

Implementación de las opciones reales en proyectos inmobiliarios

Elkin Hernández Cermeño

Ehernan4@eafit.edu.co

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magister en Administración Financiera

Director: Mg. Armando Lenin Támara A.

Universidad EAFIT
Escuela de Administración
Maestría en Administración Financiera
Medellín
2017

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 18 de junio de 2017

Agradecimientos

Doy gracias a Dios, a mi familia, y a mis compañeros de maestría por el apoyo que recibí para poder alcanzar ese importante logro en mi carrera profesional.

Finalmente, al profesor Armando Lenin Támara, por sus valiosos aportes en la elaboración de este trabajo.

Contenido

1.	Introducción	7
2.	Justificación	12
3.	Objetivos	12
3.1.	Objetivo general	12
3.2.	Objetivos específicos.....	12
4.	Marco de referencia	13
5.	Metodología	13
5.1.	Flujo de efectivo o flujo de caja.....	14
5.2.	Criterios viabilidad financiera de proyectos	16
5.2.1.	Período de recuperación de la inversión (PR).....	17
5.2.2.	Relación entre los ingresos sobre la inversión en libros	17
5.2.3.	Valoración por flujo de caja descontado.....	17
5.2.4.	Período de recuperación de la inversión descontado	19
5.2.5.	Tasa interna de retorno (TIR)	19
5.2.6.	Tasa interna de retorno modificada (TIRM)	19
5.3.	Costo de oportunidad o costo promedio ponderado de capital (CPPC).....	20
5.3.1.	Método CAPM para el cálculo de costo promedio ponderado de capital	21
5.4.	Opciones reales	22
5.5.	Métodos de valoración de opciones	24
5.5.1.	Modelo binomial	24
5.5.2.	Modelo black- scholes-merton	26
5.6.	Tipos de opciones reales	26
6.	Caso de estudio	27

7. Conclusiones	36
Referencias	37
Anexos	40

Lista de tablas

Tabla 1. Últimas proyecciones de crecimiento	8
Tabla 2. Comportamiento de la actividad construcción 2016 - cuarto trimestre	9
Tabla 3. Estructura de flujo de caja del proyecto	15
Tabla 4. Diferencia parámetros de opciones	24
Tabla 5. Equivalencia entre opciones reales y opciones financieras.....	26
Tabla 6. Detalle del proyecto inmobiliario.....	29

Lista de gráficos

Gráfico 1. Representación gráfica de un flujo en el tiempo.....	14
Gráfico 2. Proceso gráfico de flujo de caja descontado	18
Gráfico 3. Evolución de una opción <i>call</i> según modelo binomial	25
Gráfico 4. Localización del proyecto	27
Gráfico 5. Árbol subyacente.....	31
Gráfico 6. Árbol de expansión	32
Gráfico 7. Árbol de contracción	33
Gráfico 8. Árbol opción viva.....	34
Gráfico 9. Árbol opción expansión/contracción	34

Resumen

Las condiciones económicas actuales del país y el moderado crecimiento del mercado inmobiliario, ha generado un ambiente de incertidumbre en la evaluación financiera de los proyectos inmobiliarios, desde la etapa misma de estructuración, lo que ha llevado a importantes promotores de proyectos a desistir de interesantes iniciativas inmobiliarias. A la vez, es imposible negar el hecho de que las cambiantes condiciones del mercado inmobiliario afecten a un proyecto durante su ejecución, obligando a los inversionistas a incorporar un componente de flexibilidad al momento de evaluar financieramente sus proyectos.

Este trabajo pretende exponer la metodología de las opciones reales, como una herramienta novedosa, que permite a los inversionistas del mercado inmobiliario administrar el riesgo y la incertidumbre, a través de la implementación del componente de flexibilidad a la evaluación financiera de proyectos.

Palabras claves: Costo de capital, Inversiones inmobiliarias, Opciones reales.

Abstract

The current economic conditions of the country and the moderate growth of the real estate market have generated an environment of uncertainty in the financial evaluation of real estate projects since the very stage of structuring, which has led important project promoters to give up interesting real estate initiatives. At the same time, it is impossible to deny that the changing conditions of the real estate market affect a project during its execution, forcing investors to incorporate a flexibility component when evaluating their projects financially.

This paper aims to expose the real options methodology as a novel tool that allows real estate investors to manage risk and uncertainty through the implementation of the flexibility component in the financial evaluation of projects.

Key words: Cost of capital, Real estate investment, Real options.

1. Introducción

El Fondo Monetario Internacional (FMI), en su más reciente actualización del informe de *Perspectivas de la Economía Mundial 2016*, publicado en octubre del mismo año, presenta un crecimiento mundial de 3.1%, tal como se evidencia en la Tabla 1. Ese crecimiento ha estado impulsado principalmente por el buen comportamiento de los mercados emergentes, la recuperación de los precios de las materias primas, como el petróleo, y las medidas adoptadas por China para evitar la desaceleración de su economía.

En la Tabla 1 evidenciará que, para América del Sur, el panorama fue desalentador, principalmente por la contracción del PIB¹ en Brasil, Venezuela, Argentina y Ecuador. Se estima para el continente un decrecimiento de 2.3% frente al año anterior. Por otro lado, la economía colombiana tuvo que adaptarse a las condiciones económicas mundiales, a través de incrementos en las tasas de interés de referencia, para poder desacelerar la inflación proyectada. Se preveía un crecimiento para el país alrededor de 2.9% en 2016, el cual finalmente cerró en un 2%, según el DANE² en marzo de este año 2017, explicado principalmente por el buen comportamiento de las entidades financieras, las empresas de seguros, y aquellas que desempeñan actividades inmobiliarias de construcción.

¹ Producto Interno Bruto (PIB).

² Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE).

Tabla 1. Últimas proyecciones de crecimiento

	Real	Proyección	
	2016	2017	2018
Producción mundial	3.1	3.4	3.6
Economías avanzadas	1.6	1.9	2
Estados Unidos	1.6	2.3	2.5
Zona del euro	1.7	1.6	1.6
Alemania	1.7	1.5	1.5
Francia	1.3	1.3	1.6
Italia	9	0.7	0.8
España	3.2	2.3	2.1
Japón	0.9	0.8	0.5
Reino Unido	2	1.5	1.4
Canadá	1.3	1.9	2
Otras economías avanzadas	1.9	2.2	2.4
Economías de mercados emergentes y en desarrollo	4.1	4.5	4.8
Comunidad de Estados Independientes	-0.1	1.5	1.8
Rusia	-0.6	1.1	1.2
Excluida Rusia	1.1	2.5	3.3
Economías emergentes y en desarrollo de Asia	6.3	6.4	6.3
China	6.7	6.5	6
India	6.6	7.2	7.7
ASEAN-5	4.8	4.9	5.2
Economías emergentes y en desarrollo de Europa	2.9	3.1	3.2
América Latina y el Caribe	-0.7	1.2	2.1
Brasil	-3.5	0.2	1.5
México	2.2	1.7	2
Oriente Medio, Norte de África, Afganistán y Pakistán	3.8	3.1	3.5
Arabia Saudita	1.4	0.4	2.3
África subsahariana	1.6	2.8	3.7
Nigeria	-1.5	0.8	2.3
Sudáfrica	0.3	0.8	1.6
Países en desarrollo de bajo ingreso	3.7	4.7	5.4

Fuente: FMI, Perspectivas de la Economía Mundial, 2016.

De acuerdo al informe del comportamiento del PIB para el cuarto trimestre de 2016, entregado por el DANE, algunos de los principales indicadores económicos del año 2016 son:

Incremento SMMLV³: 7%

Valor SMMLV 2017: \$737.717 pesos colombianos.

Inflación del 5.75%.

PIB 2016: 2.0%

Tabla 2. Comportamiento de la actividad construcción 2016 - cuarto trimestre

Ramas de actividad / Productos	Variación porcentual (%)		
	Anual	Trimestral	Año Total
Construcción de edificaciones, reparación y mantenimiento de edificaciones	0.9	-0.2	6
Edificaciones residenciales	-8	-4.5	2.2
Edificaciones No residenciales	8.6	1.3	10.1
Mantenimiento y reparación de edificaciones	2.7	0	2.1
Construcción de obras civiles	5.1	0	2.4
Obras civiles	5	0	2.4
Construcción	3.5	-0.4	4.1

Fuente: DANE, Cuentas Trimestrales IV Trimestre 2016.

Para el sector de la construcción, según el boletín de Licencias de Construcción, entregado por el DANE al cierre de diciembre 2016, la dinámica sigue siendo favorable, y como se evidencia en la Tabla 2, el sector había tenido un crecimiento del orden de 3.5% con respecto al año de 2015, debido al crecimiento en la construcción de edificaciones en un 0.9 % y de obras de ingeniería civil en un 5.1%.

Particularmente, el crecimiento en la construcción de edificaciones al cierre del año 2016, obedece principalmente al buen desempeño de edificaciones no residenciales (8.6%) y obras de mantenimiento y reparación (2.7%), a diferencia de las edificaciones residenciales que tuvo comportamiento negativo de -0.8%.

³ Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV).

Por otro lado, en lo que iba acumulado hasta noviembre de 2016, se habían otorgado licencias de construcción para edificaciones con un área aprobada de 22.156.664 m², un 16.4% menos con respecto al año anterior. Del área aprobada total, el 74.2% de los metros cuadrados iban destinados a proyectos de vivienda, y el resto a otras edificaciones.

Al cierre de 2016, el DANE reporta que 1.4 millones de personas estuvieron ocupadas en actividades del sector de la construcción, y que aproximadamente se generaron 201.000 nuevas plazas de trabajo, con un incremento del 0.7% frente al año anterior. Finalmente, el sector representa una participación de 6.3% en el empleo nacional.

El sector inmobiliario a nivel nacional obtuvo un buen desempeño, teniendo en cuenta que el año 2015 fue un año histórico en venta de vivienda nueva. Según CAMACOL⁴, en 2016 se alcanzó las 168.097 unidades vendidas a nivel nacional, con una inversión cercana a los 32.5 billones de pesos, un 7.2% superior al año anterior. Sin embargo, en términos de unidades de vivienda comercializadas, las cifras reportaron una variación negativa de -2.6%.

