

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS**

**CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

**TEMA:**

**“Modelo de Black & Scholes como mecanismo de valoración: Caso sector inmobiliario”**

**AUTORES:**

**Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny  
Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de:  
INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

**TUTOR:**

**Econ. Chávez García, Jack Alfredo Mgs.**

**Guayaquil, Ecuador**

**12 de Marzo del 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny y Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional**.

### **TUTOR**

---

**Econ. Chávez García, Jack Alfredo Mgs.**

### **DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

**Ing. Hurtado Cevallos, Gabriela Elizabeth Mgs.**

**Guayaquil, a los 12 días del mes de Marzo del año 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny y Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**

### DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Modelo de Black & Scholes como mecanismo de valoración: Caso sector inmobiliario**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 12 días del mes de Marzo del año 2018**

### LOS AUTORES

f. \_\_\_\_\_  
**Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny**

f. \_\_\_\_\_  
**Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny y Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, “**Modelo de Black & Scholes como mecanismo de valoración: Caso sector inmobiliario**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 12 días del mes de Marzo del año 2018**

### **LOS AUTORES**

f. \_\_\_\_\_  
**Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny**

f. \_\_\_\_\_  
**Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**



## AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas, por hacer todo esto posible, por darme la fuerza y la determinación de continuar, Dios es mi guía y agradezco que haya hecho cada una de las cosas que han pasado en mi vida, bendiciendo mi camino y todos los que me rodean. Cada sacrificio me ha enseñado algo que necesitaba aprender en este proceso hacia el conocimiento, cada profesor y amigo aportó una lección clave para mi formación, tanto académica como de vida.

Quiero agradecer a mi mamá y mi tía, por haber dado todo sin pedir nada, a ustedes por haber dejado todo por mí, porque jamás me negaron su apoyo y siempre estuvieron pendientes de mí, Sus esfuerzos son impresionantes y su amor es para mí invaluable. No me alcanzan las palabras para describir mi amor por ustedes. Mi calendario me dice que hoy no tengo que decirles que las quiero, espero que sepan que las quiero mucho todos los días del año.

No hay nada mejor que disfrutar cada etapa de mi vida con la persona que amo, sin lugar a duda albergar este bello sentimiento en mi corazón. Quiero hacer una mención especial a la persona más importante en mi vida Denisse Lozano, la que siempre ha estado a mi lado brindando todo lo que la caracteriza y por ser ese motor fundamental que me hace superar cada vez más. Quiero que sepas que eres la prometida más bella del mundo y me siento orgulloso de ti. Te adoro. De igual manera quiero agradecer de manera especial a la Sra. Jenny, gracias a ella hoy este logro es posible, siendo mi mentora profesional y consejera, la que me enseñó todo lo que sé.

Sra. Margarita a veces el apoyo de alguien ayuda a cambiar el destino de una persona, su paciencia y amabilidad me enseñaron bondad, Edgar me has enseñado tanto que no tengo palabras para expresar lo mucho que he aprendido como profesional de ti.

Gracias Marcos espero que entiendas la magnitud de esos pequeños detalles que cambiaron la vida de un joven, gracias por todo lo enseñado. Del mismo modo quiero agradecer a mi tutor Eco. Jack Chávez, por sus conocimientos, ayuda y apoyo. Así mismo agradezco a mis queridos amigos que han compartido tantos momentos conmigo. En especial a Freddy y William. También quiero agradecer a mi papá por tener siempre la respuesta correcta, por su buen consejo, por su comprensión. A mi

hermano por ser parte fundamental en mi búsqueda de ser el mejor, he aprendido lo mejor de ti.

A lo largo de la vida te das cuenta que has acumulado una serie de historias que han hecho de ti quien hoy eres, sean buenas o malas, siempre han regresado con una enseñanza, la cual ha construido mi ser y doy gracias por cada dificultad vivida porque han sido las que me han dado las fuerzas para seguir, de pensar en todo este proceso solo se me hace un nudo en la garganta porque es gratificante saber que valió la pena.

**Kelvi Geovanny Saldarriaga Abad**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mi mamá y mi tía que son mi mayor motivación de esfuerzo, superación, actitud y perseverancia.

Dedico este trabajo a aquella persona que siempre estuvo todos los días de mi vida alegrando mi día y agradezco por tenerla cada día a mi abuelita “mi Bolita”

Dedico este primer triunfo a mi prometida Denisse Lozano, por cumplir la primera de nuestras metas. Sin ella no lo habría logrado.

A Dios.

**Kelvi Geovanny Saldarriaga Abad**



## **AGRADECIMIENTO**

El amor recibido, la paciencia y dedicación con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente especial y se evidencia en la vida de un hijo.

Suponen los cimientos de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes –mi familia– han destinado tiempo para enseñarme cosas nuevas, para brindarme aportes invaluable que servirán para toda mi vida. Perenne agradecimiento a mis padres; Aurelio Sánchez y María Azuero por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar en mí y en mis expectativas. Gratitud a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudios, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto; Gracias a mi padre por siempre anhelar lo mejor para mi vida, por cada consejo, el apoyarme en cada aventura-viaje y por cada una de sus palabras que me guían durante mi vida.

Maestros, su labor muchas veces subestimada, se enfocan en cuidar los saberes del mundo, y permitirle a otros expandir sus conocimientos. Nos ayudan a vivir del sueño de superarnos y cumplir nuestras expectativas, y de siempre ir por la constante mejora. Un agradecimiento especial al tutor, Econ. Jack Chávez por transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y temas que corresponden a mi profesión. Finalmente, a mis grandes amigos y compañeros de clases con los que he compartido grandes momentos y me han aportado un influyente apoyo moral.

Gracias a la vida por este nuevo logro, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de este éxito.

**Jinsop Aurelio Sánchez Azuero**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy,  
por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mí  
camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

Dedico este trabajo a mis padres, quienes siempre me educaron a nunca bajar  
los brazos, aportándome siempre con su apoyo y amor incondicional. A mi primo,  
Alejandro Sánchez por la ayuda en cada situación.

A mis amigos y compañeros; a los que he conocido en el salón de clase y han estado  
a mi lado durante estos cinco años, y hoy me ven cumpliendo una meta más.

**Jinsop Aurelio Sánchez Azuero**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. GABRIELA ELIZABETH HURTADO CEVALLOS Mgs.**  
DIRECTORA DE CARRERA

---

**Econ. CÉSAR ENRIQUE FREIRE QUINTERO Mgs.**  
COORDINADOR DEL ÁREA

---

**Econ. FRANKLIN ALEJANDRO ÁVILA CHIRIBOGA**  
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**CARRERA DE GESTIÓN EMPRESARIAL INTERNACIONAL**

## **CALIFICACIÓN**

---

**SALDARRIAGA ABAD, KELVI GEOVANNY**

---

**SANCHEZ AZUERO, JINSOP AURELIO**

## Índice General

RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
RÉSUMÉ .....	XX
INTRODUCCIÓN .....	2
Antecedentes .....	3
Formulación del problema.....	8
Justificación.....	9
Hipótesis.....	11
Objetivos .....	12
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos:.....	12
CAPITULO I: MARCO TEÒRICO.....	13
Antecedentes de la investigación.....	13
Reseña Histórica.....	15
Bases Teóricas .....	22
Términos Básicos .....	33
Aspectos Operacionales del marco teórico .....	42
MARCO REFERENCIAL.....	44
Holcim S.A.....	45
Banco Pichincha C.A. ....	46
MARCO LEGAL.....	47
Código Orgánico Monetario y Financiero.....	47
MARCO CONCEPTUAL.....	48
Instrumento financiero .....	48
Contrato futuro .....	48
Bolsa de futuros.....	48

Especulador .....	48
Arbitraje.....	48
Cobertura .....	49
Opción real .....	49
Árbol binomial .....	49
Modelo Black & Scholes.....	49
Rendimiento esperado .....	49
Riesgo .....	49
Prima .....	50
Precio Spot .....	50
Incertidumbre .....	50
Horizonte temporal.....	50
Tasa de interés .....	50
Patrimonio .....	50
Flujo de caja .....	50
Inversión .....	50
Sin riesgo (Free Risk) .....	50
CAPITULO II: METODOLOGÍA.....	51
Diseño de la Investigación .....	51
Tipo de Investigación .....	52
Enfoque .....	53
Alcance.....	53
Análisis de Datos.....	54
Técnicas de Recogida de Datos.....	55
Observación.....	55
Entrevista.....	55
Encuesta .....	55

Fuentes de información académica .....	56
Población .....	56
Muestra .....	56
CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DE LA VALORACIÓN INMOBILIARIA EN GUAYAQUIL.....	58
CAPITULO: IV VARIABLES DEL MODELO BLACK & SCHOLES .....	66
Valor de mercado actual de la propiedad ( $S$ ).....	74
Precio de ejercicio ( $E$ ) .....	74
Volatilidad del bien inmueble ( $\sigma$ ).....	74
Tasa libre de riesgo o costo de oportunidad ( $R_f$ ).....	74
Horizonte temporal de estudio ( $T$ ) .....	75
CAPITULO V: EL MODELO DE BLACK & SCHOLES EN EL SECTOR INMOBILIARIO .....	76
CONCLUSION .....	103
RECOMENDACIONES .....	105
REFERENCIAS .....	106
ANEXOS .....	116

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Supuestos de los mercados eficientes</i> .....	18
Tabla 2 <i>Terminología del modelo de Black &amp; Scholes</i> .....	67
Tabla 3 <i>Precios de las viviendas en venta por metros cuadrados</i> .....	69
Tabla 4 <i>Precios de las viviendas en alquiler por metros cuadrados</i> .....	70
Tabla 5 <i>PER y rentabilidad por alquiler (GPG)</i> .....	71
Tabla 6 <i>PER de viviendas por sector</i> .....	71
Tabla 7 <i>Cálculo del índice del sector inmobiliario</i> .....	73
Tabla 8 <i>Tasa libre de riesgo o costo de oportunidad (Rf)</i> .....	75
Tabla 9 <i>Horizonte temporal de estudio (T)</i> .....	75
Tabla 10 <i>adquirir o vender un bien inmueble</i> .....	79
Tabla 11 <i>asignación de fondos</i> .....	80
Tabla 12 <i>ingreso mensual para alquiler</i> .....	81
Tabla 13 <i>ahorro monetario</i> .....	82
Tabla 14 <i>otras actividades</i> .....	83
Tabla 15 <i>ahorro de dinero de forma segura</i> .....	84
Tabla 16 <i>porcentaje de ganancia</i> .....	85
Tabla 17 <i>Tiempo para una inversión</i> .....	86
Tabla 18 <i>valor justo de vivienda</i> .....	87
Tabla 19 <i>precio de vivienda más elevado</i> .....	89
Tabla 20 <i>sector donde vivir</i> .....	90
Tabla 21 <i>disponibilidad para invertir en una vivienda</i> .....	91
Tabla 22 <i>análisis para la compra y venta</i> .....	92
Tabla 23 <i>riesgo del método escogido</i> .....	93
Tabla 24 <i>Utilización del Modelo económico</i> .....	94
Tabla 25 <i>resumen de datos encuestas</i> .....	95
Tabla 26 <i>Matriz de Hipótesis</i> .....	125



## Índice de Gráficos

<i>Figura 1.</i> Evolución de la inflación y de los tipos de interés nominal en Estados Unidos. ....	33
<i>Figura 2.</i> Perfil de pérdida y ganancias de las opciones de compra y venta. ....	34
<i>Figura 3.</i> Valor del tiempo.....	35
<i>Figura 4.</i> Relación entre el valor de la opción y precio de mercado .....	37
<i>Figura 5.</i> Gráfico de distribución, el área sombreada representa $N(x)$ .....	41
<i>Figura 6.</i> Valor De La Empresa Holcim Ecuador S.A. (En Miles De Dolares).....	46
<i>Figura 7.</i> Valor De La Empresa Banco Pichincha C.A. (En Miles De Dolares. ....	46
<i>Figura 8.</i> Componentes del precio de la opción. ....	79
<i>Figura 9.</i> Adquirir o vender un bien inmueble. ....	80
<i>Figura 10.</i> Asignación de fondos.....	81
<i>Figura 11.</i> Ingreso mensual para alquiler. ....	82
<i>Figura 12.</i> Ahorro monetario.....	83
<i>Figura 13.</i> Otras actividades.....	84
<i>Figura 14.</i> Ahorro de dinero de forma segura. ....	85
<i>Figura 15.</i> Porcentaje de ganancia.....	86
<i>Figura 16.</i> Tiempo para una inversión.....	87
<i>Figura 17.</i> Valor justo de vivienda. ....	88
<i>Figura 18.</i> Precio de vivienda más elevado .....	89
<i>Figura 19.</i> Sector donde vivir .....	90
<i>Figura 20.</i> Disponibilidad para invertir en una vivienda.....	91
<i>Figura 21.</i> Análisis para la compra y venta .....	92
<i>Figura 22.</i> Riesgo del método escogido .....	93
<i>Figura 23.</i> Utilización del Modelo económico .....	94
<i>Figura 24.</i> Valor intrínseco Relación entre el precio del mercado S y el precio de ejercicio del opción E.....	100
<i>Figura 25.</i> Tabla de distribución normal z.....	124

## RESUMEN

La presente tesis es una investigación sobre la aplicación del Modelo Black & Scholes en la valuación de bienes inmobiliarios con el objetivo de reflejar el valor justo del bien. Se optó por segmentar el trabajo en cinco capítulos, dentro de ellos se encuentran los objetivos específicos que buscan responder la hipótesis planteada en la tesis. Desde el punto de vista metodológico se utilizó el tipo descriptiva no experimental de corte longitudinal, lo cual se emplea para diagnosticar el comportamiento de lo implícito y extraer lo explícito del valor. Se realizó un análisis del mercado acerca de los mecanismos clásicos de valoración inmobiliaria para la compra-venta de un bien. El método patrimonial, el flujo de caja y de rendimientos esperados; métodos que no admiten demoras, dando así que el proyecto sea infravalorado. Ello nos permitió establecer las variables del modelo Black & Scholes que son utilizadas en un activo financiero junto con la terminología aplicada en el sector inmobiliario; además, facilitó responder al cómo, el cuándo y el porqué del estudio, a fin de señalar las relaciones causales contempladas del: precio de mercado, precio de ejercicio, volatilidad, tasa de descuento y temporalidad. Se procedió a la aplicación práctica del modelo Black & Scholes de examinar la compra de un bien inmueble. Como resultado del ejercicio se corroboró que al utilizar el modelo Black & Scholes en la valoración de bienes inmobiliarios en Guayaquil se logró reflejar el valor justo del bien en condiciones riesgo e incertidumbre, ya que el precio de una vivienda influye en el valor del tiempo (volatilidad, tasa de interés y el tiempo de maduración) y su diferencia; aquello se lo demostró con el ejercicio final, donde se utilizó el modelo Black & Scholes para confirmar su aporte al integrar la volatilidad y la expectativa, lo que enriquece a los modelos tradicionales.

***Palabras Claves:* PRECIO DEL MERCADO, PRECIO DE EJERCICIO, VOLATILIDAD, TASA DE DESCUENTO, TIEMPO, EXPECTATIVAS.**

## **ABSTRACT**

This thesis is a research on the application of the Black & Scholes Model in the valuation of real estate with the objective of reflecting the fair value of the asset. We chose to segment the work into five chapters, within which are the specific objectives that seek to answer the hypothesis raised in the thesis. From the methodological point of view, the non-experimental descriptive type of longitudinal cut was used, which is used to diagnose the behavior of the implicit and extract the explicit from the value. An analysis of the market was made about the classic real estate valuation mechanisms for the purchase and sale of a good. The patrimonial method, the cash flow and expected returns; methods that do not allow delays, thus giving the project an undervaluation. This allowed us to establish the Black & Scholes model variables that are used in a financial asset together with the terminology applied in the real estate sector; In addition, it facilitated responding to the how, when and why of the study, in order to indicate the causal relationships contemplated of: market price, exercise price, volatility, discount rate and temporality. We proceeded to the practical application of the Black & Scholes model to examine the purchase of real estate. As a result of the exercise, it was corroborated that when using the Black & Scholes model in the valuation of real estate in Guayaquil it was possible to reflect the fair value of the property under risk and uncertainty conditions, since the price of a dwelling influences the value of time (volatility, interest rate and maturation time) and their difference; that was demonstrated with the final exercise, where the Black & Scholes model was used to confirm its contribution by integrating the volatility and expectation; which enriches traditional models.

***Key Words:* MARKET PRICE, PRICE OF EXERCISE, VOLATILITY, DISCOUNT RATE, TIME, EXPECTATIONS.**

## RÉSUMÉ

Cette thèse est une recherche sur l'application du modèle de Black & Scholes pour l'évaluation des biens immobiliers afin de refléter la valeur juste de un actif. Nous avons choisi de segmenter le travail en cinq chapitres, parmi eux sont les objectifs spécifiques qui cherchent à répondre à l'hypothèse dans la thèse. Du point de vue méthodologique, un type descriptif non-expérimental de coupe longitudinale a été utilisé, qui est utilisé pour diagnostiquer le comportement de l'implicite et extraire l'explicite de la valeur. Une analyse du marché a été faite sur les mécanismes classiques d'évaluation immobilière pour l'achat et la vente d'un bien. La méthode patrimoniale, les flux de trésorerie et les rendements attendus; des méthodes qui ne permettent pas de délais, ce qui donne une sous-évaluation au projet. Cela nous a permis d'établir les variables du modèle Black & Scholes utilisées dans un actif financier avec la terminologie appliquée dans le secteur de l'immobilier; Il a également facilité répondre à comment, quand et pourquoi l'étude, afin d'identifier les relations de cause à effet mentionnés: prix du marché, le prix d'exercice, la volatilité, taux d'actualisation et temporalités. Nous avons procédé à l'application pratique du modèle Black & Scholes pour examiner l'achat de biens immobiliers. A la suite de l'exercice, il a été confirmé que l'aide du modèle de Black & Scholes dans l'évaluation de l'immobilier à Guayaquil a été réalisé reflète la valeur juste du bien sous risque et d'incertitude, parce que le prix d'une maison affecte la valeur du temps (volatilité, taux d'intérêt et temps de maturation) et leur différence; cela a été démontré par l'exercice final, où le modèle Black & Scholes a été utilisé pour confirmer sa contribution en intégrant la volatilité et l'attente ; ce qui enrichit les modèles traditionnels.

***Mots Clés: PRIX DU MARCHÉ, PRIX D'EXERCICE, VOLATILITÉ, TAUX DE RÉDUCTION, TEMPS, ATTENTES.***

## INTRODUCCIÓN

Valorar un activo, un patrimonio creado o una decisión, conlleva siempre un problema complejo para quien lo asume. La teoría aborda el problema desde una óptica histórica o considerando estados que proyecta; una metodología que obedece a modelos establecidos: patrimonial, de flujos de caja descontados o de rendimientos alcanzados. Sin embargo, la realidad de los mercados actuales, con alta volatilidad y funcionando sobre expectativas, nos obliga a encontrar métodos de valoración que se ajusten a los escenarios lógicos de la decisión, ¿cómo introducir el costo de oportunidad? ¿Los intangibles? ¿Las fluctuaciones erráticas?

La teoría del consumidor (Jevons, 1860; Edgeworth, 1881; Pareto, 1906), que argumenta la “indiferencia” de canastas distintas y de “preferencias”, postula la relación inter-temporal (presente versus futuro) en el concepto de “utilidad”. Equivalencias que plantea algunas inquietudes de racionalidad ¿cómo saber si somos, y seremos, totalmente indiferentes?, ¿es válida la presunción de que podemos, en el presente, jugar un papel central al decidir?, ¿existe la *eficiencia de mercado* que subyace en el concepto de tasa de “oportunidad”?

Cohabitan elementos fundamentales que integran el valor de un objeto-producto con la actividad; se trata de una construcción que gira alrededor de lo que apreciamos como materialidad subjetiva o real. Un valor que, además de lo que cuesta producirlo, lo concreta el mercado como medida imaginaria, o sea, una cualidad que le atribuimos y que se materializa en los acuerdos a través de la convergencia de percepciones.

