos (por lo general, cuando se trata de sistemas cuyo estado va cambiando con el paso del tiempo, se recurre bien a la simulación de eventos discretos o bien a la simulación de sistemas continuos).

La clave de la simulación de Monte Carlo consiste en crear un modelo matemático del sistema, proceso o actividad que se quiere analizar, identificando aquellas variables (inputs del modelo), cuyo comportamiento aleatorio determina el comportamiento global del sistema. Una vez identificados dichos inputs o variables aleatorias, se lleva a cabo un experimento consistente en (1) generar, con ayuda

del ordenador, muestras aleatorias (valores concretos), para dichos inputs, y (2) analizar el comportamiento del sistema ante los valores generados. Tras repetir n veces este experimento, dispondremos de n observaciones sobre el comportamiento del sistema, lo cual nos será de utilidad para entender el funcionamiento del mismo, obviamente, nuestro análisis será tanto más preciso cuanto mayor sea el número n de experimentos que llevemos a cabo.

La aplicación de esta metodología a las opciones reales, fue introducida por Boyle en 1977. El método de Montecarlo se utiliza para simular un conjunto muy grande de procesos estocásticos. La valoración de las opciones se realiza en un mundo de riesgo neutral, esto es, descontando el valor de la opción a la tasa libre de riesgo. La hipótesis de partida es que el logaritmo natural del activo subyacente sigue un movimiento geométrico browniano.

En este caso, se debe construir un modelo aleatorio de generación de los flujos de caja para la empresa y/o proyecto de inversión. Posteriormente a este modelo se le puede incorporar la opcionalidad para evaluar correctamente el proyecto y/o empresa en todas sus dimensiones.

La existencia de programas informáticos especializados en realizar estos cálculos para el modelado de predicción, previsión, simulación de Monte Carlo y optimización, como @RISK o CRYSTAL BALL facilitan extraordinariamente este tipo de análisis¹⁰.

2.9.3. Método Binomial

Este método fue desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein en 1979, constituye un enfoque sencillo, intuitivo y sumamente útil para comprender el funcionamiento de las opciones financieras y opciones reales.

¹⁰ Sapag, N. 2007. Proyectos de Inversión, formulación y evaluación. 1ª edición Pag. 296

El Método Binomial evalúa las posibilidades de variación que puede sufrir una acción o inversión en el próximo momento del tiempo. Aunque esta aproximación a la posible evolución futura parezca muy simple, la posterior extensión del modelo a más períodos de tiempo nos muestra con bastante exactitud las posibles variaciones¹¹.

En cuanto a las opciones financieras este método es aplicable tanto para las opciones americanas como para las europeas. Las posibilidades futuras que contempla respecto a las variaciones del precio de las acciones son dos:

- Que suba a una determinada cantidad.
- Que baje a un valor específico.

Ambas opciones son valoradas en el siguiente momento del tiempo y, posteriormente, se podrá contemplar su variación esperada en momentos del tiempo posteriores.

Cuando este método es aplicado a las opciones reales, lo que evalúa es la posibilidad de las empresas de retrasar sus decisiones operativas de inversión hasta la obtención de nueva información.

El método binomial es más ilustrativo que la ecuación Black Scholes para la valoración de opciones reales, ya que se adapta mejor a cualquier marco de aplicación, aporta un grafismo idóneo para valoración y aplica fórmulas relativamente sencillas y otros motivos que se describen a continuación:

- a. Sintoniza perfectamente con la elaboración de un árbol de decisiones y opciones. En consecuencia, ayuda a ilustrar gráficamente el proceso de toma de decisiones y a comprender el propio proceso de valoración.

¹¹ Sanjurjo, M. y Reinoso, M. 2003 Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 132

- b. El árbol binomial de valores permite incorporar varias opciones reales en un mismo punto de decisión o incertidumbre, de manera que podemos calcular cuál de ellas aporta mayor valor y, por tanto, tomar la óptima de entre todas. En cambio, la ecuación de Black Scholes está pensada para calcular el valor de una opción de forma individual y requiere un proceso más complicado para combinarlas con el resto de opciones reales alternativas.
- c. Dependiendo del marco de aplicación que elaboramos, se hace muy difícil la aplicación de la ecuación de Black Scholes si, en lugar de utilizar el parámetro volatilidad, elaboramos escenarios y estimamos probabilidades y/o la vida de la opción real abarca diversos períodos y debe reevaluarse en cada uno de ellos.

2.10 Tipos de Opciones Reales

La mayor parte de literatura sobre Opciones Reales, indica que pueden encontrarse en la realidad de las empresas la siguiente clasificación de opciones¹²:

- Diferimiento o Espera
- Abandono o Salida
- Expansión o Crecimiento
- Reducción
- Aprendizaje
- Flexibilidad (Switching)
- Arco Iris (Rainbow)
- Compuestas

¹² Sanjurjo, M. y Reinoso, M. 2003. Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 606

2.10.1 Diferimiento o Espera

Un proyecto de inversión considerable, como por ejemplo, la construcción de una planta productiva, puede ejecutarse cuando el precio de mercado del producto que se pretende fabricar en ella evolucione favorablemente y justifique esta inversión. Es una típica (call), que aparece en proyectos con un componente de inversión muy significativo.

2.10.2 Abandono o Salida

El desenlace de un proyecto puede transcurrir por el peor de los escenarios previstos inicialmente. Se cuenta con la opción real (put) de abandonarlo en cualquier momento para evitar pérdidas mayores o incluso recuperar parte de la inversión a un cierto valor de liquidación. También existe la opción de cesar temporalmente, las actividades hasta que el entorno sea más favorable. Esta flexibilidad depende mucho del costo y viabilidad del re-arranque.

2.10.3 Expansión o Crecimiento

El proyecto puede discurrir por el mejor de los escenarios y permitir el replanteamiento de la ampliación de la capacidad, el incremento de la escala de operaciones, la expansión a otros mercados y/o servicios, etc. Es una opción real (call) de mejorar el proyecto ejerciendo la opción de crecimiento si el entorno competitivo lo permite.

2.10.4 Reducción

Podemos situarnos en un escenario con resultados inferiores a los esperados, que no justifiquen la continuación de las operaciones con la capacidad actual. No obstante, puede resultar interesante reducir la escala de nuestro proyecto a

niveles más racionales sin que por ello tengamos que abandonar la oportunidad de negocio (put).

2.10.5 Aprendizaje

Esta opción (call) consiste en invertir para conseguir mayor información con el objetivo de eliminar las principales incertidumbres de un proyecto. Un ejemplo lo encontramos en los tests de mercado para el lanzamiento de un nuevo producto o en las pruebas sísmicas y geológicas que realizan las compañías petrolíferas para conocer con mayor exactitud la magnitud de un yacimiento.

2.10.6 Flexibilidad (switching)

Ocasionalmente, tenemos la opción de cambiar de un estado el proyecto a otro más favorable (call). Por ejemplo, el lanzamiento de un producto nuevo puede ser que alcance una cuota de mercado inferior a la esperada. Existe la opción de invertir en campaña comercial para tratar de “robar” cuota de mercado a otros competidores. Esto puede llevar a un escenario de proyecto más favorable sobre el que continuar.

2.10.7 Arco Iris (rainbow)

Se denomina opciones arco iris a aquellas que se originan como consecuencia de más de un foco de incertidumbre. Por ejemplo, el desarrollo de un fármaco depende, entre otros factores, de la incertidumbre tecnológica (éxito de su desarrollo) y del precio de mercado que pueda tener el fármaco durante su comercialización, que dependerá de los productos lanzados por la competencia para tratar afecciones similares.

2.10.8 Compuestas

Los proyectos que se dividen en diversas fases incorporan opciones que, una vez ejercidas, activan otras opciones posteriores. Por ejemplo, el lanzamiento de un producto incorpora la acción de continuar o abandonar tras los primeros tests del producto y, una vez superados, se activa la opción de lanzarlo masivamente al mercado o bien comercializarlo de forma controlada. La decisión entre estas dos opciones solamente puede plantearse si en la primera fase hemos decidido continuar con el proyecto.

2.11 Valor Actual Neto Básico (VAN Básico)

Es el método más conocido, y generalmente más aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer período de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero¹³.

La fórmula para determinar el VAN es la siguiente:

$$VAN = \frac{C1}{(1+i)^1} + \frac{C2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Cn}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN = Valor actual neto.

i = Tasa de actualización fijada por el proyecto.

n = Número de períodos de duración del proyecto.

C1...Cn = Flujos netos generados (positivos o negativos).

¹³ Sapag, N. 2007 Proyectos de inversión formulación y evaluación 1ª edición. Pag. 253

Si el resultado es mayor que cero, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa i que se exigía de retorno al proyecto; si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa i que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

2.12 Medidas Estadísticas de Tendencia Central y de Dispersión

Cuando se analiza una cantidad grande de números, se necesita determinar que tan propensos están a reunirse alrededor de un punto central denominado medida de la tendencia central o, más comúnmente, media. Una medida de tendencia central ubica e identifica el punto alrededor del cual se centran los datos¹⁴.

Las medidas de dispersión indican el punto hasta el cual las observaciones individuales se esparcen alrededor de su punto central. Miden la dispersión o la variabilidad de los datos y reflejan la tendencia de las observaciones individuales a desviarse de dicho punto central¹⁵.