Si se evalúa los resultados del sector inmobiliario por tipología de vivienda, se observa que la vivienda tipo VIS⁵ obtuvo un total de 47.538 unidades vendidas, esto representó un incremento de 9.5% en relación al año anterior. Por otro lado, la vivienda tipo VIP⁶ cerró el año con 13,656 unidades vendidas, presentando un decrecimiento de 34.1%. Finalmente, la vivienda NO VIS⁷ alcanzó las 106,904 unidades habitacionales vendidas, un -0.75% menos que el 2015, sin embargo, esto indica una necesaria estabilización en el mercado luego de una década de desempeño creciente.

A nivel regional, según CAMACOL, el comportamiento de las ventas es variado. Ciudades como Bogotá (35.554 unidades) y regiones como el Atlántico (13.096 unidades), arrojaron un balance positivo, debido a que ambas regiones crecieron en unidades vendidas frente al año anterior en un 13.9% y 12.8% respectivamente, a diferencia de Antioquia y Cundinamarca, las cuales redujeron sus dinámicas de ventas en 12.9% y 16.6%, respectivamente.

⁴ Cámara de la Construcción Colombiana.

⁵ VIS: Vivienda de Interés Social, la cual se encuentra en un rango de 70 y 135 SMMLV.

⁶ VIP: Vivienda de Interés Prioritario, la cual su valor máximo es de 70 SMMLV.

⁷ NO VIS: Vivienda que supera los 135 SMMLV.

En términos de oferta de vivienda nueva, la dinámica a nivel nacional es similar. Para el caso de Antioquia, se produjo una disminución en el lanzamiento de nuevos proyectos en 17.7% frente al año anterior, cerrando el año 2016 con una oferta disponible cercana a las 30.000 unidades. Bogotá, incrementó el lanzamiento de nuevos proyectos al cierre del año en 28.2%, explicado en gran parte por el lanzamiento de proyectos de vivienda tipo VIS, los cuales incrementaron en 66% frente al año 2015. Por otro lado, Atlántico fue la región con mayor dinamismo del país, con un incremento de 37.7% frente al año anterior, debido al auge en el lanzamiento de vivienda tipo VIS, la cual incrementó en 165.4% en relación al año anterior.

1.1 Entorno económico proyectado para el año 2017

En este nuevo año 2017, Werner (2017), en su más reciente publicación acerca de las perspectivas económicas para América Latina y el Caribe, mostró un pronóstico rodeado de una particular incertidumbre, explicada principalmente, por los resultados de las elecciones presidenciales de Estados Unidos y del referendo a favor de la salida del Reino Unido de la Unión Europea (Brexit⁸), por lo que se estima un crecimiento mundial alrededor de 3.4%.

Para Colombia las perspectivas para este año son favorables, debido a la adopción de la nueva Reforma Tributaria que le permitirá fortalecer sus ingresos fiscales, y recuperar los recaudos de la industria petrolera.

Desde el gremio, la perspectiva de crecimiento en el PIB de edificaciones, se estima de 4.4%, cifra que supera la de 2016. Argumentada por la continuidad de los programas del gobierno en política de vivienda, tales como “Mi Casa Ya”⁹ y “Frech”¹⁰ para vivienda NO VIS. Adicionalmente, se espera una estabilización de los precios de la vivienda nueva, para lograr incentivar la demanda (Portafolio, 2017).

⁸ Brexit: significa la votación a favor de la salida del Reino Unido de la Unión Europea.

⁹ Mi Casa Ya: programa del Gobierno Nacional que beneficia a los colombianos que quieran comprar vivienda VIS nueva, el cual otorga un subsidio del 30% de la cuota inicial y un subsidio de 4 puntos a las tasas de interés del crédito hipotecario.

¹⁰ Frech: programa del Gobierno Nacional que beneficia a los colombianos que quieran comprar vivienda NO VIS nueva otorgando un subsidio de 2.5 puntos a la tasa de interés del crédito hipotecario durante 7 años.

2. Justificación

Durante el desarrollo del presente trabajo, se utilizarán inicialmente conceptos básicos de Política Económica para elaborar un preciso análisis macroeconómico del país en la actualidad, y así poder dar contexto de la situación en la que se encuentra. Para esto, es necesario entender el comportamiento de los indicadores inmobiliarios, conjuntamente con el comportamiento económico del país y, a partir de ahí, entender varios conceptos del mercado inmobiliario que muchos no conocen. Aquí, se desarrollarán conceptos estadísticos desarrollados en Simulación, los cuales serán útiles para entender las características de flexibilidad que brinda las opciones reales, y, apoyado en la teoría de valoración de opciones financieras, se podrá comprender la implementación de esta herramienta bursátil en la evaluación financiera de un proyecto inmobiliario.

Finalmente, los conceptos recibidos en Finanzas Corporativas, sumada a la Estrategia Financiera, serán los brindarán los principios de evaluación de oportunidades de inversión para los inversionistas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Valorar un proyecto de vivienda de apartamentos a través del enfoque de opciones reales.

3.2. Objetivos específicos

Definir el marco teórico para la implementación de la valoración por opciones reales en el mercado inmobiliario en Colombia.

Aplicar la teoría de árboles de decisiones para la valoración de opciones reales en un caso práctico de estudio.

4. Marco de referencia

La metodología en general de este trabajo consiste en hacer un adecuado análisis del entorno económico del sector, a partir de datos estadísticos del DANE, Banco de la República, La Lonja, el gremio inmobiliario de Medellín y Antioquia, y La Galería Inmobiliaria, los cuales serán las herramientas con las cuales se evalúa la salud inversionista del país. A partir de aquí, se desarrollará los conceptos básicos que se utilizan en la evaluación financiera de proyectos, tales como las metodologías tradicionales de valoración de inversiones y la introducción del costo promedio ponderado de capital, la cual será utilizada como tasa de descuento del flujo de caja libre. Seguido, entraremos en la complejidad de la teoría de opciones reales y cómo su estructura se puede utilizar para activos no financieros, como lo son los proyectos.

Finalmente, se aplicarán todos los conceptos anteriores en un caso práctico de estudio, más explícitamente en la estructuración financiera de un proyecto de vivienda ubicado en el municipio de La Ceja, Antioquia, donde se implementarán la metodología de valoración por opciones reales.

5. Metodología

Para el desarrollo de este tema, iniciaremos con un recorrido por los diferentes métodos de evaluación financiera de proyectos, entendiendo la utilidad o practicidad de cada uno de ellos, dentro de los cuales se encuentra la metodología de valoración por el método de flujo de caja descontado o también denominado Valor Presente Neto (VPN); sin embargo, para esto es necesario comprender inicialmente el valor del dinero en el tiempo, y su representación en un flujo de tiempo. A partir de ahí, se expondrán qué métodos de evaluación financiera de proyectos no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo y los que finalmente sí lo tienen en cuenta dentro de su implementación.

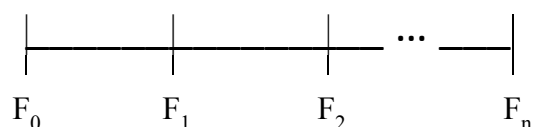
Seguidamente, se expondrá cómo la metodología de opciones reales surge como una novedosa herramienta para la valoración de inversiones inmobiliarias. Y finalmente, implementaremos en un

caso práctico de estudio, que trata de un proyecto de vivienda en el municipio antioqueño de La Ceja, para el cual se pretende flexibilizar a partir de la velocidad de ventas del proyecto, y al final, se evaluarán los resultados encontrados.

5.1 Flujo de efectivo o flujo de caja

En la mayor parte de las inversiones financieras, los costos e ingresos de un proyecto ocurren en diferentes momentos de tiempo, por lo que es necesario tener en cuenta la diferencia de tiempo al evaluar un proyecto, además, de la importancia de representar sus flujos de efectivo en una línea de tiempo. Una opción es representar en una serie de tiempos diferentes los flujos de una variable “F”, así:

Gráfico 1. Representación gráfica de un flujo en el tiempo



Fuente: Elaboración propia (2017).

Para poder expresar los diferentes momentos del tiempo a través del flujo de efectivo, ya sea hacia atrás o hacia adelante, se debe definir un factor de la tasa de interés, de ahora en adelante t . Según indica Jonathan Berk & Peter Demarzo (2008), el proceso para encontrar el valor equivalente a hoy de un valor o flujo de efectivo futuro, se conoce como descuento. Finalmente, este proceso es utilizado en el método de valoración por flujo de caja descontado. Y más adelante, sugerimos utilizar el costo de capital como la tasa de descuento, con la cual se trae a valor presente los flujos de beneficios de un proyecto.

Para entender un poco la dinámica de evaluación de proyectos en el sector constructor, existe un concepto muy utilizado, la cual definimos como la *prefactibilidad económica del proyecto*, la cual da a conocer al inversionista si un proyecto es viable o no. Esta prefactibilidad tiene la misma estructura de un Estado de Resultados, en el cual el recaudo percibido por las ventas de las unidades inmobiliarias son los ingresos operacionales, y los costos directos e indirectos del proyecto

corresponden a los costos y gastos operacionales del proyecto. Al final, la diferencia entre los ingresos por venta y los costos directos e indirectos da como resultado la utilidad del proyecto. Sin embargo, las teorías de evaluación financiera de proyectos nos indican que la utilidad neta que entrega el proyecto no es diciente frente a la viabilidad del proyecto, y que existen indicadores financieros que tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo, los cuales se analizaran más adelante.

A continuación, les presentamos una estructura de flujo de caja recomendada para representar todas las variables, tanto de ingresos como de egresos del proyecto a través del tiempo.

