

**VALORACIÓN DE PROYECTO INMOBILIARIO POR MEDIO DE OPCIONES
REALES**

**MARYORI ZULUAGA ALZATE
KEYLA MARCELA MÉNDEZ VEGA**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA
MEDELLÍN
2019**

**VALORACIÓN DE PROYECTO INMOBILIARIO POR MEDIO DE OPCIONES
REALES**

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de
magíster en Administración Financiera**

**MARYORI ZULUAGA ALZATE¹
KEYLA MARCELA MÉNDEZ VEGA²**

Asesor: Julián Pareja Vasseur, DBA

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA
MEDELLÍN
2019**

¹ maryoriz1992@gmail.com

² keylamendezvega@gmail.com

Contenido

Resumen	6
Palabras clave	6
Introducción	7
Marco teórico.....	8
Opciones financieras y reales	9
Tipos de opciones reales.....	10
Métodos de valoración de opciones	11
Modelo binomial	12
Opciones reales y el sector de la construcción en Colombia	14
Caso de aplicación	19
Valoración inicial	21
Valoración por medio de ROA.....	28
Conclusiones y discusión	33

Lista de tablas

Tabla 1. Variables en opciones reales versus opciones financieras	9
Tabla 2. Tipo de opciones y sus aplicaciones.....	11
Tabla 3. Aplicación de las opciones reales al sector constructor colombiano.....	15
Tabla 4. Principales inmobiliarias en Colombia	17
Tabla 5. Supuestos FCF	22
Tabla 6. Estado de resultados (PYG)	22
Tabla 7. Parámetros usados en el WACC terminal.....	24
Tabla 8. Parámetros usados en la metodología CAPM	25
Tabla 9. Parámetros usados en la opción real.....	29

Lista de figuras

Figura 1. Flujo de caja operativo.....	23
Figura 2. Flujo de caja de inversión	23
Figura 3. Valor terminal.....	24
Figura 4. Flujo de caja de financiación.....	25
Figura 5. Modelo CAPM	27
Figura 6. Valoración por medio de DFC.....	27
Figura 7. Valoración por medio de APV	27
Figura 8. Valoración por medio de APV	28

Figura 9. Volatilidad de Damodaran para construcción de viviendas.....29

Figura 10. Árbol de eventos del valor presente30

Figura 11. Ejercer o no la opción31

Figura 12. Continuar con el proyecto31

Figura 13. Árbol de decisión32

Resumen

En el presente trabajo se lleva a cabo la implementación de opciones reales como método de valoración aplicado al sector inmobiliario. Se considera una opción de abandono para un proyecto de construcción de vivienda a través de la metodología de árboles binomiales, que se contrarrestó con la aplicación de métodos tradicionales como FCF (flujo de caja libre) y APV (valor presente ajustado).

El objetivo es demostrar que la complementariedad de estas técnicas agrega valor en la toma de decisiones gerenciales al incluir la flexibilidad que puede hacer de un proyecto inviable evaluado por métodos tradicionales, un proyecto rentable o aumentar su valor a través de la opción real.

En Colombia fue poca la aplicación encontrada de opciones reales en el sector de estudio, pese los múltiples beneficios que brinda al ser considerado un negocio diferente a los convencionales por la dependencia de factores incontrolables.

Palabras clave: opciones reales, opción de abandono, proyecto inmobiliario, modelo binomial.

Abstract

In the present document is carried out the valuation real options method applied to the real estate sector. It is considered an abandonment option for a homebuilding project through the binomial tree methodology, which is counteracted to the application of traditional methods such as FCF (free cash flow) and APV (adjusted present value).

The objective is to demonstrate that the complementarity of these technics add value in making managerial decisions because of the flexibility can make that an unviable project, evaluated by traditional methods, a profitable project or to increase the value of it through the real option.

In Colombia there is little application of real options in the studied industry, in spite of the multiple benefits that it can be provides in a business considered different from conventional ones due to the dependence of uncontrollable factors.

Key words: *real options, abandonment option, real estate project, binomial model.*

Introducción

La gerencia actual de proyectos inmobiliarios ha sido el resultado del desarrollo del sector en los últimos treinta años, lo que convirtió a dicho campo en un negocio diferente a los convencionales, debido a los drásticos cambios sufridos y a la dependencia de factores incontrolables por el producto, como son los costos financieros, las normatividades locales, las políticas gubernamentales y la existencia de tierras urbanizables entre otros aspectos, que hacen complejo la dirección en este campo. (González López, 1999). Al tener en cuenta lo anterior, se consideraron las opciones reales como método alternativo de valoración, al tomar en consideración la flexibilidad operativa y la inclusión de elementos intangibles, como la ventaja competitiva y las oportunidades futuras, entre otros aspectos potencialmente estratégicos que permiten a los proyectos adaptarse con facilidad a la realidad.

Pese a que el método de opciones reales es diferente a los tradicionales (VPN, TIR e IR, entre otros), cabe resaltar que son técnicas complementarias, que ayudan a tener una mejor visión estratégica, al establecer con mayor precisión el valor de los activos, las opciones inherentes y el riesgo asociado.

Según Mascareñas Íñigo (1999) los métodos tradicionales por sí solos serían prácticos y efectivos para proyectos ejecutados inmediatamente después de su valoración, puesto que, por ser considerados estáticos, no hay posibilidad de modificar las características básicas asociadas con la economía.

Al examinar las variables que influyen en el desarrollo del proyecto, fue necesario contemplar opciones que permitieran evaluar diferentes escenarios en la medida

que se avanzaba por las etapas de desarrollo, como la de preventa o el cumplimiento del punto de equilibrio. Es un sector altamente volátil, en el que la inversión y la ejecución dependen en forma directa de variables económicas.

El proyecto considerado en el caso de aplicación analiza una opción de abandono estratégico de un proyecto de vivienda, que no es del tipo de vivienda de interés social (VIS), estructurado en una etapa, en el que la gerencia tendrá el derecho, mas no la obligación, de abandonar el proyecto, con un determinado costo, durante un período de cinco años; este ejercicio le brinda a la administración alternativas de decisión que maximicen el beneficio ante circunstancias extremas.

Marco teórico

Los métodos tradicionales utilizados para evaluar proyectos de inversión son prácticos y efectivos en proyectos ejecutados inmediatamente después de su valoración. Según Mascareñas Íñigo (1999), estos métodos no reconocen la flexibilidad como factor esencial para ajustar los proyectos a las condiciones cambiantes del mercado, lo que crea así un obstáculo en la visualización del margen de maniobra y la incertidumbre asociada, que, en últimas, pueden afectar la decisión de invertir.