Dentro de las medidas de tendencia central y de dispersión se encuentran: la media, la mediana, coeficiente de variación y la desviación estándar.

2.12.1 La Media Aritmética

La media, o media aritmética, es la medida de tendencia central que usualmente se le llama promedio¹⁶. Para calcular la media aritmética o promedio de un conjunto de observaciones se suman los valores y se divide por el número total de observaciones.

¹⁴ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag. 40

¹⁵ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag. 41

¹⁶ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag. 41

2.12.2 La Mediana

La mediana algunas veces es llamada media posicional, porque queda exactamente en la mitad del conjunto de datos después de que las observaciones se han colocado en serie ordenada¹⁷. La mitad de las observaciones estará por encima de la mediana, la otra mitad estará por debajo de ella.

Para calcular la mediana de una muestra de n observaciones se realiza el siguiente procedimiento:

- Se ordenan los datos de menor a mayor.
- La mediana es el dato que ocupa la posición $(n+1)/2$ en la lista ordenada.
 - Si el número de datos es *impar*, la mediana es el dato que ocupa la posición central.
 - Si el número de datos es *par*, la mediana es el promedio de los datos centrales.

2.12.3 Desviación Estándar

La desviación estándar mide cuán lejos se encuentran los datos de la media muestral. Un modo de medir la variabilidad de los datos de una muestra sería tomar algún valor central, por ejemplo la media, y calcular el promedio de las distancias a ella. Mientras mayor sea este promedio, más dispersión deberían presentar los datos¹⁸.

El problema es que ésta idea no resulta útil, en vista de que las observaciones que se encuentran a la derecha de la media tendrán distancias (o desviaciones)

¹⁷ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag. 42

¹⁸ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag 49

positivas, en tanto que las observaciones menores que la media tendrán distancias negativas y la suma de las distancias a la media será inevitablemente igual a cero. Un modo de evitar este inconveniente es elevar las distancias al cuadrado y de este modo tener todos sumandos positivos.

El concepto de desviación estándar es muy importante en los negocios y en la economía, por ejemplo, en finanzas la desviación estándar se utiliza como medida de riesgo relacionada con varias oportunidades de inversión.

2.12.4 Coeficiente de Variación

Como se ha enfatizado, un uso importante de la desviación estándar es servir como medida de dispersión; sin embargo, se aplican ciertas limitaciones. Cuando se consideran dos o más distribuciones que tienen medias significativamente diferentes, o que están medidas en unidades distintas, es peligroso sacar conclusiones respecto a la dispersión sólo con base en la desviación estándar¹⁹.

Por tanto, con frecuencia debemos considerar el Coeficiente de Variación (CV), el cual sirve como medida relativa de dispersión. El coeficiente de variación determina el grado de dispersión de un conjunto de datos relativo a su media. Se calcula dividiendo la desviación estándar de una distribución por su media y multiplicando por 100.

¹⁹ Webster, A. Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía. 3ª edición. Pag. 63

3. METODOLOGÍA

La metodología contiene la explicación en detalle del proceso de investigación realizado para resolver el problema de investigación que consiste en la evaluación de proyectos de inversión en los que se pueda incorporar los riesgos a los cuales se encuentran expuestas las empresas comerciales de supermercados.

3.1 Planteamiento del Problema

La mayoría de las decisiones de inversión encierran, en mayor o menor medida, tres peculiaridades: la irreversibilidad de la inversión, la incertidumbre sobre el futuro y la incertidumbre sobre el momento adecuado para llevar a cabo la inversión. Estos tres aspectos influyen sobre el valor agregado de la inversión.

La principal crítica que se les atribuye a los criterios clásicos de evaluación financiera, es que no consideran la modificación en las decisiones de gestión, conforme va cesando la incertidumbre bajo la que se tomó la decisión inicial de inversión, y por tanto, existe el riesgo de que no se asigne adecuadamente el valor de los cambios en la gestión.

Las empresas comerciales del sector de supermercados realizan planes de expansión en el interior del país a través de la apertura de sucursales; sin embargo, existe incertidumbre acerca de los flujos de fondos que generará cada una de las sucursales, y el valor agregado, derivado principalmente de la incertidumbre de la situación económica nacional e internacional.

Es también importante establecer el valor agregado que generan los proyectos de inversión en cada una de las fases de expansión, y para continuar la implementación estratégica de las siguientes fases, establecidas en la planificación inicial del proyecto.

3.2 Justificación para Resolver el Problema

Los proyectos que desarrollan las empresas en cumplimiento a su planificación estratégica, tienen algún tipo de flexibilidad futura, la cual es difícil valorar con las técnicas tradicionales de evaluación financiera que incluyen actualización de flujos que generan los mismos, y cálculo del Valor Actual Neto (VAN) ó Tasa Interna de Retorno (TIR), al considerar que los flujos de fondos sucederán desde el principio hasta el final, sin que su evolución pueda ser cambiada a voluntad de los directivos, inclusive si se definen escenarios múltiples o se utilizan árboles de decisión con diferentes probabilidades, se asume que una vez definidos no podrán ser alterados.

Las empresas al momento de analizar proyectos de inversión para la apertura de sucursales en distintas áreas geográficas, consideran el impacto en la rentabilidad que generará el proyecto completo, aun cuando el mismo conste de varias fases de implementación.

Al momento de que una de las partes que consta el proyecto no aporte el valor agregado determinado en la planificación estratégica, se continúa con las siguientes fases, esperando que al finalizar el proyecto, éste alcance la rentabilidad proyectada; sin embargo, es común que al evaluar el valor agregado aportado por el proyecto se establezca que es inferior al que se proyectó.

También puede suceder que al observar resultados inferiores a los esperados, se tome la decisión de cerrar sucursales, dejando en operación las que resultan más rentables.

La apertura de las sucursales hace incurrir a las empresas en la erogación de recursos financieros, los cuales constituyen gastos para determinar la

rentabilidad del proyecto, por lo que gastos mayores a los proyectados, provocan que no se alcancen los resultados previsto en la planificación inicial.

Con la finalidad de evaluar estratégicamente la continuidad de un proyecto de inversión que maximice el valor agregado, en la presente investigación se aplicará la metodología de valoración para opciones reales en empresas del sector comercial de supermercados, para evaluar la conveniencia de aperturar sucursales en el interior del país; sin embargo, para el efecto, también es necesario considerar la situación económica prevaleciente en el país al momento de la apertura de las sucursales, o bien, considerar la posibilidad de posponer dicha apertura.

3.3 Objetivos

Los objetivos de investigación planteados, son los siguientes:

3.3.1 Objetivo General

Determinar la rentabilidad de proyectos de inversión en el sector comercial de supermercados del área sur de Guatemala, para la apertura de sucursales, a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales.

3.3.2 Objetivos Específicos

- a. Establecer el costo del capital medio ponderado que se aplicará como tasa de descuento a los flujos de caja que generará el proyecto de inversión.
- b. Determinar el precio del activo subyacente, el cual está definido por el valor actual de los flujos de caja libres que generará el proyecto de inversión.

- c. Cuantificar el grado de volatilidad que afectará a los flujos de fondos que generará el proyecto de inversión, a través de la Simulación de Monte Carlo.
- d. Calcular el valor de los factores de incremento o decremento del precio de la valoración de la opción real.
- e. Calcular la probabilidad de riesgo neutral que afectarán el valor del activo subyacente.
- f. Calcular y analizar el resultado de la valoración de la opción real del proyecto de inversión en el sector comercial de supermercados del área sur de Guatemala, para la apertura de sucursales, a través del Método Binomial.

3.4 Hipótesis

La evaluación de proyectos de inversión en el sector de empresas comerciales de supermercados en el área sur de Guatemala, a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales, para evaluar la apertura de sucursales, permite determinar la rentabilidad real de los proyectos, el precio del activo subyacente, el precio del ejercicio, el riesgo o volatilidad de los flujos de fondos, el valor de los factores de incremento o decremento del precio de la valoración de la opción real, la probabilidad de riesgo neutral que afectará al activo subyacente y el resultado de la valoración de la opción real del proyecto; en contraste con las técnicas tradicionales de evaluación financiera, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que tienen a infravalorar los proyectos.

3.5 Variables de la Hipótesis

La especificación de variables de la hipótesis, se plantea de la siguiente manera:

3.5.1 Variable Independiente

Evaluación de proyectos de inversión a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales.

3.5.2 Variables Dependientes

- Determinación de la rentabilidad real de los proyectos;
- Determinación del precio del activo subyacente y el precio del ejercicio;
- Determinación del tiempo hasta el vencimiento;
- Análisis del riesgo o volatilidad de los flujos de fondos; y,
- Determinación del tipo de interés sin riesgo.

3.6 Métodos y Técnicas

Para la realización de la investigación, se usaron los siguientes métodos y técnicas:

3.6.1 Método Científico

Para proporcionar una estructura lógica del estudio y con ello obtener un mayor grado de conocimiento sobre el tema, se aplicó un procedimiento racional y sistemático. Por lo tanto, el método científico se utilizó en sus tres fases:

- a. Indagatoria
- b. Demostrativa
- c. Expositiva

La fase indagatoria se efectuó a partir de análisis de los procedimientos de planificación estratégica y evaluación de las opciones del proyecto de inversión; la fase demostrativa, se desarrolló en el momento de la comprobación de la

hipótesis, con base en el análisis de la información recopilada. Finalmente la fase de exposición culmina con la presentación de los resultados de la investigación realizada.