Tabla 3. Estructura de flujo de caja del proyecto

	Saldo inicial de caja
+	Ingresos Proyectos
-	Lote
-	Intereses de lote
-	Costos directos de construcción
-	Urbanismo
-	Incremento de costos
-	Obligaciones urbanísticas
-	Honorarios incluido IVA
-	Reembolsables de nómina
-	Gastos indirectos
=	Flujo de caja del proyecto
+/-	Preoperativos
+/-	Aportes / devolución de socios
+/-	Pago de dividendos
=	Flujo de caja del inversionista
+	Desembolsos de crédito constructor
-	Intereses de crédito constructor
-	Abonos de capital de crédito constructor
=	Flujo de caja financiero
=	Flujo de caja neto
	Saldo final de caja

Fuente: Elaboración propia (2017).

En esta estructura de flujo de caja libre sugerida, se evidencian varios subtotales dentro de él, el principal es el que definimos como *Flujo de caja del proyecto*, en el cual solo se registran los ingresos y egresos inherentes a la operatividad del proyecto. Por otro lado, el *Flujo de caja del inversionista*, proviene de los ingresos y egresos que tiene el inversionista para el proyecto, y el *Flujo de caja financiero*, son los ingresos percibidos por desembolsos de créditos externos necesarios para apalancar al proyecto, en períodos en los cuales el saldo en caja no pueda cubrir los egresos operativos.

5.2 Criterios viabilidad financiera de proyectos

Según Arboleda (2013) existen diferentes criterios para determinar si un proyecto es viable o no, que son los siguientes:

El período de recuperación de la inversión sin descontar (PR)

El período de recuperación de la inversión descontado (PRD)

La relación entre los ingresos sobre la inversión en libros (ING/INV_0)

La tasa interna de retorno (TIR)

La relación beneficio-costos (B/C)

El método de flujo de caja descontado o el Valor Presente Neto (VPN)

Estos criterios tradicionales para la evaluación financiera de proyectos se pueden agrupar en dos diferentes grupos: aquellos métodos que no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo y los que finalmente sí tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Las diferencias entre un grupo u otro es que el primer grupo, los métodos que no tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo, proporcionan poca información a la hora de tomar decisiones, y son catalogados de incorrectos a la hora de evaluar financieramente un proyecto. Sin embargo, vamos a entrar a describirlos de una manera superficial con fines informativos.

Por ejemplo, los criterios que no tienen en cuenta el valor del dinero del tiempo son:

5.2.1 Período de recuperación de la inversión (PR)

Tomando como referencia Arboleda (2013), se define al Período de Recuperación (PR) como el tiempo que se requiere para que las sumas de los respectivos flujos de efectivos netos positivos producto de la inversión en el proyecto sean iguales a la suma de flujos de efectivo netos negativos dentro del mismo proyecto.

Una de sus principales desventajas es que no tiene en cuenta los flujos de efectivos netos positivos obtenidos luego de alcanzar el período de recuperación. Por otro lado, no considera el valor del dinero en el tiempo, puesto que simplemente suma los flujos de efectivos sin tener hasta alcanzar una recuperación de la inversión sin importar si un valor se encuentra en el período cero (0), o en el período n .

Sin embargo, el período de recuperación de la inversión puede complementarse al descontar los flujos futuros, y sumarlos ya descontados. Este análisis lo veremos más adelante al entender el criterio de valoración por flujo de caja descontado.

5.2.2 Relación entre los ingresos sobre la inversión en libros

Esta relación se calcula para cada uno de los años durante la fase operacional, y puede considerarse como un indicador de rentabilidad del proyecto, sin embargo, es considerado erróneo por no tener en cuenta, precisamente, el valor del dinero en el tiempo para el proyecto.

Y aquellos métodos que sí tienen en cuenta el valor del dinero en el tiempo son:

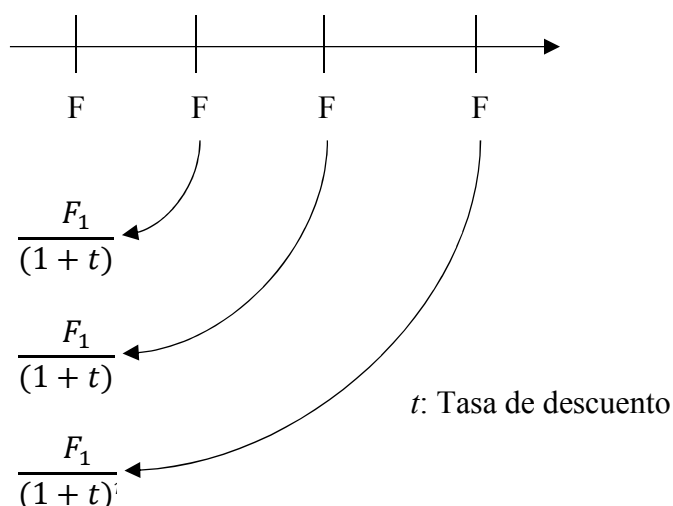
5.2.3 Valoración por flujo de caja descontado

De acuerdo a lo planteado por Berk & Demarzo (2008), el valor presente neto de un proyecto o inversión, se define como la diferencia entre el valor presente, de sus beneficios, y el valor presente, de sus costos.

$$VPN = VP(\text{Beneficios}) - VP(\text{Costos})$$

Por consiguiente, para calcular el valor presente de esta serie de flujos de efectivo, es necesario primero calcular el valor presente de cada flujo individual a una tasa de descuento que denominaremos “ t ”, para conseguir que todos los flujos se expresen en unidades comunes del período 0, y finalmente se suman todos los flujos para encontrar el valor presente de toda la serie.

Gráfico 2. Proceso gráfico de flujo de caja descontado



Fuente: Elaboración propia, 2017.

De esta manera, el valor presente neto a una tasa de interés t , para un flujo de efectivo de un proyecto se expresa:

$$VPN = F_0 + \frac{F_1}{(1+t)^1} + \frac{F_2}{(1+t)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+t)^n}$$

Por consiguiente, el método de flujo de caja descontado se define como la ganancia extraordinaria que genera el proyecto en unidades monetarias de hoy. Sin embargo, el resultado de esta expresión puede ser tanto positiva como negativa, y para esto, es necesario un análisis de la siguiente manera:

Si t es la tasa de interés de oportunidad del inversionista (TIO), que expresa aquella tasa de rentabilidad mínima que requiere el inversionista, de acuerdo al nivel de riesgo al que pueda estar expuesto al invertir en el proyecto, entonces:

Si el VPN es negativo, el proyecto no es viable, debido a que los dineros invertidos no rinden a la tasa de interés exigida por el inversionista.

Si el VPN es positivo, el proyecto es viable, entonces, los dineros invertidos rinden a una tasa mayor que la exigida.

Y finalmente, si el VPN es igual a 0, es indiferente, puesto que los dineros rendirán al mismo nivel exigido.

5.2.4 Período de recuperación de la inversión descontado

Entendido el proceso de descontar a valor de hoy los flujos de beneficios futuros de un proyecto, podemos complementar el criterio de período de recuperación de la inversión con este concepto. Por lo tanto, el período de recuperación de la inversión descontado no es más que la cantidad de períodos necesarios para recuperar la inversión, solo que esta vez, se considera los flujos de caja generados a valor de hoy, y no al momento de generarse.

5.2.5 Tasa interna de retorno (TIR)

Dudley (1972) afirma que la tasa de interés es aquella tasa que hace que el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto sea igual a cero, sin embargo, no tiene en cuenta el flujo del inversionista, ni mucho menos su Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), debido a que es una tasa que se deduce de los flujos de efectivo del proyecto. Sin embargo, la regla general indica que se debe aceptar cualquier oportunidad de inversión donde la TIR supere el costo de oportunidad del capital, y descartar cualquier oportunidad cuya TIR sea menor que el costo de oportunidad del capital.

5.2.6 Tasa interna de retorno modificada (TIRM)

Debido a que la tasa interna de retorno (TIR) es un indicador que refleja característica del proyecto, es decir, que su comportamiento depende de la forma del flujo de efectivo del proyecto, en algunos

casos es posible que el cálculo de la TIR no tenga solución, o puedan existir diferentes TIR para un mismo flujo.

Por ejemplo, un caso en el que la TIR no tiene solución sucede cuando todos los flujos de caja del proyecto son positivos o negativos, por lo tanto, es imposible que el valor presente sea igual a cero. Otro ejemplo claro, sucede cuando el flujo de caja neto tiene más de un cambio de signo, pasando de negativo a positivo durante el tiempo, y esto produce que no se tenga ninguna solución posible.

Es por esto que Arboleda (2013) sugiere utilizar el indicador de TIR para proyectos “convencionales”, es decir, que inicien con flujos netos negativos que indiquen la inversión inicial, y que los próximos flujos netos sean positivos que indiquen el rendimiento del proyecto.

Como respuesta a estos inconvenientes con la TIR, Brigham & Ehrhardt (2006) plantean un nuevo criterio denominado la Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM), y se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual al de los costos, utilizando el supuesto que los flujos de efectivos del proyecto se reinvierten al costo de capital o al costo promedio ponderado de capital.

5.3 Costo de oportunidad o costo promedio ponderado de capital (CPPC)

Una variable muy importante en la valoración de proyectos por el método de flujo de caja descontado o VPN, es su tasa de descuento, con la cual se van a traer los valores a través del tiempo. En evaluación financiera de proyectos existe un concepto denominado el costo de oportunidad del inversionista, y no es más que el costo que exige un inversor por atender una determinada alternativa de inversión sobre otras alternativas. Berk & Demarzo (2008) definen el costo de oportunidad como el mejor rendimiento esperado disponible, que se ofrece en el mercado sobre una inversión de riesgo y plazo comparables con el flujo de efectivo que se descuenta el costo de oportunidad del capital. En pocas palabras, lo podremos definir como el rendimiento al que renuncia el inversionista cuando acepta una inversión nueva.

Ahora bien, luego de haber analizado la importancia del valor del dinero en el tiempo, y de representar los ingresos y egresos del proyecto dentro de una estructura de flujo de efectivos sugerida, iniciaremos con la introducción del concepto de costo promedio ponderado de capital, el cual funcionará para el método de valoración por flujo de caja descontado como la tasa de descuento del proyecto.