Las opciones reales surgen, entonces, como un método de valoración alternativo y complementario, que le brinda a la gerencia diferentes opciones de decisión frente a diversos escenarios. Este método de valoración puede considerarse para el análisis de un proyecto si cuenta con las siguientes características (Sastoque, 2014):

1. Existe incertidumbre asociada con el comportamiento del proyecto durante su vida.
2. Durante la vida del proyecto se detecta flexibilidad y facilidad de introducir opciones estratégicas.
3. La información y las variables del proyecto permiten plasmar un modelo financiero mediante el que se evalúe su comportamiento.

Opciones financieras y reales

Las opciones reales surgen al tener como base las opciones financieras; la diferencia radica en que las primeras tienen como activo subyacente un activo real (bienes que tienen valor por sí mismos) mientras que en las segundas el análisis se centra en un activo financiero (bienes que tienen valor por lo que representan). En general, las opciones reales se definen como el derecho, mas no la obligación, de llevar a cabo una acción durante un determinado tiempo y con un determinado costo (Mascareñas Íñigo, 2007).

El valor de las opciones depende en cierta medida de sus variables; la siguiente tabla las describe y las discrimina para cada tipo de opción.

Tabla 1. Variables en opciones reales versus opciones financieras

<u>Variable</u>	<u>Opción financiera</u>	<u>Opciones reales</u>
E	Precio de la acción	Valor de los activos operativos que se van a adquirir
X	Precio de ejercicio	Costo de la inversión
σ^2	Varianza de los rendimientos	Riesgo del activo operativo subyacente
T	Tiempo hasta el vencimiento	Tiempo que se puede demorar la decisión de inversión
Rf		

Tasa de interés
libre de riesgo

Tasa de
descuento

Fuente: Mascareñas Íñigo (1998, p. 3)

En los mercados se identifican dos tipos de opciones financieras: las *calls* (o de compra) y las *puts* (o de venta), que le otorgan el derecho al adquirente de comprar o vender un activo subyacente a un precio preestablecido en un período determinado. Su valor estaría dado por el potencial beneficio que pueda obtenerse; para las *calls*, el objetivo principal es ejercer con un precio de ejercicio menor al precio que cotiza el activo en el mercado, mientras que en las *puts* ocurre todo lo contrario.

Según el tiempo de ejecución, las opciones también se pueden clasificar en americanas o europeas; las primeras pueden ser ejecutadas en cualquier momento hasta su vencimiento, mientras que las segundas solo pueden ejecutarse al final. En referencia a la técnica de opciones reales (*real options approach*), las más utilizadas son las de tipo americano, puesto que pueden ejercerse antes de la fecha de vencimiento decisiones de expansión, cambio o abandono, lo que ofrece mayor flexibilidad.

Tipos de opciones reales

Por lo general, las opciones reales se clasifican en: opciones de expansión, de contracción, de diferir o de abandono, entre otras. El tipo de opción depende de la variable que representa incertidumbre, del tipo de proyecto, del sector y de los objetivos planteados por la administración.

La siguiente tabla presenta una clasificación general, en la que se incluyen los tipos de opciones más representativos, sus definiciones y sus aplicaciones.

Tabla 2. Tipo de opciones y sus aplicaciones

<u>Tipo de opción</u>	<u>Definición</u>	<u>Aplicación</u>
Expansión	Opción que se puede llevar a cabo cuando los proyectos están establecidos y las condiciones del mercado son favorables	Empresas o proyectos tecnológicos, de manufactura, de investigación y desarrollo de patentes, empresas emergentes
Contracción	Se lleva a cabo ante eventos adversos del mercado y hay que disminuir montos de inversión	Firmas que desean disminuir, de manera temporal o definitiva, su capacidad de producción
Diferir	Se presenta cuando el proyecto tiene la opción de aplazar una inversión con el fin de esperar mejores condiciones	Empresas de moda, empresas emergentes
Abandonar	Se da ante el deterioro significativo en las condiciones del mercado y ofrece una opción de abandonar y liquidar, para lograr así un valor de salvamento	Empresas de manufactura, marcas, patentes
De cambio	Se da cuando la demanda del mercado cambia y el proyecto tiene la opción de cambiar un proceso o maquinaria, para adaptarse a las nuevas condiciones	Empresas de manufactura, empresas emergentes

Fuente: adaptación de Trigeorgis (1999, p. 5)

Métodos de valoración de opciones

El tipo de opción y las características del proyecto estipulan la metodología más apropiada para la valoración; en opciones, los principales métodos son el de Black y Scholes (1973), el modelo binomial (1974) y la simulación de Monte Carlo.

El método de solución cerrada no aplica para este tipo de opciones dado que por lo común se consideran de tipo americano, por lo que una solución del tipo mencionado, como es la del modelo de Black y Scholes no tiene vigencia en este sentido, mientras que la simulación de Montecarlo no permite evaluar cuál es la

mejor decisión en cada punto o intervalo de tiempo, por lo que se recurre como método numérico para evaluar los árboles binomiales, que ofrecen una solución tanto gráfica como numérica, y que permiten, además, tomar la mejor decisión en cada nodo de tiempo. Si se considera que el presente trabajo implementó un modelo binomial para el caso de aplicación, dada la evolución del precio del activo subyacente y el número de periodos considerados en el análisis, se procede a explicar solo dicho método.

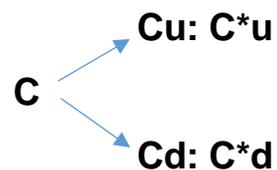
Modelo binomial

Este modelo fue propuesto en 1974 por Cox, Ross y Rubinstein; es de tipo discreto y plantea que la evolución del precio del activo subyacente varía según un proceso binomial multiplicativo; es decir, solo puede tomar dos valores posibles, uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas p y $1-p$, en su orden. De esta forma, al extender esta distribución de probabilidades a lo largo de un número determinado de períodos se consigue determinar el valor teórico de una opción (Cox, Ross y Rubinstein, 1979). Para el presente caso se busca estimar el valor presente neto (*net present value* o NPV) estratégico y compararlo con el NPV estático, con el fin de estimar el valor apropiado de la opción real, así:

$$NPV \text{ estratégico} = NPV \text{ estático} + \text{valor de la opción} \quad (1)$$

Según lo anterior, al analizar para un solo período una opción de compra y venta, que se comportaría de acuerdo con el activo subyacente, se tiene:

- El valor teórico de una opción *call* viene dado por:



$$\text{Valor teórico de la opción call } (C) = \frac{1}{r} \times [p \times C_u + (1 - p) \times C_d] \quad (2)$$

Donde:

$$p = \frac{r - d}{u - d} \quad (3)$$

$$1 - p = \frac{u - r}{u - d} \quad (4)$$

$$C_u = \text{Max}[0, uS - E] \quad (5)$$

$$C_d = \text{Max}[0, uS - E] \quad (6)$$

r : $(1+rf)$, con la tasa libre de riesgo

u : movimiento multiplicativo al alza del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada p .

d : movimiento multiplicativo a la baja del precio subyacente en un período, con probabilidad asociada $(1-p)$.