3.6.2 Técnica de Investigación Documental

Se realizó la consulta bibliográfica, a través de la recolección de información sobre el tema de valoración de opciones reales, planificación estratégica, administración financiera, sistemas de información, consultando libros, tesis, folletos, revistas, y sitios de Internet, de donde se obtuvo material de consulta valioso para fundamentar la investigación.

3.6.3 Técnica de Investigación de Campo

La investigación se llevó a cabo tomando como referencia el proyecto de expansión de sucursales al interior de la república de Guatemala, en empresas del sector supermercados, que se dedican a la apertura de sucursales y que clasifican los productos por áreas dentro de sus instalaciones, para que los clientes elijan directamente los productos. Para este efecto se implementaron las siguientes técnicas:

- a. Observación directa e indirecta en la unidad de análisis.
- b. Ordenamiento e interpretación de la información obtenida.
- c. Aplicación de la simulación de Monte Carlo para obtener en grado de volatilidad de los ingresos.
- d. Aplicación del método binomial a la valoración de opciones reales.
- e. Cálculo y análisis de los resultados obtenidos.

4. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE OPCIONES REALES POR EL MÉTODO BINOMIAL

En el presente capítulo analiza la valoración de opciones reales a través del método binomial, para su aplicación en proyectos de inversión del sector de empresas comerciales de Supermercados. El Método binomial está conformado por cinco variables esenciales y cumple las siguientes hipótesis de valoración.

4.1 Modelo de Valoración de Opciones Reales por el Método Binomial

El método binomial desarrollado por Cox, Ross y Rubinstein en 1979, parte del cumplimiento de las siguientes hipótesis:

- a. Eficiencia y profundidad de los mercados.
- b. Ausencia de costos de transacción.
- c. Es posible comprar y vender en descubierto, sin límite.
- d. Los activos son perfectamente divisibles.
- e. Se puede prestar y tomar prestado al mismo tipo de interés.
- f. Todas las transacciones se pueden realizar de forma simultánea.
- g. El precio del activo subyacente evoluciona según un proceso binomial multiplicativo.

Detrás de este método subyace el argumento del arbitraje, a través del cual se puede:

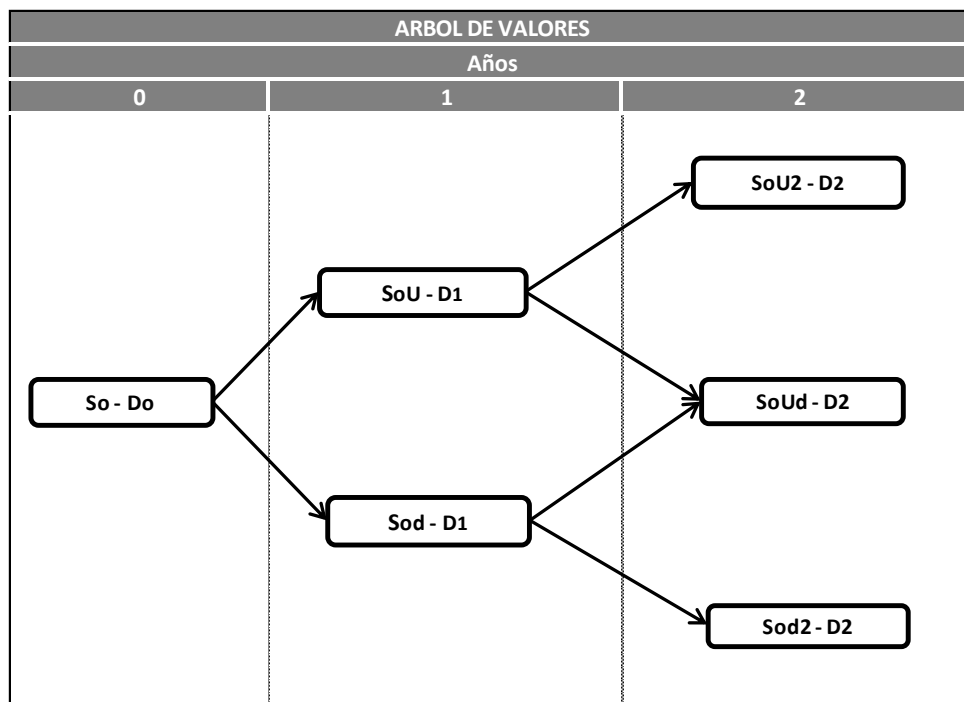
- Construir una cartera de cobertura de opciones y acciones de forma que dicha cartera esté libre de riesgo. Para construir dicha cartera se debe tener en cuenta la Delta de la opción (es decir, la primera derivada del valor de la

opción ante variaciones del precio de la acción subyacente), que permitirá determinar el número de acciones que combinadas con una opción forman una cartera de cobertura.

- Evaluar que la opción esté libre de riesgo, es decir que los pagos futuros que se van a recibir por dicha cartera no variarán en función de cómo fluctúe el precio del subyacente.

Para aplicar el método binomial se construyeron dos árboles, uno correspondiente al flujo de fondos esperado con la ejecución del proyecto (valor del proyecto sin flexibilidad) y otro para la estimación del valor del proyecto con flexibilidad, es decir, con las opciones incluidas. La estructura básica del árbol del flujo de fondos esperado se presenta en la figura 1:

Figura No. 1
Árbol de Valores



Fuente: Elaboración propia

Siendo:

S_0 = valor presente del flujo de fondos.

D_i = valor de los dividendos repartidos en el período i ($i = 0,1,2$).

$u = e^{\sigma \sqrt{T/n}}$ = factor multiplicativo *up* del flujo de fondos esperado.

$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma \sqrt{T/n}}$ = factor multiplicativo *down* del flujo de fondos esperado.

σ = volatilidad estimada del flujo de fondos.

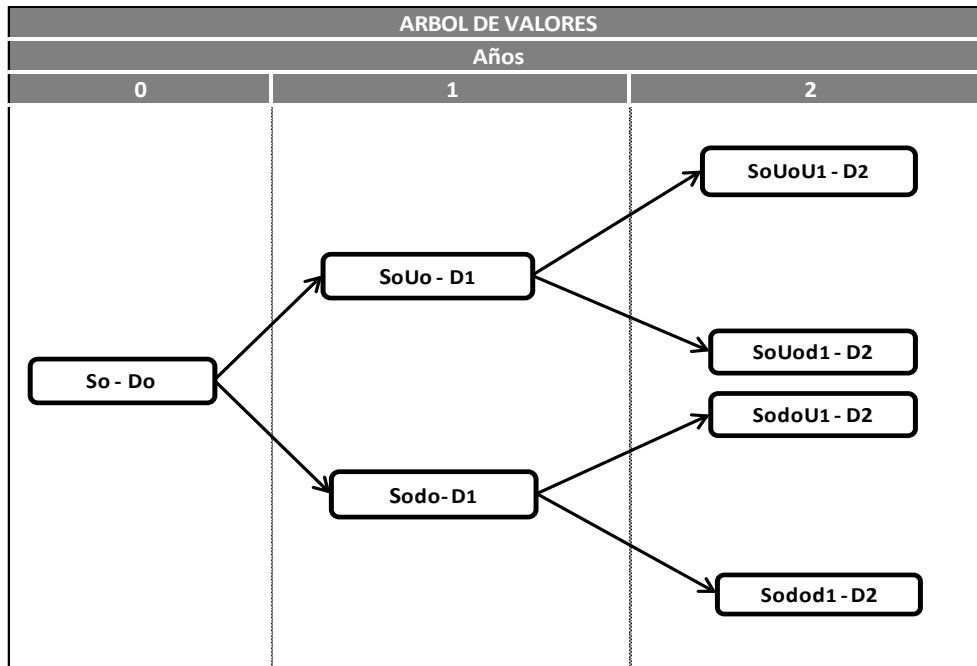
T/n = fracción de tiempo en que se divide el período analizado (T).

Iniciando por el valor presente del flujo de fondos en el tiempo cero (S_0), al multiplicarlo por el factor u (*up*) y d (*down*) como se muestra en el árbol, se creó el árbol de los posibles valores del flujo de fondos. Hay una bifurcación por cada nodo creando así sucesivamente las ramas *up* y *down*, siendo todas ellas recombinantes.

El árbol que se construyó va a ser recombinante si la volatilidad del proyecto permanece constante a lo largo de la vida de éste, y en caso contrario, es decir, en caso de que la volatilidad del proyecto vaya cambiando a lo largo de los diferentes períodos, será no recombinante.

En este caso, tendríamos que la estructura básica del árbol del flujo de fondos esperado será como sigue:

Figura No. 2
Árbol de Valores Recombinante



Fuente: Elaboración propia

Siendo:

S_0 = valor presente del flujo de fondos.

D_i = valor de los dividendos repartidos en el período i ($i = 0, 1, 2$).