5.3.1 Método CAPM para el cálculo de costo promedio ponderado de capital

La implementación del modelo CAPM¹¹ para determinar el costo promedio de capital inicialmente se utiliza como una herramienta para calcular el precio de los activos de la empresa, los cuales por definición contable se obtienen de costo de capital propio y deuda de la compañía, los cuales conforman la estructura de capital de la empresa. Para nuestro trabajo, vamos a tomar el costo promedio ponderado de capital de una empresa constructora grande del país, y que actuará como socio del proyecto en estudio, y bajo el modelo CAPM se expresa de la siguiente manera:

$$CPPC = \frac{E}{(E + D)} r_e + \frac{D}{(E + D)} r_d(1 - t)$$

E =Valor de mercado del capital

D =Valor de mercado de la deuda

t =Tasa impositiva

r_e = Costo de capital propio

r_d = Costo de capital de la deuda

De acuerdo al esquema que tenemos inicialmente propuesto para este trabajo de grado, ya hemos efectuado el recorrido por los conceptos de evaluación financiera de proyectos necesaria, para poder entender cuándo un proyecto es viable o no. Enseguida, vamos a entrar en la teoría de opciones financieras para continuar con el desarrollo de la temática.

¹¹ Capital asset pricing model: Modelo desarrollado por Jack L. Treynor, William Sharpe, John Litner y Jan Mossin en 1962.

5.4 Opciones reales

Los métodos tradicionales de evaluación financiera de proyectos no tienen en cuenta los diferentes escenarios a los cuales se ven afectados o beneficiados durante su ejecución, por ende, es fundamental presentar las opciones reales como una herramienta que le permite al inversionista maniobrar durante la ejecución, y poder tomar decisiones.

Es importante destacar, que esta metodología tiene en cuenta la flexibilidad operativa a la cual se someten la mayoría de proyectos que tienen una extensa duración, y que hoy en día, bajo los constantes cambios de nuestra actualidad, hace que todos los supuestos con los que inicialmente se estructuran los proyectos sean latente riesgo.

Toda la teoría de opciones reales proviene de lo que se define en derivados financieros como opciones financieras, las cuales funcionan como un instrumento financiero que representa un acuerdo entre dos partes, donde quien posee la opción tiene el derecho, mas no la obligación de comprar o venderla bajo unas condiciones específicas (Kremljak & Hocevar, 2012).

Para poder diferenciar las opciones financieras de los contratos futuros (*forward*), hay que destacar que en los futuros, las partes están obligadas a cumplir, en cambio en las opciones financieras, quien compra el derecho tiene la posibilidad de comprar o no, pero el vendedor siempre está obligado a cumplir el contrato.

Hull (2009) afirma que existen dos tipos de opciones financieras: las denominadas opción de compra (*call*), las cuales otorga al poseedor de la opción el derecho de comprar un activo en una fecha determinada y a un precio establecido; y la opción de venta (*put*), que le otorga al poseedor de la opción vender un activo a una fecha y un precio determinado. El precio al cual se compra o se vende una opción se denomina precio de ejercicio (*strike*), y la fecha estipulada para la transacción se denomina fecha de vencimiento. La volatilidad del activo es un criterio que representa la variación del precio durante el período entre la fecha de acuerdo y la fecha de entrega del activo subyacente, debido a la incertidumbre sobre si la opción será ejercida o no, por lo que el valor de una opción por lo general se incrementa con la volatilidad del activo subyacente.

En las opciones financieras el inversionista debe pagar un precio por adelantado para participar del contrato, este precio se conoce como prima de la opción y depende del precio inicial del activo subyacente, el precio del ejercicio del activo, el tipo de interés, los dividendos que paga, el tiempo de vencimiento y la volatilidad futura.

Ahora bien, las siguientes nociones son necesarias para valorar una opción financiera:

C_T = Precio del activo subyacente en la fecha de vencimiento de la opción

C_0 = Precio del activo subyacente al momento de la firma del contrato

K = Precio del ejercicio

T = Fecha de vencimiento

r = Tasa de interés libre de riesgo

σ = Volatilidad precio de la opción

C = Opción Call

P = Opción Put

En vista de toda la conceptualización anterior, llegamos al punto en el que se aplicarán los principios de evaluación financiera de proyecto, a través de los métodos tradicionales del método de flujo de caja descontado y la TIR, combinados con los principios de valuación de opciones financieras, para así lograr dar flexibilidad operativa al momento de la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto.

Por consiguiente, se puede expresar la teoría de opciones reales como una extensión de la teoría de opciones financieras, pero aplicada a los activos no financieros, para los cuales la incertidumbre acompaña y obliga al inversionista a tomar diferentes decisiones de inversión, durante su ejecución.

A continuación, vamos a presentar las diferencias conceptuales entre las opciones financieras versus las opciones reales:

Tabla 4. Diferencia parámetros de opciones

Opción financiera	Opción real
Precio del activo subyacente	Valores esperados flujo de caja
Precio de ejercicio	Costo de inversión
Volatilidad del activo subyacente	Incertidumbre del proyecto
Fecha de ejercicio	Plazo hasta que la oportunidad desaparece
Dividendos	Mantenimiento de la opción
Tasa de interés libre de riesgo	Tasa de interés libre de riesgo

Fuente: Tomado de Tamayo & Calle (2009).

El valor del proyecto aumenta al incluir el valor de opción como ingreso para el mismo y se expresa de la siguiente manera:

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

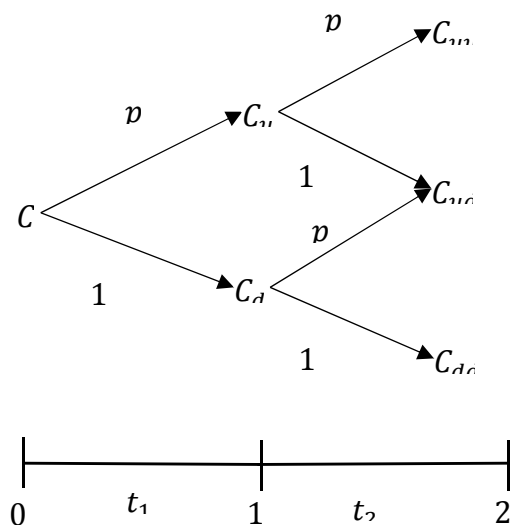
5.5 Métodos de valoración de opciones

Dentro de las opciones financieras, existen diferentes métodos para poder valorar el precio o la prima que se paga por adelantado para adquirir o emitir una opción financiera, entre ellos los más destacados son el modelo binomial y el modelo black-scholes, los cuales también se pueden utilizar en la teoría de opciones reales (Forcael, Andalaft, Schovelin, & Vargas, 2013).

5.5.1 Modelo binomial

El presente modelo se basa en una técnica de árboles binomiales, la cual se basa en la elaboración de diagramas que representan diferentes rutas que puede seguir el activo subyacente durante la ejecución del proyecto. Las dos posibles rutas que puede tomar son que suba o que baje el precio del activo, bajo un criterio de probabilidad asignada para cada escenario.

Gráfico 3. Evolución de una opción *call* según modelo binomial



Fuente: Adaptado de Tamayo & Calle (2008).

Por lo tanto, el valor de una opción *call* se expresa de la siguiente manera:

$$C = \frac{1}{r} * [p * f_u + (1 - p) * f_d]$$

Donde: $p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$; $1 - p = \frac{u - e^{r\Delta t}}{u - d}$; $u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$; $d = \frac{1}{u}$

Y: $f_u = \text{Max}[0, u * C - K]$, $f_d = \text{Max}[0, C * d - K]$

Siendo:

C = valor opción *call*

r = tasa de libre de riesgo

u = movimiento multiplicativo al alza

d = movimiento multiplicativo a la baja

p = probabilidad de que se den movimientos al alza o a la baja del precio.

$1 - p$ = probabilidad restante para el movimiento del precio.

C_u = valor intrínseco de la opción con el movimiento alza.

C_d = valor intrínseco de la opción con el movimiento a la baja.

$K = \text{precio de ejercicio.}$

5.5.2 Modelo black- scholes-merton

Para determinar el valor de una opción a través del modelo black-scholes-merton se utiliza un método en el cual se propone una serie de posibles precios al vencimiento, asignándole una probabilidad a cada uno. Se proyectan diferentes precios siguiendo una distribución lognormal.

El valor de la opción *call* bajo este modelo se expresa de la siguiente manera:

$$C = S * N(d_1) - K * e^{-rxt} * N(d_2)$$

Donde: $d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) * t}{\sigma\sqrt{t}}$, y $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$

Siendo:

$C = \text{valor opción call}$

$r = \text{tasa de libre de riesgo}$

$t = \text{tiempo expiración de la opción}$

$\sigma = \text{volatilidad del activo}$

$N = \text{Valores de distribución normal.}$

5.6 Tipos de opciones reales

Existen diferentes tipologías de opciones reales que se pueden implementar para un proyecto, y surgen como medida para enfrentar los diferentes factores que afectan el momento de la inversión, y se pueden asociar de igual manera a los expuestos en la teoría de opciones financieras *put* y *call*, de la siguiente forma:

Tabla 5. Equivalencia entre opciones reales y opciones financieras

Tipología	Opción de venta	Opción de compra
Retardar		X
Expandir		X
Reiniciar Operaciones		X
Prolongar	X	

Reducir	X	
Cerrar operaciones	X	

Fuente: Tomado Támara & Aristizabal (2012).

La opción de diferir o retardar le brinda al inversionista la posibilidad de postergar el momento inversión de un plazo a otro, dadas las condiciones de mercado a las que se enfrente el proyecto.