El presente trabajo sostiene un interés por la necesidad de crear/producir, o elegir/seleccionar objetos existentes, a fin de concebir la idea del valor “real”; un enfoque que, a través de un modelo, sustenta la integración de los intangibles con los elementos del consumo (indiferencias y preferencias) y las variables de mercado (fluctuaciones, oportunidades y eficiencias), aplicándolo al sector inmobiliario de la ciudad de Guayaquil.

## **Antecedentes**

La presente investigación busca validar un mecanismo de valoración dentro del sector inmobiliario. En la actualidad en el ámbito económico y empresarial de un país es imprescindible efectuar una valoración de los bienes y/o servicios que brinda el mercado a una cuantía que represente la realidad de lo que está en juego en el momento de su transacción; o sea, mucho más “acorde” (justo). Para el sector inmobiliario, eje de muchas decisiones económicas de los consumidores, el estudio puede significar una herramienta básica de análisis. Como lo señala Brun, (2015), cuando afirma que:

El sector inmobiliario corresponde a uno de los más importantes en la economía de una nación, donde se proyecta, desarrolla, construye, promociona, avalúa, financia, administra, intermedia, y comercializa bienes raíces, el activo tangible más importante de una nación y la base del patrimonio familiar, que condiciona el desempeño y bienestar de una sociedad.

Realidad palpable en el Ecuador; la historia del sector inmobiliario se fracciona en tres etapas. La primera, entre los años 50 a 80 comienza a emerger una expansión del sistema capitalista que desarrolla las ciudades deslumbrando con su nueva arquitectura. Con esta expansión del sector los arquitectos de las principales ciudades comenzaron a fundar las primeras escuelas de arquitectura en el país: la primera fue instaurada en Quito (1946), posteriormente en Guayaquil y Cuenca.

El sector inmobiliario en el mercado ecuatoriano está relacionado a la integración de la arquitectura moderna junto a la financiación de programas de vivienda por parte del Estado, con esto se dio el origen al Sistema Mutualista (1962), la Junta Nacional de Vivienda (1973) y el Sistema de Seguridad Social. Tres entidades que impulsan la propiedad, en casa propia de los habitantes. En el año 1974, el Banco Ecuatoriano de la Vivienda (BEV) y la Junta Nacional de la Vivienda iniciaron los planes de vivienda a menor costo mediante la importación de toneladas de hierro.

La segunda etapa, en los años 80 y 90 la banca privada entra en acción con la captación de ahorros y préstamos a los solicitantes para proyectos de vivienda, impulsando así los edificios de departamentos, urbanizaciones cerradas y condominios. La llegada de la crisis, a finales de los años 90, trae consigo una

afectación a varios sectores productivos. Con esto se provocó un alto aumento de la tasa de interés y costo del suelo logrando así una caída en la demanda de bienes inmobiliarios.

Finalmente, cuando la economía se dolarizó en el país comienza a estabilizarse la asistencia de varios factores que ayudaron a inyectar circulante en la economía, entre estos están los ingresos de una gran cantidad de divisas por parte de migrantes logrando así que se produzca una acelerada demanda en la producción de viviendas. El Estado al percatarse del crecimiento de este sector impulsa políticas de financiamiento que eviten la afectación del posible comprador, iniciando, simultáneamente un apoyo al financiamiento por medio de bonos de vivienda y créditos hipotecarios con bajos porcentajes de intereses que son otorgados a través del Seguro Social (IESS). En el 2010 se crea el Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS) con la finalidad de dar un mayor acceso a préstamos hipotecarios para la compra de casas terminadas, terrenos, casas comerciales, compras de oficinas y remodelación. Provocando un mayor interés al acceder préstamos con una tasa de interés menor comparado en las entidades financieras privadas (EKOS Negocios, 2011).

Según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2015), la ciudad de Guayaquil registró un déficit habitacional de 250 000 unidades de vivienda; para contrarrestar este problema es necesario que se construyan anualmente por lo menos 15 000 casas, logrando así aliviar la necesidad de los habitantes en el acceso a la compra de un bien. En el sector inmobiliario se encuentran variables que estimulan la demanda como la baja cuota de entrada, una menor tasa de interés, subsidios, bonos y disponibilidad de recursos. Dando como resultado en la mayoría de situaciones desajustes en los precios de los bienes (especulación) (Trejo, 2015).

En una encuesta tomada en el mes de marzo del presente año, MarketWatch (2017) analizó al mercado inmobiliario residencial (casas – departamentos) en 14 de las principales ciudades del Ecuador. Las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato son las que han tenido un alto desarrollo inmobiliario, con el 80% del total de concentración de la oferta residencial, lo que se traduce en más de 800 proyectos y así sobrepasando las 17.000 unidades disponibles con un rango de oferta inferior a los 150.000 Usd. Con una demanda desmesurada en el sector inmobiliario algunas personas o empresas comienzan a adquirir estos bienes, no con el fin de consumo

sino como proyectos de inversión, dando lugar a una posible creación de una burbuja económica.

Según Case & Shiller (2004) la burbuja económica se refiere a situaciones en donde las expectativas excesivas del público, de futuros aumentos, dan como efecto un alza temporal de los precios; ello significa que, dentro del sector inmobiliario, los compradores que desean adquirir un bien pensarán que su precio es demasiado costoso para ellos y será aceptada la compra porque en un futuro será compensada.

En una encuesta realizada a compradores quienes adquirieron casas o condominios en el mes de mayo de 1988 en 4 ciudades de EE. UU. (Anaheim, San Francisco, Boston y Milwaukee, encuestando un total de personas encuestadas de 467, 506, 421 y 457 respectivamente), se destaca que las dos primeras ciudades que se encontraban en pleno auge del sector inmobiliario llevaron su compra como una inversión (Case & Shiller, 1988).

Con base a los resultados de las encuestas en estas ciudades es evidente que existe una mayoría de compradores que llevaron sus compras por un motivo netamente de inversión; estos inversionistas por lo general tienen altas expectativas que el valor aumente en el mercado inmobiliario y estiman un bajo riesgo.

De acuerdo con Case y Shiller (2004) partiendo de las expectativas, el comprador se dibuja un horizonte venidero, con esto nos percatamos que lo emocional y la propaganda de boca en boca juegan un papel destacado a la hora de tomar una decisión de ejecutar una compra.

La valoración en el sector inmobiliario, sobre todo para quien adquiere el bien, involucra varios dispositivos de preferencia y utilidad que sobrepasan el costo de los materiales utilizados en su construcción. En consecuencia, hoy muchos académicos y directores de empresas reconocen que los métodos tradicionales de valoración, como el valor presente neto (VPN) y el planteamiento del flujo de caja descontado (DCF) no pueden captar apropiadamente la flexibilidad que necesitan las decisiones futuras como reacción a variaciones inesperadas del mercado.

En el mundo real el mercado se caracteriza por variaciones, incertidumbre e interacciones competitivas. Los supuestos, subyacentes en los métodos de valoración tradicionales, fallan en su determinación del flujo de efectivo inicial y terminal. Según aparezca la nueva información, se produce incertidumbre con respecto a la situación de los flujos de efectivo a futuro, lo que obliga a realizar gradualmente y con flexibilidad modificaciones estratégicas en la operatividad con el objetivo de



capitalizar oportunidades favorables o apaciguar plausibles pérdidas. Un claro ejemplo es que la gerencia pueda diferir, expandir, contraer, abandonar, o alterar un proyecto en las diferentes etapas durante su vida útil (Trigeorgis, 1995).

El mecanismo que va ganando espacio en la práctica es el de tomar como concepto de decisión las opciones. Una opción da el derecho a elegir si realizar o no una acción ahora o en un futuro. Para entrarnos más en este tema, es necesario decir que las opciones se dividen en dos tipos: opciones financieras y opciones reales. Las primeras opciones son derechos para comprar, vender o intercambiar peticiones sobre los valores negociados como renta variable (acciones) y como renta fija (bonos); las segundas, “opciones reales”, las proyecciones factibles. Aquí encontramos a los ganadores del Premio Nobel de Economía por su modelo Black & Scholes en la valoración de opciones europeas y americanas. Siendo ellos los que sentaron una extensa base de teoría de análisis para una creciente variedad de opciones y peticiones sobre los valores financieros (Vollert, 2003).

Myres (1976, citado en Vollert, 2003) advirtió que el valor en el mercado de una empresa consiste en el valor actual de sus flujos de efectivo esperados y el valor de oportunidades de crecimiento. Un símil de las opciones financieras que además detalla las oportunidades de crecimiento de la empresa representa las opciones reales. Con la aplicación de este mecanismo, útil como herramienta para la correcta gestión flexible ante una presencia de incertidumbre, se logra determinar el valor del proyecto. La aplicación por parte de gerencia de las opciones reales permite utilizar como una fuente adicional de valor para una empresa que enfrenta incertidumbres sobre los desarrollos futuros y la invariabilidad de sus gastos de inversión (Myers, 1976, citado en Vollert, 2003).

Después de casi una década Brennan & Schwartz (1985) pusieron en práctica las opciones reales con la valoración de un proyecto del recurso natural de una mina de cobre, particularmente en este recurso hay cierta dificultad en ajustar la salida de los precios por el alto grado de incertidumbre que existe. Con la puesta en marcha en la aplicación de las opciones reales, se puede valorar la opción de si abandonar el proyecto de la mina cuando sus precios son bajos o reactivarla cuando los precios aumenten.

Años posteriores la utilización de las opciones reales, entre los años 1980 y 1990, como teoría se expandió rápidamente, llegando a convertirse en un teoría de estudio en diferentes campos, después de haber iniciado en la industria de los

recursos naturales se comenzó a aplicar en las industrias manufactura, en la investigación y desarrollo (R&D), en el sector de servicios eléctricos, en empresas reguladoras, en fusiones y adquisiciones de empresas (M&A), arrendamientos, inversiones internacionales, en bienes raíces y desarrollo, así como en las estrategias corporativas. Desde la óptica de la valoración se ha conseguido reconocer algunas opciones reales de tipo genérico tales como las opciones de abandonar un proyecto, la opción de si realizar una inversión por etapas, la de cambiar los ingresos o egresos, la opción de ampliar o contraer el alcance de un proyecto y finalmente la opción de un crecimiento estratégico (Vollert, 2003).

Por lo general cuando se presenta una oportunidad de invertir, esta no solo depende de las variables VPN o la TIR del proyecto. Kester (1984) considera cuatro factores que son relevantes a la hora de tener una oportunidad de invertir:

- a) El tiempo durante el cual se puede decidir llevar a cabo un proyecto de inversión.
- b) El riesgo del proyecto.
- c) Los tipos de interés.
- d) El grado de exclusividad del derecho de una empresa en aceptar el proyecto de inversión. Estas opciones exclusivas son lógicamente más valiosas, y son de índole privativa del conocimiento del mercado; siendo las oportunidades compartidas la de un valor inferior.

Vale mencionar que la perspectiva de las opciones reales es mostrar cómo un incremento de la incertidumbre puede traducirse en un alto valor de los activos, además esto depende de los directivos que logren identificar y utilizar eficientemente sus opciones ante cualquier evento (Calle Fernández & Tamayo Bustamante, 2009).

Cuando el mercado inmobiliario toma cuerpo, es importante tener mecanismos de evaluación que se aproximen al contexto en el que se mueve el mercado; su intensidad, los riesgos que asume, la temporalidad y la volatilidad de los precios reales y de los estimados. Factores considerados por el Modelo de Black & Scholes (B&S) para lo que se denomina “valor justo”.

## **Formulación del problema**

En la actualidad la gran mayoría de las personas no conoce cuál es el valor justo de cada acción o decisión, muchas veces se está dispuesto a pagar un precio muy alto por algo que en realidad no justifica el gasto; el modelo financiero que facilita determinar el impacto de las variables de mercado aplica la lógica del modelo de Black & Scholes utilizando cinco variables, las cuales son: tiempo, riesgo, costo de oportunidad, valor del mercado y valor esperado. De ahí se obtiene el “valor justo” de cada decisión que se tome en el horizonte temporal establecido, tomando el riesgo que implica esa decisión y comparando el mercado con lo que se estaría dispuesto a pagar (González, 2016).

De este modo nace la necesidad de implementar el modelo en el sector inmobiliario, un instrumento que los países desarrollados lo utilizan desde mediados de los años 70 y que, sin embargo, no ha podido ser incluido en países como el nuestro. Aunque la mayoría de las personas tomen sus decisiones en base a emociones o situaciones pasajeras, el no saber diferenciar el valor de un artículo, bien inmueble o una decisión, en cuanto a lo que las condiciones del mercado involucran, puede afectar el devenir de la decisión. Por lo cual, si se logra determinar las cinco variables mencionadas anteriormente en cualquier decisión, se podrá mejorar las visiones y propuestas e incluso reducir gastos o costos innecesarios a través del entendimiento del costo de decisiones (Black & Scholes, 1973).

Con estos antecedentes, podemos detectar que la falta de cultura financiera en la ciudad de Guayaquil, en cuanto al modelo que proponemos, merma la apreciación correcta de un activo, en su decisión de compra o venta, por lo que esta investigación permitirá conocer un abordaje diferente para las interrogativas de valoración de los bienes inmuebles.

Para solucionar esta problemática nos vamos a enfocar en el modelo que ya se implementó de una manera exitosa por iniciativa de Black & Scholes, pero esta vez desde una perspectiva diferente, para la toma de decisiones de compra o venta de un bien. A fin de entender y poder aplicar el modelo primero debemos concebir lo que vamos a vender o comprar, un bien inmueble que es un proyecto, un conjunto de acciones que se agrupan para cumplir con un objetivo esperado el cual es la vivienda tanto para venderla o vivir en ella, este siempre será analizado desde dos ópticas: la del empresario (productor) o la del inversionista (consumidor) de acuerdo con el

beneficio de la misma, de esta manera la apreciación del bien siempre cambiará dependiendo del enfoque que empleemos.

En esta investigación abordaremos el tema desde el ámbito empresarial comercial ya que, en términos de beneficio y rendimientos, al aplicar este modelo al sector comercial se apalancará el antecedente perfecto para poder ejercerlo a toda la masa, ya que sentando precedentes de éxito todo un país podría llegar a alcanzar una educación financiera con beneficios propios y aplicaría el modelo sin duda alguna.

### **Justificación**

El propósito de esta investigación es descubrir los mecanismos del mercado que enfatizan el modelo de Black & Scholes dentro del sector inmobiliario a fin de establecer un efecto positivo en la valoración justa del precio del bien inmueble, debido a que en el mercado sólo existen métodos de apreciación que consideran los datos históricos, por lo que la especulación del precio del bien y la falta de recursos para la valoración hace que se tomen decisiones erróneas.

En el Ecuador existen diferentes detonantes especulativos del precio de un bien; ello define el precio real del inmueble y debería determinar el precio esperado. Elementos como la volatilidad del sector, el tipo de interés sin riesgo (costos de oportunidad), y el horizonte temporal del bien, afectan su valor. Definir un método de valoración justo para el sector inmobiliario, daría ventajas de negociación tanto a compradores como a vendedores.

En la actualidad, para lo económico y empresarial de un país, es imprescindible efectuar una valoración de los bienes y/o servicios que brinda el mercado a un valor acorde a sus particularidades; el sector inmobiliario no escapa a ello. Hay varios procedimientos para llegar a una valoración, desde los tradicionales hasta los pocos convencionales; entre los más habituales está el flujo de efectivo descontado (DCF) o en otras palabras llamado VPN (valor presente neto) el cual se basa en determinar cuál es el valor actual de los ingresos futuros esperados y si es que este representaría, justificaría o no el gasto inicial de la inversión que se realizó (Verónica, 2009). Sin embargo, una desventaja que presenta este modelo es la complejidad de poder proyectar resultados a mayor tiempo que se aleja del punto de partida. En ese caso, ya desde algunos años ha despuntado un nuevo método, como el de valuación de opciones reales (ROV) utilizando el VAN y el TIR y toma en consideración las incertidumbres que están inherentes (Veronica, 2009)

No solo es necesario para el sector inmobiliario sino para todo tipo de compra o venta, ya que de una u otra manera se encuentra con incertidumbres, costos de oportunidad y horizontes temporales al adquirir. Un bien inmueble, aunque sea por herencia o por posesión del mismo, necesita del conocimiento financiero para definir un valor de mercado y su expectativa.

En el país la venta de un bien inmueble no depende únicamente del sector en el que se localice como aparentemente suele ser, lo único en lo cual se puede acudir sería en la valoración por sector a su vez esta no es una manera correcta en términos financieros; el modelo que se propone incluye varios factores que influirían en la toma de decisiones y nos permite integrar lo adyacente que podrían venir consigo, como la plusvalía de un bien (Hull, 2008).

Actualmente la situación del país se dice que está afectada por una serie de medidas que regulan la compra y venta dentro del ámbito inmobiliario y esto hace que exista la incertidumbre con la que el mercado hace variar el precio, pero cada variable afecta de alguna manera directa o indirecta la apreciación del bien inmueble.

El sector inmobiliario tiene un peso muy importante para el desarrollo del país, ya que para la familia ecuatoriana tener una vivienda facilita el nivel de bienestar de la misma; además, la vivienda es parte del sector de la construcción el cual genera empleo y muchas oportunidades de auto superación. Un sector que se puede ver afectado por el rendimiento de la mano de obra, en cuanto a la calidad de recurso humano en horas- hombres y la eficiencia en la productividad de la mano de obra (Botero, 2012).

Estas variables explican cómo una volatilidad entre el tipo de trabajo que se realice y el precio final del inmueble, conlleva a una especulación en el mercado por lo que las personas no pueden apreciar de una manera justa el precio real del bien inmueble ya que las tendencias fomentan un mecanismo de invisibilidad ante el valor real del bien.

Pero ¿Cómo podríamos ir en contra de una cultura que no tiene orientación ante los instrumentos financieros que se pueden emplear para su beneficio propio? Si bien es cierto un programa de gobierno podría incentivar y promover las buenas prácticas financieras, sin embargo, esto se lo puede llamar un ideal el cual es un objetivo que no será cumplido, algo por lo que siempre vamos a estar intentando lograr sin conseguir.

Esta investigación espera contribuir a toda la sociedad ya que instruye al individuo a tener una mejor apreciación de sus bienes y así poder negociar ya sea para la compra o venta del bien inmueble, a su vez la empresa se beneficia siempre de una manera porque aprovecha al 100 por ciento las oportunidades de compra o venta de un bien que se puede encontrar bien o mal valorada, una probabilidad para la empresa de maximizar su beneficio.

### **Preguntas de investigación**

¿Al utilizar el modelo de Black & Scholes, en la valoración de bienes inmobiliarios, se logra reflejar el valor justo del bien?

### **Preguntas secundarias:**

- ¿Cuáles son los mecanismos que se utilizan para la evaluación inmobiliaria, al momento de comprar o vender, en la ciudad de Guayaquil?
- ¿Qué y cómo las variables del modelo Black & Scholes se utilizan e integran en las decisiones empresariales?
- ¿El sector inmobiliario puede determinar un valor justo a través del modelo Black & Scholes?

### **Hipótesis**

La aplicación del modelo de Black & Scholes generará un impacto positivo en la toma de decisiones justas para la valoración en el sector inmobiliario.

**Hipótesis Alternativa:** La aplicación del modelo de Black & Scholes, generará un impacto positivo en la toma de decisiones justas para la valoración en el sector inmobiliario.

**Hipótesis Nula:** La aplicación del modelo de Black & Scholes generará un impacto negativo en la toma de decisiones justas para la valoración en el sector inmobiliario.

**Variable 1:** La aplicación del modelo de Black & Scholes.

**Variable 2:** Generar un impacto positivo en la toma de decisiones justas para la valoración en el sector inmobiliario.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Utilizar el modelo de Black & Scholes en la valoración de bienes inmobiliarios para reflejar el valor justo del bien.