$u = e^{\sigma_i \sqrt{T/n}}$ = factor multiplicativo *up* del flujo de fondos esperado en el período i ($i = 1, 2$).

$d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma_i \sqrt{T/n}}$ = factor multiplicativo *down* del flujo de fondos esperado en el período i ($i = 1, 2$).

σ_i = volatilidad estimada del flujo de fondos en el período i ($i = 1, 2$).

T/n = fracción de tiempo en que se divide el período analizado (T).

Esta evolución del flujo de fondos muestra que cuando la volatilidad es cero, en un mundo determinístico donde no hay incertidumbres, el árbol será una línea recta y el modelo de flujo de fondos descontado (VAN), será adecuado porque el valor de la opción o flexibilidad es también cero. Pero en el mundo real, donde hay incertidumbres y riesgo, el cono de posibles valores de flujo de fondos se amplía mediante el movimiento browniano pasando a tener naturaleza estocástica.

Según indica el Doctor Johnathan Mun, el movimiento browniano es la hipótesis requerida para valorar opciones reales. La volatilidad ahora tiene un valor y es la que define los movimientos *up* y *down* que dan valor a la opción o flexibilidad del proyecto.

Las opciones reales crean valor, en cuanto mayor sea la incertidumbre o grado de volatilidad de los flujos de caja esperados. Así mismo el valor de la opción es mayor cuando mayor sea su vida remanente. De esta forma en las opciones financieras como en las reales el titular está protegido frente a las pérdidas mientras que sus ganancias pueden ser elevadas.

La esperanza matemática calculada haciendo uso de las probabilidades (subjetivas o riesgos neutrales), los árboles de decisión en una o más de una etapa (generalmente binomial o dicotómicas) y las fórmulas de valoración de opciones financieras, son herramientas fundamentales de esta nueva metodología, una nueva manera de abordar y resolver los problemas de decisión empresarial²⁰.

En el caso de las opciones reales, el inversionista no elegirá aquellas ramas que parten de un nudo del árbol de decisión con valor negativo, ni tampoco las incluirá en el cálculo de la esperanza (o las incluye formalmente sustituyendo su valor

²⁰ Fernández, P. 1999. Valoración de Empresas. 1ª edición. Pag. 507

negativo por el valor cero). La opción se ejerce o la decisión se toma cuando la incertidumbre ha devenido en información.

Considerando que el modelo binomial se adapta mejor a cualquier marco de aplicación, en vista de que aporta un grafismo idóneo para valoración y aplicación de fórmulas relativamente sencillas, a continuación se detallan los componentes que integran dicho método, así como las características de la economía guatemalteca que deben ser considerados para determinar cada una de las variables.

El valor de las opciones reales se determinó en función de cinco variables²¹:

- a. El precio del activo subyacente.
- b. El precio de ejercicio.
- c. El tiempo hasta el vencimiento.
- d. El riesgo o volatilidad.
- e. El tipo de interés sin riesgo.

Ahora bien, estas variables tienen un impacto diferente sobre el valor de las opciones, como se ve a continuación:

- a. Si el precio del activo subyacente aumenta (o disminuye) el valor de la opción de compra también lo hará. Lo contrario ocurrirá con la opción de venta.
- b. Si el precio de ejercicio aumenta (o disminuye) el valor de la opción de compra descenderá (o aumentará). El valor de la opción de venta se mueve en el mismo sentido que el precio de ejercicio.

²¹ Sanjurjo, M. y Reinoso, M. 2003. Guía de Valoración de Empresas. 2ª edición. Pag. 130

- c. La posibilidad de posponer una inversión (se denomina técnicamente opción de diferir) proporciona a la empresa un tiempo adicional para examinar la tendencia de los acontecimientos futuros reduciendo, al mismo tiempo, la posibilidad de incurrir en costosos errores debido a que los acontecimientos se han desarrollado en contra de lo previsto.

Cuanto mayor sea el intervalo de tiempo, que se tiene de margen para demorar la decisión final, mayor será la posibilidad de que los acontecimientos se desarrollen de forma favorable aumentando la rentabilidad del proyecto. Es evidente, que si dichos acontecimientos fuesen contrarios a los intereses del decisor, éste renunciaría a realizar el proyecto evitando así una pérdida innecesaria.

- d. En cuanto al riesgo asociado al proyecto, es preciso señalar que cuanto más grande sea más valiosa será la opción de diferir el proyecto. Ello se debe a la asimetría existente entre pérdidas y ganancias; así, un aumento de las operaciones hará aumentar la positividad del VAN mientras que un gran descenso de aquéllas no necesariamente hará que el VAN sea negativo (porque, en este caso, se pueden eliminar las pérdidas al no ejercer la opción de inversión).

Cada una de las variables que se determinaron, para aplicar el modelo de valoración de opciones reales se describe a continuación:

4.2 El Precio del Activo Subyacente

La teoría de valoración de opciones se basa en que es posible construir una cartera que replique los flujos de caja generados por la opción a valorar, lo que se realiza adquiriendo el activo subyacente y prestando o endeudándose al tipo de interés sin riesgo (el arbitraje se encargaría de igualar los precios de la opción y de la cartera) porque dicha cartera estaría totalmente cubierta.

Pero esto implica que el activo subyacente es negociado activamente en el mercado, lo que no suele ocurrir con los activos reales, por lo que el arbitraje tampoco conseguirá unificar los precios de las opciones reales y su cartera réplica, lo que da lugar a una separación entre el valor de la opción real obtenido mediante el modelo y su precio en el mercado.

El precio del activo subyacente está determinado por el valor actual de los flujos de caja libres que generará la empresa o el proyecto, durante el período que dure el mismo.

El flujo de caja libre se define “como aquellos fondos generados por las operaciones de la empresa o proyecto, menos (o más, según el caso) aquellos fondos necesarios para remunerar el capital circulante o fondo de maniobra, menos (o más, según el caso) aquellos fondos necesarios para la compra de activo fijo, normalmente necesario para el desarrollo del proyecto”

Un proyecto de inversión, implica salidas de fondos relativas a las inversiones, y entradas de fondos procedentes del rendimiento obtenido por dichas inversiones. Estos flujos, por lo general se producen en momentos distintos del tiempo, y por tanto es necesario un proceso de homogeneización de dichos flujos, para llevarlos o actualizarlos todos en un mismo momento del tiempo.

En este caso se aplicó el valor actual neto, el cual somete a los distintos flujos de caja a un proceso de homogeneización, llevando al momento cero de todos los flujos de caja esperados de un proyecto de inversión. La fórmula para determinar el VAN es la siguiente:

$$\text{VAN} = \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN = Valor actual neto.

i = Tasa de actualización fijada por el proyecto.

n = Número de períodos de duración del proyecto.

$C_1...C_n$ = Flujos netos generados (positivos o negativos).

Generalmente la tasa apropiada para descontar los flujos, debe ser el costo de oportunidad del capital.

4.3 El Precio de Ejercicio

Los modelos de valoración de opciones más usuales (Black- Scholes y Binomial) se basan en que el precio del activo subyacente sigue un proceso continuo, sin saltos. El problema es que muchas opciones reales no se comportan de esa manera, por lo que el modelo infravalora el valor de las opciones profundamente *out of the money*. Una posible solución es utilizar una varianza mayor para valorar este tipo de opción y una menor para valorar el resto (*las out of the money y las in the money*).

Por lo tanto el precio de ejercicio, es el precio a pagar por hacerse con el activo real subyacente, es decir, con sus flujos de caja, ejemplo en un proyecto de inversión, será el desembolso inicial, o el precio al que el propietario del activo subyacente tiene derecho a venderlo, si la opción es de venta.

4.4 El Riesgo o Volatilidad

Los modelos de valoración de opciones parten de la base de que la varianza del rendimiento medio esperado del activo subyacente es conocida y constante, lo que es un supuesto válido en las opciones financieras a corto plazo, pero cuando

hablamos de opciones reales éstas suelen afectar a un plazo largo de tiempo, por lo que la varianza es muy improbable que permanezca constante.

Esto se debe a que el mercado potencial para los productos o servicios puede ser desconocido y/o porque los cambios tecnológicos pueden alterar la estructura de costos y rentabilidades de dichos productos.

Cuando esto ocurre deberemos acudir a algún modelo de valoración de opciones que permita introducir variaciones en la varianza, lo que implica que se modele el proceso de variación de la varianza.

Al momento de construir el árbol de valores y opciones, optamos por un enfoque basado en la utilización del parámetro σ , es decir, la desviación estándar del activo subyacente. En un proyecto de opciones reales, suele considerarse su valor actual bruto VAB sin opciones como el activo subyacente, el cual puede experimentar fluctuaciones en el futuro con una distribución de resultados cuya volatilidad viene definida por σ . El modelo binomial asume una distribución binomial con la siguiente relación entre σ y los coeficientes u y d :

$$u = e^{\sigma \sqrt{T/n}} \quad ; \quad d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma \sqrt{T/n}}$$

Siendo:

u = Factor de Incremento del precio, representa el movimiento multiplicativo al alza del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada de q .

d = Factor de decremento del precio, representa el movimiento multiplicativo a la baja del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada de $(1 - q)$.

T = Es el número de años hasta el vencimiento

n = Es el número de períodos en los que se subdivide T .