C_u : valor de la opción *call* en el vencimiento, con movimiento multiplicativo al alza.

C_d : valor de la opción *call* en el vencimiento, con movimiento multiplicativo a la baja.

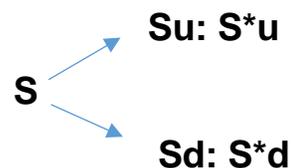
S_u : evolución al alza del precio del subyacente.

S_d : evolución a la baja del precio del subyacente.

S : precio de mercado del activo subyacente.

E : precio de ejercicio de la opción.

- El valor teórico de una opción *put* viene dado por:



$$\text{Valor teórico de la opción put } (P) = \frac{1}{r} \times [p \times P_u + (1 - p) \times P_d] \quad (7)$$

Donde:

$$Pu = \text{Max}[0, E - uS] \quad (8)$$

$$Pd = \text{Max}[0, E - dS] \quad (9)$$

Pu: Valor de la opción *put* en el vencimiento, con un movimiento multiplicativo al alza.

Pd: Valor de la opción *put* en el vencimiento, con un movimiento multiplicativo a la baja.

Opciones reales y el sector de la construcción en Colombia

En Colombia fue poca la aplicación encontrada de opciones reales en el sector de la construcción; para el sector productivo es un tema nuevo, pese a los múltiples beneficios que brinda el modelo; las aplicaciones empresariales son escasas y los avances logrados se presentan en el sector académico.

En el país, el uso de este método de valoración surgió en forma empírica en la década de los años noventa, tras una recesión presentada en el sector, que llevó a las empresas inmobiliarias a cambiar muchos aspectos de su operación. Antes de la crisis, para empezar un proyecto se hacía necesario comprar un lote para construir en él y poder vender el producto terminado, lo que implicaba un riesgo considerable y una cuantiosa inversión, con un período de recuperación difícil de determinar; fue así como una caída en la demanda de bienes inmuebles provocó la quiebra y el cierre de gran número de empresas al verse sometidas a grandes inventarios y a iliquidez (Calle Fernández y Tamayo Bustamante, 2009).

Dada esta situación, los administradores empezaron a cuestionarse, a considerar y evaluar cómo cambios en las variables de sus proyectos afectaban su viabilidad, cuáles decisiones minimizarían el riesgo o aumentarían la rentabilidad, lo que

modificó también la configuración en la venta de los inmuebles, al incursionar en la venta sobre planos, la financiación vía subrogación y las fiducias, entre otras figuras. Se crearon condiciones, como la promesa de compra de un porcentaje específico de compradores, que permitieran alcanzar un punto de equilibrio en determinado tiempo, la existencia de un plan financiero que demostrara la viabilidad del proyecto, así como la consecución de determinados inversionistas que sirvieran de garantía ante posibles situaciones no previstas; estas circunstancias hicieron posible que la realización de los proyectos fuera más efectiva.

Fue así como en Colombia nació la aplicación empírica de opciones reales en el sector de la construcción; con base en la experiencia más que en estudios financieros o matemáticos, se empezó a considerar tres tipos de opciones: aplazar, crecer por etapas y abandonar, decisiones que, en su mayoría, se basan en el comportamiento del mercado (Calle Fernández y Tamayo Bustamante, 2009).

Por otra parte, al requerir la aceptación de cierto número de inversionistas en este tipo de proyectos, se posibilitó la realización de estudios más profundos que permitieran determinar la viabilidad de su realización, pese a que en la mayoría de los casos no continúen más allá del análisis de prefactibilidad. Por dicha razón, las aplicaciones encontradas en la actualidad de opciones reales en proyectos inmobiliarios, aunque son ejercicios académicos, permitieron una mayor visualización del margen de maniobra y del análisis de intangibles que no es posible lograr con las metodologías tradicionales.

En el sector, muchos investigadores llevaron a cabo trabajos en los que se aplicaron las opciones reales; un resumen de algunos de ellos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3. Aplicación de las opciones reales al sector constructor colombiano

<u>Tipo(s)</u> <u>de opción real</u>	<u>Proyecto en el</u> <u>que se aplicó</u>	<u>Tipo(s)</u> <u>de opción</u> <u>financiera</u>	<u>Referencia</u> <u>bibliográfica</u>
Expandir	Valoración de urbanización en el municipio de La Estrella: 123 viviendas unifamiliares de estrato 4	<i>Call</i>	Calle Fernández y Tamayo Bustamante (2009)
Diferir, expandir y abandonar	Valorización del proyecto Américas 68, conjunto cerrado de torres de 16 pisos de estrato 3	Call y put	Sastoque (2014)
Expandir	Evaluación de un proyecto de construcción de viviendas en Bogotá	Call	Villalobos Cárdenas (2015)

Fuente: elaboración propia

En general, las entidades ejecutoras de la construcción de vivienda en Colombia han pasado por tres períodos, a saber: el primero presentado entre los años treinta y sesenta con el nacimiento de Banco Central Hipotecario (BCH) y del instituto de Crédito Territorial (Inscredial), así como con la participación de reconocidas firmas urbanizadoras.

En el segundo período, presentado en la década de los años setenta a noventa, se crearon las corporaciones de ahorro y vivienda, que jugaron un papel importante en el crecimiento y la modernización de la industria y se desarrolló el sector por los

créditos hipotecarios otorgados, tanto a constructores como a compradores de vivienda; este período finalizó con la crisis del UPAC, a finales de la época.

El tercer período, que podría ir de 1997 a la actualidad, nació con la promulgación de la ley 388 de 1997 y con la asistencia social; se otorgaron subsidios a la demanda por medio de las cajas de compensación familiar, entidades fiduciarias, instituciones bancarias, empresas constructoras y administraciones gubernamentales. Con los subsidios, creció la demanda y se generaron incentivos para la construcción.