### **Objetivos específicos:**

- Elaborar un análisis de mercado acerca de los mecanismos de evaluación inmobiliaria utilizada al momento de la compra o venta, en la ciudad de Guayaquil.
- Determinar las variables del modelo Black & Scholes, que serán utilizadas dentro del estudio de mercado inmobiliario.
- Aplicar la fórmula orientada hacia el valor justo inmobiliario usando las variables del modelo Black & Scholes.

## CAPITULO I: MARCO TEÒRICO

### Antecedentes de la investigación

John Hull menciona en su libro de *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*, que:

Los mercados de futuros y opciones han cobrado en los últimos años importancia creciente en el mundo de las finanzas y la inversión (...) es absolutamente esencial que los profesionales de las finanzas entiendan cómo funcionan estos mercados, cómo pueden ser utilizados y qué determina sus precios. (Hull, 2008, p. 1)

A. de Lara define al producto derivado como:

Un instrumento cuyo valor depende o se deriva del valor de un bien denominado subyacente. Un bien subyacente puede ser alguna materia prima cuyo precio se cotice en los mercados internacionales (*commodities*), como el trigo, el oro o el petróleo, o bien algún instrumento financiero, como los títulos accionarios, índices, monedas (tipo de cambio) o un instrumento de deuda. (De Lara, 2005, p. 11)

Los inicios de los productos derivados datan del siglo XII, en donde los comerciantes y compradores firmaban contratos o letras de cambio que aseguraban la adjudicación del producto al comprador en una fecha pactada. Durante los años posteriores el uso fue adoptado en los mercados de productos agrícolas y metálico, en la actualidad ha pasado a utilizarse en el mercado de monedas, acciones y bonos. Los productos derivados actúan en los mercados organizados y en los mercados extrabursátiles, comúnmente llamados *Over the Counter* (OTC) (De Lara, 2005).

En la actualidad toda empresa se encuentra expuesta a las variaciones de los precios o los indicadores financieros, estos incluyen las tasas de cambio de moneda, tasa de interés, precios de *commodities* y precios de acciones. Con una breve variación en estos indicadores o precios la empresa puede producir ganancias o pérdidas muy significativas. Con el uso de los derivados se puede minimizar el riesgo a través de la reducción de costos, optimizar los rendimientos y dejar que los inversionistas puedan manejar los riesgos que aparecen con una mayor precisión y certidumbre. Si se lo emplea con fines especulativos, pueden ser muy riesgosos, ya que presenta mayor grado de apalancamiento y son muy volátiles frente al instrumento subyacente. Con esto se asevera que los mercados de productos



derivados son también conocidos como “mercados de transferencia de riesgos” ya que los agentes económicos que no desean asumir el riesgo se los transfieren a otros agentes económicos, que se sienten atraídos por tales riesgos que podrían lograr un rendimiento. En las últimas décadas se ha dado mayor atención a ciertas volatilidades de ciertos productos tales como el precio del petróleo y los tipos de cambio, mientras mayor sea la volatilidad más valiosos son estos productos derivados (De Lara, 2005; Gray & Place, 1999; Oro, 2004).

Hoy en día se utiliza en el mercado financiero los cuatro tipos de instrumentos financieros: Opciones, Futuros, Swaps y Forward. Una característica notable de estos instrumentos financieros es su valor, que viene a ser susceptible a través del tiempo; de esta manera, no se puede evaluar su valor con certeza, debido a la variación de un aumento o disminución del valor de hoy. Tanto Swaps como Forward tienen una característica distinta de los demás, estos contratos tienen fecha de vencimiento en una fecha futura y serán pagados a través de la diferencia entre los precios futuros y el precio que se pactó para el activo subyacente.

Es necesario entender la valoración a través de las opciones reales, su estructura y terminología proviene de las opciones financieras. Rozo Nader (2009) distingue en su trabajo de tesis sobre *contraste entre técnicas tradicionales de inversión y valoración de opciones reales en ambientes de incertidumbre*, utilizando el modelo de Black & Scholes y el método Binomial, lo siguiente:

**Opción Call:**

“Es una opción de compra que otorga el derecho, mas no la obligación, de comprar el activo subyacente durante la vigencia del contrato o en cierta fecha de vencimiento, por un precio que se reconoce como prima o precio del ejercicio.” (p. 27).

**Opción Put:**

“Es una opción de venta que otorga al tenedor el derecho a vender y al emisor de la opción la obligación de comprar una cantidad específica de un activo denominado subyacente a un valor determinado conocido como prima o precio del ejercicio, durante la vigencia del contrato o en la fecha de expiración.” (p. 27).

Sin embargo, los instrumentos más utilizados son el Futuro y las Opciones. Estos tipos de instrumentos son regulados y se contratan en los mercados

organizados, como por ejemplo el *Chicago Board of Trade* y el *Chicago Mercantile Exchange* y el *Eurex*. Un contrato de futuros es un pacto que tiene como obligación las dos partes de comprar o vender un activo (subyacente) a un precio acordado (precio de ejercicio o strike) en una fecha futura (vencimiento) (De Lara, 2005; Oro, 2004).

De acuerdo a Hull (2008) la teoría de Black & Scholes nace de la valuación de opciones sobre las acciones, la cual indica que hay supuestos acerca de la manera en que evolucionan los precios de las acciones, un modelo de valuación de opciones sobre acciones debe crear algunos supuestos acerca de la manera en los que los precios de las acciones evolucionan a lo largo del tiempo. Si el precio de la acción, o en nuestro caso un bien inmueble, es de X valor monetario hoy en día, ¿cuál sería la asignación de dicho precio dentro de un día, semana, o año?

Es así que podemos confirmar que el modelo de Black & Scholes inicialmente creado para la valoración de opciones se puede adaptar para el sector inmobiliario, porque, cuando se consideran periodos largos es necesario ser más precisos acerca de la distribución del precio futuro de un bien, el precio de un bien en cualquier momento futuro tiene una distribución normal (Black & Scholes, 1973).

### **Reseña Histórica**

Eugene Fama (1965b) explica en su artículo “*Random Walks in Stock Market Prices*” la importancia del mercado a través del concepto de *mercado eficiente*; según él:

Un mercado ‘eficiente’ se define como un mercado donde hay un gran número de agentes racionales que compiten activamente para lograr maximizar sus beneficios, cada uno tratando de predecir el precio de mercado futuros de los valores individuales, y donde la información actual se encuentra libremente disponible para todos los participantes. (p. 76)

Para entender mejor el concepto, es necesario retomar su origen. La definición de mercado eficiente se encuentra enlazada a la idea original de *igualdad de condiciones* que fue publicada por Cardano (1565) como concepto primordial en los juegos de azar. Este concepto dentro del mercado bursátil representa la noción subyacente de la teoría de mercados eficientes; su analogía está en la condición de tipo informacional, ...sea llamado el mercado de valores como “juego justo” (Duarte & Pérez-Iñigo, 2013).

El desarrollo de la teoría, desde 1565, toma cuerpo en la publicación realizada por Bachelier (1900) con respecto a los movimientos de precios de la Bolsa, donde dio a conocer que los movimientos son de tipo “paseo aleatorio” (*random walk*) y está dado bajo ciertas hipótesis. Menciona que hay un sinnúmero de influencias que determinan las fluctuaciones de la Bolsa: eventos pasados, actuales e incluso previsibles, que suelen repercutir su curso. Se intenta entender por qué existen perspectivas opuestas entre los compradores que auguran un alza cuando los vendedores esperan la baja. Partiendo de esto, Bachelier se apoya en el hecho que existe en todo momento una compensación entre los actores (vendedores y compradores) con respecto al precio, esto se lo llama ‘estado estático’ del mercado. Cuando el mercado y los actores no creen que vaya a haber un alza o una baja, Bachelier lo denomina como el ‘curso verdadero’. Se da porque nadie puede pronosticar si va a subir o bajar, situación que se la conoce como un ‘juego equitativo’; en donde la expectativa de ganar es similar a la de perder (Hyme, 2003).

A comienzos de los años 30 del siglo pasado, hubo una variedad de estudios estadísticos donde se pretendía revelar que los índices de la bolsa siguen un desplazamiento que no es posible pronosticar “hoy” lo que pasará a futuro. Cowles (1933) realiza una encuesta con relación a las ganancias de los agentes que participan realmente en la Bolsa: compañías de seguro o administradoras de fondo y bancos. Años más tarde aparece la publicación de Working (1934) ya que él a principios de dicha década había participado con el estudio estadístico de los índices de la Bolsa, buscando la pertinencia de la hipótesis del ‘paseo aleatorio’. Luego Working (1949) resalta la importancia de las expectativas en la publicación de su artículo “*The Investigation of Economic Expectations*”, donde hace un estudio minucioso al trabajo de Cowles, quien exponía que las decisiones empleadas por los especuladores se asemejan a las que se hacen por casualidad (*random guesses*); esto no quiere decir que sean malas, sino al contrario, unas previsiones bien tomadas. La razón es que se toma en consideración “*toda la información disponible*”, llegando solo a quedar la suerte (Hyme, 2003).

En la siguiente publicación Working (1953) logra determinar ‘*las expectativas del mercado*’ y ‘*los precios a largo plazo*’ y busca plantear una opinión que le permita aclarar si son de carácter excesivas o primordialmente respuestas racionales y si obedecen a variaciones seductoras de las condiciones económicas e informativas. Años más tarde, en su posterior trabajo Working (1958) logra darse

cuenta que un mercado no tendría razón de ser sin las “*diferencias de opiniones*”, ya que ellas son el motivo de que exista una interacción en el mundo real. Entonces hace una diferenciación de dos clases de inversores: los ‘inteligente’ y los ‘ineptos’ (Hyme, 2003).

Habría que esperar la publicación del artículo “*Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*”, realizada por Samuelson (1965) en donde se expone los movimientos de los precios en la Bolsa, para comprender la existencia de ciertos ciclos, tendencias o periodos, sin que esto haga factible que alguna persona gane algo suplementario. Se podría decir que la Bolsa puede ser un ‘juego equitativo’ sin necesidad de que los índices sigan un ‘paseo aleatorio’, ya que el desplazamiento se encuentra ya definido. También se hace una crítica a la investigación presentada por Kendall (1953), en lo referente a que no hay una correlación serial de gran importancia en los precios del Spot (al contado) del trigo; Samuelson considera que de seguro los precios al contado deberían variar con los cambios en los factores de oferta y demanda como el clima, las siembras de cultivos y sus rendimientos. Igual como los cambios en la población, los ingresos y los gustos; los precios dependen de una suma de tantos factores que producen una variación pequeña y algo independiente como el resultado de una caminata aleatoria (*random walk*) (Hyme, 2003).

Posteriormente Fama (1970), con su artículo de “*Efficient Capital Market: A Review of Theory and Empirical Work*”, sugiere por primera vez que los “mercados eficientes” representan lo que anteriormente se lo definía como “juego equitativo”. Muchos dicen que Fama fue el que dio luz a una nueva teoría, cuando en realidad fue un aporte al notable cambio ideológico que se dio en esos años para resaltar el papel que juegan los mercados financieros en la asignación de los recursos. El cambio ideológico se encuentra relacionado con el surgimiento de nuevas visiones opuestas a la presentada por Keynes, en cuanto a la necesaria intervención del Estado para decidir sobre la inversión del gasto público en la reactivación económica que facilite alcanzar el equilibrio económico. La postura que se quería introducir era que si los mercados son eficientes no habría necesidad de intervención estatal.

Partiendo del trabajo de Roberts (1967), quien estructuró la eficiencia de mercado según sea el grado de información que se obtenga para la elaboración de los precios, sugiriendo la *eficiencia fuerte y débil*, Fama expande la teoría y menciona que existen tres niveles de eficiencia: *la débil* -la información para tomar decisiones

es extraída de los precios históricos, *la semi-fuerte* -a más de los precios históricos asume la disponibilidad de la información pública para la formación de los precios, y finalmente *la fuerte* -donde toda información afecta la decisión, o sea, cuando los inversores tienen a disponibilidad información privilegiada para la formación de los precios (Duarte & Pérez-Iñigo, 2013; Hyme, 2003).

La teoría de mercado eficiente se sustenta en varios supuestos institucionales y de los agentes, que plantea Fama (1970):

Tabla 1  
*Supuestos de los mercados eficientes*

<b>Punto de vista institucional</b>	<b>Punto de vista de los agentes</b>
<b>i. Los precios son libres, no existe ninguna intervención. Se forman por la oferta y demanda.</b>	i. Uso de toda la información relevante por parte de los inversores. Cada inversor tiene su propio perfil. Como lo expresa Peters (1994), la información relevante depende del horizonte temporal del inversor, cuando entrar y salir del mercado.
<b>ii. Libre entrada y salida del mercado, no existe limitación para comprar o vender en cualquier momento.</b>	ii. El uso que se le da a la información es económicamente correcto. Inversores racionales y cuentan con los principios para manipular la información y así llegar al valor fundamental.
<b>iii. Información relevante sin ningún costo de la información.</b>	

Fuente: Adaptado del artículo *La eficiencia de los mercados de valores: una revisión*, por Duarte y Pérez-Iñigo

La teoría de los mercados eficientes, conocida también como la teoría de juego equitativo, viene a encasillarse de una manera óptima en los mercados y sirve como punto de inicio de la nueva macroeconomía. La eficiencia de los mercados de capitales se adiciona y es una condición de la eficiencia de los mercados de bienes. Forma parte de las bases teóricas utilizadas para justificar la liberación de los movimientos de mercancías y de capitales, las desregulaciones y las privatizaciones (Hyme, 2003).

Sin embargo, es un recorrido cuasi natural. Siempre el ser humano ha estado inmerso en la toma de decisiones, ya sea para asistir o no a un evento, participar en una competencia, ahorrar o invertir, inclusive emprender en la aventura del amor. Chiavenato (1999) menciona que la motivación del ser humano es cíclica, su

comportamiento se aproxima a un método constante de soluciones de problemas y complacencia de necesidades de acuerdo como vayan apareciendo.

Aquella “naturalidad” humana induce a la interrogante del actuar. Hoy existen un sinnúmero de teorías que hacen sus estudios en el entendimiento de cuáles son los motivos del hombre que lo lleva a tomar cierto tipo de decisión. Vroom (1964), en su libro *Work and Motivation*, menciona que los niveles de motivación de los individuos tienen su inicio en el momento en que el individuo cree que debido a sus esfuerzos lo llevará a tener un desempeño exitoso (Erez & Isen, 2002).

El aporte de Vroom (*Valencia, Instrumentalidad y Expectativa -VIE*) apunta a la motivación del ser humano; él la fundamenta en tres categorías de alianzas: *la expectativa o probabilidad subjetiva* en donde el esfuerzo lo llevara a un resultado esperado (nexo entre esfuerzo-rendimiento); *lo atractivo, conveniente y satisfactorio* de los resultados pronosticados (valoración personal de los objetivos); y *la creencia* o expectativa de un nivel de rendimiento se logrará como óptimo de resultado esperado (instrumentalidad) (Gatewood, Shaver, Powers, & Gartner, 2002).

Podemos darnos cuenta cómo los estudios buscan vincular la conducta con la expectativa, estimulado por la motivación, lo que Vroom denomina “un proceso que controla la elección de las formas alternativas de control sobre la actividad voluntaria. Desde su punto de vista, la mayoría de las conductas están bajo control voluntario de la persona y motivadas por esta” (Gibson, 1996, p. 213).

Asumiendo la teoría de los mercados eficientes, del juego equitativo durante los paseos aleatorios, se puede decir que toda decisión, al menos las financieras, plantean el dilema de la “Opción”. En un horizonte temporal, recorrido a seguir, esperamos unos resultados que, nuestro presente, nos dice conveniente. Entonces, si el objetivo del presupuesto de capital es poder satisfacer una expectativa y superar el costo de realizarla como inversión, es decir proyectos que incrementen el valor de la institución, lo lógico es que el problema, aparte de hallar cuál es el costo de oportunidad de realizar el proyecto, es la valoración del bien que se implementará, al momento de ejercer el proyecto (sus ingresos futuros), para poder comparar en el tiempo lo que en realidad significa el desembolso inicial, o sea, si justifica o no la realización del proyecto inicial (Mascareñas, 1999).

Y hablar de “horizonte temporal” nos conduce a los plausibles. La razón es que el rendimiento esperado de la inversión depende del riesgo del mismo, mientras más alto sea el riesgo más alto será la rentabilidad y el beneficio esperado por parte

del proyecto o inversión (Hull, 2008); así de esta manera, se alcanza el objetivo del proyecto y a su vez se distingue la relación que existe entre el riesgo y la rentabilidad como variables indispensables para el rendimiento del bien inmueble, que a su vez no depende únicamente del riesgo, también se debe considerar el valor esperado que gira entorno a otras variables como el valor del mercado y el tiempo que conlleve el proyecto en este caso el bien inmueble. Denotamos que el rendimiento de un bien se obtiene en realidad a lo largo de un periodo con una duración de T años de modo que:

$$S_T = S_0 e^{RT}$$
$$R = \frac{1}{T} \ln \left( \frac{S_T}{S_0} \right)$$

Esta ecuación representa el valor del rendimiento esperado (renta). Sin embargo, ¿Cuál es el valor real?

Aristóteles habla acerca de la necesidad y la satisfacción del individuo y a su vez realiza el análisis entre estas dos variables, tomando en cuenta que la economía doméstica introduce la teoría del trabajo, el trueque y el dinero, y que, a su vez, es un error confundir la riqueza con el dinero; con ello realiza una diferencia entre el valor de uso y el valor de cambio, como ningún autor lo ha podido realizar, ya que además ha notado que el segundo, el valor de cambio, se deriva del primero, el valor de uso. Aristóteles en este punto se basa en su preocupación por establecer el precio justo, la preocupación por la ética de la formación de los precios (González, 2016).

En los años 1930, se planteó el problema que podía presentar la tasa de interés, ya sea para un enfoque de gasto o de inversión. Ambas están predeterminadas por beneficios posibles de dinero, especialmente entre los goces de un ingreso relativamente pequeño pero inmediato y el goce de un ingreso grande pero diferido. En la vida de un ser humano existe un conflicto eterno entre el impulso a gastar y el de invertir. El impulso que lleva a gastar a un hombre es la impaciencia, ya que desea disfrutar sin ninguna demora. Mientras tanto, el impulso a invertir es causado por las oportunidades de obtener, ya sea por la demora, un mayor disfrute (Fisher, 1930).

De acuerdo a Vivero (1976) la tasa de interés es parte de la vida cotidiana desde los inicios del hombre, ya lo señala el Levítico, capítulo 25 verso 37: “No le darás el dinero con usura”; prestar a cambio de un beneficio también fue una

preocupación en la antigüedad; los griegos y romanos ya exponían supuestos sobre el interés. Una secuencia, nos guía mejor:

- Año 1171: la republica de Venecia emitió un préstamo al 4 por 100 de interés anual
- Año 1226: la tasa de interés fue fijada mediante Ley, en Verona, al 12,5 por 100 anual.
- Año 1242: el Rey de Aragón, Jaime I, fijó la tasa de interés en el 18 por 100 anual.
- Año 1491: se estableció en Padua, di Feltrino (un monje), el primer Monte de Piedad; los Papas dieron permiso, al menos en ese tiempo, para operar con interés.
- Año 1545: Carlos V fijó la tasa de interés, en los Países Bajos, al 12 por 100 anual.

Pero es Irving Fisher (1930) quien lo explica como tasa de retorno, y la vincula al descuento de los flujos monetarios (Ingresos y Egresos) en la actividad empresarial, un proceso que evalúa el proceso de la toma de decisiones (Vivero, 1976).

Podemos explicar la tasa de interés, en la óptica de Fisher, de la misma manera en la que nos involucramos en nuestra cotidianeidad; por ejemplo, nuestros ingresos reales versus nuestro costo real de vida y el dinero medido en términos reales. No se puede medir en dólares una cena frente a la acción de degustar el plato de comida favorito, pero definitivamente podemos encontrar cuál es el valor en términos de dinero que necesitamos para poder realizar la acción de comer el plato favorito (Fisher, 1930).