σ = Desviación estándar anual, la cual mide la volatilidad del subyacente.

Para obtener la volatilidad σ en el presente modelo de simulación, se utilizó el método de Monte Carlo, por medio del cual se simuló un número de posibles flujos netos de caja, lo cual permitió calcular las sucesivas TIR que se derivan de cada una de esas simulaciones, y luego se aplicó la fórmula de la desviación estándar, para obtener el valor de la volatilidad del subyacente.

La simulación de Monte Carlo se realizó con el programa informático Crystal Ball[®], el cual permite abordar problemáticas particulares asociadas al análisis de riesgos, probabilidades y estadística.

Con los coeficientes u y d se dibujó el árbol de valores a partir del cual se identificaron las opciones reales y se comenzó la valoración de atrás hacia adelante.

4.5 Cálculo de la Probabilidad de Riesgo Neutral

Las probabilidades neutrales al riesgo de que exista una subida (u) o una bajada (d) en el valor del subyacente, vienen representadas por (p) y por (q):

$$p = \frac{1 + rf - d}{u - d}; \quad q = 1 - p$$

Donde:

rf = es la rentabilidad del activo libre de riesgo.

p = probabilidad de ascenso.

q = probabilidad de descenso.

Las probabilidades neutrales al riesgo se multiplican por el valor futuro del activo, de forma que cuando se pondera los valores de subida y bajada por su probabilidad y se actualizan a la tasa libre de riesgo, este valor descontado es igual al del activo en el momento inicial.

4.6 Aplicación de la Fórmula Binomial

Para determinar el valor del proyecto se procedió a aplicar la fórmula binomial, la cual incorpora los parámetros de la volatilidad y la probabilidad de riesgo neutral:

$$V_0 = \frac{Vu p + Vd (1 - p)}{(1 + rf)}$$

Donde:

V_0 = Valor presente del proyecto en el momento 0.

V_u = Valor del factor de incremento del precio u .

V_d = Valor del factor de decremento del precio d .

p = Probabilidad de ascenso.

$(1 - p)$ = Probabilidad de descenso q .

rf = Tasa libre de riesgo.

4.7 Regla de Maximización

La regla de maximización tiene en cuenta el riesgo particular del proyecto, corresponde por tanto a la siguiente fórmula:

$$V_1^+ = \text{Máx} [VA_1^+ - A_1 ; 0]$$

$$V_1^- = \text{Máx} [VA_1^- - A_1 ; 0]$$

Se invertirá sólo si el valor esperado del proyecto, ajustado por la probabilidad de llegar a ese estado, es mayor que el valor de la inversión. Es decir, se realizará la siguiente fase del proyecto, únicamente, si el valor de esta fase multiplicado por su probabilidad es mayor que el desembolso que tenemos que realizar. En caso contrario, abandonaremos el proyecto y su valor pasará a ser 0 en ese punto.

Después de haberse determinado cada una de las variables que se utilizarán en las fórmulas se procede a desarrollar el proceso de valoración, el cual consta de tres fases:

- a. Se crea el proceso de difusión del valor del activo basándonos en los movimientos de subida (u) y de bajada (d) del valor presente del proyecto (VP) y lo actualizamos a la tasa libre de riesgo (rf).
- b. Comparar el valor anterior con el valor de la inversión para el lanzamiento del proyecto actualizado al momento presente, eligiendo el máximo entre el valor obtenido y 0 para obtener el valor de la opción OR en ese nodo. Se ajustó recursivamente desde el momento final al inicial por las probabilidades neutrales al riesgo de subida y bajada. Es decir, hallamos la esperanza de que esos valores ocurran.
- c. Añadir el riesgo privado, es decir, las probabilidades de éxito (s) estimadas por la compañía para poder completar la fase 1 del proyecto. Así como el costo esperado (C) para poder acometer esta fase actualizándolo a la tasa libre de riesgo (rf). Y se vuelve a usar la regla de optimización entre el valor del proyecto y 0, eligiendo solo valores mayores que 0. De forma que obtenemos el valor final de la opción real, OR.

5. VALORACIÓN DE OPCIONES REALES EN PROYECTOS DE INVERSIÓN DEL SECTOR DE EMPRESAS COMERCIALES DE SUPERMERCADOS POR EL MÉTODO BINOMIAL

Luego de haber analizado el método binomial en capítulo anterior, para determinar su aplicabilidad, en el presente capítulo se aplica dicho método binomial para la valoración de las opciones reales en proyectos de inversión de las empresas del sector comercial de supermercados, para la apertura de sucursales.

5.1 Planteamiento de la Planificación Estratégica del Proyecto de Inversión.

Las empresas del sector comercial de supermercados, centran sus actividades en proveer al cliente final, artículos y enseres de primera necesidad por medio de locales amplios en los que se venden los artículos a precios especiales aprovechando su ventaja competitiva de cliente mayorista.

Dichas empresas, dentro de sus estrategias de planificación estratégica plantean su expansión a través de la apertura de sucursales en el interior de la República de Guatemala. El análisis previo indica que es rentable la apertura de sucursales; sin embargo, como en todo proyecto de inversión, existe la incertidumbre de que la crisis económica mundial, la cual ha influido negativamente en Guatemala, evite que se cumplan las expectativas de rentabilidad previstas.

En vista de lo anterior, el análisis previo realizado, de evaluación financiera por medio de flujos de fondos proyectados y Valor Actual Neto (VAN), debe complementarse con un análisis que incorpore flexibilidad al proyecto, es decir, que tome en cuenta el análisis de opciones del proyecto de inversión.

En vista de lo anterior, para la aplicación del método binomial se construyeron dos árboles de flujo de fondos, uno correspondiente al flujo de fondos esperado con la

ejecución del proyecto (valor del proyecto sin flexibilidad) y otro para la estimación del valor del proyecto con flexibilidad, es decir, considerando el análisis de las opciones: El precio del activo subyacente, el precio de ejercicio, el tiempo hasta el vencimiento, el riesgo o volatilidad y el tipo de interés sin riesgo.

Para el efecto se lleva a cabo la evaluación de los proyectos con el método binomial para Valoración de Opciones Reales, que incorpora las incertidumbres de la economía, por medio de simulación de escenarios, los cuales facilitan la toma de decisiones para continuar, esperar o retirar el proyecto de inversión.

5.2 Información General del Proyecto de Inversión

A continuación se presenta la información técnica y financiera de un proyecto de inversión, típico:

- Apertura de una sucursal en un departamento de la Costa Sur de la República de Guatemala.
- La sucursal contará con una nómina de 15 empleados, con un área de 50 metros cuadrados, cerca al parque central de la localidad.
- La inversión inicial estimada será de Q 1,000.000.00
- La proyección de resultados en los dos primeros años del proyecto refleja los siguientes resultados:

CUADRO No. 3
Proyección de Resultados para el Proyecto de Inversión
(Cifras en Quetzales)

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2
INGRESOS		
Ventas	2,750,000	3,250,000
Total ingresos	2,750,000	3,250,000
EGRESOS		
Costo de Ventas	1,620,000	2,015,000
Gastos de Administración	385,000	422,500
Total egresos	2,005,000	2,437,500

Fuente: Elaboración propia.

- El costo de capital medio ponderado y la estructura de financiamiento del proyecto, está determinado por los siguientes parámetros:
 - El costo de la deuda equivale a un 30% de la inversión inicial:
 - La tasa de interés nominal de la deuda es del 13.30%.
 - Tasa del Impuesto sobre la Renta es del 31%.
 - El costo de capital propio asciende a un 70% de la inversión inicial:
 - Rentabilidad exigida por los inversionistas adicional a la tasa libre de riesgo, es de 10.75%.
 - Tasa libre de riesgo de Guatemala al año 2010 = 9.25%.

5.3 Elementos para realizar la Valoración

Los elementos de base para la valoración se determinan de la siguiente manera:

Cálculo del Costo del Capital Medio Ponderado

Para la valoración del proyecto se procedió a determinar el costo del capital medio ponderado, resultado de la aplicación de los parámetros tasas, rentabilidad y riesgo; así como de la estructura de financiamiento:

Cuadro No. 4

Cálculo del Costo de la Deuda	
Fórmula: $Cd = Ir \times (1-T)$	
Datos	
Tipo de interés nominal aplicado a la deuda (Ir) =	13.3%
Tasa de Impuesto sobre la Renta (T) =	31%
$Cd = 0.133 \times (1 - 0.31)$	$Cd = 0.133 \times 0.69$
$Cd = 0.09177$	$Cd = 9.18\%$
El costo de la deuda a diciembre de 2010 es de 9.18%	

Fuente: Elaboración propia

El costo de la deuda determinado del 9.18% involucra el costo financiero y el impuesto sobre la renta.

Cuadro No. 5

Cálculo del Costo del Capital Propio	
Tasa libre de riesgo de Guatemala	9.25% *
(+) Diferencia de rentabilidad exigida por el inversionista, sobre la tasa libre de riesgo	10.75%
(=) Rentabilidad esperada del mercado	20%

Fuente: Elaboración propia

* Rendimiento de eurobonos colocados a 10 años, Informe de la Secretaria Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano, 2003 Pag. 22.

El costo del capital propio determinado de 20%, incluye el riesgo país, y la rentabilidad esperada por el inversionista.