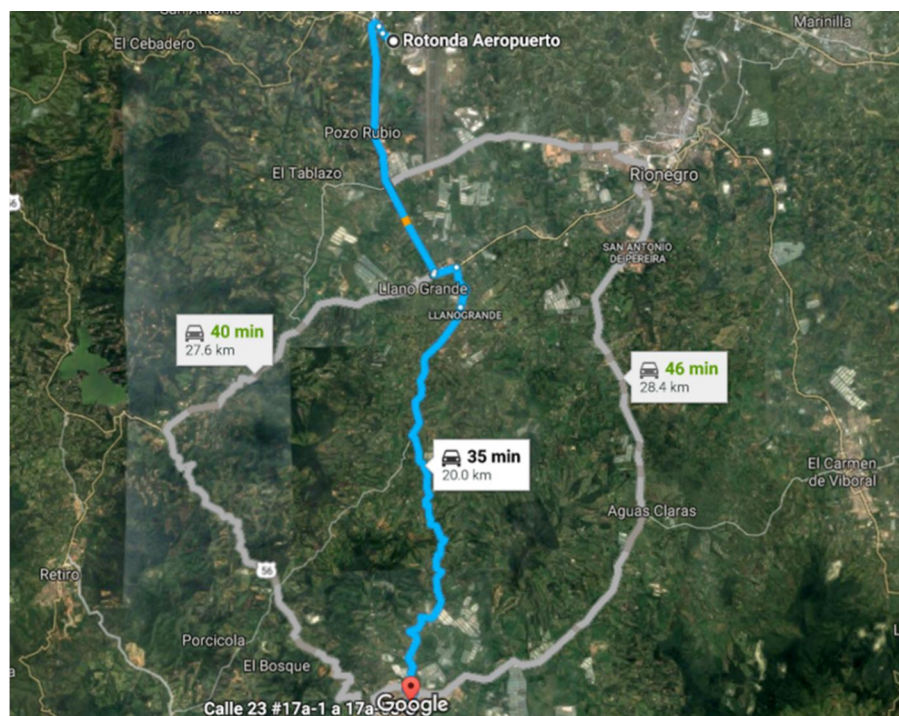
La opción de expandir le posibilita al inversionista ampliar el alcance inicial del proyecto si las condiciones de mercado han cambiado favorablemente para el proyecto. De igual manera, funciona para el caso contrario, en el que el inversionista se ve obligado a reducir la escala del proyecto debido a la poca acogida que tenga.

Finalmente, la opción de abandonar es una alternativa muy útil para el inversionista cuando las condiciones del proyecto sean tan negativas que decida retirarse del negocio, y perder el capital invertido. Al igual está la opción para el inversionista, en caso de que las condiciones de mercado para el proyecto cambien, que le permita reactivar la inversión.

6. Caso de estudio

A continuación, presentaremos un proyecto inmobiliario mixto que actualmente se encuentra en etapa de estructuración, y es estudiado por una gran constructora del país. El lote está ubicado en el municipio de La Ceja en el departamento de Antioquia, a solo 35 minutos en carro del aeropuerto internacional José María Córdova y a 1 hora de la ciudad de Medellín.

Gráfico 4. Localización del proyecto



Fuente: Google Maps (2016).

El lote se encuentra a solo seis cuadras del parque central del municipio de La Ceja, un sector privilegiado por su mezcla de zona residencial y comercial. Su extensión neta es de 4.280 m² y su uso puede ser mixto, es decir, se puede construir vivienda y comercio dentro del terreno.

Se tiene planteado inicialmente desarrollar el proyecto mixto por dos etapas, la cuales se componen de la siguiente manera:

Etapla 1: Torre 1 de apartamentos y torre empresarial con locales comerciales.

Etapla 2: Torre 2 y Torre 3 de apartamentos.

La salida a ventas de la segunda está atada al éxito de la primera, y como fecha límite se propone diez meses contados a partir del inicio de ventas de la primera etapa. Para esto es necesario que el equipo de ventas logre alcanzar a una velocidad de cinco inmuebles vendidos mensualmente. El inversionista del proyecto, en este caso el constructor, solicita que se evalúe la opción de que el desarrollo del proyecto se detenga si la salida a ventas de la segunda etapa no se cumple en plazo estipulado. Y si de lo contrario, la primera etapa se vende en menor plazo, se seguirá la inversión y se avanzará con la segunda etapa del proyecto.

Tabla 6. Detalle del proyecto inmobiliario

Nombre	Cantidad (Un)	Área Unitaria (m ²)	Área Total Vendible	Valor Precio/m2 Inicial	Cantidad Parquead. (Un)	Precio Unitario Parquead.	Ventas Totales
Torre 1 Vivienda	30	50.53	1,515.90	\$ 2,950,000	16	\$ 18,000,000	\$ 4,759,905,000
Torre 2 Vivienda	38	49.89	1,895.82	\$ 2,950,000	25	\$ 18,000,000	\$ 6,042,669,000
Torre 3 Vivienda	30	50.53	1,515.90	\$ 2,950,000	24	\$ 18,000,000	\$ 4,903,905,000
Torre Empresarial	44	59.802	2,631.20	\$ 4,500,000			\$ 11,840,400,000
Locales Comerciales	5	45.29	226.45	\$ 6,000,000			\$ 1,358,700,000
							\$ 28,905,579,000

Fuente: Elaboración propia (2017).

Para el cálculo del costo de capital del inversionista, el cual funcionará como tasa de descuento para traer a valor presente los flujos de caja, se planteó la estructura de capital de una importante constructora del país, en la cual el pasivo corresponde al 26.46% y el patrimonio el 73.54% restante. Seguido a esto, es necesario expresar el costo de la deuda, y para ello fue necesario extraer de las tablas de Damodaran (2016) el Beta desapalancado del sector constructor equivalente al 0.88, y con esto procedemos a obtener Beta apalancado de la empresa con una tasa impositiva del 40%, y el resultado es de 0.97. Ya con esta beta apalancada de la empresa, podemos calcular finalmente el costo de la deuda con una tasa libre de riesgo de Estados Unidos del 2%, con un resultado de 6.97%.

Luego de encontrar el costo de deuda de la empresa, es necesario calcular el costo del patrimonio de la empresa en pesos colombianos, para la cual la empresa siempre ha determinado trabajar con el 13.8%.

De acuerdo a lo anterior el costo de capital se expresa de la siguiente manera:

$$CPPC = \frac{E}{(E + D)} r_e + \frac{D}{(E + D)} r_d(1 - t)$$

$$CPPC = (73.75\% * 13.8\%) + (26.46\% * 6.8\%) * (1 - 40\%)$$

$$CPPC = 11.23\%$$

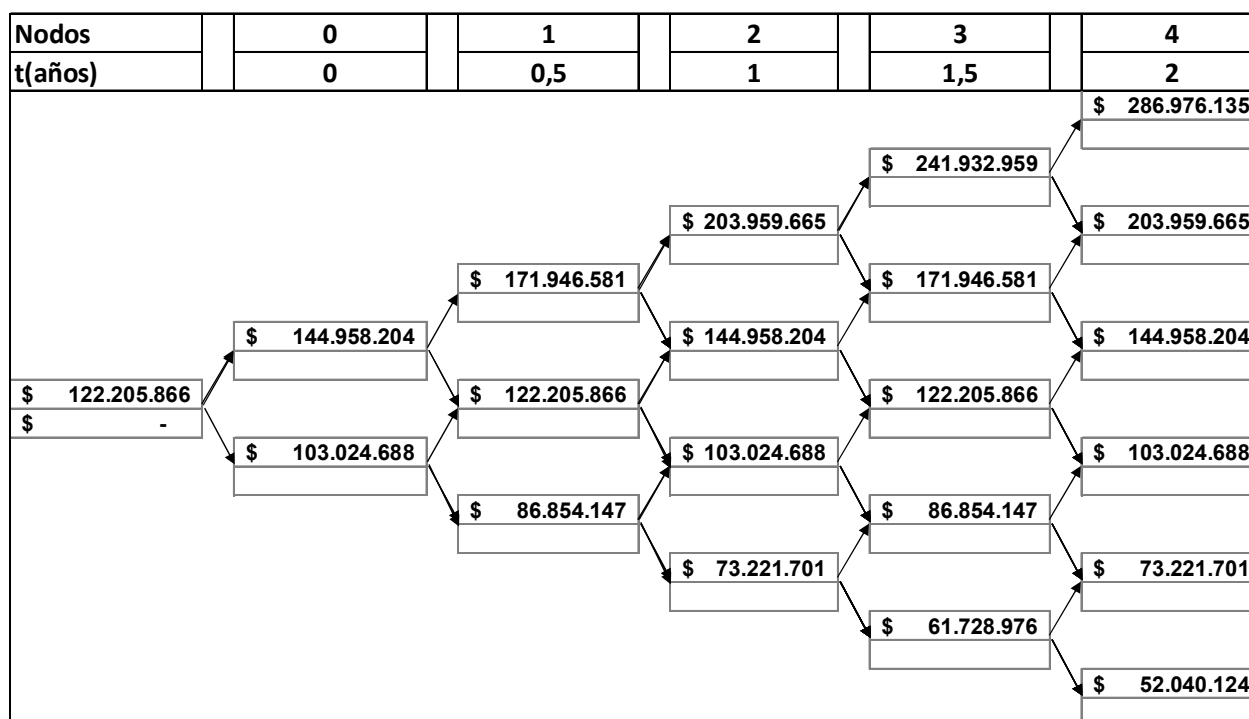
Luego de obtener el costo de capital, se presenta en la hoja de Anexos de este documento, el flujo de caja del proyecto, acorde a la estructura sugerida en la Tabla 3, y para comodidad del lector, la periodicidad está dada por trimestre.

Seguido a esto, el Valor Presente Neto resultante de los flujos del inversionista nos da como resultado \$122.205.866, con una tasa de descuento del 11%, obtenida por la metodología de costo de capital para el inversionista. La volatilidad (σ) se toma de Damodaran (2016), teniendo como referencia el sector de la construcción en los mercados emergentes, dicha volatilidad es del 24.5%. Seguido a esto, se toma como referencia a Cox, Ross y Rubinstein (1979) para obtener la probabilidad de un movimiento al alza (u) y de un movimiento a la baja (d) de la variable en un período (t) que, para nuestro caso, es de seis meses, así:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = 119\% \quad y \quad d = \frac{1}{u} = 84,3\%$$

Seguido a esto, presentamos el árbol denominado subyacente, donde cada nodo expresa en período (t) de seis meses:

Gráfico 5. Árbol subyacente



Fuente: Elaboración propia (2017).