No se puede medir la diversión de teatro o pintura en una exhibición, pero si se puede pagar dinero por la entrada al mismo. No se puede medir exactamente cuánto es el valor de tu casa, el lugar en donde convives todos los días, tu refugio, pero si se puede decir cuánto se paga por la renta mensual que hace posible que pase. Se puede evaluar cuál es el valor de usar un traje de frio, sin embargo, no se puede encontrar cuál es el costo justo de obtenerlo. Por lo que podemos concluir que el ingreso (monetario), el ingreso real y el costo de vida son tres cosas muy diferentes.



Los tres van de la mano, sin embargo, ninguno está sincronizado con el tiempo (Fisher, 1930).

### **Bases Teóricas**

Luca Bartolomeo de Pacioli, o *Luca di Borgo San Sepolcro* (Sansepolcro, c. 1445 - 1517), el padre de la contabilidad, se hace amigo en Florencia de los mercaderes que venían de Asia, con ellos se da cuenta de que tenían un sistema que no lo utilizaba Europa, el de Europa era rústico, y traduce lo que provenía de los orientales - la doble partida. Pacioli adopta el sistema y lo populariza en Europa, no lo crea. Durante su explicación, para introducir el sistema contable, plantea como argumento algunas interrogantes que quedan en la retina de los filósofos; por ejemplo, ¿Puede ser equitativa la jurisprudencia? Las interrogantes planteadas por Pacioli serían retomadas por varios autores que luego los conllevan al estudio y nacimiento de la estadística y de las probabilidades. Aquella que retienen es la pregunta ¿Dios es justo? ¿La creación humana es justa? El debate es muy peculiar en base a lo que realmente es o no justo para ambas partes, porque solicita otra interrogante: ¿un juicio es equitativo? ...cuando hay dos partes y el juez decide ¿es equitativo para las dos partes? (Morales, Pineda, & Monsalve, 2017).

Blaise Pascal en 1600 se interesa e intenta responder la inquietud planteada por Pacioli, ello lo conduce al famoso triángulo de Pascal. Pascal lo asume desde otra óptica del argumento de Pacioli, condicionado por la fe- ¿Dios existe?, entonces, sus análisis lo llevan a concluir que: *aunque no exista Dios, al ser humano le conviene creer en él, porque le va peor sin Dios*. Pero ¿por qué es importante este argumento?, la razón es que dicha óptica la retoman muchos filósofos y físicos como elemento referencial de algunos debates (Newton, Einstein y otros). Ellos siempre toman aquella pregunta como un acto de coherencia entre la razón y la fe, y de aquí nacieron varias teorías (Frankl, 1952).

Es importante señalarlo en nuestro estudio, porque los principios de la estadística, y la probabilidad, inciden en la economía para determinar, como premisa, que muchos inconvenientes son problemas de decisión y que la decisión toca la incertidumbre. Thomas Bayes, contrario al argumento estadístico de Bernoulli, relaciona la decisión en base a una situación de momento, dependiendo de la incertidumbre; ejemplo, si soy optimista entro a una cueva y sé que voy a encontrar oro, pero sí sé que hay un león, no entro en base a la percepción individual o la

información receptada. Lo que se trata de demostrar es que el problema del valor justo, como interrogante, aunque se plantea en el presente, está afectado por el pasado y sostiene una interrogante futura ¿que decidir hacia adelante? Asunto que fue tratado por la filosofía y que la teoría económica lo toma como un eje central (Mesa, Rivera, & Davila, 2011).

Dos autores retoman la inquietud de Pacioli, Newmann y Morgenstern en 1944, sobre la pregunta de 200 años atrás ¿Dios existe? Ellos sostienen que las preferencias son individuales y que no son conceptos racionales, sino decisiones que buscan una esperanza de utilidad; el individuo busca siempre ganar, y esa ganancia es una esperanza de utilidad; una probabilidad (Soto & Valente, 2005). Después seguirán reflexiones de otros pensadores hasta comenzar a posicionar lo que se conoce hoy como la teoría de Markovich, quien realiza trabajos, derivados en modelos, de aplicación actual en la sociedad.

Las decisiones son probabilidades porque son esperanza, el precio justo es la esperanza y esta se compone de dos cosas: de la esperanza de resultado y de la actitud frente al riesgo que tiene las personas (aversión). Hay personas que tienen miedo al riesgo, otros que no, existe una dualidad en la economía por un lado se afirma la importancia de sacar un seguro y por otro lado nos gusta los deportes extremos. A veces se busca protección y otras veces se busca jugar, en la economía siempre se va a encontrar aquella dualidad.

El modelo de Black & Scholes resume la dualidad; aquí es donde se integran los componentes, el precio de mercado, la esperanza matemática, el precio que uno va a ejercer debido a preceptos de ganancia, de otra manera no entra al juego, condicionados por costos y recursos, además de utilizar el tiempo y el riesgo. Por un lado, se es racional y por el otro se entra a un juego de incertidumbre o una aventura cuando se expone al tiempo y al riesgo sabiendo que hay una volatilidad; el modelo de Black & Scholes considera los dos ámbitos: lo racional y la aventura (Black & Scholes, 1973).

Con los antecedentes teóricos expuestos nos preguntamos ¿cómo se implementa este modelo al sector inmobiliario? La inversión inmobiliaria obedece a diferentes expectativas.

Algunas personas lo toman esperando que un día el precio del bien inmueble suba, el especulador, en este caso él está jugando con las condiciones del mercado, otros invierten porque necesitan seguridad, una estabilidad, según tenga algún

problema la puede utilizar como garantía, puede ejercer el bien en cualquier momento está siempre ahí. Esta es la razón por lo que en esta investigación se utilizará el modelo de Black & Scholes ya que el criterio se aplica bien para la compra y venta de bienes inmobiliarios bajo estos criterios, ya que afectan los comportamientos. No se puede omitir una de las partes, se debe de analizar siempre los dos aspectos (Brian & Walter, 2007).

Tenemos el valor fundamental de un edificio y tenemos el precio de mercado. En toda la teoría económica se dice que estos dos son lo mismo y así era, el valor fundamental es el flujo de caja descontado, es cuestión del tiempo de la inversión versus la renta que traslada en el tiempo y da el valor; este resultado del proyecto, menos la inversión, confirma si es rentable o no aquel valor fundamental, pero hay un precio de mercado. Hasta el año 1971 los precios y los fundamentos tenían su relación; ya en los años 80s comienza una fluctuación del precio que se desprende del valor de sus fundamentos, por lo que nacen varias teorías tratando de descifrar el fenómeno y explicarlo (teoría de la agencia, la eficiencia de mercado, etc.).

El fracaso de Bretton Woods (1971), que conlleva la creación de un sistema “flexible” para el referente monetario que configura los tipo de cambio, y la bonanza de las tres décadas subsiguientes al final de la II Guerra mundial, un Baby boom que concentran la liquidez del mundo en una generación privilegiada, nos lleva a cambios en el horizonte temporal de la liquidez del mundo de 20 años hasta 2 años (Michel Aglietta, *La crise*, editorial Michalon, Paris, 2008), para la maduración de un proyecto de inversión, o sea, *tiempo que afecta los precios y que lleva, por sus excesos, a su paroxismo durante la crisis del 2008*, es lo que nos revela el suceso.

Para los estadistas se trata de un fenómeno que, así como hay una parte racional existe una parte que no puede explicar la incertidumbre. De a poco se va dejando esa parte a un lado y se toma solo una parte como la verdad absoluta pero siempre estamos frente a los dos escenarios: racionalidad y aventura. Algo que los estadistas proyectan como elementos culturales que lo explican, y afecta, siempre la toma de decisiones. Escenario que hace importante integrar los dos aspectos y que el modelo de Black & Scholes permite integrarlos (Brian & Walter, 2007).

Es necesario tener presente que, ya en las albores de la ilustración, el principio que comenzó a utilizarse y generalizarse como expresión de la previsión de los posibles resultados inciertos fue el del valor esperado, desarrollado por Fermat y Pascal en su tratamiento del “problema de los puntos”, problema propuesto por el

Chevalier de Méré a Blaise Pascal alrededor del año 1650, que consistía en encontrar la forma más justa de dividir una apuesta hecha en un juego de azar, antes de que este llegara a su fin, entre los dos jugadores. Pascal planteó a su vez este problema a Pierre de Fermat, quien propuso como solución tener en cuenta el valor esperado del resultado del juego para cada uno de los jugadores dada la instancia en que el juego se interrumpe, dividiendo entonces la apuesta entre ambos en proporción a sus chances de ganarlo, es decir, cada uno debía llevarse el monto correspondiente al valor esperado de su apuesta en ese momento. La forma de calcular este valor esperado era multiplicando lo que cada uno podía ganar o perder por el número de maneras en que cada uno de estos resultados podía suceder y luego dividir este producto por el número total de maneras en que el juego podía ocurrir (Todhunter, 1865).

Según Bernoulli (1738) existe una paradoja que relaciona el valor esperado con las probabilidades matemáticas para poder apostar en un juego de azar, identifica el valor del juego con la ganancia monetaria esperada, dicho valor resulta siempre infinito, pero el autor indica que ninguna persona razonable estaría dispuesta a pagar una cantidad exorbitante por el derecho a jugar (entrar a la apuesta); la idea de Bernoulli trata de calcular la esperanza matemática del juego pero desde un punto de vista de beneficio en vez de hacerlo en términos monetarios.

La fórmula de utilidad es implementada para que la esperanza matemática tenga un valor finito, y una vez conocida la utilidad esperada se puede conocer cuál es el valor máximo que una persona debería pagar para poder entrar en el juego, esto nos indica que es posible asociar una teoría utilizada para el juego de azar hacia el sector inmobiliario denotando nuestra esperanza matemática como una variable que se puede medir y al tener la misma se puede establecer cuanto es el valor máximo del bien. Y todo lo que sería el valor máximo que el sujeto estaría dispuesto a pagar por el derecho a comprar o a vender el bien inmueble como lo hizo Bernoulli para la participación en el juego y si es que esta compra o venta nos daría un beneficio o ganancia en términos de utilidad que el individuo estaría dispuesto a afrontar precisamente para demostrar, su rendimiento (Sánchez, 1984).

Bernoulli intenta aplicar sus ideas a ciertos problemas prácticos del mundo de los negocios. Por ejemplo, pretende aislar un criterio para evaluar si es conveniente o no para un determinado comerciante el pagar una prima de cantidad que asegure una expedición comercial. El criterio sugerido, como es de esperar consiste en comparar

el coste de la prima en términos de utilidad con la utilidad esperada de la expedición, la conveniencia o no de pagar la prima dependerá de cómo sea la función de utilidad de la persona (Bernoulli, 1738).

En los años 1900 existen dos personajes que inciden en la historia de la economía, uno es Bachelier y el otro es el conocido Albert Einstein ambos realizaron trabajos bajo el enfoque del movimiento browniano. En el año 1900 de la tesis doctoral de Louis Bachelier *Teoría de la especulación* explica el movimiento Browniano definiendo la naturaleza atómica de la materia en un espacio determinado, la partícula en su máxima expresión. Con ello, Bachelier fue el primero en plantear la hipótesis del paseo aleatorio, el cual se basa en afirmar que no hay manera de definir los precios futuros basados en comportamientos pasados, debido a la aleatoriedad y eficiencia de los mismos de modo que toda predicción no es fiable. Plantear que las variaciones de los precios son independientes y que se distribuyen de manera normal, de aquí la curva de Gauss, distribución normal o modelo Gaussiano, a pesar de la excelente teoría del modelo browniano el siglo XIX nunca lo incorporó debido a las fuertes teorías de Einstein acerca de la molécula y la partícula en su análisis de 1905; el movimiento browniano es un debate que dura todo el siglo pasado, porque los grandes descubrimientos en los campos del conocimiento estaban en curso. Pero Bachelier en su tesis explica nuevamente la hipótesis del paseo aleatorio el cual entraba en contradicción con las ideas de la época ya que todos evaluaban en un horizonte temporal en base a la información receptada y fijaban una proyección en base a esa información (Bachelier, 2006).

El trabajo de Bachelier era contemporáneo con el trabajo de Albert Einstein, *annus mirabilis* "año maravilloso" en donde Einstein explica que cuando Brown en 1827 miraba por el telescopio el polen que estaba en el fluido, el cual era transportado por el agua, las partículas de agua movían el polen probando su teoría de que existe el átomo y la molécula (Einstein & Infeld, 1986).

Sin embargo, Bachelier da a conocer en su obra de tesis una fórmula de valoración analítica para las opciones, con el empleo de un movimiento aritmético Browniano para la dinámica en los precios de las acciones, con ello se obtuvo la siguiente fórmula para la valoración de una opción de compra (Call) europea en una acción que no paga dividendos.

$$c(S, T) = S N \left( \frac{S - K}{\sigma \sqrt{T}} \right) - K N \left( \frac{S - K}{\sigma \sqrt{T}} \right) + \sigma \sqrt{T} n \left( \frac{K - S}{\sigma \sqrt{T}} \right)$$

Donde;

**S**: precio del subyacente de las acciones;

**K**: precio de ejercicio de la opción;

**T**: tiempo de vencimiento de la opción;

**σ**: desviación estándar;

**N** (.): función de densidad normal acumulativa y

**n** (.): función de densidad de la distribución normal.

Desde el punto de vista de Merton (1973) y de Smith (1976) la fórmula planteada por Bachelier no prestaba atención al valor temporal del dinero y asumía que los precios de una acción podrían ser negativos (Bellalah, 2010).

Sin embargo Sprenkle (1961) basándose en el enfoque de Bachelier en los precios de las acciones no negativas asume los rendimientos de la distribución normal. Y considera que los inversores son reacios al riesgo por lo tanto creyó conveniente la siguiente formula.

$$c(S, T) = Se^{pT} N(d_1) - (1 - Z) KN(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p - \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

O sea, el “valor” que otorga la opción depende del diferencial entre lo que sustenta el mercado (*S*) y el fundamento de análisis de quien lo hace (*K*); una densidad (*d*) que considera la renta continua (no discreta) a la que se le adiciona la incertidumbre del horizonte temporal, descontándole el riesgo del momento de la decisión (browniano).

Con base a esta fórmula *p* se la consideró como la tasa promedio de crecimiento del precio de la acción y *Z* se asoció al grado de aversión al riesgo, estos dos parámetros se deben estimar. Se aprecia que existe una aproximación a la fórmula planteada por Black & Scholes, sin embargo, con parámetros complejos a estimar, lo que hace que esta fórmula se reduzca considerablemente su uso (Bellalah, 2010).

Años más adelante, Boness (1964) mejoró y exponía una fórmula de fijación de precios de opciones en donde se contabilizaba el valor del dinero en el tiempo mediante el descuento del precio de la acción terminal utilizando la tasa de rendimiento esperado para las acciones.

$$c(S, T) = SN(d_1) - e^{-pT}KN(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p - \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Donde  $p$  es la tasa de rendimiento esperado de la acción.

Un año más tarde Samuelson (1965) permitió que la opción tenga un nivel de riesgo diferente de la acción. Donde  $p$  es la tasa promedio de crecimiento del precio de la acción y  $w$  como la tasa de promedio de crecimiento del valor de compra (Call). Presentó la siguiente formula.

$$c(S, T) = Se^{(p-w)T}N(d_1) - e^{-wT}KN(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p - \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Hay que prestar atención a las fórmulas propuestas en la parte de arriba ya que presentan uno o más parámetros de arbitrariedad. Esto va a depender de las preferencias de cada inversor que tiene hacia al riesgo o la tasa de rendimiento de la acción. Samuelson (1969) y Merton (1969) propusieron en trabajos diferentes una teoría de valoración de opciones en donde se planteaba el precio de la opción como una función del precio de la acción y la tasa de descuento se determina por la estrategia de cobertura que los inversionistas tengan frente a la opción y a la cantidad de acciones (Bellalah, 2010).

Aunque todos estos enfoques proporcionan formulas muy cercanas al modelo propuesto por Black & Scholes, es solo con la aportación de Black, Scholes y Merton que el precio de la opción estuvo explícitamente conectado a una estrategia de cobertura. La aportación de Black & Scholes (1973) fue darse cuenta que la rentabilidad esperada del precio de la opción debería ser la tasa libre de riesgo y de mantener una cierta cantidad de acciones, denominada ahora como delta, con esto la posición de la opción podría estar complementada y cubierta dinámicamente (Bellalah, 2010).

Integrando los aportes estadísticos a los monetarios, base teórica que nos permite resaltar la jerarquía del uso del modelo de Black & Scholes en el sector inmobiliario, retomamos los conceptos vinculados al dinero, moneda en circulación como medio de pago. La pregunta que se resalta es ¿por qué la gente demanda dinero? Aparte de que todos están de acuerdo que el motivo es para realizar alguna transacción. Uno de los pioneros que se encarga de dar una explicación coherente a la demanda de dinero es Fisher (1911), en donde manifiesta que está determinada por factores institucionales que varía con lentitud, siendo la dimensión promedio de las empresas, los hábitos de pagos de una sociedad, la rapidez para la transferencia de fondos de las instituciones financieras, etc. Siendo considerados como constante al corto plazo, al igual que el volumen de las transacciones, porque el marco institucional hace alusión a la relación que existe entre el ingreso real y el volumen de las transacciones, un vínculo que se vuelve constante (Calderón Moya, Hernández Villalobos, & Sánchez Obaldía, 2000; Jiménez, 2006).

Para algunos economistas de Cambridge, entre ellos A. Marshall (1923) y Pigou (1917) que coincidían con Fisher en cuanto a que la demanda era función del ingreso, pero que diferían en cuanto a la velocidad que es una constante. De donde se obtiene un nivel de riqueza formado por los agentes económicos con diferentes activos que van a construir (incrementar) el patrimonio. De tal manera, la demanda de dinero a la larga estará influenciada por la riqueza que estos vayan a poseer, siempre dependiendo del nivel de ingreso. La principal diferencia de estos dos pensamientos está en que Cambridge estipula que la demanda de dinero viene a ser proporcional de acuerdo con el nivel de ingreso de la economía, fluctuando en un corto plazo; esto va a depender de la posición que tome la persona de mantener el dinero como depósito de valor, prestando atención en un retorno más llamativo en otros activos alternativos como los bonos o acciones que generan dividendos o



rinden una tasa de interés. Por consiguiente los de Cambridge afirman también que la velocidad no es una constante, además la tasa de interés si tiene un efecto con respecto a la demanda de dinero (Calderón Moya et al., 2000).

Con ello Keynes (1936), con la publicación de su libro, manifiesta que existen tres motivos por el cual los individuos demandan dinero: motivo transacciones -se demanda dinero para cumplir con las transacciones diarias, que es proporcional al nivel de ingreso del individuo; motivo precaución -Keynes mencionaba que además de cumplir con sus transacciones diarias los individuos iban a guardar una proporción adicional de su ingreso para ser usado en situaciones inesperadas como enfermedades o el pago de una deuda, de igual manera está dada por el nivel de ingreso; y motivo especulación o también conocida como la teoría de la preferencia por la liquidez -Keynes expone que los individuos mantienen su riqueza de dos formas: en dinero y bonos. Además, argumentó que los individuos usan una tasa de interés, considerada por ellos como normal. No obstante, Keynes añadió que existía una tasa de interés adicional que hacía que el rendimiento sea igual a cero. De esta manera se podría decir que, si en algún momento la *tasa de interés actual* se ubicaba por debajo de la *tasa crítica*, los individuos disponían de la riqueza en dinero. Por el contrario, si la *tasa de interés* se ubica por encima de la *tasa crítica* mantendrán su riqueza en bonos. Con lo expuesto anteriormente nos preguntamos ¿Por qué los individuos demandan más dinero a parte de los motivos de transacción y precaución, si el dinero, a diferencia de los bonos, estos no rinden intereses? Keynes responde que ese dinero adicional lo demandan ya que mediante los bonos el individuo puede obtener pérdidas de capital por encima de los ingresos que se tenga de parte de los intereses si aguardan variaciones a dichas tasas y en los precios de los bonos (Calderón Moya et al., 2000; Jiménez, 2006).