Cuadro No. 6**Costo de Capital Medio Ponderado**

Costo	%	Estructura del Capital	Ponderación
Costo de la Deuda	9.18%	30%	2.75%
Costo del Capital Propio	20%	70%	14.00%
Tasa de Descuento CCMP			16.75%

Fuente: Elaboración propia

El costo de capital medio ponderado de 16.75%, sirve de base para descontar el flujo neto de fondos del proyecto y determinar el activo subyacente.

Determinación del Precio del Activo Subyacente

Una vez obtenido el costo del capital medio ponderado, se utiliza como la tasa de descuento, para actualizar los flujos de caja del proyecto, y obtener el Flujo Neto de Fondos Actualizado:

Cuadro No. 7
Flujo Neto de Fondos Actualizado
(Cifras en Quetzales)

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2
INGRESOS			
Ventas		2,750,000	3,250,000
Total ingresos		2,750,000	3,250,000
EGRESOS			
Costo de Ventas		1,620,000	2,015,000
Gastos de Administración		385,000	422,500
Total egresos		2,005,000	2,437,500
Inversión	1,000,000		
Flujo Neto de Fondos	(1,000,000)	745,000	812,500

COSTO DE CAPITAL	16.75%
VAN	Q 234,140
TIR	34.78%

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la actualización de los flujos netos de fondos que genera el proyecto durante los años 1 y 2, se establece que la rentabilidad supera al costo de capital medio ponderado, obteniéndose un VAN por Q 234,139.85 como excedente, siendo éste el precio del activo subyacente, el cual llega a una tasa interna de retorno del 34.78%.

Para calcular el Valor Actual Neto del proyecto se utilizó la función de Microsoft Excel: “ =VNA(tasa;valor1;[valor2];...) ”, donde “tasa” corresponde al valor del costo de capital 16.75%; “valor1” corresponde al valor de la inversión inicial 1,000,000; y “[valor2];...” corresponde al flujo neto de fondos del año 1 por 745,000 y año 2 por 812,500. Para obtener la Tasa Interna de Retorno del proyecto se utilizó la función de Microsoft Excel: “=TIR(valores; [estimar]) “, donde “valores; [estimar]”, corresponde al flujo neto de fondos desde el año 0 al año 2.

Para realizar la simulación de la rentabilidad del proyecto, se tomaron de referencia las siguientes hipótesis, las cuales se utilizaron para sensibilizar los flujos de fondos del proyecto de inversión y construir los escenarios posibles de rendimientos, los cuales se determinaron por la simulación de Monte Carlo, utilizando el programa Crystal Ball.

Los parámetros para sensibilizar los flujos de fondos, fueron: aumento de las Ventas Promedio del año 2 con respecto al año 1 derivado de la estimación de incremento de las ventas y, el Costo de Ventas Promedio del año 1 es del 58.91%, y para el año 2 se estima que el Costo de Ventas Promedio aumentará al 62% con respecto a las ventas, debido al incremento de precios de los productos que se comercializan por efectos de la inflación, quedando las siguientes cifras:

Cuadro No. 8
Ingresos y Egresos a obtener en los Años 1 y 2
(Cifras en Quetzales)

SUPUESTOS	AÑO 1	AÑO 2
Ventas promedio	2,750,000	3,250,000
Variación en Ventas +/-	275,000	325,000
Costo de Ventas Promedio	1,620,000	2,015,000
Variación del Costo de Ventas +/-	129,600	161,200

Fuente: Elaboración propia

Conforme a las estimaciones realizadas, se espera que las ventas promedio sean afectadas por una variación (+/-) de Q 275,000 en el año 1, y de Q 325,000 en el año 2.

Así también se espera que el costo de ventas promedio sea afectado por una variación (+/-) de Q 129,600 en el año 1, y de Q 161,200 en el año 2.

5.4 Proceso de Valoración de las Opciones Reales

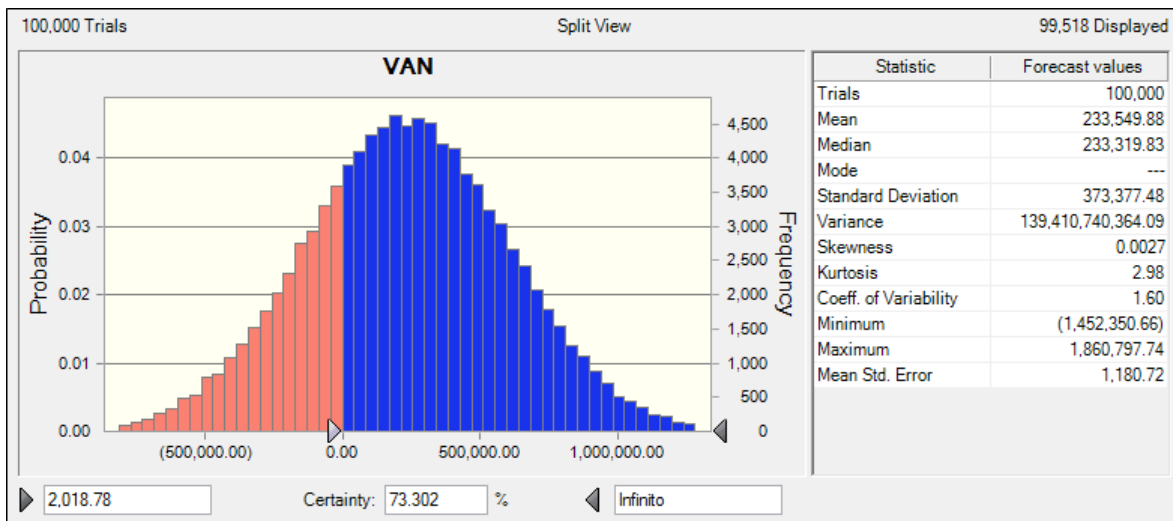
Luego de estimar el precio del activo subyacente, se procede a la valoración de las opciones reales.

Cálculo del Riesgo o Volatilidad de los Flujos de Caja

Una vez actualizados los flujos de caja del proyecto, se procede a calcular el valor de los factores de incremento y decremento del precio, para lo cual es necesario determinar la desviación estándar que pueda presentar el Valor Actual Neto -VAN- de los flujos de caja descontados, aplicando los supuestos de variación en las ventas y en el costos de ventas. Para el efecto, los cálculos fueron realizados por medio de la simulación de Monte Carlo, utilizando el programa estadístico Crystal Ball.

Los resultados obtenidos por la simulación de Monte Carlo, de la rentabilidad del proyecto en cien mil escenarios, reflejan los siguientes resultados estadísticos:

Cuadro No. 9
Resultados de la Simulación del VAN en 100,000 Escenarios



Fuente: Resultados de Crystal Ball

Los resultados que proporciona el programa Crystal Ball, de la simulación del VAN, del proyecto de inversión, indica que en un 73.3% el proyecto generará un VAN positivo, con un nivel de confianza del 95%.

Dentro del 73.3% de VAN positivo a generar por el proyecto de inversión se espera una media de Q 233,549.88.

Una vez obtenidos los resultados de la simulación del VAN a través del método Monte Carlo, se procede a determinar la Tasa Interna de Retorno -TIR- de los mismos, para obtener la desviación estándar global del proyecto.

Cuadro No. 10
Resultados Estadísticos de los VAN Generados por la
Simulación de Monte Carlo

Media	0.3469
Error típico	0.0018
Mediana	0.3466
Desviación estándar	0.5547
Varianza de la muestra	0.3077
Cuenta	100,000

Fuente: Resultados de Crystal Ball

El resultado obtenido de 55.47% en la desviación estándar, establece la variabilidad de los flujos de caja del proyecto.

En el cuadro que se presenta a continuación, se resumen los datos obtenidos hasta el momento de la valuación financiera, los cuales sirven de base para continuar con el cálculo del Modelo de Valoración de Opciones Reales.

Cuadro No. 11
Resumen de Datos a Utilizar en el
Modelo de Valoración de Opciones Reales

Inversión inicial	Q 1,000,000
Flujo Neto de Fondos	Q 557,500
VAN	Q 234,140
Tasa Libre de Riesgo	9.25%
Tasa Interna de Retorno	34.78%

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de los Factores de Incremento / Decremento del Precio

Con el establecimiento de la desviación estándar del proyecto, se procede a calcular los factores de incremento y decremento del proyecto:

Fórmulas:

Factor de Incremento $u = e^{\sigma \sqrt{T/n}}$; Factor de Decremento $d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma \sqrt{T/n}}$

$$u = e^{0.5547 \sqrt{2/2}} \qquad u = 1.74141$$

$$d = \frac{1}{U} = e^{-0.5547 \sqrt{2/2}} \qquad d = 0.57424$$

Cálculo de la Probabilidad de Riesgo Neutral

A través del valor de los factores de incremento y decremento del precio, ahora se procede a calcular la probabilidad neutral del riesgo de un aumento o descenso del precio.