En el presente, en el país existe una gran variedad inmobiliarias; en la tabla 4 se presentan las principales.

Tabla 4. Principales inmobiliarias en Colombia

<u>Empresa</u>	<u>Actividad económica</u>
Marval	Una de las más antiguas del país. Fue fundada en 1976 en Bucaramanga y desde entonces ha venido escalando posiciones en el sector; se enfoca hacia proyectos de vivienda, oficinas, bodegas y locales comerciales
Cusezar	Cuenta con más de 50 años de experiencia en el sector con la ejecución de proyectos de inversión, vivienda, oficinas, obras de infraestructura y proyectos urbanísticos y comerciales

Fundada en 1992; cuenta con una gran experiencia y su principal foco de interés es la construcción de vivienda tipos VIS y no VIS

Amarilo

En 2008 Amarilo llegó a Panamá con proyectos de vivienda e inició su proceso de expansión y crecimiento en la región

Constructora Colpatria

Nació en 1977 y desde entonces ha mostrado un gran liderazgo y una amplia experiencia. En la actualidad cuenta con un gran portafolio diversificado en vivienda de tipo *Vís* y vivienda para estratos medio y alto, construcciones de terceros y proyectos de infraestructura

Constructora Bolívar

Una de las más antiguas del país: cuenta con más de 60 años de experiencia. Gracias al gran éxito de sus proyectos nació Cepsa, en 1983, que más adelante, en 1994, se convirtió en Constructora Bolívar

Constructora Conconcreto S. A.

Compañía líder en el desarrollo de proyectos de infraestructura y edificación en Colombia y la región andina, con 55 años en el mercado y amplia experiencia en desarrollo de

proyectos inmobiliarios y de
infraestructura

Coninsa Ramón H.

Recogió las trayectorias de
Coninsa S. A. y de Ramón H. Londoño
S. A., fundadas en 1972 y 1975, en su
orden, y fusionadas desde julio de
1999. Tiene un portafolio de servicios
en diseño, construcción y bienes
raíces en el país y fuera de él

Pedro Gómez

Durante 50 años ha
desarrollado importantes proyectos
inmobiliarios y de restauración de
vivienda, comercio, oficinas, hoteles e
institucionales, como colegios, clínicas,
museos, etc.

Fuente: elaboración propia con base en información de las páginas web oficiales

Caso de aplicación

Para la aplicación del modelo de opciones reales se tomó como caso de estudio un proyecto de construcción de vivienda en la ciudad de Medellín. El proyecto es de estrato 6, conformado por dos torres de 70 y 90 apartamentos, en su orden. En cuanto a la financiación del proyecto, un porcentaje será cubierto por los socios desarrolladores y otro por créditos bancarios. Las ventas del proyecto se realizan a través de la constitución de un patrimonio autónomo inmobiliario.

Las etapas de un proyecto inmobiliarios se resumen a continuación:

1. Prefactibilidad y salida a ventas: etapa en la que se estructura el proyecto a partir de las diferentes áreas que hacen parte del desarrollo. En la gerencia se estudian la normatividad y el uso del suelo para definir el índice de construcción y más tarde contratar una cabida (diseño inicial), mediante la que se definen el tipo de producto, la cantidad y el área vendible de cada inmueble. El área jurídica estudia el lote en el que se pretende desarrollar el proyecto para garantizar su estabilidad jurídica y el área comercial hace un estudio de mercado para definir el tipo de producto que espera el mercado y el perfil del futuro comprador. Con todos estos insumos de mercado y el de normatividad se estructura el proyecto desde el punto de vista financiero mediante su valoración; el método usado con mayor frecuencia en el mercado inmobiliario es el flujo de caja descontado (*discounted cash flow* o DCF). En esta etapa, además, se define la fecha de salida a ventas, se gestiona el permiso de ventas ante la autoridad competente y se establece cuál será el punto de equilibrio del proyecto, es decir, el número de unidades que se deben vender para definir que el proyecto puede iniciar la siguiente etapa. Se firma la constitución del fideicomiso inmobiliario a través del que se desarrollará el proceso de venta a los clientes.

2. Ejecución: cuando el proyecto está a punto de alcanzar ventas por el número de unidades definidas en el punto de equilibrio y ya se tiene licencia de construcción, se inicia el proceso para obtener el crédito del constructor, que permitirá la financiación de la etapa constructiva. Hasta este punto todo el dinero empleado en el desarrollo del proyecto son aportes de patrimonio. Cuando se aprueba el crédito del constructor se inicia el proceso constructivo. Durante esta etapa los clientes están pagando su cuota inicial, establecida por lo general por un valor correspondiente al 30% del valor de venta del inmueble; se paga en cuotas desde la fecha de compra hasta tres o cuatro meses antes de programada la entrega del inmueble.

3. Escrituración y entregas: durante esta etapa los inmuebles se encuentran completamente terminados para entregar al cliente. Por su parte, el cliente debió

hacer tenido un crédito hipotecario aprobado, por lo común en el mercado, establecido como el 70% del valor comercial del inmueble y el desarrollador debe llevar a cabo el proceso de los correspondientes desembolsos a través de prorratas o subrogaciones. Cuando el inmueble registra el pago del 100% del valor se procede a citar al cliente a escriturar y a recibir su inmueble.

La valoración financiera del proyecto, definida en la etapa uno, se hace por la metodología tradicional de flujos de caja descontados (DCF) por dos métodos diferentes: flujo de caja libre descontado con K_u y valor presente ajustado (APV), mediante los que se obtiene el VPN al traer a valor presente los flujos de seis períodos anuales durante los que se desarrolla el proyecto, con un costo de capital calculado por el método CAPM.

Se analizaron para el proyecto las opciones reales que pueden presentarse durante las etapas de desarrollo y se identificó que era viable evaluar la opción de abandono como alternativa para la gerencia del proyecto. La gerencia puede considerar en cualquier momento, durante los seis años de desarrollo del proyecto, venderlo a un tercero y no continuar con su desarrollo. La opción se construyó al obtener el valor máximo entre los flujos obtenidos en cada período del proyecto y el valor de salvamento que se obtendría por la venta del proyecto; es decir, por medio de la evaluación de la mejor opción entre continuar con el desarrollo del proyecto y obtener los recursos por su venta; esta es la flexibilidad con la que cuenta la gerencia durante los seis años de ejecución del proyecto.