Más tarde, los economistas como Baumol (1952) y Tobin (1956) realizaron una construcción de modelos de demanda de dinero con el objetivo de hallar nuevos razonamientos del por qué se demanda dinero. En una primera instancia Tobin cuestionó la apreciación que había hecho Keynes en la teoría de la preferencia por la liquidez. Además, criticó a quienes consideraban que las expectativas eran consideradas como estáticas, mientras él creía que las expectativas de ganancia o pérdida de capital se daban en función de probabilidades que se distribuía de forma normal. También se opuso al supuesto de las decisiones de mantener activos en forma de riqueza, él mantenía la teoría que los individuos diversifican de acuerdo

con la utilidad que desean obtener. Finalmente, Baumol y Tobin concluyeron que la demanda de dinero por motivo de transacciones depende de la tasa de interés. Con esto elaboraron modelos asumiendo que los individuos por lo general mantendrán saldos monetarios para realizar alguna transacción. Adicional a esto, consideraron a la tasa de interés como costo de oportunidad de tener su riqueza en dinero, a causa de una pérdida de rendimiento que se está abandonando a ganar si estuvieran en otro activo (Calderón Moya et al., 2000)

La última aportación a la teoría de demanda de dinero la realiza el economista de la Universidad de Chicago, Friedman (1959) hace un análisis exhaustivo a la teoría cuantitativa de dinero y marca algunas variables que son importantes tener en cuenta como: el ingreso permanente, el rendimiento de otros activos e inflación. Friedman se diferencia de la hipótesis presentada por los economistas de Cambridge (Marshall, Pigou y Keynes) porque el economista de Chicago manifiesta que la velocidad no debe ser considerada una constante sino debe ser considerada como estable, ya que él hace uso del *ingreso permanente* como variable explicativa. Se podría hacer la estimación a través de la función de demanda de dinero. Más adelante han aparecido trabajos empíricos apoyándose en teorías anteriormente mencionadas como el ingreso y la tasa de interés. Es importante que dentro de una economía se cuente con estimaciones sobre demandas de dinero ya que esto le sirve como guía al Banco Central para tener una óptima conducción de la política monetaria para la realización de los objetivos. (Calderón Moya et al., 2000).

Para el estudio y consideración de la tasa de interés en el mercado financiero el aporte de Fisher se vuelve básico. Se sabe que el interés juega un rol primordial en la teoría de los precios y de la distribución. La tasa de interés ayuda a determinar los valores o precios de las riquezas, propiedades y servicios, porque el precio de cualquier bien es similar al valor descontado de su servicio futuro esperado, incluye los servicios desfavorables o servicios negativos. Al ser el valor de estos servicios el mismo, un incremento o disminución en su tasa de interés va a causar con frecuencia un aumento o caída respectivamente en el valor de toda la riqueza o propiedad. Ello dependerá del grado de caída o aumento, cuanto más se extienda en un futuro y de los servicios de riqueza. Sabiendo esto, los valores de la tierra a partir de los cuales se espera que los servicios se acumulen de una manera más uniforme e indefinida se modifican en función de la tasa de interés. A partir de allí los valores de la vivienda y otros bienes de durabilidad limitada caerán a menos de la mitad si las tasas de interés

se duplican y tendrá un aumento al menos del doble si los intereses bajan a la mitad (Fisher, 1930).

Con la contribución de Fisher podemos decir que el tipo de *interés real* es independiente de las unidades monetarias. El tipo de interés viene a ser al tipo de *interés nominal* que paga algún banco, mientras tanto el *interés real* es aumento de nuestro poder adquisitivo. Fisher aporta al mundo con la formula  $r = i - \pi$ , en donde  $r$  es el *interés real*, mientras que la  $i$  es el tipo de *interés nominal*, y  $\pi$  es la tasa de *inflación*. Entonces decimos que, para conocer el interés real, hay que hacer la diferencia entre el nominal y la tasa de inflación. Al ordenar la formula quedaría como:  $i = r + \pi$ . Cabe recordar que el tipo de interés puede cambiar por el tipo de interés real o por la inflación.

Con el explicado en la parte superior nos preguntamos ¿hasta dónde es utilizable el efecto Fisher para los dos tipos de interés? Para una respuesta, hay que examinar dos tipos de datos que influyen sobre la inflación y los tipos de interés nominal. De acuerdo con la *figura 1*, podemos apreciar cómo es la evolución del tipo de interés nominal (de las letras del Tesoro a tres meses) y la tasa de inflación (medida por medio del IPC) en los EE. UU. para dar una mejor apreciación nos fijaremos en los últimos 40 años, y nos damos cuenta de que gracias al efecto Fisher entendemos mejor las fluctuaciones del tipo de interés nominal. Esto nos lleva a razonar, cada vez que la inflación es alta, sobre el interés nominal, el cual cuando es baja, el tipo de interés nominal también va a serlo (Mankiw, 2000).

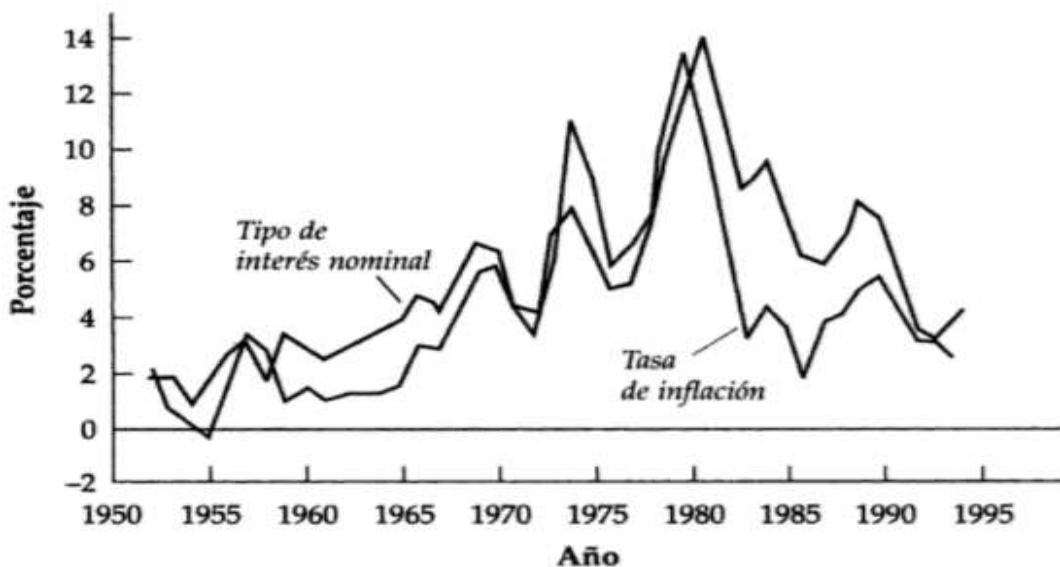


Figura 1. Evolución de la inflación y de los tipos de interés nominal en Estados Unidos. Adaptado de Libro Macroeconomics, Fourth Edition.

### Términos Básicos

Para cerrar con la base teórica, es necesario darles sentido a las variables en juego. Las variables vinculadas del análisis se relacionan al tipo de contrato que se utiliza dentro del contrato de futuros, una de las dos personas tomará la posición larga, con ello se comprometerá a hacer la compra del activo subyacente en una fecha pactada con un precio ya pactado. La posición corta se compromete a vender el activo a igual precio determinado y en una misma fecha. Al momento del vencimiento se puede realizar una compraventa del subyacente o podría ser posible intercambiar tan solo el beneficio o pérdida después de haber realizado la compraventa, a esto se lo llama un ajuste por diferencias (Lumbreras & Lucas, 2012).

Un contrato de opciones da el derecho, pero no la obligación de adquirir o ceder un bien o activo que está sujeto a ciertas condiciones, un precio pactado dado en un periodo específico de tiempo. Las opciones se las puede ejercer en cualquier momento antes de su expiración, a esta se la conoce como opciones americanas. De la misma manera se las puede ejercer solo al vencimiento, se las denomina entonces, opciones europeas. Las opciones pueden ser *Call* o *Put*; cuando el derecho es de compra (adquirir) la llamaremos opción *Call*, entre tanto si es de venta (ceder derechos) nos referimos

como opción *Put* (Black & Scholes, 1973; Gray & Place, 1999; Lumbreras & Lucas, 2012).

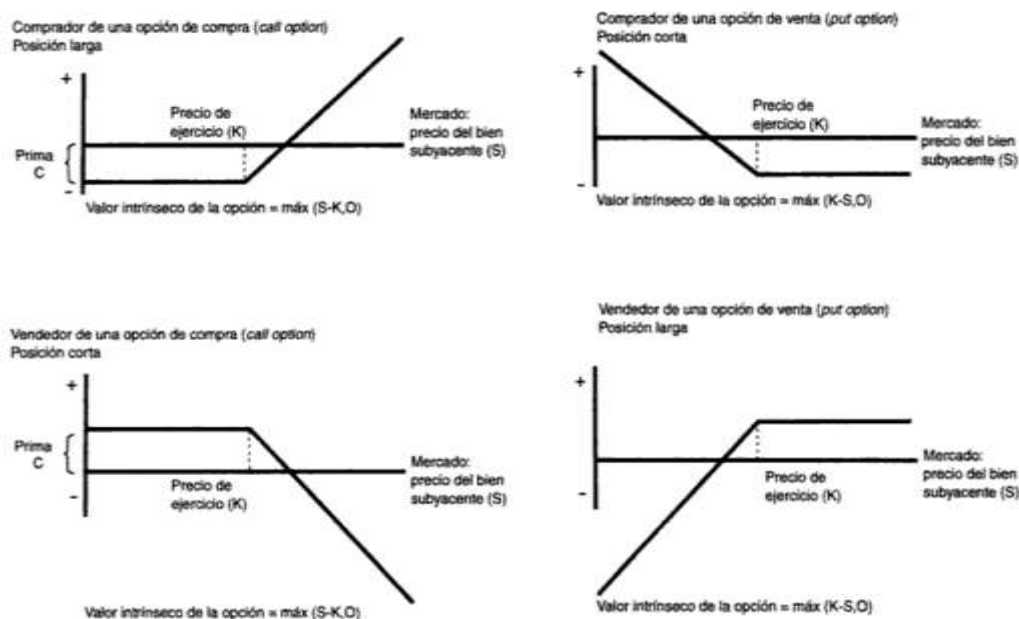


Figura 2. Perfil de pérdida y ganancias de las opciones de compra y venta, adaptado del libro productos derivados financieros: instrumentos, valuación y cobertura de riesgos.

Las opciones giran alrededor de un precio que se desea ejercer; este precio, que se paga por el activo cuando la opción se ejerce, se lo conoce como el precio de ejercicio (*striking price*) y es proporcional al precio del subyacente (*spot price*). El titular solo podrá ejercer la opción siempre y cuando observe que hay un beneficio, en consecuencia, al momento de iniciar el negocio (tomar la decisión) se establece la conveniencia o no, a través del coste a pagar (la prima) por obtener aquél derecho.

Después de estas indicaciones es más entendible, en el caso del "call", cuando el precio del bien o acción sea mayor que el precio de ejercicio, la opción será seguramente ejercida, ya que el valor actual de la opción estará un tanto igual al precio del bien o acción habiéndole restado el precio de un bono de descuento (la prima), con el valor nominal igual al precio de ejercicio del bien o acción. Del otro lado, cuando el precio del bien o acción es mucho menor que el precio de ejercicio es prácticamente seguro que la opción vencerá sin ser ejercida, ya que su valor estaría cerca del cero. (Black & Scholes, 1973; Gray & Place, 1999; Lumbreras & Lucas, 2012). Los gráficos adjuntos demuestran los escenarios que se detallan:

Por esta razón, el valor intrínseco de una opción la define Fabozzi (1989) de la siguiente manera -citado por Fernández Izquierdo (1996):

Es el valor económico de ésta si fuera ejercida inmediatamente. Así pues, es el valor resultante de ejercitar la opción, mientras que simultáneamente se realiza una transacción compensatoria en el mercado al contado. La diferencia entre el precio pagado por el bien y el precio recibido por el mismo bien será el intrínseco de la opción. (p. 199)

O sea, Spot -menos- Valor actual del precio de ejercicio, considerando la volatilidad de cada cual dentro del horizonte esperado.

Quiry & Le Fur (2012) lo ejemplarizan al tratar el “aporte a la teoría de las opciones a la valorización de los recursos propios” (pág. 808), demostrando que la mirada “opcional” permite observar el “valor tiempo” como transductor en las decisiones financieras. El enfoque que hacen los autores, desde las opciones, facilita descomponer el valor de los Recursos Propios en dos componentes: valor intrínseco y valor del tiempo. Para una empresa endeudada, el *valor intrínseco* es la diferencia entre el valor actual del activo económico y el monto de la deuda a pagar al vencimiento. El *valor del tiempo*, cuando existe, representa la esperanza de que el valor del activo económico sea mayor, antes de que la deuda madure, que el monto de la deuda neta que se reembolsaría.

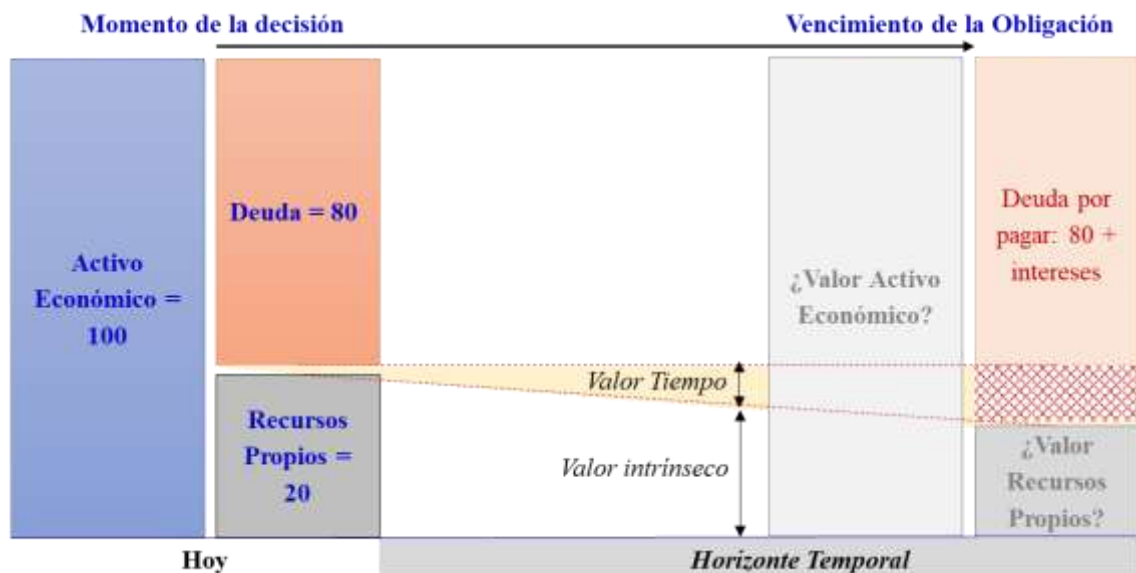


Figura 3. Valor del tiempo

Visto desde la mirada opcional, cuando en el mercado se fija el precio de una opción ella aporta con dos componentes: el valor intrínseco y la prima. Dentro del valor intrínseco podemos denotar que habría cierto beneficio al ejecutarla, esto dependería de la fecha de ejecución. Para conocer este beneficio en una opción del

Call se restará la cotización del activo subyacente (S) y el precio de ejercicio o *strike price* (E), cuando el valor de  $S > E$  la fórmula matemática en este caso es:

$$\text{Valor intrínseco (call)} = \max (S - E; 0)$$

Cuando pasa lo contrario, el precio de esa acción será cero. Mientras tanto en una opción Put, hay que restar entre el precio de ejercicio (E) y la cotización del subyacente (S), cuando  $E > S$ ; de lo contrario el valor será cero.

$$\text{Valor intrínseco (put)} = \max (E - S; 0)$$

La prima señala la suma del valor intrínseco y del valor temporal. Este último componente hace referencia a la cantidad que necesita ser compensada como riesgo que el vendedor asume cuando acepta la opción que se encuentra en una situación en dinero (in the money, ITM) antes del vencimiento (Cardona, 2015).

Por lo general, el valor de una opción disminuye tanto como su fecha de vencimiento, si el valor del mercado no varía (Black & Scholes, 1973).

La relación entre el valor de la opción y el precio del mercado se explica en la *figura 4*, notamos que la línea A representa el valor máximo de la opción, debido a que no podrá ser valorado más alto que en el mercado. Mientras que la línea B denota el valor mínimo de la opción, puesto que su valor no será negativo ni será menor que la diferencia entre el precio del mercado y el precio de ejercicio. Por otro lado, las líneas T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son aquellas que representan el valor de la opción para un vencimiento continuamente más corto (Black & Scholes, 1973).

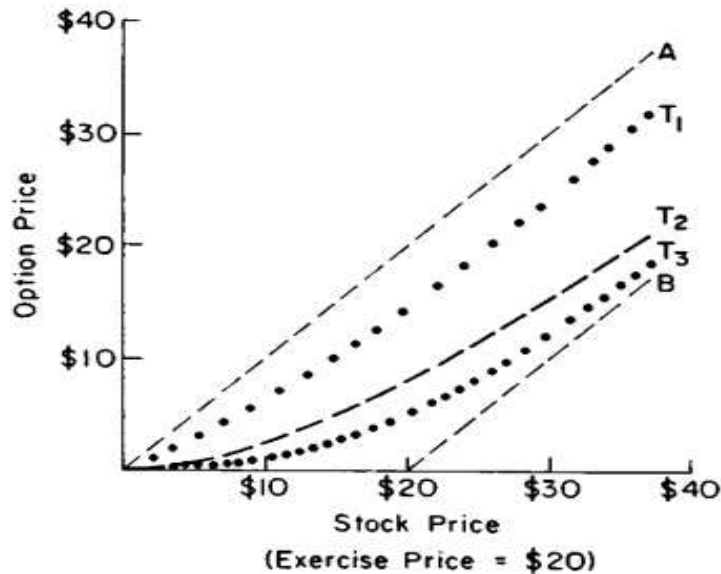


Figura 4. Relación entre el valor de la opción y precio de mercado

Lamothe (2003) explica que el modelo propuesto por Black – Scholes se fundamenta en una hipótesis similar al modelo de Cox, Ross, & Rubinstein, 1979. El modelo se sustenta en varios supuestos:

- a) La tasa de interés a corto plazo es conocida y constante a través del tiempo.
- b) El precio de las acciones sigue un orden aleatorio y continuo con una tasa de varianza proporcional al cuadrado del precio de las acciones. Quiere decir que la distribución de los posibles precios de las acciones al final de cualquier intervalo finito es log-normal. La tasa de variación de la rentabilidad de una acción es constante.
- c) La acción no paga dividendos.
- d) La opción solo puede ser ejercida en la fecha de vencimiento.
- e) No hay costos de transacción en la compra o venta de la acción u opción.
- f) Puede ser posible tomar prestado cualquier fracción del precio de una garantía para comprarla o mantenerla, a una tasa de interés a corto plazo.
- g) No existe sanciones para las ventas a corto plazo. Si el vendedor no posee una garantía este aceptará el precio de la garantía por parte del comprador y llegarán a un acuerdo en una fecha futura en donde se le pagará una cantidad igual al precio de la garantía.



Con estos supuestos, el valor de la opción dependerá tan solo del precio de la acción, del tiempo y de las variables que se toman como constantes y que son conocidas (Black & Scholes, 1973).