Fórmulas:

$$p = \frac{1 + rf - d}{u - d} \qquad ; \qquad q = 1 - p$$

$$p = \frac{(1 + 0.0925) - 0.57424}{1.74141 - 0.57424} \quad p = 0.44403$$

$$q = 1 - 0.44403 \quad q = 0.55597$$

Al haber obtenido la probabilidad neutral al riesgo se procede a calcular el valor del proyecto en diferentes escenarios de incremento o decremento de precios:

$$V_1^+ = 1,234,140 * 1.74141 \quad V_1^+ = 2,149,144$$

$$V_1^- = 1,234,140 * 0.57424 \quad V_1^- = 708,693$$

$$V_2^+ = 2,149,144 * 1.74141 \quad V_2^+ = 3,742,541$$

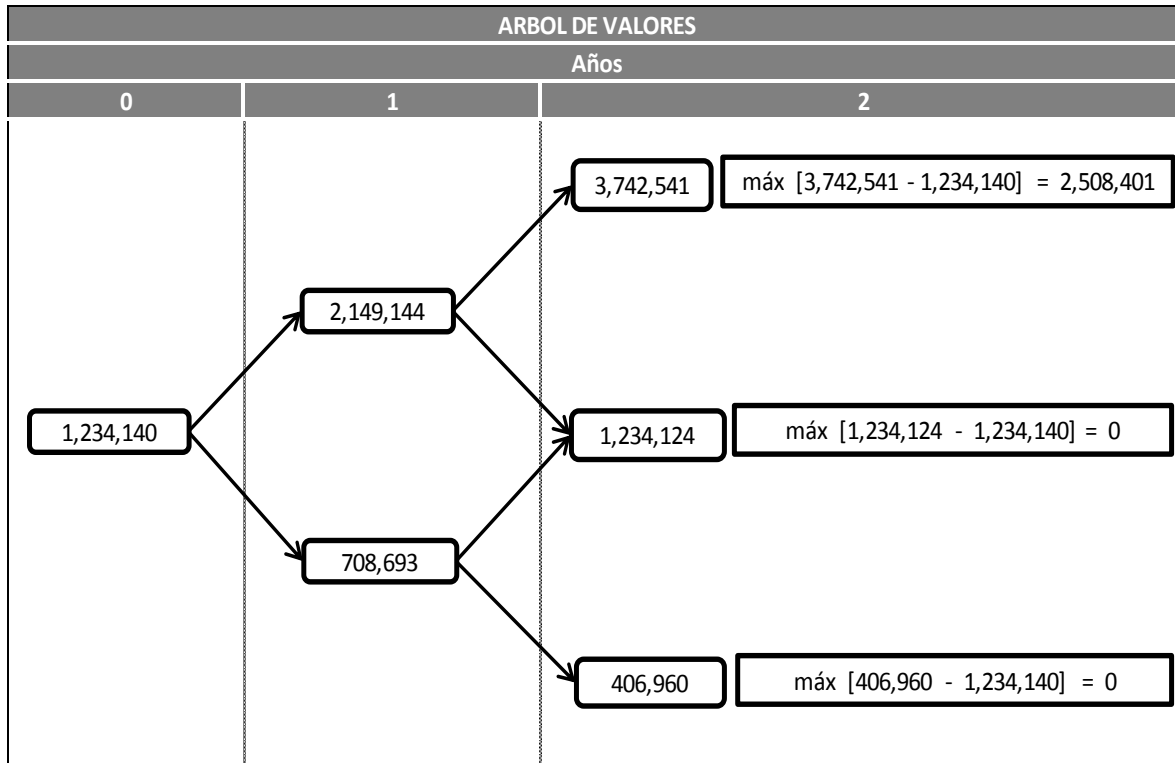
$$V_2^- = 2,149,144 * 0.57424 \quad V_2^- = 1,234,124$$

$$V_2^+ = 708,693 * 1.74141 \quad V_2^+ = 1,234,125$$

$$V_2^- = 708,693 * 0.57424 \quad V_2^- = 406,960$$

Con los valores que adoptará el proyecto en los diferentes escenarios, se procede a dibujar el árbol binomial, para analizar las opciones reales del proyecto:

Figura No. 3
Árbol de Valores de las Opciones Reales del Proyecto
(Cifras en Quetzales)



Fuente: Elaboración propia

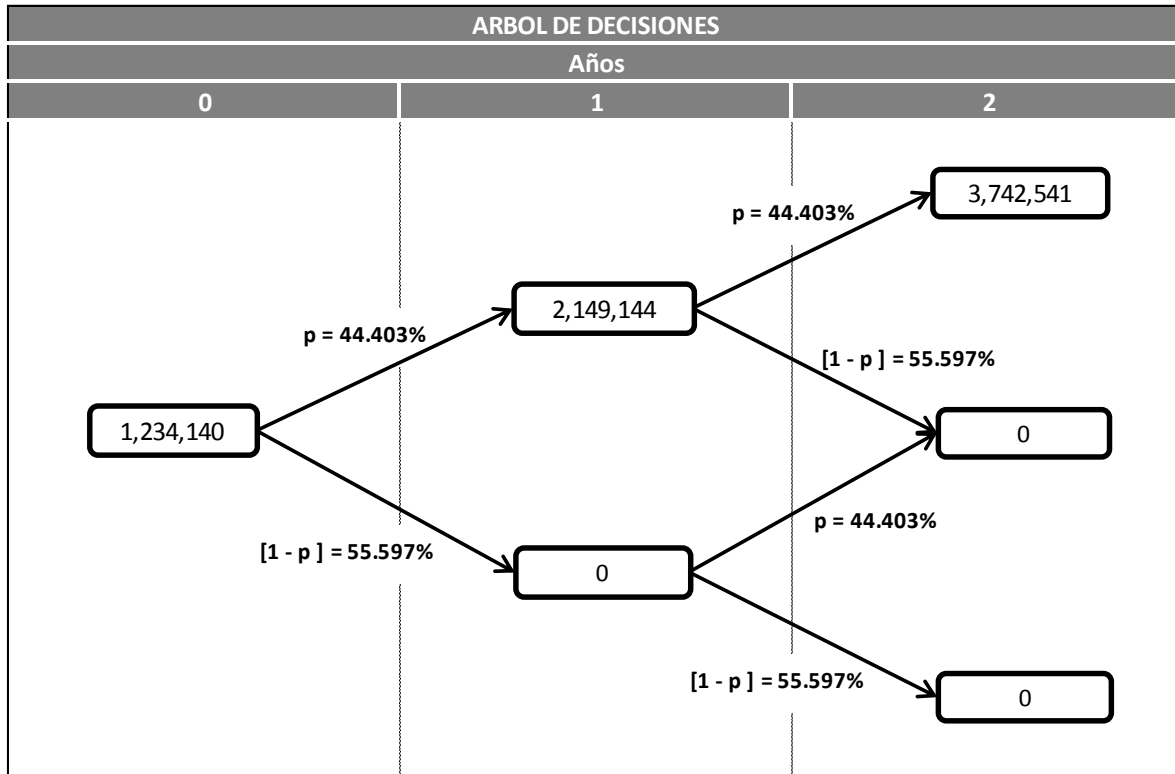
De los resultados generados de la aplicación de los factores de incremento y decremento de precios, es posible determinar el valor real del proyecto, determinando los siguientes escenarios en los cuales es conveniente llevar a cabo o continuar con el desarrollo del proyecto:

$$V_2^{++} = (3,742,541 - 1,234,140) \text{ realizar}$$

$$V_2^{\pm} = (1,234,124 - 1,234,140) \text{ abandonar}$$

$$V_2^{--} = (406,960 - 1,234,140) \text{ abandonar}$$

Figura No. 4
Árbol de Decisiones de las Opciones Reales del Proyecto
(Cifras en Quetzales)



Fuente: Elaboración propia

En el primer escenario analizado, en el año 1 y 2 se prevé éxito en el proyecto, con un valor determinado que supera a la inversión inicial, por lo cual es factible realizar el proyecto.

En el segundo escenario el proyecto no es viable, en vista que el valor del proyecto es igual a la inversión inicial; en tanto que en el tercer escenario, el valor del proyecto es inferior a la inversión inicial.

Cálculo del Precio del Ejercicio

Al determinar el valor total del proyecto, en el cual se incluye la probabilidad de la rentabilidad alta y la rentabilidad baja del mercado, se obtiene el VAN de la opción real, el cual asciende a Q 1,521,098, siendo éste el precio del ejercicio. A continuación se presenta el detalle del cálculo del valor del VAN de la opción real:

Fórmula:

$$V_o = \frac{Vu \cdot p + Vd \cdot (1 - p)}{(1 + rf)}$$

$$V_o = \frac{(3,742,541 \times 0.44403) + (0 \times 0.55597)}{(1 + 0.0925)}$$

$$V_o = \frac{1,661,800}{1.0925}$$

$$V_o = 1,521,098$$

Para determinar la diferencia en el VAN básico de los flujos de caja descontados del proyecto, con el VAN establecido por medio de la Valoración por Opciones Reales (OR), se procede a aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Proyecto OR} = \text{VAN total} - \text{VAN básico}$$

$$\text{VAN TOTAL (Precio del Ejercicio)} = \text{Q } 1,521,098$$

$$\text{VAN Básico (Método Tradicional)} = \text{Q } 234,140$$

$$\text{Valor de la Opción Real del Proyecto} = \text{Q } 1,286,958$$

Como resultado de la valoración del proyecto de inversión, por medio de la metodología de opciones reales (OR), se obtuvo un VAN positivo de Q 1,286,958, el cual es significativamente mayor al VAN básico. Lo anterior se explica debido a que el método binomial cuantifica de mejor forma los riesgos a los cuales están sometidos los flujos de fondos; mientras que el VAN básico del proyecto (Q 234,140), que refleja infravaloración de las opciones reales, al no considerar los cambios en las decisiones de la gestión empresarial.