A continuación, iniciamos con la valoración de la opción de expansión y se debe determinar un costo para el inversionista cuando decide expandir la magnitud del proyecto, el cual denominaremos *costo de expansión* y se estima por un valor de \$36.661.760 con un factor de incremento del 25% sobre el Valor Presente Neto.

Es necesario estimar las probabilidades al alza y a la baja para la valoración, tanto de la opción de expansión como de contracción, las cuales son calculadas con las siguientes fórmulas:

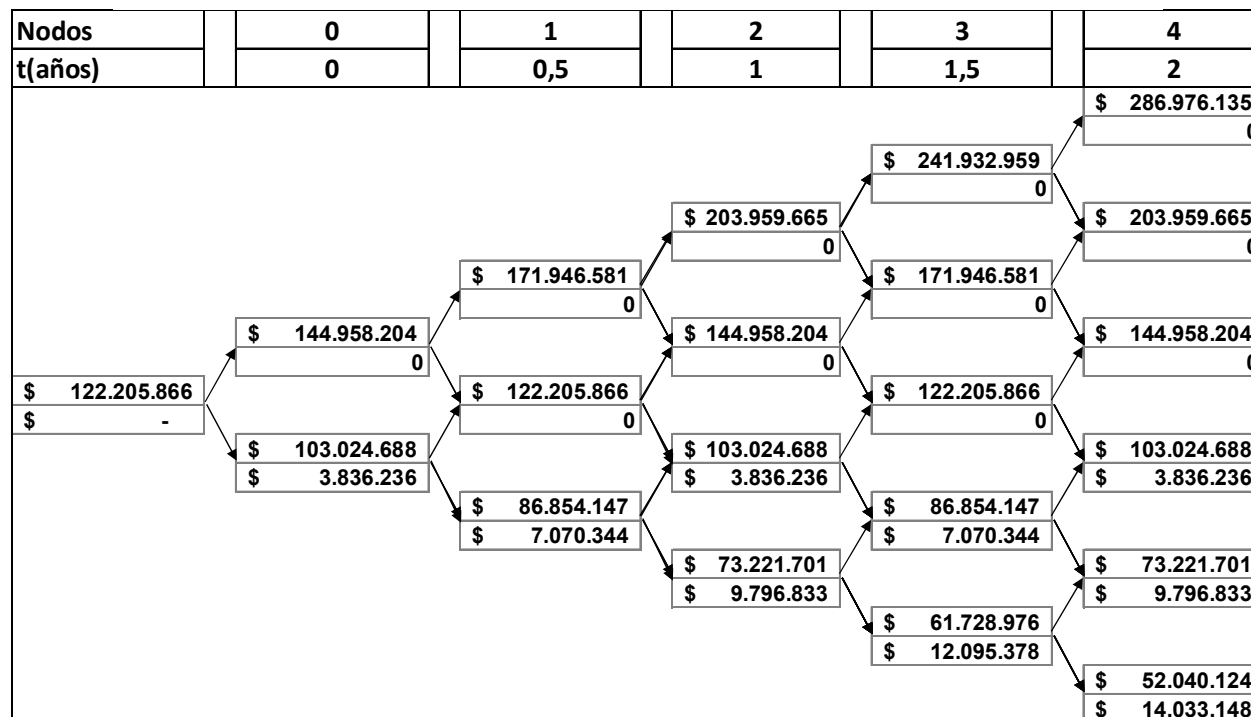
$$p = \frac{a - d}{u - d} = 1.06 \quad \text{donde,} \quad a = e^{r\Delta t} = 0.62 \quad r = 11\%$$

Basados en la expresión anterior para la valoración de la opción de expansión, la cual se comporta como una opción *call* americana, donde su activo subyacente es el Valor Presente Neto del período. Esto determinará un costo periódico en que incurrirá el inversionista, denominado *costo de expansión*, el cual se expresa de la siguiente forma:

$$f_u = \text{Max}[0, u * VPN_t - \text{Costo expansión}]$$

A continuación, presentamos el resultado en árbol de la valoración de la opción de expansión:

Gráfico 6. Árbol de expansión



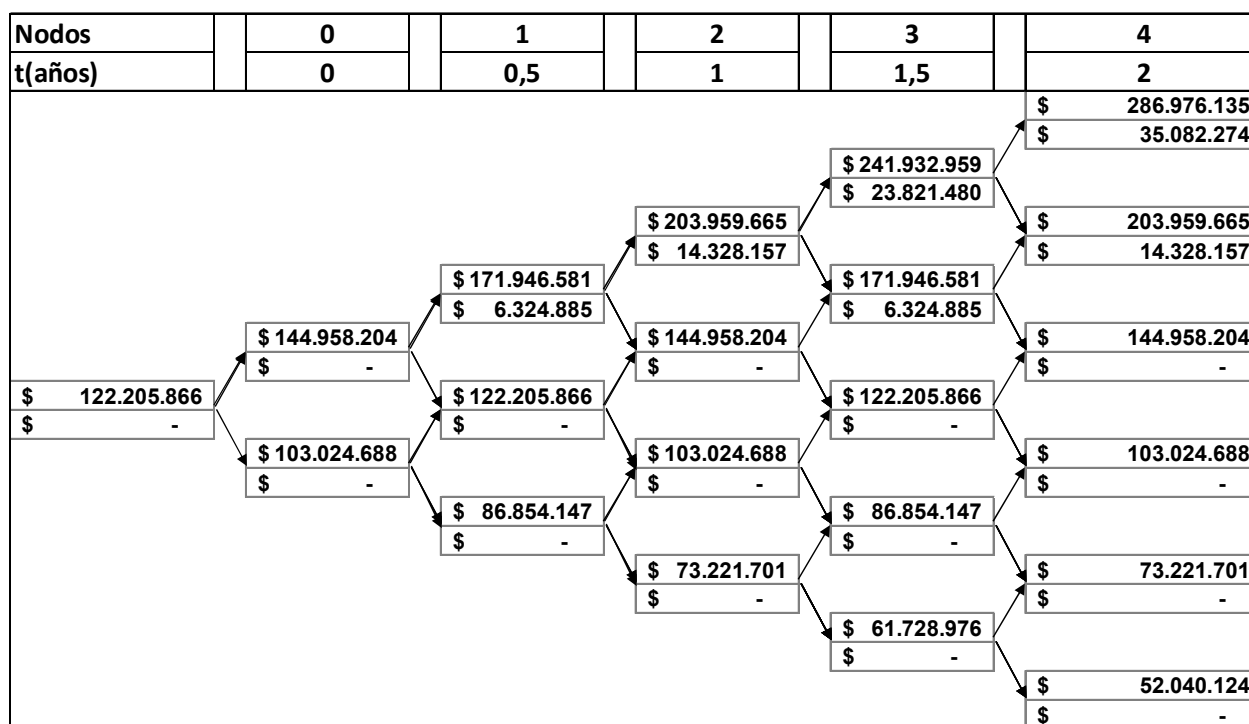
Fuente: Elaboración propia (2017).

En el caso de la opción de contracción, su valoración se expresa de la siguiente manera:

$$f_d = \text{Max}[0, \text{Ingreso contracción} - d * \text{VPN}]$$

En donde, el denominado *ingreso por contracción* se refiere a los beneficios que recibe el inversionista periódicamente, que para nuestro ejercicio se estima por \$24.441.173 con un factor a la baja de 20% sobre el activo subyacente; en nuestro caso el Valor Presente Neto, del cual obtenemos el siguiente resultado:

Gráfico 7. Árbol de contracción



Fuente: Elaboración propia (2017).

Partiendo de obtención de los árboles de la opción de contracción y expansión, se procede a construir el árbol denominado de *opción viva*, el cual se comporta de la siguiente manera:

$$f_{viva} = \text{Max}[f_d, f_u, 0]$$

Y donde el valor de esta opción se determina bajo la siguiente expresión:

$$f_{viva} = \frac{O_u \cdot p + O_d \cdot (1 - p)}{(1 + r)^{\Delta t}}$$

Donde:

O_u : Es el valor de la opción al alza del período anterior.

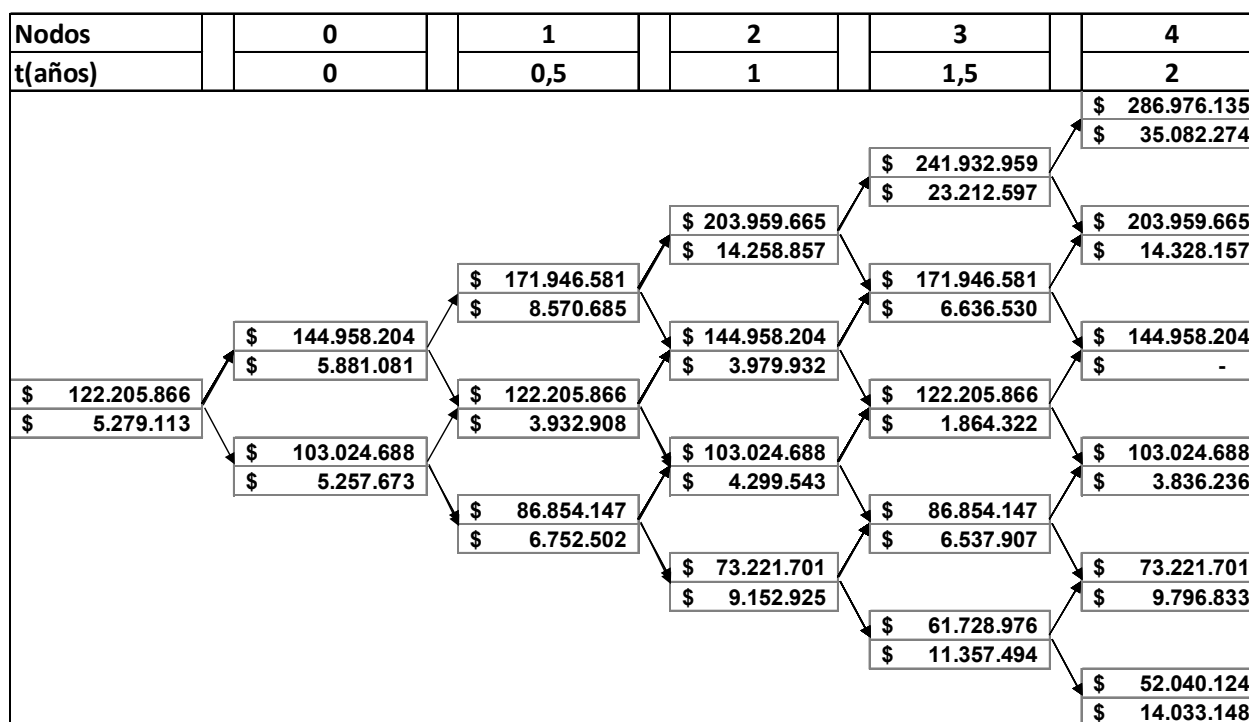
O_d : Es el valor de la opción a la baja del período anterior.