Las opciones permiten crear una posición de cobertura que se mira como el tener una posición larga (long) con una acción y una posición corta (short) con la opción. Cuyo valor no va a depender del precio de la acción, tan solo dependerá del tiempo y de los valores constantes conocidos. Denotando  $w(x, t)$  para el valor de la opción en función del precio de la acción  $x$ , y el tiempo  $t$ , además se tener en consideración el número de las opciones a ser vendidas en corto (short) contraria a la acción que debe ser en largo (long); entonces:

$$1 / w_1(x, t)(1)$$

En esta expresión, el índice se refiere a la derivada parcial de  $w(x, t)$  con referencia al primer argumento. Para apreciar el valor de dicha posición de cobertura, se debe tener en consideración que este no depende del precio de la opción, más bien se debe prestar atención a la relación entre las variaciones en el valor de la opción y el precio de la acción. En el caso de que la alteración en el precio de la acción es pequeña, entonces decimos  $w_1(x, t)$ . Lo que se interpreta que el precio de las acciones cambia por una cantidad de  $\Delta x$ , el precio de la acción cambiará en una cantidad  $w_1(x, t) \Delta x$ , así como el número de opciones dada en la expresión (1) cambiará por una cantidad  $\Delta x$ . Por esta razón una leve variación en el valor de una posición larga (long) en la acción se vería contrarrestada por el cambio en el valor de una posición en corto (short) en las opciones  $1 / w_1$

A medida que cambian las variables  $x$ ; y  $t$ , una cierta cantidad de opciones se debe de vender en corto (short) para dar lugar a la creación de una posición de cobertura con un aporte a ciertas variaciones en las acciones. Si la cobertura se mantiene constante entonces las aproximaciones anteriormente mencionadas se volverán válidas. Además, la rentabilidad que se obtuvo de la cobertura es completamente independiente a los cambios en el valor de la acción.

Por lo tanto, el riesgo en una posición de cobertura será de cero si la posición en corto (short) de una opción se adecua de forma constante. Si la posición no se mantiene constante, entonces el riesgo sería menor, por lo tanto, el riesgo podría ser diversificado formando una cartera con gran número de posiciones a cobertura. En términos más generales, decimos que la posición de cobertura contiene una acción

larga (long) y  $\mathbf{1} / \mathbf{w}_1$  opciones en corto (short), el valor del capital en esta posición es:

$$x - w / w_1 \quad (2)$$

Un cambio en el valor del capital en un intervalo corto de  $\Delta t$  es:

$$\Delta x - \Delta w / w_1 \quad (3)$$

Asumiendo que la posición en corto cambia constantemente, entonces se puede utilizar los cálculos estocásticos para expandir  $\Delta w$ , cuyo es  $w(x + \Delta x, t + \Delta t) - w(x, t)$  entonces quedaría de la siguiente manera:

$$\Delta w = w_1 \Delta x + \frac{1}{2} w_{11} \sigma^2 x^2 \Delta t + w_2 \Delta t \quad (4)$$

En esta ecuación los subíndices de  $w$  se refieren a las derivadas parciales, y  $\sigma^2$  se refiere a la tasa de la varianza de los rendimientos de la acción. Haciendo la sustitución de la ecuación (4) a la expresión (3) encontramos un cambio en el valor del capital teniendo una posición de cobertura que queda como:

$$- \left( \frac{1}{2} w_{11} \sigma^2 x^2 + w_2 \right) \Delta t / w_1 \quad (5)$$

Debido a que los rendimientos del capital están cubiertos con certeras, el resultado debe ser igual a  $r \Delta t$  incluso si la posición de cobertura no varía constantemente se podría diversificar con un riesgo menor, por lo que el rendimiento esperado con una posición de cobertura debería ser la tasa de interés de corto plazo. Si esto no fuera certero, los especuladores tratarían de obtener grandes cantidades de dinero a través de préstamos para así crear posiciones de cobertura. Con esto se forzaría que los rendimientos caigan hasta una cantidad igual a la tasa de interés de corto plazo.

Entonces decimos, el cambio en el capital / patrimonio en la formula (5) debería ser igual al valor del capital / patrimonio de la (2) con un tiempo  $r \Delta t$ .

$$- \left( \frac{1}{2} w_{11} \sigma^2 x^2 + w_2 \right) \Delta t / w_1 = (x - w / w_1) r \Delta t \quad (6)$$

Simplificando  $\Delta t$  de ambos lados, y reorganizando, tendríamos una ecuación diferencial para el valor de la opción.

$$w_2 = r w - r x w_1 - \frac{1}{2} \sigma^2 x^2 w_{11} \quad (7)$$

Escribimos  $t^*$  para la fecha de vencimiento de la opción, y  $c$  para el precio de ejercicio, basados en:

$$(8) \quad w(x, t^*) = x - c, x \geq c$$

$$= 0, x < c$$

Hay una formula  $w(x,t)$  que satisface la ecuación diferencial de la formula (7), sujeto a la condición límite de la (8). Esta es la fórmula de la valoración de opciones.

Para resolver esta ecuación diferencial, hacemos la siguiente sustitución.

(9)

$$w(x, t) = e^{r(t-t^*)} y \left[ \left[ (2/\sigma^2) \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \left[ \ln \frac{x}{c} - \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) (t - t^*) \right] \right], - \left( \frac{2}{\sigma^2} \right) \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right)^2 (t - t^*) \right]$$

Con la sustitución, la ecuación diferencial se transforma en:

$$y_2 = y_{11}, (10)$$

Y la condición límite se transforma en:

$$y(u, 0) = 0, u < 0$$

$$= c \left[ e^{u(\frac{1}{2}\sigma^2)} / \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 - 1 \right) \right], u \geq 0 (11)$$

La ecuación diferencial (10) es la ecuación de la transferencia del calor de la física, siendo Churchill quien diera la solución. En esta notación la solución sería.

$$y(u, s) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{-u/\sqrt{2s}}^{\infty} ,$$

$$c \left[ e^{(u+q\sqrt{2s})(\frac{1}{2}\sigma^2)} / \left( r - \frac{1}{2} \sigma^2 - 1 \right) \right] e^{-q^2/2} dq. (12)$$

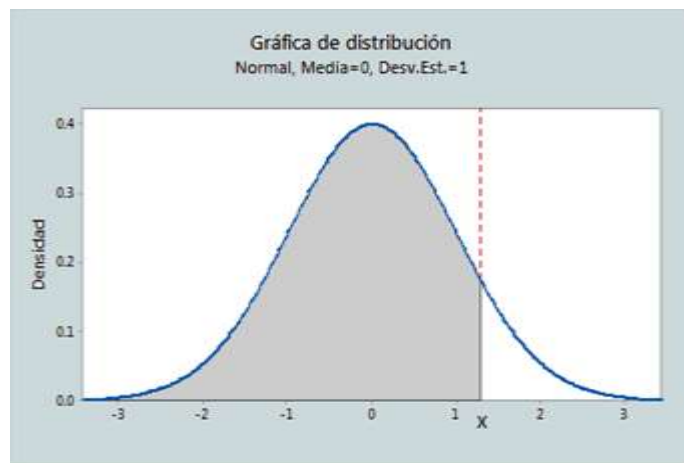
Haciendo la sustitución de la ecuación (12) dentro de la (9) y simplificando, encontramos la formula publicada por Black y Scholes (1973) para los precios de las opciones de compra y venta sobre acciones que no pagan dividendos: (13)

$$w(x, t) = xN(d_1) - ce^{r(t-t^*)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln x/c + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{t^* - t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln x/c + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(t^* - t)}{\sigma\sqrt{t^* - t}}; = d_1 - \sigma\sqrt{t - t^*}$$

Dentro de la ecuación,  $N(x)$  corresponde a la función de probabilidad acumulada para una variable normal estandarizada. Esto quiere decir que es la probabilidad de que una variable que tenga una distribución normal estándar sea inferior a  $x$  (Hull, 2008).



*Figura 5.* Gráfico de distribución, el área sombreada representa  $N(x)$ , Adaptado del Libro Fundamentals of futures and options markets.

El término  $N(d_2)$  de la fórmula (13) se la interpreta como la probabilidad que una opción de compra se ejerza en un mundo neutral al riesgo. Si el precio de la acción es mayor que  $K$ , entonces el precio de ejercicio se pagará. Esto es en realidad lo que tiene una probabilidad  $N(d_2)$ . Mientras que el  $N(d_1)$  no es fácil su interpretación. De acuerdo con la siguiente expresión  $S_0N(d_1)e^{rT}$  es el precio de la acción esperado en el tiempo  $T$ , dentro de un mundo neutral al riesgo. El beneficio esperado es:

$$S_0N(d_1)e^{rT} - KN(d_2)$$

Entonces cuando se hace el cálculo del valor presente de esto desde el tiempo  $T$  hasta el tiempo cero se tendrá la ecuación de Black, Scholes y Merton para una opción de compra europea (Hull, 2008).

Lográndose escribir como:

$$c = S_0N(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

La idea principal detrás de la fórmula de Black-Scholes es la existencia de una relación entre el precio de un Call (compra), un activo subyacente, la volatilidad, el precio de ejercicio, la fecha de expiración y la tasa de interés. Con esta relación se puede ver que tanto el valor de la opción que cambia cuando el activo subyacente varía por una cantidad menor dentro de un periodo corto (Bellalah, 2010).

### **Aspectos Operacionales del marco teórico**

La forma de abordar las cinco variables que vamos a utilizar en el proyecto de investigación es lo que entendemos como su aspecto operacional. En primer lugar, se asume el Precio Spot, o comúnmente llamado precio de mercado, para reconocer la diferencia entre valor y precio de mercado. En las opciones reales indica el valor actual de un activo real como un inmueble, un proyecto de una empresa, una patente, entre otras, que hacen referencia a los flujos de caja. Además, vale mencionar que dentro de las opciones reales el valor actual del activo real subyacente solo se conoce de manera aproximada (Rozo Nader, 2009).

La esperanza de resultado del individuo (precio de expectativa) infiere los detonantes que hacen fluctuar los precios en base a la expectativa del ser humano para, esta manera, desarrollar una teoría de valoración que considere las necesidades de cada individuo al seleccionar un índice del mercado (Rozo Nader, 2009).

Nuestra tercera variable (el “sin riesgo”), como costo de oportunidad, nos señala un rendimiento que “dejamos”, rendimiento fijo esperado del bien inmueble o proyecto sin generar ninguna acción o riesgo y así reconocer la variación del precio del mercado; en otras palabras, resalta el riesgo del mercado. También es conocida como la tasa que recibe una persona al realizar una inversión en entidades con perfecta solvencia; por ello se la interpreta como un costo de oportunidad (Rozo Nader, 2009).

La cuarta, la volatilidad del valor del activo, estudia los comportamientos de los diferentes sectores de la industria para poder segmentar el mercado y sus clasificaciones en base a precios. Con la volatilidad se logrará medir la variabilidad de los precios futuros del activo subyacente y así reflejar la incertidumbre económica que está inmersa en un proyecto. Se consigue obtener datos a través de la varianza o desviación típica de los rendimientos del activo subyacente. Dentro de un mercado

con baja volatilidad no sería nada valido de emplear la valoración de opciones, para eso es preferible que haya mayores volatilidades (Rozo Nader, 2009).

Por último, debemos analizar la temporalidad de un bien inmueble, como decisión, para su venta o compra en un horizonte de tiempo que establezca un mecanismo de valoración del bien inmueble según su antigüedad. Siendo el tiempo en el cual el propietario de la opción podría ejercerla (Rozo Nader, 2009).

En términos de opciones el valor de una empresa no depende únicamente del valor presente de las inversiones actuales de la misma, sino también el valor presente de las opciones futuras de crecimiento, proponiendo que el enfoque de las opciones para el presupuesto de capital tiene la capacidad de medir la flexibilidad de una empresa activa., expresando el valor de dicha flexibilidad como el conjunto de las opciones reales corporativas que representan una oportunidad de inversión. A diferencia de lo que se acostumbra a evaluar mediante los métodos tradicionales como lo es el flujo descontado de capital, las opciones reales se basan en la flexibilidad para la toma de decisiones gerenciales bajo escenarios de incertidumbre, mediante la reducción o descubrimiento del verdadero sacrificio de una inversión frente a la rentabilidad futura esperada (Cuervo & Botero, 2014).

A través de estos conceptos podemos aterrizar sobre la teoría de opciones financieras, de acuerdo con Black & Scholes (1973): una opción es un instrumento que otorga el derecho, mas no la obligación, de comprar o vender un activo, en nuestro caso un bien inmueble, sujeto a condiciones específicas dentro de un periodo de tiempo estimado. De esta manera al representar un derecho se hace que aquél omita la posibilidad de pérdida en la negociación y así bajo escenarios desfavorables la opción tiene un valor de cero, independiente del activo subyacente de la opción, que para las opciones financieras consisten en instrumentos financieros como los bonos, acciones, índices bursátiles y divisas. Su principio consta de dos tipos básicos de opciones: las que otorgan el derecho a comprar (opción de call) o a vender (opción put) un activo en una fecha (tiempo de maduración o expiración) y un precio específico: el precio bajo el cual podría ejercer la opción se conoce como el precio de ejercicio o precio spot (Cuervo & Botero, 2014).

Hemos analizado las teorías en las cuales se basan la fórmula de Black & Scholes desde los principios de la decisión en la estadística descriptiva hasta los modelos financieros estructurados como el flujo de caja y teorías que tienen afinidad con el modelo.

## MARCO REFERENCIAL

Se ha tomado como referencia un estudio acerca del *modelo de Black & Scholes como métodos de valoración de empresas*, con esto nos da la pauta a tener en cuenta métodos ya existentes en mundo financiero de las principales economías del mundo. En el Ecuador su uso ha sido limitado ya sea por el escaso conocimiento del método o por la difícil manipulación e interpretación del modelo.

En este estudio se toma en consideración empresas exitosas en el país, luego de analizar a las empresas que cotizan en las bolsas de valores del Ecuador, los autores deciden seleccionar dos de las empresas más representativas dentro de la categoría de renta variable en el mercado de valores y se encuentran siempre liderando dentro de cada uno de sus sectores, para esto se seleccionó a las empresas Holcim S.A. y Banco Pichincha C.A.

Es indispensable el utilizar herramientas alternas para hacer una valoración más real de las empresas ya que en la actualidad se debe al incremento de fusiones, adquisiciones y expansiones lo que se traduce en el desarrollo de los mercados. Al ser considerado la valoración como el método que mediante la cuantificación de los elementos generadores de valor que forman el patrimonio de las empresas, capacidad o actividad que represente un beneficio empresarial.

Con la aplicación del modelo Black & Scholes para la valoración de empresas que concentran un alto nivel de apalancamiento; las deudas de una firma pueden ser vistas como contratos de opciones, entre los autores que ven favorable este modelo para su aplicación es Myers Stewart (1996), que menciona en su publicación las acciones comunes pueden ser vistas como opciones de compras, que retienen o toman los activos de la empresa para saldar su deuda. Los accionistas se pueden sentir libres en poder vender los activos de la empresa a sus acreedores; en donde el precio de ejercicio de la venta sería el valor de la deuda.

Para conocer las características de la empresa y de la opción, el valor de los activos operativos es semejante al precio de la acción; el lapso que la empresa espera tomar la decisión es igual al tiempo de expiración de una opción de compra; mientras que la incertidumbre del valor de los activos operativos es tomada por la varianza de los retornos. De la misma manera un inconveniente en utilizar este modelo es que las acciones apalancadas es una sucesión de opciones relativas, incluso las opciones sobre opciones. Para remediar este obstáculo se podría tomar en consideración la

deuda como una emisión de bono de cupón cero; lo cual estaría remplazado por las deudas que se abonaría y se volviera a adquirir. Con un alto nivel de complejidad en su aplicación y análisis daría paso a que se utilice otros métodos, sin embargo, este modelo toma en consideración un nivel de riesgo derivado del apalancamiento financiero que cada empresa tenga.

Este modelo dispone de una flexibilidad que puede ser aplicado en varios sectores de este modo se vuelve muy importante para la toma de decisiones a la hora de incurrir un proyecto o una valoración. Es importante mencionar las variables que se tomara en consideración en la valuación de una empresa junto a la par con la valoración de opciones.

El precio de la opción (C) sería el valor de la empresa que no solo incluye el presente valor de la variedad de bienes y derechos u obligaciones de su patrimonio sino del mismo modo las expectativas de los beneficios que se obtendrían y el riesgo por esta concepción de flujos; el precio del activo subyacente (S) se lo obtendría del valor presente de los flujos de efectivo o el valor del activo de la empresa, se tomara los valores del flujo del *free cash flow* (flujo de caja libre) descontando con una tasa de descuento WACC; el precio del ejercicio (E) será el valor de la deuda, junto con lo que corresponde a una tasa de costo del pasivo donde manifieste los tipos de interés y el riesgo de la operación ya sea por un compromiso que adquirió la empresa. Se lo considera al pasivo como un bono de valor cero con un plazo mayor o igual al horizonte de la valoración de la empresa. La tasa libre de riesgo ( $r$ ) representa la no aparición de ningún riesgo para los inversionistas, con esto se evitaría el riesgo sistemático afecta al mercado y nadie estaría a salvo de este.; la volatilidad del precio del activo se la considerara como la volatilidad de los flujos de efectivo relacionada con el riesgo que tiene la empresa.; la temporalidad será el tiempo de 5 años de proyección ya que es una práctica común el utilizar este número de años.

### **Holcim S.A.**

Según la revista Ekos Negocios en su publicación digital coloca a Holcim S.A. como la empresa líder del mercado ecuatoriano por su participación mayoritaria del 64%. Se pone en marcha la valoración de Holcim S.A. mediante la aplicación de los métodos tradicionales (valores en libros, capitalización bursátil, el flujo de futuros descontados) junto con el de Black & Scholes. Dándonos los siguientes valores de la empresa de acuerdo al método empleado.



FECHA	VALOR EN LIBROS	CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL	FLUJOS FUTUROS DESCONTADOS <sup>30</sup>	BLACK AND SCHOLES
diciembre-06	190,884	1,105,156	847,552	779,354

*Figura 6.* Valor de la Empresa Holcim Ecuador S.A. (En Miles De Dólares), Adaptado de la tesis Valoración de empresas. Aplicación Modelo Black and Scholes, por Benítez Gustavo.

Se observa que empleando diverso método se obtienen diferentes precios de la empresa, al hacer una comparación porcentuales entre el método Black & Scholes con el de capitalización bursátil existe una variación aproximado del 30%, con respecto al método de flujos futuros descontados la diferencia es del 10% esto se debe al ajuste que hace el modelo de Black & Scholes de acuerdo al nivel de deuda con el valor de los activos. Con el uso del modelo de Black & Scholes en la valoración de empresas es muy útil y valido, ya que los resultados son comparables con los otros métodos tradicionales.

#### **Banco Pichincha C.A.**

La institución financiera Banco Pichincha cuenta con varios años en el mercado ecuatoriano siendo uno de los bancos más grandes del país, el Banco Pichincha administra el 29 % de las cartera de los bancos privados del país y 29% de las obligaciones con el público; lo que se traduce que maneja más de la cuarta parte de todos los movimientos de la banca privada del Ecuador. Con la rápida expansión en el país y la apertura de todos los servicios financieros (créditos, depósitos a la vista e inversiones), además el banco es unos de los piones en la seguridad tecnológica.

FECHA	VALOR EN LIBROS	CAPITALIZACIÓN BURSÁTIL	FLUJOS FUTUROS DESCONTADOS <sup>33</sup>	BLACK AND SCHOLES
diciembre-06	344,670	281,323	5,140,227	2,407,328

*Figura 7.* Valor de la Empresa Banco Pichincha C.A. (En Miles De Dólares), Adaptado de la tesis Valoración de empresas. Aplicación Modelo Black and Scholes, por Benítez Gustavo.