Valoración inicial

El flujo de caja del proyecto se obtiene a partir de la identificación periódica de los ingresos y los egresos necesarios para su ejecución. Los ingresos están enmarcados, en lo fundamental, en la proyección de ventas basada en los indicadores del sector, de acuerdo con el tipo de proyecto, y se reflejan a través del pago de cuotas iniciales de los clientes, las prorratas y las subrogaciones en el momento de la escrituración y la entrega de los inmuebles vendidos, mientras que

los egresos están divididos en tres grandes grupos: directos, que corresponden a los costos de construcción, indirectos y gastos administrativos, legales, ventas y publicidad y pago del lote. Se proyecta el flujo de caja libre para un período de cinco años desde 2018 hasta 2013, y se calcula el valor de salvamento mediante un WACC del 12,9% definido por la compañía para este proyecto.

A continuación se presentan los supuestos usados para el cálculo del flujo de caja:

Tabla 5. Supuestos del FCF

Área construida m ²	22,731
Precio de cada m ²	\$6,527
Área útil del lote m ²	35,810
Costo de construcción por m ²	\$2,955

Fuente: elaboración propia

Tabla 6 PYG

<u>Variable</u>	<u>Monto</u>	<u>Porcentaje de ventas</u>
Ventas netas	148,364,959	100%
Terreno	21,478,605	14%
Costos directos	66,013,478	44%
Costos indirectos	39,815,443	27%
Financieros	2,578,907	2%
Rendimientos fiduciarios	148,807	0%
Utilidad	18,627,333	13%

Fuente: elaboración propia

Se calcularon el flujo de caja operativo y el flujo de caja de inversión, para los que se tomaron los pagos de cuotas iniciales como ingresos a partir del cumplimiento del punto de equilibrio, que se proyectó para el año 2020 porque en él se puede disponer del dinero para el desarrollo del proyecto; antes de esta condición el dinero

se encuentra depositado en la fiduciaria. En seguida se obtuvo el flujo de caja libre, como se observa en la siguiente figura:

Figura 1. Flujo de caja operativo

Concepto	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos	0	0	10,607,365	27,080,222	59,052,682	51,773,498
Costos	402,946	25,291,369	22,068,090	32,484,734	33,125,906	12,591,665
EBIT	-402,946	-25,291,369	-11,460,726	-5,404,512	25,926,776	39,181,833
Impuestos operativos	-132,972	-8,346,152	-3,782,039	-1,783,489	8,555,836	12,930,005
UODI/NOPAT	-269,974	-16,945,217	-7,678,686	-3,621,023	17,370,940	26,251,828
Depreciación						
FLUJO DE CAJA OPERATIVO	-269,974	-16,945,217	-7,678,686	-3,621,023	17,370,940	26,251,828

Fuente: elaboración propia

Como aporte del inversionista se encuentran el lote o terreno sobre en el que se desarrollará el proyecto y los aportes de patrimonio que hizo el inversionista para cubrir la operación de los costos preoperativos durante los primeros años del proyecto, durante los cuales no puede obtenerse financiación.

Por último, se obtuvo el flujo de caja libre como la sumatoria de los flujos de caja operativo y de inversión.

Figura 2. Flujo de caja de inversión

Terreno + Aportes						
Terreno	0	-21,478,605	0	0	0	0
Aportes	-269,974	-16,945,217	972,611	-2,541,592	4,194,481	26,251,828
Diferidos e intangibles, neto	0	0	0	0	0	0
Depreciación acumulada	0	0	0	0	0	0
TOTAL INVERSIÓN BRUTA	-269,974	-38,423,822	972,611	-2,541,592	4,194,481	26,251,828
FLUJO DE CAJA DE INVERSIÓN	-269,974	-38,423,822	972,611	-2,541,592	4,194,481	26,251,828
FLUJO DE CAJA LIBRE	-539,947	-55,369,039	-6,706,075	-6,162,615	21,565,421	52,503,657

Fuente: elaboración propia

Con posterioridad se encontró el valor de salvamento o valor residual, por el que se podría llegar a vender la empresa en cada período, mediante el cálculo del WACC terminal.

$$Wacc\ terminal = Kun\ nominal - (\%D * kd * tasa\ de\ impuestos)$$

Donde

Ku: costo del patrimonio sin deuda (nominal, es decir, incluye inflación)

Kd: costo de la deuda nominal

T: tasa de impuestos

%D: es el nivel de endeudamiento a perpetuidad

Tabla 7. Parámetros usados en el WACC terminal

<u>Parámetro</u>	<u>Valor</u>	<u>Referencia</u>
Ku nominal	10.36%	CAPM Colombia período 5
Kd	17.3%	TIR del flujo de caja de la deuda
T	33%	Tasa de impuestos de referencia para empresas colombianas
%D	0%	Deuda terminal

Fuente: elaboración propia

El valor residual obtenido para el período 5 fue de \$506,706, 810.

Para descontar el valor residual se empleó un WACC de 12.9%, definido por la compañía como costo de capital para este tipo de proyectos, y se obtuvo el siguiente flujo:

Figura 3 Valor terminal

Periodos	0	1	2	3	4	5
Valor terminal (K)	276,240,297	311,875,295	352,107,208	397,529,038	448,810,284	506,706,810

Fuente: elaboración propia

La estructura financiera del proyecto está compuesta, en primera instancia, hasta el momento de alcanzar punto de equilibrio por recursos del inversionista. A partir del año 3 se tiene acceso al crédito del constructor, cuyos desembolsos dependen del avance constructivo del proyecto. A continuación se presentan los flujos de caja de la deuda, de financiación, del inversionista y del capital:

Figura 4 Flujo de caja de financiación

Concepto	2018	2019	2020	2021	2022	2023
TABLA DE AMORTIZACIÓN						
Saldo inicial	-	-	-	8,781,276	11,358,275	-
Desembolso del crédito del constructor	0.00	0.00	8,781,275.93	21,266,089.93	-	0.00
Cuota de amortizaciones del crédito del constructor	0.00	0.00	0.00	-18,689,090.64	12,225,099	0.00
Intereses del crédito del constructor	0.00	0.00	-129,978.88	-1,497,568.50	84,536	0.00
Corrección monetaria	0.00	0.00	0.00	0.00	866,824	0.00
Saldo	0.00	0.00	8,781,275.93	11,358,275.22	-	0.00
Kd (variación de la UVR)	17.33%	17.33%	17.33%	17.33%	17.33%	17.33%
FLUJO DE CAJA DE LA DEUDA	-	-	8,651,297	1,079,431	-11,442,811	-
FLUJO DE CAJA ANTES DE IMPUESTOS (beneficio tributario)	-	-	42,893.03	494,197.61	258,154.92	-
FLUJO CAJA DE FINANCIACIÓN	-	-	8,694,190.08	1,573,628.40	-11,700,966.29	-
FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	-539,947	-55,369,039	1,988,115	4,588,987	9,864,455	52,503,657
FLUJO DE CAJA DE CAPITAL						
(FLUJO DE CAJA DE LA DEUDA+FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA)	-539,947.02	-55,369,039.23	-6,663,182.16	-5,668,417.77	21,307,265.91	52,503,656.77
FLUJO DE CAJA DE CAPITAL						
(FLUJO DE CAJA LIBRE +FLUJO DE CAJA ANTES DE IMPUESTOS)	-539,947.02	-55,369,039.23	-6,663,182.16	-5,668,417.77	21,307,265.91	52,503,656.77

Fuente: Creación propia

La relación entre las fuentes de financiación, como se puede observar, fue dinámica durante el desarrollo del proyecto. Este comportamiento de la estructura de financiación se tuvo en consideración para calcular el costo promedio ponderado de capital, que se basó en la metodología CAPM.

Se calculó K_u como el costo de capital sobre el patrimonio apalancado, y para el costo de la deuda K_d se tomó la TIR del flujo de caja de la deuda.

A continuación se presentan los parámetros utilizados:

Tabla 8. Parámetros usados en la metodología CAPM

<u>Parámetro</u>	<u>Valor</u>	<u>Referencia</u>
Beta L apalancado	0.98	Tomado de Damodaran (2019 industria de construcción de viviendas)
Beta u desapalancado	0.98	B apalancado / (1+D/E)
Tasa libre de riesgo (25 de marzo de 2019)	2.43%	Tasa libre de riesgo de bonos del Tesoro estadounidenses de marzo de 2019 (Treasury.gov, 2019)
Prima de mercado	4.7%	Tomado de NVR Constructora USA (Bloomberg, 2019 Marzo de 2019;
Riesgo de país	2.64%	Tomado de Corficolombiana.com
Prima de tamaño	No aplica	No se incluye prima de mercado. Por lo general, se considera para empresas que no han alcanzado una curva de madurez
Tasa de impuesto	33%	Tasa de impuestos de referencia para empresas colombianas
Diferencial de inflación	1.10%	Inflación en USA: OECD (2019)

Inflación en
Colombia: Banco de la
República (2019)

Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta el detalle del cálculo del CAPM:

Figura 5. Modelo CAPM

Concepto	2018	2019	2020	2021	2022	2023
CAPM	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Beta L apalancado	0.89	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Beta u desapalancado (Construcción de vivienda)	0.89	0.98	0.10	-0.28	0.98	0.98
Tasa libre de riesgo	2.90%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%
Prima de mercado	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%	4.70%
Riesgo País	3.5%	2.64%	2.64%	2.64%	2.64%	2.64%
Prima de tamaño	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D / E	0.00	0.00	9.03	-4.47	0.00	0.00
Tasa de impuesto	33%	33%	33%	33%	33%	33%
CAPM USA: KU NOMINAL EN USD	10.58%	9.68%	5.53%	3.74%	9.68%	9.68%
Inflación en Colombia	3.20%	3.40%	3.20%	3.10%	3.00%	3.00%
Inflación en Estados Unidos	2.48%	2.27%	2.36%	2.36%	2.36%	2.36%
Diferencial	0.70%	1.10%	0.82%	0.72%	0.63%	0.63%
CAPM COL: KU NOMINAL EN COP	11.36%	10.89%	6.40%	4.49%	10.36%	10.36%
Inflación en Colombia	3.20%	3.40%	3.20%	3.10%	3.00%	3.00%
Ku real en pesos	7.91%	7.24%	3.10%	1.35%	7.15%	7.15%

Fuente: elaboración propia

En último lugar se valoró el proyecto por dos métodos de DFC (flujos de caja descontado): FCF descontado con el Ku y VPA (valor presente ajustado), mediante los que se obtuvo un VP de las operaciones por \$327,915,534 y al final se descontó la inversión inicial realizada entre los años 2016 y 2018 por valor de \$2,339,321. El resultado fue un VPN de \$325,576,213.

Figura 6 Valoración por DFC

Periodo	2018	2019	2020	2021	2022	2023
FLUJO DE CAJA DESCONTADO	- 539,947	- 55,369,039	- 6,663,182	- 5,668,418	21,307,266	52,503,657
VALOR TERMINAL						506,706,810
VALOR PRESENTE DE LAS OPERACIONES	327,915,534	418,987,460	452,446,133	478,439,414	506,706,810	506,706,810
VPN	325,576,213					
Ku	11.36%	10.89%	6.40%	4.49%	10.36%	10.36%

Fuente: elaboración propia

Figura 7 Valoración por medio de APV

APV						
FLUJO DE CAJA LIBRE SIN VALOR TERMINAL	-539,947	-55,369,039	-6,706,075	-6,162,615	21,565,421	52,503,657
VALOR TERMINAL						506,706,810
VALOR PRESENTE DEL FLUJO DE CAJA LIBRE	327,668,047	418,713,027	452,197,042	478,673,331	506,706,810	506,706,810
Ku	11.36%	10.89%	6.40%	4.49%	10.36%	10.36%
FLUJO DE CAJA ANTES DE IMPUESTOS	0	0	42,893	494,198	-258,155	0
VALOR TERMINAL						0
VALOR PRESENTE ANTES DE IMPUESTOS	247,487	274,433	249,091	-233,917	0	0
Ku	11.36%	10.89%	6.40%	4.49%	10.36%	10.36%
VALOR PRESENTE DE LAS OPERACIONES	327,915,534	418,987,460	452,446,133	478,439,414	506,706,810	506,706,810
VPN	325,576,213					

Fuente: elaboración propia

Valoración por medio de ROA

Para llevar a cabo la valoración por medio de opciones reales se hizo un análisis estratégico del proyecto para identificar las posibles situaciones que se puedan presentar durante el tiempo contemplado para su ejecución y que le permitan a la gerencia tener flexibilidad sobre el futuro del negocio. Se identificó la opción de abandono como opción estratégica presente durante toda la vida del proyecto, mediante la que la gerencia tiene el derecho, mas no la obligación, de abandonar el proyecto, con un determinado costo, durante un período de cinco años comprendido entre 2018 y 2023. Se identificó esta opción debido a que el proyecto tiene un nivel de incertidumbre significativo con respecto a las ventas, con diferentes etapas de desarrollo, y una valiosa opción de abandono presente puede aumentar el deseo de inversión. Además, el valor de salvamento en el período 1 es menor al valor presente durante el mismo período, lo que hace viable la valoración de la opción. La opción de abandonar el proyecto es equivalente a una opción *put* americana (se puede ejercer en cualquier momento hasta la fecha del vencimiento), que tiene en cuenta las siguientes variables:

- Precio de ejercicio (K), que equivale a la cantidad de dinero recibida si se vende el activo, es decir, corresponde al valor terminal o de salvamento. Si el precio de ejercicio aumenta, el valor de la opción *put* se incrementa.