r : La tasa de interés de oportunidad (TIO).

t : Periodicidad

Obtenemos el siguiente resultado:

Gráfico 8. Árbol opción viva



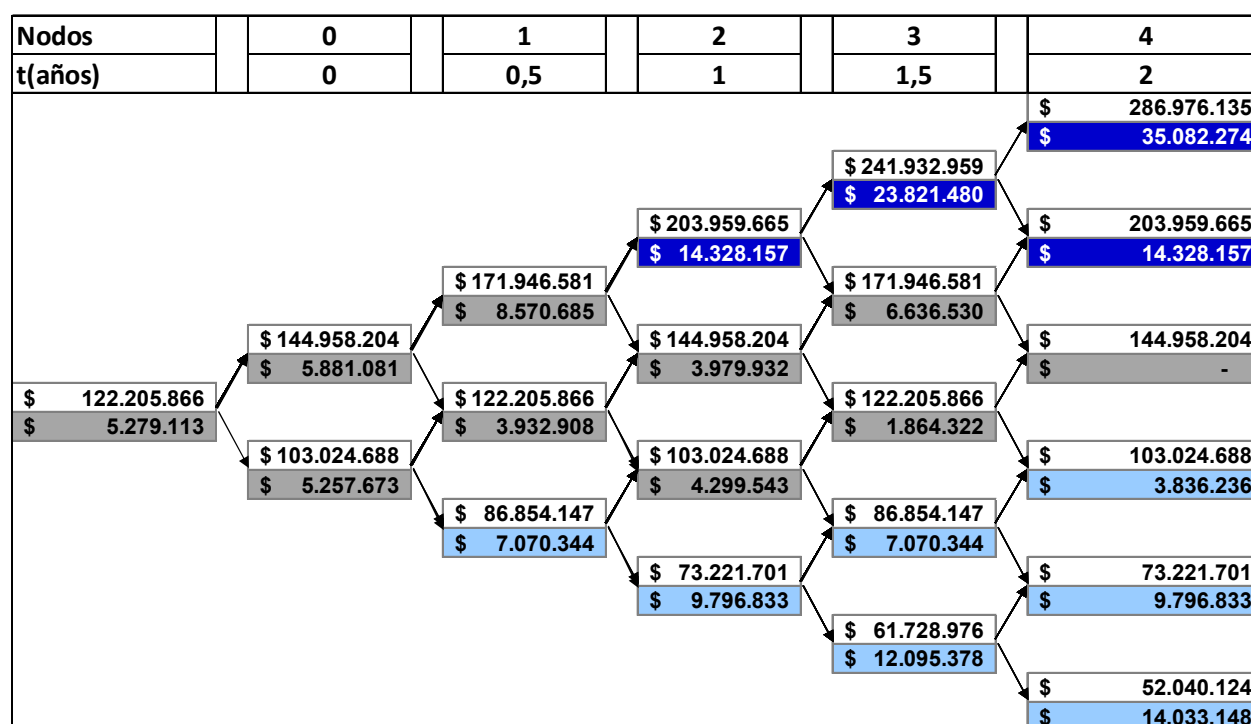
Fuente: Elaboración propia (2017).

Finalmente, ya con los árboles de valoración de la opción de expansión, contracción y *viva*, se procede a encontrar un árbol que evalúe los tres escenarios y construya un escenario que maximice el mayor valor para el inversionista, bajo la siguiente expresión:

$$f = \text{Max}[\text{valor opción expansión}_t; \text{valor opción contracción}_t; \text{valor opción viva}]$$

Este último árbol lo denominaremos de *expansión/contracción*, y como resultado obtenemos:

Gráfico 9. Árbol opción expansión/contracción



Fuente: Elaboración propia (2017).

El gráfico 9 muestra que el valor de la opción conjunta tiene un valor de \$5.279.113, sin embargo, al realizar un análisis más detallado, con respecto a los diferentes escenarios propuestos en el árbol, tenemos que en la parte superior, donde aparecen las celdas con color azul y números blancos, se establecen los escenarios donde es preferible expandir el proyecto. Por otro lado, en la parte inferior, las celdas en azul con números en negro, se establecen los escenarios donde es preferible contraer el proyecto.

Finalmente, bajo este análisis los escenarios válidos para la opción de expansión serían: año 1 ½ (\$14.328.157) y año 2 ½ (\$14.328.157), los demás escenarios (\$23.821.480 y \$ 35.082.274) quedan anulados al ejercer la opción en el año 1 ½ (\$ 14.328.157). El escenario válido para la opción de contracción sería: año 1 (\$7.070.344), año 2 (\$7.070.344) y año 2 ½ (\$3.836.236), los demás escenarios quedarían anulados por la misma razón expuesta anteriormente.

Al tener claro el valor de la opción conjunta, se procede a calcular el valor total del proyecto de la siguiente manera:

$$\text{Valor Total del Proyecto} = \text{VPN} + \text{Opción Real}$$

$$\text{Valor Total del Proyecto} = \$ 122.205.866 + \$ 5.279.113$$

$$\text{Valor Total del Proyecto} = \$ 127.484.979$$

Tal y como lo muestran los resultados, bajo la metodología tradicional, el proyecto se da por aceptado al obtener un VPN por valor de \$122.205.866, sin embargo, dicha metodología estaría desconociendo un valor adicional aportado por las opciones de contracción y expansión presente en el proyecto, cuyo valor conjunto es de \$5.279.113, por lo tanto, la sola valoración por la metodología tradicional para este caso estaría subvalorando el proyecto, al no tener en cuenta los valores de la opción conjunta.

7. Conclusiones

Históricamente para el país el sector constructor siempre ha impulsado el empleo, y es por esto que en este último período presidencial, se han creado diferentes programas de incentivo para la compra de vivienda nueva. Sin embargo, la caída del precio del petróleo ha volcado el país a vivir bajo desfavorables condiciones económica, lo cual obliga a los inversionistas del sector inmobiliario a usar herramientas que les genere mayores beneficios y que se salgan un poco de lo tradicional. Para esto se expuso la teoría de opciones reales como una innovadora propuesta en sus proyectos, la cual brinda a los inversionistas el componente de flexibilidad que otras no pueden hacer.

Destacar la importancia de estar constantemente monitoreando el costo de capital, le permite al inversionista estar alerta a las cambiantes condiciones del mercado, y, por tanto, le permite decidir si colocar o no su dinero en un proyecto. Y es precisamente ese monitoreo constante que le permite

al mercado inmobiliario autorregularse en su oferta, y no permitir que la oferta de vivienda se comporte tal cual como se comporta la demanda.

Identificar oportunidades en situaciones desfavorables e inciertas es complicado, por eso la importancia de implementar herramientas financieras al inversionista, que le brinde la flexibilidad necesaria para la toma de decisiones.

Referencias

Arboleda, Germán (2013). *PROYECTOS, identificación, formulación, evaluación y gerencia*. Bogotá: Alfaomega Colombiana.

Berk, Jonathan; & Demarzo, Peter (2008). *Finanzas Corporativas*. México: Pearson Educación.

Brigham, Michael C. & Ehrhardt, Eugene F. (2006). *Finanzas Corporativas*. México: Cengage Learning.

CAMACOL (2016). *178.300 Viviendas nuevas se comercializaron durante 2016*. Obtenido el 25 de Enero de 2016 de <http://camacol.co/prensa/noticias/178300-viviendas-nuevas-se-comercializaron-durante-2016-camacol>

Cox, J., Ross, S. y Rubinstein, M. (1979). Option Pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics* 7, pp. 229-263.

Damodaran, Aswath (2016). *Country Default Spreads and Risk Premiums*. Obtenido el 01 de septiembre de 2016 de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

DANE (2017). *Cuentas Trimestrales - Colombia Producto Interno Bruto (PIB) Cuarto Trimestre de 2016*. Bogotá.

DANE (2017). *Licencias de Construcción - ELIC Diciembre 2016*. Obtenido el 16 de febrero de 2017 de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/licencias/bol_lic_dic16.pdf

Dudley, Carlton (1972). A Note on Reinvestment Assumptions in Choosing Between Net Present Value and Internal Rate of Return. *Journal of Finance*, pp. 907-15.

editor_dataifx (2017). *Dataifx*. Obtenido el 26 de enero de 2017 de <http://www.dataifx.com/noticias/178300-viviendas-nuevas-se-comercializaron-durante-2016-camacol>

Fondo Monetario Internacional, FMI (2016). *Perspectivas de la Economía Mundial*. Washington: Servicios Corporativos e Instalaciones del FMI.

Forcael, Eric; Andalaft, Alejandro; Schovelin, Roberto; & Vargas, Pablo (2013). Aplicación del método de opciones reales en la valoración de proyectos. *Obras y Proyectos (14)*, pp. 58-70.

Google Maps (2016). Obtenido el 14 de agosto de 2016 de <https://www.google.es/maps>

Hull, John C. (2009). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. México: Pearson Prentice Hall.

Kremljak, Z[vonko] & Hocevar, M[arko] (2012). Real options and strategic capabilities development. *Annals & Proceedings of DAAAM International*, 23.