Aplicando diferente método se puede observar que los resultados son pocos comparables, ya que esto no va a generar un análisis adecuado entre los valores de cada modelo. Es importante notar que el resultado a través del modelo de

capitalización es menor al resultado del valor en libros del Banco Pichincha lo que nos daría a imaginar que las acciones están siendo sobrevaloradas dentro del mercado de valores. La diferencia entre el resultado de valoración entre el método Black & Scholes y el flujo futuros descontado es cerca al 50%, esto se debe a la estructura de obligaciones que tiene el banco, lo cual es de 9 veces del valor del patrimonio. Existe una alta probabilidad que la institución financiera sea adquirida por los dueños de los pasivos; este nivel de incertidumbre debe ser incluido en el precio de la empresa.

El método Black & Scholes es muy útil en la valoración de una empresa usando los mismos parámetros que los mercados financieros. El principal objetivo es cubrir la opción de compraventa del activo subyacente con el empleo de una cartera de arbitraje con el fin de ‘mitigar el riesgo’, además le da énfasis al grado de apalancamiento de la empresa; a mayor grado de apalancamiento caerá el valor de la empresa frente al valor de los activos mientras que menor apalancamiento los valores entre empresa y de los activos será similar. Los resultados de cada método no son iguales ya que cada método posee diferentes enfoques. Sin embargo, también se debe mencionar que dentro del mercado de valores de país existe una limitaciones en la creación de portafolios de mercado junto con la poca variación de precios de las acciones de las empresas estudiadas, en este estudio se empleó información de mercados financieros extranjeros con el fin de determinar el beta ( $\beta$ ) de las empresas, con esto se generó distorsiones en la valoración de empresas.

## **MARCO LEGAL**

### **Código Orgánico Monetario y Financiero**

La investigación se enmarca en las leyes ecuatorianas y sus reglamentaciones para los mercados. El *Nuevo Código Orgánico Monetario y Financiero*, en su título IV de las disposiciones afines, se especifica los detalles que rigen para el mercado de valores, donde se encarga a la *Superintendencia de Compañías* la vigilancia, auditoría, intervención, control y supervisión de las actividades financieras que prestan las entidades públicas y privadas del Sistema Financiero Nacional, así como de las entidades que conforman el régimen de seguros privados, con el propósito de que estas actividades se sujeten al ordenamiento jurídico y atiendan al interés general.

## **MARCO CONCEPTUAL**

Detallar la etimología de los términos más utilizados en el estudio, nos facilita la comprensión exhausta de su aplicación; por ello procedemos a especificar los principales.

### **Instrumento financiero**

Se los conoce también como producto financiero y este puede ser efectivo, un derecho de propiedad en alguna entidad, o el derecho entre dos partes de recibir o entregar efectivo u otro instrumento financiero. Siendo su clasificación en: Instrumentos financieros primarios y derivados.

### **Contrato futuro**

Los futuros son productos derivados negociados en los mercados que con una óptima aplicación son usados como instrumentos para la protección o cobertura contra riesgos en la especulación de alguna inversión desde una elaboración de los precios que están en el mercado del activo subyacente. Siendo usados desde un principio en diferentes productos como: el petróleo y sus derivados, metales y agrícolas. El comprador y el vendedor se comprometen a efectuar la transacción del activo, real o financiero, con fecha y precio ya establecida anteriormente (Díaz Tinoco & Hernández Trillo, 2003).

### **Bolsa de futuros**

Establecida inicialmente en Estados Unidos, esta bolsa concentra su operación con contratos de futuros. Fue designada por la Comisión del Mercado de Futuros de Mercancías como bolsa de futuro por la razón del mercado donde se desenvuelven (J. F. Marshall, 2002).

### **Especulador**

Persona o agente que está presente en el mercado adquiriendo regularmente una posición de compra o de venta, manteniendo la expectativa de tener rendimientos que resulten de las variaciones de los precios. Solo está enfocado en los precios más no en el activo subyacente.

### **Arbitraje**

Es la práctica de sacar provecho entre la diferencia del precio de dos o más mercados, a través de combinaciones de ofertas complementarias logrando así

aprovecharse del desequilibrio (rendimientos de la diferencia entre los precios). Se lo conoce también como sacar beneficio sin asumir riesgos ni costos (Gerencie.com, 2017).

### **Cobertura**

Técnica utilizada para reducir el riesgo, aplicadas en las acciones, fondos y productos derivados. En la práctica el inversor tomará una posición contraria a otra ya vigente, con esto lograr proteger una perdida posible (Finanzas para todos, 2010).

### **Opción real**

Son posibilidades de hacer reajustes en un proyecto presupuestario de capital de acuerdo con las situaciones que se enfrenta.

### **Árbol binomial**

Modelo futuro de valoración de una opción donde cada avance es llevado a dos posibles escenarios que podría seguir el precio de una acción durante el periodo de vida (Hull, 2008).

### **Modelo Black & Scholes**

Es una fórmula que nos da a conocer el valor teórico de una opción de compra (*Call*) o de venta (*Put*) con el empleo de cinco variables. Su enorme aplicación por cuanto es la forma que los negociantes valúan y cubren las opciones.

### **Rendimiento esperado**

Conocido también como el promedio ponderado de las probabilidades de cada escenario plausible. El retorno logra obtener por medio de acciones, bonos, título o activo. Por lo general cada rendimiento de un activo conlleva un grado de riesgo. Es muy importante tener un pronóstico del comportamiento a través del horizonte temporal.

### **Riesgo**

En la presente investigación, el termino riesgo es denotado por la variación de precios de las inmuebles dentro del mercado, las fluctuaciones generadas por el mercado que hacen que la decisión final cambie en base al valor esperado de una expectativa.

**Prima**

Es el precio que se paga por el contrato de opción.

**Precio Spot**

Valor del mercado de una acción o bien.

**Incertidumbre**

Son diversas situaciones que carecen de algún método factible para asignar probabilidades a futuros eventos aleatorios.

**Horizonte temporal**

Tiempo de acción, maduración de la proyección para la evaluación de dicho bien.

**Tasa de interés**

Tasa de retorno en base a capital o bien inmueble que justifique el desembolso inicial de la inversión.

**Patrimonio**

Se encuentra formado por bienes, derechos y obligaciones. Son considerados como medios económicos y financieros.

**Flujo de caja**

Conocido como flujo de caja descontado, es una herramienta de valoración que se encarga de la valuación de una compañía. Para esto se suman los valores actuales de sus *cash flow* debidamente descontado que abarcan una tasa de descuento (WACC) (ACCID, 2009).

**Inversión**

Son métodos que son direccionados al ahorro con un alto rendimiento, consiste en colocar cierta cantidad de dinero en instrumentos que generen ganancias tales como: compra de acciones, préstamos o adquisición de instrumentos con interés subyacente (Economías General, 2012).

**Sin riesgo (Free Risk)**

Tasa de retorno de una inversión que no supone riesgo alguno. Por lo general esta tasa se la elige a una deuda emitida por algún país que goza de una buena solvencia como las letras del tesoro de Estados Unidos.

## **CAPITULO II: METODOLOGÍA**

Los diferentes métodos que puede tomar una investigación dependen de los objetivos, porque la aplicación se propone identificarlos. Una vez que se plantea el problema lo enmarcamos dentro del alcance de estudio para validar, con las cifras recolectadas, la hipótesis. El tratamiento cuantitativo lo verificamos al procesar el dato estadístico que comprueba, o niega, lo planteado; sus aspectos cualitativos aterrizan en lo socio significativo cuando un modelo teórico le otorga significado a la hipótesis.

Para realizar una óptima investigación, es necesario definir el tipo de metodología a utilizar. Es decir, definir el enfoque y tipo de investigación, fuentes de información, herramientas y técnicas de recolección de datos, población y muestra, y de este modo obtener resultados fiables.

Dentro de la investigación científica se utilizará el método deductivo el cual según Bernal (2010) parte de una resolución general para así obtener una interpretación específica. En este caso se parte desde las diferentes personas que oferten o adquieran un bien inmueble dentro de la ciudad de Guayaquil y así poder obtener conclusiones específicas de cuáles son las diferentes variables que intervienen en dicha actividad para la toma de decisión justa.

### **Diseño de la Investigación**

La presente investigación tiene un enfoque mixto, tanto cuantitativo como cualitativo. Con la aplicación de ambos, se analizó el comportamiento de la población con el fin de obtener la información oportuna para argumentar las preguntas de investigación.

El enfoque Cuantitativo es considerado secuencial y probatorio. Cada etapa obedece a un orden, se debe realizar y no se puede eludir los pasos. Comienza con una idea específica, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se procede a revisar literatura y se procede a construir un marco teórico. Con las preguntas nacen las hipótesis y se define variables; luego se realiza un plan para ser probadas; se examinan las mediaciones con métodos estadísticos y emiten un conjunto de conclusiones a la hipótesis (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La inquietud de encontrar un valor “justo”, en el concepto de “económicamente racional”, o sea, acorde con lo que está en juego durante la decisión de adquirir un bien inmueble, nos conduce al análisis del mercado desde los

dispositivos del valor. Ello nos obliga a plantear: ¿qué incorpora? ¿Cómo lo hace? ¿Cuándo y por qué?

Para responder a las interrogantes, planteadas por el problema de investigación, se extraen las variables de análisis y se siguen los siguientes pasos:

1. Captura de datos -determina la fuente y el procedimiento de recolección
2. Tabulación de resultados -establece la estrategia de análisis
3. Informe de lo encontrado
4. Planteamiento de la propuesta de *Black & Scholes como mecanismo de valoración en el sector inmobiliario*

La interrogante que trata lo que se incorpora en el estudio, definida en el primer objetivo específico, busca *determinar los componentes del modelo que se propone* en la investigación. Black & Scholes es una “metodología de la valoración de las opciones financieras” (Diez de Castro & López, 2001) que considera la decisión actual como apertura a una serie de posibilidades futuras. Es un modelo que mejora el análisis binomial (árbol de decisiones) al considerar los escenarios plausibles del precio de mercado (Spot) y las particularidades de los posibles individuales (precio a Ejercer), dentro del periodo de tiempo deseado (t), en condiciones específicas de alternancia (volatilidad) y bajo circunstancia propias (rf).

En consecuencia, para obtener la información deseada se procede al levantamiento de los datos (precio de mercado -S, expectativa -E, riesgo y temporalidad), utilizando técnicas de recolección como estadísticas de la Cámara de la construcción (valores históricos y proyectados) y encuestas exploratorias de lo funcional (potencial), a fin de realizar el diagnóstico y determinar el grado de relación de las variables.

El cómo, el cuándo y el por qué, se abordan a través de los objetivos específicos 2 y 3, ya que ahí se indagan las relaciones causales de lo que se observa: volatilidad, tasas, flujos descontados, rendimiento y simbolismo patrimonial, que nos permite deducir los determinantes de la decisión con relación a los comportamientos esperados que segmenta el mercado inmobiliario.

### **Tipo de Investigación**

Como investigación aplicada, se parte de una realidad social: el deseo de vivienda; que enfrenta un objeto específico: el valor justo. Entonces, se actúa sobre efectos directos que se pretenden fortalecer, dentro del sector inmobiliario, a fin de recomendar un nuevo “objeto” para superar el obstáculo a la evaluación real.

Lo heterogéneo de la metodología, requiere contrastar las variables con la realidad; un trabajo que El tipo de investigación que se llevará a cabo será descriptivo, no experimental y de corte longitudinal porque usa la información y los datos estadísticos disponibles, para diagnosticar el comportamiento de lo implícito y extraer lo explícito del valor; porque evalúa el dato al paso del tiempo, en su impacto y lo proyecta, desde sus diferencias, al proponer los ajustes.

“La investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en lo que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Hernández et al., 2014, p. 152).

“El diseño longitudinal es el estudio que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, causas y efectos” (Hernández et al., 2014, p. 159).

### **Enfoque**

La investigación es de carácter cuanti - cualitativo, porque desarrolla objetos, categorizando, estudiando e identificando; también es propositivo, ya que, al indagar, “selecciona” alternativas derivadas de modelos que fortifican valor de decisiones.

En consecuencia, realiza una síntesis de una teoría para intervenir sobre obstáculos en la apreciación, atendiendo al objetivo general que señala: “*Utilizar el modelo de Black & Scholes en la valoración de bienes inmobiliarios para reflejar el valor justo del bien*”.

El enfoque cuantitativo es aquel que utiliza datos numéricos y estadísticos; los cuales se recolectan a través de la técnica de encuestas a las personas seleccionadas de la muestra (Sampieri, 2014). Para saber si la presente investigación es aplicable o no se realizarán encuestas a determinados grupos de personas a fin de conocer qué cantidad de personas estarían de acuerdo en que se utilice una forma de conocer cuál es el precio real de un bien inmueble. Por otro lado el enfoque cualitativo permite conocer de forma más cercana un determinado evento el cual puede generar nuevas preguntas e hipótesis (Sampieri, 2014). Para obtener esta información se aplican entrevistas utilizando la herramienta denominada “guía de entrevista”.

### **Alcance**

La presente investigación de este trabajo será de alcance descriptivo. Permitirá que el sector inmobiliario realice una mejora en la apreciación ayudando así al desarrollo y su capacidad para reflejar el valor justo acerca de la compra o



venta de un bien inmueble. Los estudios descriptivos se encargan de especificar propiedades y características valiosas de cualquier fenómeno que se analice (Hernández et al., 2014).

“En esta clases de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quienes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos)” (Hernández et al., 2014, p. 92).

El estudio se limita, por el tiempo, en la medición del riesgo, uno de los componentes de la fórmula aplicada, utilizando un índice de mercado como sustituto, para condicionar un sector específico del mercado.

El análisis apunta a formular un modelo de valoración que acerque lo esperado de una expectativa, a la realidad que se equilibra en el mercado.

### **Limitaciones**

Es de importancia señalar que siendo un estudio inmerso en el paradigma epistemológico - metodológico (cuantitativo-cualitativo), los datos que se obtienen son respaldados por el modelo de B&S y actualizados sobre el problema de investigación. El conocimiento disponible y la precisión de los datos en el mercado ecuatoriano adolecen de precisiones, ya que no existen aún índices que guíen las decisiones de los agentes.

La investigación se llevará a cabo en 4 meses, tiempo suficiente para recopilar datos y analizarlos que, sin embargo, resulta corto para buscar correlaciones más claras que diseñen indicadores. El tiempo para la elaboración de la investigación no se extenderá, dado que el mismo es limitado.

Existen restricciones “naturales” debido al acceso a información clave vinculada a la costumbre de medición; no obstante, el propósito del modelo, al ofrecer una alternativa distinta, proyecta escenarios de cálculo diferentes.

### **Análisis de Datos**

#### **Métodos**

Se consideran como análisis de datos los cuales sirven para el estudio, describir, conocer y analizar diferentes objetos de estudios, teniendo como finalidad obtener un correcto discernimiento de los mismos, lo cual se estima que es una correcta técnica para la toma de decisiones (Cerda, 2000, citado en Ojeda, 2014). Para la tabulación de las encuestas se utilizó la herramienta de Microsoft Excel 2016.

## **Técnicas de Recogida de Datos**

Entre las técnicas de estudio que van a ser utilizadas para esta investigación se encuentran las siguientes:

### **Observación**

Este es un elemento muy relevante en una investigación social. Con la ayuda de esta herramienta va a permitir examinar a un grupo social o una ciudad en su contexto real, en donde habitualmente fomentan sus actividades, comportamiento y situaciones observables, percibiendo los aspectos más importantes y reunir datos más representativos. Con esto analizaremos comportamientos individuales de las personas con capacidades mentales distintas en la toma de decisiones frente objeto de estudio (Hernández et al., 2014).

### **Entrevista**

Se procede a aplicar un cuestionario por medio de una entrevista personal. Las entrevistas personales implican que una persona calificada (entrevistador) aplica un cuestionario en cuestión a los participantes; el entrevistador hace preguntas a cada entrevistado y anota o graba las respuestas o conversación. Se debe de tener en cuenta que para este tipo de entrevistas no se debe de influir en las respuestas proporcionadas por los individuos (Hernández et al., 2014).

El objetivo de una entrevista es lograr identificar lo más relevante y analizar la dimensión e influencia subjetiva de los individuos que se verán influenciados por los pensamientos, creencias y valores.

Se procederá a entrevistar a directores de empresas de construcción e inmobiliaria o individuos que tengan acceso a información de acerca de los comportamientos de la situación de mercado inmobiliario tales como precios históricos, modos que establecer precios futuros y situación actual del mercado; con el fin de captar los criterios de los entrevistados para luego dar un juicio acerca de estos dos sectores.

### **Encuesta**

Es un instrumento cuantitativo de exploración, es el más empleado para recolectar los datos y está conformado por un conjunto de preguntas con respecto a una o más variables a medir con el fin de recolectar y analizar las respuestas de un grupo de personas para conocer las opiniones y actitudes hacia el tema determinado. Además debe de ser coherente con el planteamiento del problema e hipótesis (Hernández et al., 2014).

Dentro de las encuestas se utilizará las de tipo de preguntas abiertas, ya que estas dan una información más amplia cuando se carece de información de las posibles respuestas de los individuos. Además es muy útil en situaciones que se requiera profundizar los comportamientos u opiniones (Hernández et al., 2014).

Las encuestas serán aplicadas a estudiantes o personas que concurren a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, con el objetivo de obtener la información pertinente para dar lugar a ser analizadas e interpretadas y establecer resultados ampliamente representativos. Los encuestados fueron seleccionados de forma al azar.

### **Fuentes de información académica**

Para el desarrollo del tema de investigación se asistió a las siguientes fuentes:

- Institucionales: Información de empresas del sector.
- Personales: Información de personas que tengan noción del tema.
- Bibliografías: Exposición de trabajos como monografías, tesis o publicaciones y otros documentos.
- Estadísticas: Información estadística.

### **Población**

Para esta investigación se tomó como población universo a las personas y empresas de la ciudad de Guayaquil que posean propiedades que requieran vender o adquirir. Se procedió a tomar la población de Guayaquil, según el INEC está compuesto por 2'350.915 habitantes.

### **Muestra**

Para el cálculo del tamaño de la muestra se empleó la fórmula de muestreo de población infinita. Personas y empresas que se dediquen a la venta o compra de bienes inmuebles.

- Determinación de la cantidad de sujetos a encuestar
- Fórmula para población infinita con un 95% de confianza y un margen de error del 5%.

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(Z^2)(p)(q)}{e^2}$$

**n:** número de elementos de la muestra (2'350.915)

**Z:** nivel de confianza = 1.96

**p:** probabilidad de éxito = 0.50

**q:** probabilidad de fracaso = 0.50

**e:** margen de error = 5%

$$n = \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)}{0.05^2}$$

$$n = \frac{(3.8416)(0.25)}{0.0025}$$

$$n = \frac{0.9604}{0.0025}$$

***n = 385 personas a encuestar***

## **CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DE LA VALORACIÓN INMOBILIARIA EN GUAYAQUIL**

Como lo señala el objetivo específico 1, en el presente capítulo se buscará elaborar un análisis de mercado acerca de los mecanismos de evaluación inmobiliaria con mayor uso para comprar-vender en la ciudad de Guayaquil. Con ello se determina los componentes del modelo que se propone en la investigación. En consecuencia, para obtener la información deseada se procede al levantamiento de los datos (precio de mercado -S, expectativa -E, riesgo y temporalidad), utilizando estadísticas de la Cámara de la construcción (valores históricos y proyectados) y encuestas exploratorias de lo funcional (potencial), a fin de realizar el diagnóstico y determinar el grado de relación de las variables.

En el sector inmobiliario no existe una cultura que adopte teorías económicas como mecanismo de valoración por lo que implementar la fórmula de Black & Scholes introducirá un cambio positivo en la culturización de la sociedad ante las formas de analizar sus inversiones. Si bien es cierto que en la ciudad de Guayaquil el sector inmobiliario representa aquél 80% de las personas que deciden invertir parte sustancial de sus ingresos para construir su patrimonio, bien sea para la compra de un bien que no genere renta y sea utilizado para el propio uso (consumo) o en un proyecto de inversión de renta que genera ingresos, no es menos cierto que los inversionistas siempre están en busca de nuevos proyectos que capten la atención de este grupo de personas que deciden confiar sus finanzas en los rendimientos del sector inmobiliario (Macias, Mendieta, & Ullauri, 2015).