Figura 8. Valoración por medio de APV

Periodos	0	1	2	3	4	5
Valor terminal (K)	276,240,297	311,875,295	352,107,208	397,529,038	448,810,284	506,706,810

Fuente: elaboración propia

- Precio del activo subyacente (S), que es el valor actual de los flujos de caja que se espera que genere el activo; es decir, los ingresos que se obtendrían por los apartamentos construidos y vendidos. El valor del activo subyacente fue de \$325,576,213.
- La tasa libre de riesgo (rf) se tomó como la tasa de los bonos del Tesoro estadounidense en marzo de 2019, establecida en 2.9% (tomada de Treasury.gov, 2019 en marzo de 2019).
- Tiempo estimado para ejercer la opción (t): cinco años.
- Proxy de la volatilidad.

Para definir el valor de la volatilidad de los flujos de caja sin flexibilidad se hace acudió a la información disponible en la página de Damodaran (2019) en el capítulo de opciones y se tomó el dato correspondiente a la industria de construcción de viviendas en mercados emergentes, calculado en $\sigma = 26.91$ efectivo anual.

Figura 9. Volatilidad de Damodaran para construcción de viviendas

Option Pricing Models	Firm Value and Equity Standard Deviations (for use in real option pricing models)	<ol style="list-style-type: none"> 1. US 2. Europe 3. Japan 4. Emerg Mkt 5. Global
-----------------------	---	---

Industry Name	Number of Firms	Std Deviation in Equity	Std Deviation in Firm Value
Homebuilding	34	38.11%	26.91%

Fuente: Damodaran (2019) (*emergent markets*)

- Valores al alza y la baja del activo subyacente, con probabilidades asociadas p y 1-p, en su orden.

Tabla 9. Parámetros usados en la opción real

<u>Parámetro</u>	<u>Valor</u>
$u = e^{\sigma\sqrt{t}}$	1.31
$d = e^{-\sigma\sqrt{t}}$	0.76
$p = e^{\sigma\sqrt{t}} - d / u - d$	0.49
1-p	0.51

Fuente: elaboración propia

El valor de la flexibilidad del proyecto, es decir, de la opción real, se obtuvo a partir de la aplicación de la metodología de árboles binomiales, que se desarrolla en los siguientes pasos:

Se partió del valor presente neto estático del proyecto, calculado en \$325,576,213 y se inició la aplicación del modelo binomial a partir de los factores u y d para calcular el valor de la empresa en cada período y en cada nodo.

Figura 10. Árbol de eventos del valor presente

Períodos	0	1	2	3	4	5
						1,249,942,555
				729,785,280	955,086,215	729,785,280
		426,088,826	557,631,916	426,088,826	557,631,916	426,088,826
S	325,576,213	325,576,213	325,576,213	325,576,213	325,576,213	325,576,213
		248,774,115	190,089,318	248,774,115	190,089,318	248,774,115
				145,248,025	110,984,610	145,248,025
						84,803,794

Fuente: elaboración propia

Se creó un primer árbol de eventos para calcular el máximo valor presente para los nodos finales del último período (t=5) con base en la siguiente fórmula:

$$C_t = \text{Máx. (Vpt: abandono)}$$

Figura 11. Ejercer o no la opción

Periodos	0	1	2	3	4	5
						1,249,942,555
					955,086,215	
				729,785,280		729,785,280
			557,631,916		557,631,916	
		426,088,826		426,088,826		506,706,810
	325,576,213		352,107,208		448,810,284	
		311,875,295		397,529,038		506,706,810
			352,107,208		448,810,284	
				397,529,038		506,706,810
					448,810,284	
						506,706,810

Fuente: elaboración propia

Con los valores en los nodos del último período (t=5) del árbol binomial se procedió a resolver, mediante un proceso denominado inducción hacia atrás, los demás nodos para los períodos anteriores.

La fórmula usada fue:

$$C_{t-1} = \text{Máx. (C}_{ut} * p + C_{dt} * (1 - p)) / e^{\sigma^{rf} * \Delta t}; \text{abandono)}$$

Figura 12. Continuar con el proyecto

Periodos	0	1	2	3	4	5
						1,249,942,555
					955,086,215	
				749,792,796		729,785,280
			617,926,701		597,793,658	
		535,602,867		528,114,267		506,706,810
	483,825,188		488,129,942		492,223,338	
		462,398,940		478,153,855		506,706,810
			464,486,527		492,223,338	
				478,153,855		506,706,810
					492,223,338	
						506,706,810

Fuente: elaboración propia

A continuación se ilustra la aplicación de las fórmulas anteriores:

1. Valor máximo, C_5 , para el primer nodo del último período ($t=5$):

$$C_5 = \text{Máx} (1,249,942; 506,706).$$

$$C_5 = 1,249,942.$$

Este proceso se repitió para cada uno de los nodos, como se aprecia en la figura 11.

2. Valor máximo, C_4 , para el primer nodo del penúltimo período ($t=4$):

Primero se evaluó mantener viva la opción y después se comparó con el valor de ejercerla: mantener viva la opción, es decir, continuar con el proyecto:

$$C_4 = \text{Máx} (1,249,942 * 0.49 + 729,785 * 0.51 / e^{0.29 * 0.269 * (1)}; \text{abandono}).$$

$$C_4 = \text{Máx} (423,685; 224,405).$$

$$C_4 = (955,086,215).$$

El proceso se repite tantas veces como nodos tenga el árbol de eventos inicial, es decir, el del valor presente neto estático.