MINVIVIENDA (2017). *Nos complace saber que nuestro sector sigue siendo líder en generación de empleo en el país*. Obtenido el 27 de enero de 2017 de <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2017/enero/nos-complace-saber-que-nuestro-sector-sigue-siendo-lider-en-generacion-de-empleo-en-el-pais-minvivienda>

Monroy, Mauricio (2016). *Finanzas Personales*. Obtenido el 27 de septiembre de 2017 de <http://www.finanzaspersonales.com.co/columnistas/articulo/el-costos-de-oportunidad-de-los-inversionistas/65174>

Obstfeld, Maurice (2017). *Diálogo a Fondo*. Obtenido el 16 de enero de 2017 de <http://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=7024>

Portafolio (2017). *Buen comienzo de año para las ventas de vivienda*. Obtenido el 03 de marzo de 2017 de <http://m.portafolio.co/economia/infraestructura/buen-comienzo-de-2017-para-las-ventas-de-vivienda-503835>

Támara, Armando L.; Aristizábal, Raúl E. (2012). Las opciones reales como metodología alternativa en la evaluación de proyectos de inversión. *Ecos de economía*, 35, pp. 29-44.

Tamayo, Víctor M. & Calle, Ana M. (2009). Decisiones de Inversión a través de Opciones Reales. *Estudio Gerenciales*, 25(111).

Werner, Alejandro (2017). *Navegando las contracorrientes en la economía mundial: Perspectivas más recientes para América Latina y el Caribe*. Obtenido el 23 de Enero de 2017 tal de <http://blog-dialogoafondo.imf.org/?p=7033>

Anexos

Tabla 7. Flujo de caja año 1 proyecto La Ceja

AÑO PERIODO	AÑO 1			
	I	II	III	IV
Saldo inicial de caja	\$ -	\$ -	\$ 225,305	\$ 1,325,420
Ingresos Proyectos	\$ -	\$ -	\$ 156,868,714	\$ 1,611,189,647
Lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses de lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos directos de construcción	\$ -	\$ -	-\$ 68,766,278	-\$ 848,898,594
Urbanismo	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 128,400,000
Incremento de costos	\$ -	\$ -	-\$ 2,347,732	-\$ 46,053,172
Obligaciones urbanísticas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Honorarios incluido IVA	-\$ 50,545,256	-\$ 97,023,365	-\$ 40,817,215	-\$ 100,243,440
Reembolsables de nómina	\$ -	-\$ 24,163,620	-\$ 24,163,620	-\$ 44,847,240
Gastos indirectos	-\$ 66,229,087	-\$ 106,109,460	-\$ 106,109,460	-\$ 124,995,572
Flujo de caja del proyecto	-\$ 116,774,343	-\$ 227,296,445	-\$ 85,335,590	\$ 317,751,629
Preoperativos	-\$ 116,774,343	-\$ 227,296,445	-\$ 85,335,590	\$ -
Aportes / devolución de socios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 429,406,378
Pago de dividendos	\$ -	\$ -	\$ 8,899,699	\$ 111,914,365
Flujo de caja del inversionista	-\$ 116,774,343	-\$ 227,296,445	-\$ 76,435,892	\$ 541,320,743
Liberación de intereses	\$ -	\$ -	\$ 225,305	\$ 1,325,420
Desembolsos de crédito con	\$ -	\$ -	\$ 8,782,920	\$ 564,684,700
Intereses de crédito constru	\$ -	\$ -	-\$ 108,526	-\$ 10,577,866
Abonos de capital de crédito	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 331,863,140
Flujo de caja financiero	\$ -	\$ -	\$ 8,899,699	\$ 223,569,114
Flujo de caja neto	\$ -	\$ -	-\$ 0	\$ -
Saldo Final de Caja	\$ -	\$ -	\$ 225,305	\$ 1,325,420

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 8. Flujo de caja año 2 proyecto La Ceja

AÑO PERIODO	AÑO 2			
	I	II	III	IV
Saldo inicial de caja	\$ -	\$ 1,981,213	-\$ 0	-\$ 0
Ingresos Proyectos	\$ 1,076,040,898	\$ 1,732,575,803	\$ 2,167,792,029	\$ 6,752,514,884
Lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses de lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos directos de construcc	-\$ 2,199,891,869	-\$ 2,873,412,650	-\$ 2,845,936,444	-\$ 1,443,650,747
Urbanismo	-\$ 128,400,000	-\$ 128,400,000	-\$ 128,400,000	\$ -
Incremento de costos	-\$ 137,344,182	-\$ 215,539,224	-\$ 250,991,491	-\$ 140,871,913
Obligaciones urbanísticas	\$ -	-\$ 4,000,000	-\$ 24,000,000	-\$ 35,200,000
Honorarios incluido IVA	-\$ 148,928,608	-\$ 205,173,188	-\$ 219,902,222	-\$ 295,721,034
Reembolsables de nómina	-\$ 44,847,240	-\$ 44,847,240	-\$ 44,847,240	-\$ 44,847,240
Gastos indirectos	-\$ 124,995,572	-\$ 124,995,572	-\$ 124,995,572	-\$ 81,794,504
Flujo de caja del proyecto	-\$ 1,708,366,574	-\$ 1,863,792,071	-\$ 1,471,280,940	\$ 4,710,429,446
Preoperativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Aportes / devolución de soc	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pago de dividendos	\$ 199,495,546	\$ 268,529,026	\$ 279,967,756	\$ 279,729,458
Flujo de caja del inversionista	\$ 199,495,546	\$ 268,529,026	\$ 279,967,756	\$ 279,729,458
Liberación de intereses	\$ -	\$ 1,981,213	\$ -	\$ 5,387,019
Desembolsos de crédito con	\$ 1,935,711,854	\$ 2,231,791,822	\$ 1,929,346,184	\$ -
Intereses de crédito constru	-\$ 27,849,734	-\$ 101,451,938	-\$ 178,097,488	-\$ 198,116,849
Abonos de capital de crédito	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 4,232,583,139
Flujo de caja financiero	\$ 1,907,862,120	\$ 2,132,321,097	\$ 1,751,248,696	-\$ 4,425,312,968
Flujo de caja neto	\$ -	-\$ 0	\$ -	\$ 5,387,019
Saldo Final de Caja	\$ -	\$ 1,981,213	-\$ 0	\$ 5,387,019

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 9. Flujo de caja año 3 proyecto La Ceja

AÑO	AÑO 3			
	PERIODO	I	II	III
Saldo inicial de caja	\$ 2,786,987,053	\$ 7,341,969,622	\$ 15,318,209,965	\$ 15,584,493,217
Ingresos Proyectos	\$ 6,152,334,405	\$ 4,553,016,605	\$ 1,189,795,480	\$ 1,544,704,226
Lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses de lote	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos directos de construcción	-\$ 1,352,284,960	-\$ 815,045,886	-\$ 721,043,921	-\$ 163,770,228
Urbanismo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Incremento de costos	-\$ 150,393,151	-\$ 101,738,451	-\$ 100,025,195	-\$ 24,491,705
Obligaciones urbanísticas	\$ -	-\$ 30,400,000	\$ -	-\$ 24,000,000
Honorarios incluido IVA	-\$ 272,150,229	-\$ 192,421,628	-\$ 77,032,430	-\$ 59,635,288
Reembolsables de nómina	-\$ 44,847,240	-\$ 44,847,240	-\$ 44,847,240	-\$ 31,058,160
Gastos indirectos	-\$ 60,193,969	-\$ 60,193,969	-\$ 60,193,969	-\$ 146,080,258
Flujo de caja del proyecto	\$ 4,272,464,857	\$ 3,308,369,431	\$ 186,652,725	\$ 1,095,668,586
Preoperativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Aportes / devolución de soc	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pago de dividendos	\$ 258,995,828	\$ 178,000,319	\$ 87,219,725	\$ 51,795,941
Flujo de caja del inversionista	\$ 258,995,828	\$ 178,000,319	\$ 87,219,725	\$ 51,795,941
Liberación de intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Desembolsos de crédito con	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses de crédito constru	-\$ 24,670,106	\$ -	\$ -	\$ -
Abonos de capital de crédito	-\$ 2,105,871,201	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de caja financiero	-\$ 2,130,541,307	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de caja neto	\$ 1,882,927,722	\$ 3,130,369,112	\$ 99,433,000	\$ 1,043,872,645
Saldo Final de Caja	\$ 4,669,914,774	\$ 10,472,338,734	\$ 15,417,642,965	\$ 16,628,365,862

Fuente: Elaboración propia (2017).

Tabla 10. Flujo de caja año 4 proyecto La Ceja

AÑO PERIODO	AÑO 4	
	I	II
Saldo inicial de caja	\$ 21,632,369,433	\$ 19,450,133,682
Ingresos Proyectos	\$ 2,233,951,279	\$ 372,325,213
Lote	\$ -	-\$ 4,431,466,377
Intereses de lote	\$ -	\$ -
Costos directos de construcc	\$ -	\$ -
Urbanismo	\$ -	\$ -
Incremento de costos	\$ -	\$ -
Obligaciones urbanísticas	\$ -	\$ -
Honorarios incluido IVA	-\$ 73,720,392	-\$ 12,286,732
Reembolsables de nómina	-\$ 24,163,620	-\$ 16,109,080
Gastos indirectos	-\$ 336,738,949	-\$ 224,492,633
Flujo de caja del proyecto	\$ 1,799,328,318	-\$ 4,312,029,609
Preoperativos	\$ -	\$ -
Aportes / devolución de soc	\$ -	\$ -
Pago de dividendos	\$ 55,848,782	\$ 3,593,439,425
Flujo de caja del inversionista	\$ 55,848,782	\$ 3,593,439,425
Liberación de intereses	\$ -	\$ -
Desembolsos de crédito con	\$ -	\$ 0
Intereses de crédito constru	\$ -	\$ -
Abonos de capital de crédito	\$ -	\$ -
Flujo de caja financiero	\$ -	\$ 0
Flujo de caja neto	\$ 1,743,479,536	-\$ 7,905,469,034
Saldo Final de Caja	\$ 23,375,848,969	\$ 11,544,664,648

Fuente: Elaboración propia (2017).