Los resultados obtenidos en el proceso de valoración de opciones reales a través del método binomial, comprueban que dicha metodología permite incorporar las decisiones estratégicas y flexibilidad del desarrollo de los proyectos de inversión; en vista de que las técnicas tradicionales de actualización de flujos, Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), consideran que los riesgos que afectan los flujos de fondos permanecerán iguales desde el principio hasta el final de los proyectos, es decir que no toman en cuenta que la evolución de dichos proyectos puede cambiar en el desarrollo de los mismos, derivado de cambios en las decisiones de gestión.

En resumen, el reconocimiento de la valoración de opciones reales para la toma de decisiones de inversión, es una magnífica oportunidad para la creación de valor empresarial, en vista de que permite identificar, valorar y aprovechar adecuadamente los riesgos de inversión de los proyectos de apertura de sucursales en las empresas comerciales de Supermercados en Guatemala.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó la hipótesis de investigación en vista de que se determinó que la evaluación de proyectos de inversión en el sector de empresas comerciales de supermercados en el área sur de Guatemala, a través del Método Binomial para Valoración de Opciones Reales, para evaluar la apertura de sucursales, permitió determinar la rentabilidad real de los proyectos, el precio del activo subyacente, el precio del ejercicio, el riesgo o volatilidad de los flujos de fondos, el valor de los factores de incremento o decremento del precio de la valoración de la opción real, la probabilidad de riesgo neutral que afectará al activo subyacente y el resultado de la valoración de la opción real del proyecto; en contraste con las técnicas tradicionales de evaluación financiera, tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que tienen a infravalorar los proyectos.
2. El costo del capital medio ponderado aplicado como tasa de descuento de los flujos de caja del proyecto de inversión, se estableció en 16.75%.
3. El precio del activo subyacente, el cual está definido por el valor actual de los flujos de caja libres del proyecto de inversión se estableció en Q 234,139.85, el cual equivale al Valor Actual Neto básico, calculado de acuerdo al método tradicional.
4. La volatilidad de los flujos de fondos del proyecto de inversión, a través de la Simulación de Monte Carlo, se estableció en 55.47%, la cual equivale a la desviación estándar, calculada con el programa Crystal Ball.
5. El cálculo de los Factores de Incremento o Decremento del Precio, reflejó un factor de incremento de 1.74141 y un factor de decremento de 0.57424, los cuales sirvieron de base para calcular la probabilidad de riesgo neutral.

6. La probabilidad de riesgo neutral que afectará el valor del activo del activo subyacente, se estableció en 0.55597, lo cual sirvió de base para elaborar el árbol de valoración de opciones reales para realizar o abandonar el proyecto.
7. El precio del ejercicio o valor actual neto de la opción real del proyecto se estableció en Q 1,521,098; y al restarle el valor de VAN básico (Q 234,140), se determinó que el valor de la opción real del proyecto es de Q 1,286,958, lo cual demuestra que la metodología de valoración de opciones reales a través del método binomial, permite incorporar las decisiones estratégicas y flexibilidad del desarrollo de los proyectos de inversión; en contraste con las técnicas tradicionales de actualización de flujos, Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), las cuales consideran que los flujos de fondos permanecerán iguales desde el principio hasta el final de los proyectos, es decir que no toman en cuenta los cambios en las decisiones de de gestión.

RECOMENDACIONES

1. Para determinar la rentabilidad real de los proyectos de inversión que estén incorporados en la planificación estratégica, del sector comercial de supermercados, se debe emplear el análisis de valoración de opciones reales por el método binomial, en vista de que éste incorpora las incertidumbres a la que estarán expuestos los flujos de caja, durante el desarrollo del proyecto.
2. Es importante que las empresas del sector comercial de supermercados, se capaciten en la toma de decisiones financieras, sobre la base de la metodología de valoración de opciones reales, para alcanzar un alto nivel en el análisis estratégico.
3. Es necesario continuar los estudios sobre los métodos de valoración de opciones reales, con la finalidad de identificar nuevas técnicas o perfeccionar los procedimientos con los que se cuentan, para obtener mejores resultados al valorar los proyectos de inversión.
4. Para determinar la volatilidad o desviación estándar a la que estarán afectos los flujos de fondos de los proyectos de inversión, se deben utilizar programas informáticos especializados para realizar cálculos de predicción, previsión y simulación de Monte Carlo.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. Baca Urbina, G. 2002. Evaluación de Proyectos. 4ª ed. México. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. 383 p.
2. Ciaran, W. 2001. Ratios Fundamentales de Gestión Empresarial. 1ª ed. España. Financial Times/Prentice Hall. 344 p.
3. Díez de Castro, L. y López Pascual, J. 2001. Dirección Financiera. 1ª ed. España. Financial Times/Prentice Hall. 281 p.
4. Fernández, P. 2000. Valoración de Empresas. 1ª ed. España. Editorial Gestión 2000 S.A. 557 p.
5. Gordon, Alexander. 2003. Fundamentos de Inversiones. 3ª ed. México. Editorial Pearson Educación. 816 p.
6. Hernández Sampieri, R. 2006 Metodología de la Investigación. 6ª ed. México. Editorial Mc Graw Hill. 882 p.
7. Koontz, Harold. 1994. Administración una Perspectiva Global. 10ª ed. México. Editorial Mc Graw Hill. 745 p.
8. Meigs, W. y Haka, B. 2000. Contabilidad La Base Para Decisiones Gerenciales. 11ª ed. Colombia. Editorial Irwin Mc Graw Hill. 707 p.
9. Moyer, RC., McGuigan, JR. y Kretlow, WJ. 2005. Administración Financiera Contemporánea. 9ª ed. México. Cengage Learning Editores, S.A. 819 p.

10. Nassir Sapag, Ch. 2007. *Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación*. 1ª ed. México. Editorial Pearson Educación de México, S. A. 486 p.
11. Oriol, A. 2002. *EVA, Valor Económico Agregado*. 1ª ed. Colombia. Grupo Editorial Norma. 195 p.
12. Reynoso Casado, M. y Sanjurjo Álvarez, M. 2003. *Guía de Valoración de Empresas*. 2ª ed. España. Financial Times/ Prentice Hall. 682 p.
13. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estudios de Postgrado. 2009. *Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias*. Guatemala. 81 p.
14. Vélez Pareja, I. 2003. *Decisiones Empresariales Bajo Riesgo e Incertidumbre*. 1ª ed. Colombia. Grupo Editorial Norma. 448 p.
15. Webster, A. 2000. *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía*. 3ª ed. Colombia. Editorial Irwin Mc Graw-Hill. 640 p.

TESIS

1. Argueta Marroquín, Julio César. *Efectos administrativo contable del decreto legislativo 27-92 Ley del Impuesto al Valor Agregado IVA, en el control interno de una empresa comercial de consumo*. Septiembre 1996. USAC, Guatemala.

LEYES

1. Congreso de la República de Guatemala. *Ley del Impuesto sobre la Renta. Decreto 26-92 y sus reformas*. Guatemala, C.A.

SITIOS WEB

1. Análisis financieros (en línea). Damodaran Online. Disponible en: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>. Consultado en enero de 2012.
2. Datos financieros (en línea). Portfolio Personal. Disponible en: https://www.portfoliopersonal.com/Bonos/Cotizaciones_Bonos.asp. Consultado en enero de 2012.
3. Información financiera (en línea). BANCO DE GUATEMALA. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/>. Consultado en enero y febrero de 2012.

ÍNDICE DE CUADROS

No. Cuadro	Descripción	No. Capítulo	No. Página
1	Factores de Riesgo y su Naturaleza	Dos	7
2	Factores que Determinan el Valor de las Opciones Reales y Opciones Financieras	Dos	17
3	Proyección de Resultados par el Proyecto de Inversión	Cinco	51
4	Cálculo del Costo de la Deuda	Cinco	52
5	Cálculo del Costo del Capital Propio	Cinco	52
6	Cálculo del Costo de Capital Medio Ponderado	Cinco	52
7	Flujo Neto de Fondos Actualizado	Cinco	53
8	Ingresos y Egresos a Obtener en los Años 1 y 2	Cinco	54
9	Resultados de la Simulación del VAN en 100,000 Escenarios	Cinco	56
10	Resultados Estadísticos de los VAN Generados por la Simulación de Monte Carlo	Cinco	57
11	Resumen de Datos a Utilizar en el Modelo de Valoración de Opciones Reales	Cinco	57

ÍNDICE DE FIGURAS

No. Figura	Descripción	No. Capítulo	No. Página
1	Árbol de Valores	Cuatro	37
2	Árbol de Valores Recombinante	Cuatro	39
3	Árbol de Valores de las Opciones Reales del Proyecto	Cinco	60
4	Árbol de Decisiones de las Opciones Reales del Proyecto	Cinco	61