Por último, por medio de un árbol de decisión se analizan los resultados arrojados por la metodología:

Figura 13. Árbol de decisión

Períodos	0	1	2	3	4	5
						1,249,942,555
					955,086,215	CONTINUAR
				749,792,796	CONTINUAR	729,785,280
			617,926,701	CONTINUAR	597,793,658	CONTINUAR
		535,602,867	CONTINUAR	528,114,267	CONTINUAR	506,706,810
	483,825,188	CONTINUAR	488,129,942	CONTINUAR	492,223,338	ABANDONAR
	CONTINUAR	462,398,940	ABANDONAR	478,153,855	ABANDONAR	506,706,810
		ABANDONAR	464,486,527	ABANDONAR	492,223,338	ABANDONAR
			ABANDONAR	478,153,855	ABANDONAR	506,706,810
				ABANDONAR	492,223,338	ABANDONAR
					ABANDONAR	506,706,810
						ABANDONAR

Fuente: elaboración propia

Conclusiones y discusión

El resultado del análisis de la opción mostró que el porcentaje de ejecutarla, es decir, de abandonar el proyecto, fue del 57%, mientras que la de continuar con la opción viva, es decir, seguir con el proyecto, fue del 43%.

La opción de abandonar el proyecto apareció desde el período uno, lo que pudo deberse a que en los negocios inmobiliarios en los primeros años la exigencia de inversión y caja es alta, puesto que mientras no se alcance punto de equilibrio en ventas no es posible contar con financiación; esta puede ser una de las razones por las que la opción apareció desde el inicio del desarrollo. Sin embargo, debido a que es una característica de la tipología de negocio, al evaluar el resultado debe profundizarse en el comportamiento de cada período y entender, más allá del número que arrojó, las particularidades del tipo de negocio.

El mayor valor de abandono apareció en el año quinto; no obstante, para la gerencia no es estratégico abandonar el proyecto en dicho año porque es el último período, en el que se desarrolla la última etapa del proyecto, correspondiente a entregas y escrituración, es decir, en el que la gerencia del proyecto recibe un alto flujo de dinero, al desembolsar prorratas y subrogaciones, y no tendría sentido técnico vender el proyecto en este momento. Sin embargo, puede también interpretarse que en ese año la torre 2 se encuentre a punto de iniciar construcción y las ventas no están avanzando al ritmo proyectado, por lo que podría resultar más viable vender el proyecto que continuar con su desarrollo.

Ejecutar la opción de abandono entre los años tres y cuatro puede resultar viable debido a que en dicho período el proyecto se encuentra en pleno proceso agresivo de ventas o en construcción, en su orden, y porque en el último se concentra alrededor del 60% de los costos del proyecto. En este punto, la gerencia podría considerar vender el proyecto para no hacerse acreedora a los desembolsos de caja que implica el proceso constructivo y los costos financieros asociados con él. También puede pasar durante estos periodos que aún no se alcance el punto de equilibrio comercial, debido a una baja en la demanda, y que el ritmo de ventas

actual y la incertidumbre futura no permitan que el proyecto sea sostenible y la mejor opción sea venderlo al interesado que tenga una estructura de costos más baja. El valor que la opción agrega al proyecto fue de \$158, 248,975. Siempre será mayor el valor de un proyecto cuando puede considerar durante su desarrollo la opción de ser vendido.

VALOR PRESENTE NETO ESTÁTICO:	325,576,213
VALOR PRESENTE NETO ESTRATÉGICO:	483,825,188
VALOR REAL DE LA OPCION PUT:	158,248,975

Referencias

Banco de la República (2019). *Índice de precios al consumidor (IPC)*. Bogotá:

Banco de la República. Recuperado de <http://banrep.gov.co/es/indice-precios>

Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. Recuperado de

https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall09/cos323/papers/black_scholes73.pdf

Bloomberg Finance L.P. (2019) *NVR US Equity 09/04/2019*. United State from Bloomberg database

Calle Fernández, A. M., y Tamayo Bustamante, V. M. (2009). Decisiones de inversión a través de opciones reales. *Estudios Gerenciales*, 25(211), 107-111. Recuperado de

<http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v25n111/v25n111a06.pdf>

Corficolombiana (2018). Bogotá: Corficolombiana. Recuperado de

<https://www.corficolombiana.com/wps/wcm/connect/corficolombiana/496983d9-b99d-452e-a19a->

- Cox, J. C., S. A. Ross, & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263. Recuperado de http://static.stevereads.com/papers_to_read/option_pricing_a_simplified_approach.pdf
- Damoradan, A. (2019). Damodaran online. Nueva York, NY: New York University, Stern School of Business. Recuperado de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- González López, J. A. (1999). Lecciones inmobiliarias. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Mascareñas Íñigo, J. (1998). *Las decisiones de inversión como opciones reales: un enfoque conceptual*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, documento de trabajo 05. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/6649/1/9805.pdf>
- Mascareñas Íñigo, J. (1999). *Innovación financiera: aplicaciones para la gestión empresarial*. Madrid: McGraw-Hill.
- Mascareñas Íñigo, J. (2007, 7 de julio). *Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de semyraz.com.ar/MASCARENAS%20opciones%20reales.pdf
- Mutis Caballero, S. (2013, 23 de febrero). El sector inmobiliario colombiano. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-mutis-caballero-500033/el-sector-inmobiliario-colombiano-2032568>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2018). *Inflation forecast*. Paris: OECD data. <https://data.oecd.org/price/inflation-forecast.htm>
- Sastoque, L. M. (2014, junio). *Valoración de proyectos de construcción inmobiliaria por medio de opciones reales* (trabajo de grado de Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Bogotá). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263540879_Valoracion_de_Proyectos_de_Construccion_Inmobiliaria_por_medio_de_Opciones_Reales

- Trigeorgis, L. (1999). Real options: a primer. En J. Alleman & E. Noam (Eds.), *The new investment theory of real options and its implication for telecommunications economics* (pp. 3-33). Nueva York, NY: Springer. doi: 10.1007/978-0-585-33314-4_1
- U.S. Department of the treasury. (2019). Estados Unidos: treasury.gov. Recuperado de <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/pages/textview.aspx?data=yield>
- Villalobos Cárdenas, L. C. (2015, 8 de julio). *Opciones reales como una alternativa eficiente de evaluación de viabilidad de un proyecto de construcción de vivienda familiar en Bogotá bajo un entorno cambiante* (trabajo de grado, Maestría en Economía, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Bogotá). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/18490>