Existe otra manera de ver la compra de un bien inmueble, fundamentada en la cultura guayaquileña donde es común que entre las aspiraciones personales siempre esté la compra de un bien inmueble como principal prioridad. Hay quienes deciden comprar automóviles u otros que invierten en activos financieros que analizan no solo el bien activo, sino que toman en cuenta la depreciación del bien para poder analizarlo; otros pueden decidir por una inversión que a largo plazo genere cierto porcentaje de utilidad. En el sector inmobiliario la costumbre es percibir una diferencia entre el precio inicial del bien y el precio de venta posterior; una realidad que se mide en porcentaje de ganancia que se pretende optimizar para decidir la compra o venta y así de esta manera resolver incluso aplazar la compra o venta del

bien dentro del horizonte temporal. Sin embargo, se necesita de cierta información dentro del sector y se debe segmentar el mercado, la plusvalía de las casas en el sector inmobiliario varía dependiendo de la locación de la misma; pero tiene un componente que no es visible, aquél que apalanca el rendimiento del sector, este componente es medido por la oportunidad de realizar el valor de un bien en los proyectos de inversión que se generan dentro de una zona determinada.

¿Los participantes del mercado inmobiliario apuestan por nuevas plazas de inversión, realizando la plusvalía de todos los bienes inmuebles adyacentes al proyecto? El drama aquí es ¿cómo poder pronosticar el éxito de la locación de un bien inmueble? A esto lo podemos atribuir el principio de la probabilidad, su incertidumbre y la destreza de los gerentes que pueden ver donde nadie ve; sin embargo, en la mayoría de los casos simplemente es un juego de apuesta que se gana o pierde todo. Enfocar exclusivamente en el principio de la probabilidad y la incertidumbre toda la información recibida para decidir, nos conduce al problema informativo (Arévalo & Pastrano, 2016).

Dentro del sector inmobiliario se debe estar siempre presto a toda clase de información que altere el equilibrio del mercado realizando o disminuyendo el precio final de un sector ya que dentro del mercado uno de los componentes más importantes para poder realizar una valoración correcta del bien es el comportamiento del precio y lo define como referencial por sector, en vista de que toma los precios referenciales para establecer la variación del riesgo del sector; una variable que integra el promedio del sector, que establece una comparación justa del bien, y que procesa la información para observar si el precio fluctúa, entonces, se la debe incluir en el análisis, ya que toda clase de información afecta el promedio de la tasa de medición, y, como anteriormente lo mencionábamos, toda información es necesaria, porque nos movemos en escenarios de incertidumbre.

Hablar de “todos los escenarios posibles”, como información relevante para decidir, demanda un método que no sólo reduzca el análisis a lo patrimonial, al rendimiento o al flujo de caja descontado, sino que introduzca la dispersión de sus precios. El modelo que proponemos responde a ello. ¿Cómo se podría implementar dicho modelo en la práctica, al utilizar la fórmula de Black & Scholes?

En los años 70s esta fórmula fue utilizada para la valoración del precio justo en general y así es cómo podemos analizarla desde otra óptica, observando las falencias y las oportunidades del sector inmobiliario dentro de Guayaquil, atributos

únicos del sector. Existe gran oferta y demanda de bienes inmuebles, sin embargo, no se aplica ningún conocimiento científico o económico para efectuar la venta o compra del bien, la aplicación de un modelo estadístico es imprescindible para el desarrollo de la misma. No se puede obviar los conocimientos que han realizado otros mercados, siendo Guayaquil una ciudad de muchas oportunidades inmobiliarias es el lugar correcto para poder iniciar un proceso de concientización económica financiera en la toma de decisiones justas ante un precio spot cualquiera, el sujeto de estudio tendrá la capacidad de poder realizar cálculos que lo lleven a tener una ventaja al momento de negociación, como instrumento de optimización de los recursos. Si se sabe el valor de justo de un activo se puede aprovechar el conocimiento para emplear una estrategia de compra o venta estableciendo los límites de los mismos, los cuales son fijados por las aspiraciones de los ofertantes o demandantes, dependiendo la posición de compra o venta (Arévalo & Pastrano, 2016).

El individuo tiende a tener un concepto de patrimonio cuando se habla de un bien inmueble sin embargo se puede tomar como un activo de inversión dependiendo del uso del mismo. Pero cómo decidir la clasificación de la misma y cuál es la tendencia del sector inmobiliario. En ciertos casos cuando hablamos de un bien inmueble nos referimos a una casa, pero ¿Una casa es para siempre? Hay que establecer una diferencia entre el tipo de casa por valor monetario, generalmente la casa en barrios marginales siempre va a pasar de generación en generación y generalmente no se venden, sin embargo, cuando analizamos las viviendas situadas en las áreas de más alto ingresos, la variación de precios nos plantea oportunidades de negocios.

En el sector inmobiliario el propietario de un bien tiene la potestad eventualmente de vender su bien para ganar capital, para mudarse a alojamientos más apropiados, dependiendo de sus necesidades, recursos económicos, seguridad, comodidad o simplemente para encontrar una vivienda más cerca del trabajo; o sea, depende de la expectativa del individuo.

Algo muy importante al momento de invertir en los bienes raíces es saber por qué quieres invertir; pueden ser motivos personales o bien pueden ser metas bien definidas que serán reflejadas en resultados sobre la base de actitudes frente al sector del bien inmueble. Buscar el sector correcto puede resultar incluso más importante que la misma infraestructura, ya que en una buena zona los precios se suponen subirán, en una mala pueden bajar; lo ideal es en sitios donde los precios hayan caído

por un tiempo, estando en una muy buena zona como en grandes ciudades cerca de supermercados, transporte, universidades, oficinas o en sitios donde haya mucha o suficiente generación de empleo. Se requiere buscar propiedades con potencial, una vez encontrada la zona hay que indagar las estén a la venta y analizar, hacer ofertas para negociar la posible inversión. Cuando se detecta que necesita reformas, ¿cuál es el total de gastos que tiene al año?, ¿a cuánto se podría alquilar?, ¿cuál sería su precio de venta si hoy invirtiéramos? (Arévalo & Pastrano, 2016).

Para saber si una propiedad es barata o cara en el mercado se acostumbra utilizar dos fórmulas sencillas de rentabilidad. Imaginemos que el precio de venta de una casa es de \$ 50.000 una vez teniendo este dato, hay que saber ¿a cuánto se podría alquilar? Digamos que esta casa se puede alquilar a \$ 500 al mes. Pues, los \$500 nos da \$ 6000 de beneficio bruto al año, el siguiente paso es saber cuál es el total de gastos que tiene esta casa al año, por ejemplo: seguro, impuestos, comunidad, etc., esto suele variar. Si estimamos aproximadamente \$ 2000 de gastos anuales, del beneficio bruto de los \$ 6000 anuales debemos restarle los \$ 2000 de gastos anuales y así obtendremos \$ 4000 de beneficio neto anual; en consecuencia, se establece que tenemos los \$ 4000 de beneficio anual. Al dividir la inversión, precio de la casa, los 4000 encontramos el tiempo de recuperación de la inversión.

Otra forma de verlo es determinar el tiempo de retorno: lo acostumbrado a detectar como rendimiento mínimo deseado que descontamos a la inversión. Por ejemplo, si para tu caso, no vale la pena realizar una inversión que de 8% anual neto y deseas obtener un 15% anual neto pues el precio de la casa de \$ 50.000 es muy cara para ti como inversor, para saber el precio de compra ideal para una rentabilidad deseada de 15%.

También se puede determinar el precio mínimo que programamos, utilizando el concepto de renta perpetua ( $\$4000 / 0,08$ ). Una vez determinado el precio que estarías dispuesto a pagar, se debe analizar la financiación. Lo ideal es ver muchas opciones de propiedades para previo a esto hacer varias ofertas a 10 (de 10 te aceptarán 3). El tema del financiamiento es muy extenso, resumiendo se puede invertir en bienes raíces sin dinero propio utilizando el apalancamiento en el caso de encontrarse en una muy buena oportunidad de inversión.

En resumen, la inversión inmobiliaria dependerá de muchos factores para saber si es rentable o no. Influye la zona, las infraestructuras, lo cercano (supermercados, universidades, trabajos, etc.). Cualquier variación podría hacer que



un inmueble cambie leve o bruscamente su valor en el mercado, el cual también depende del Estado de la economía.

La persona que desea incurrir en el sector inmobiliario para la compra o venta de un bien se plantea en algunos análisis: el flujo de caja, la depreciación y su posible revalorización. El sector inmobiliario es uno de los principales promotores de empleo dentro de la economía del país.

Como toda inversión, los negocios o bienes raíces tiene sus ventajas y desventajas, sus ventajas como bienes raíces ofrecen la posibilidad de apalancamiento financiero con el banco mediante hipoteca y alquilando a otra persona para que la casa se pague sola, esta práctica es buena si se tiene una reserva toda o gran parte de la inversión, hacerlo sin reserva, sin conocimientos, sin consultarles a expertos puede significar la quiebra.

Esta ventaja del apalancamiento está bien para personas con un buen capital o que sepan que lo precios de los inmuebles vayan a subir mediante un constante análisis de los mercados, pueden aumentar mediante reformas y pequeños cambios.

Como desventaja, es un mercado lento y es más difícil vender en tiempos de crisis si se ha comprado mal, correr el riesgo de que los inquilinos no paguen o destrocen el inmueble.

Pero las oportunidades de inversión en este sector existen. Cuando el vendedor necesita vender urgentemente por falta de dinero. Cuando el vendedor tiene problemas serios para seguir pagando la hipoteca. Si la zona o el sitio tienen un potencial crecimiento debido a infraestructuras presentes o futuras como empresas, colegios, supermercados, transporte, etc.

En la ciudad de Guayaquil la fluctuación de precios del mercado ha variado en los últimos 10 años una casa comprada en el año 2008 en la urbanización Matices de 115 metros de construcción tuvo un precio de \$80.000,00 y actualmente la casa tiene un precio de \$120.000.00, Adicional a esto en los predios de la vivienda se puede verificar el valor de la misma, el cual año tras años se revaloriza dependiendo de las mejoras o aumento de terreno que el propietario haya realizado o por la revalorización del sector, esto se puede dar debido a reurbanizaciones por parte de la municipalidad, aumento en capacidad turística u otros.

Utilizando estadísticas de la cámara de construcción, la revista (Domus, 2017), valores históricos y encuesta funcional a fin de realizar un diagnóstico en el

sector inmobiliario que nos ayude a establecer un índice en función a las condiciones del mercado que abarque cada sector y generalice todo el sector inmobiliario.

De acuerdo con los costos unitarios reasignados hasta el 7 de diciembre de 2017, el presupuesto de la vivienda analizada da como resultado un índice de \$721,89 por cada metro cuadrado de construcción, este será nuestro índice de metro cuadrado de construcción.

Los tres modelos que se van a analizar son el modelo patrimonial, modelo de rendimientos esperados y el flujo de caja. En la sociedad se estima el precio del bien mediante estos tres modelos los cuales se ha vuelto comunes en el mercado para la decisión al momento de comprar o vender el bien como lo podemos constatar en las encuestas realizadas, ahora si bien estos modelos son muy útiles y prácticos para su desarrollo, estos modelos se enfocan en la parte racional del análisis de una decisión, para continuar debemos establecer en que se basa una decisión, siempre existe una parte racional y otra irracional, la parte racional es la que se lleva por la lógica-numérica la cual se puede medir mientras que la parte irracional es la expectativa de la misma ya que este es un valor que no puede ser medido y siempre va a tener una incidencia alta para el resultado de la toma de decisiones, en nuestro marco teórico hemos podido observar como mediante todos los años se ha obviado la parte irracional de la expectativa para la toma de decisiones, hoy por hoy cada vez más los mercados se ven forzados a implementar esta parte la cual siempre está implícita, que conlleva a un análisis más profundo utilizando herramientas cuantitativas medibles y otras cualitativas que expliquen el comportamiento (Brigham, Houston, & Gómez Albert, 2006).

El primer modelo es el patrimonial la posibilidad invertir en el sector inmobiliario les da esa oportunidad al tratarse de activos fijos de alto valor, se requieren un monto mínimo de inversión considerable; por ello, la mayoría de familia en el mundo, para quienes la compra de vivienda es tanto gasto en presupuesto como inversión a largo plazo, deben solicitar un crédito, generalmente hipotecario, para poder acceder a este tipo de inversión. Frente a esto surgen los proyectos de inversión inmobiliaria, que permiten a las personas participar de las diferentes formas de inversión (Brigham et al., 2006).

EL siguiente modelo es el de rendimientos esperados la metodología cuantitativa más utilizada es el modelo *CAPM*, propuesto por Sharpe, que señala una relación de equilibrio entre la rentabilidad esperada de un activo  $i$  ( $E[R_i]$ ), la

rentabilidad de un activo libre de riesgo y la rentabilidad de todos los demás activos de la economía:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(R_m - R_f)$$

Donde  $R_f$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo y  $R_m$  es la rentabilidad de todos los demás activos en la economía o rentabilidad de mercado.

El término  $(R_m - R_f)$  es la prima de mercado o lo que renta la economía por encima de la tasa libre de riesgo. A esta prima de mercado se le asocia un riesgo no diversificable o sistemático, por cuanto las variaciones del mercado se encuentran relacionadas con el riesgo de todo el sistema económico (riesgo que no puede ser diversificado). Por último, el  $\beta_i$  corresponde a la sensibilidad al riesgo no diversificable del activo  $i$  (Bollerslev, Engle, & Wooldridge, 1988).

De esta forma, la rentabilidad esperada de un activo debe ser, como mínimo, lo que renta el activo libre de riesgo. A esto se le suma la prima de mercado amplificada o reducida por el valor de la beta del activo ( $\beta_i$ ). Si el valor de esta beta es mayor a 1, indica un mayor riesgo que el del mercado y, por tanto, una mayor rentabilidad esperada.

El caso contrario es cuando la beta es menor a 1. La utilidad del modelo *CAPM* radica en la posibilidad de estimar el costo de capital al momento de realizar valoraciones de empresas, por el método de flujo de caja descontado, o al hacer evaluación de proyectos de inversión nuevos.

El último modelo que se va a analizar es el de flujo descontado, el método más utilizado para valorar inmuebles en base a nuestras encuestas realizadas con un 44% escrutado, el cual se basa en capitalizar la rentabilidad esperada del inmueble según la rentabilidad requerida. Para ello, debemos tener en cuenta tanto los ingresos como los gastos futuros que generará el inmueble.

La tasa de descuento que vayamos a aplicar será la rentabilidad requerida que nosotros esperemos obtener de nuestra inversión. La tasa de descuento dependerá de dos factores:

- Las alternativas de inversión que tengamos.
- El riesgo intrínseco de la inversión en inmueble.

Por ejemplo, se vende un bien inmueble a 10 años, el cual su valor actual es \$ 140.000,00 la pregunta es ¿Cuánto va a valer ese bien en un horizonte de tiempo de 10 años? Lo normal sería analizarlo con el esquema de flujo de caja, el cual consiste

en calcular el valor futuro  $\$ 140.000,00 * (1 + \text{tasa de interes}(3\%))^10 = \$188.148,29$  sin embargo el resultado aunque parece favorable es un resultado sin riesgo, ya que lo que la persona se juega es el valor en el tiempo, va a haber un aumento ya que los factores siempre están cambiando, la volatilidad, el costo de oportunidad, otro ejemplo puede ser, usted entra a una deuda de  $\$ 100,000.00$ , compra x articulo por  $\$ 140.000,00$  y tiene recurso propio de  $\$ 40.000,00$ , el resto lo financia, el análisis de la inversión se realiza en base al valor del tiempo, mediante el flujo de caja se debería vender a  $\$ 188.148,29$  pero este valor no contempla la volatilidad del mercado, el modelo de Black & Scholes se utiliza para poder conocer esta diferencia que hace el tiempo en el recurso para así mediante esta fórmula hallar el valor real del bien.

Hemos llegado al resumen de que los tres modelos: el patrimonial, de rendimientos esperados y el flujo de caja apuntan al valor racional y el modelo de Black & Scholes como se lo explicó a punta al valor tiempo además de que incluye el valor intrínseco un componente importante para entender las condiciones de cada individuo y a su vez personifica la decisión para cada escenario posible dentro de las preferencias esperadas por la persona que aplica la fórmula (Jiménez, 2006).

Se ha analizado los diferentes mecanismos de valoración que existen en el sector inmobiliario dentro de la ciudad de Guayaquil como lo es: el método de valoración patrimonial, el flujo de caja y el método por rendimientos esperados, como resultado hemos encontrado que los métodos tradicionales no contemplan el riesgo en el valor del tiempo, el cual puede hacer que la decisión varíe por lo que el modelo de Black & Scholes contempla un escenario para cada posibilidad de resultado.

## **CAPITULO: IV VARIABLES DEL MODELO BLACK & SCHOLES**

En el siguiente capítulo se determina las variables del modelo Black & Scholes, que serán utilizadas dentro del estudio de mercado inmobiliario. Esto nos permite aproximarnos al cómo, el cuándo y el porqué del estudio, a fin de señalar, en el capítulo IV, las relaciones causales de lo que se observa: volatilidad, tasas, flujos descontados, rendimiento y simbolismo patrimonial. Ello permite deducir los determinantes de la decisión con relación a los comportamientos esperados que segmenta el mercado inmobiliario.

En los capítulos anteriores se decía que se intentaría buscar, para validar, un mecanismo de evaluación en el sector inmobiliario, como cuantía para la realidad de la decisión al momento de transar; y que se lo podía interpretar en tanto valor o como política de financiamiento que “afecta” al posible comprador.

Una decisión se asimila a situaciones opcionales. La teoría de las opciones puede aplicarse en cualquier proceso en economía. Con el provecho de las opciones reales que considera el método de valorar un proyecto de adquirir o vender, se puede establecer el de una vivienda, con la similitud de los que se emplean para una valoración de una opción financiera.

En el caso del sector inmobiliario, vale mencionar, como guía, que la construcción de viviendas o departamentos nos expone ante una opción que paga un precio (a ejercerlo como inversión estimada), para así tener la potestad de utilizar estratégicamente el activo subyacente (puesta en marcha del proyecto de construcción, a futuro). Si la inversión inmobiliaria puede ser ejercida en cualquier momento, entonces se considera que durante el horizonte temporal se trata de una opción de tipo americana (Lamothe, 1995); en caso contrario, si se ejerce al final del periodo, sería “tipo europea”.

Con la aplicación del modelo de Black & Scholes-Merton se logra una mayor precisión en la valoración de las opciones de compra. Es relevante mencionar las notaciones clásicas de los mercados financieros adaptadas a las notaciones de la tasación de bienes inmuebles (Pomykacz, MAI, & Olmsted, 2013).

Tabla 2  
Terminología del modelo de Black & Scholes

Opciones Financieras	Comparación	Opciones Reales - Sector Inmobiliario
<b>Precio actual de la acción (<math>t_0</math>)</b>	$S$ Equivale al	Valor de mercado actual de la propiedad
<b>Precio de ejercicio en una fecha futura (<math>t_1</math>)</b>	$E$ Equivale al	Precio de ejercicio o contrato de la propiedad (expectativa).
<b>Volatilidad (probabilístico)</b>	$\sigma$ Relacionada con	Cambio esperado en el valor de mercado a través del tiempo ( $t_1-t_0$ ) (determinista)
<b>Tasa sin riesgo</b>	$r$ Equivale a	El índice de rendimiento, o sea, la tasa de rendimiento sin riesgo o riesgo libre (costo de oportunidad)
<b>Tiempo</b>	$T$ Equivale al	Horizonte temporal de estudio

Fuente: Adaptado del artículo Options in real estate valuation, por M. Pomykacz, MAI y C. Olmsted.

Para saber el valor del mercado actual de la propiedad ( $S$ ) se consulta el mercado; un dato que puede, a través del valor actual, variar bajo los supuestos del uso y el derecho que la propiedad tendría a la fecha de vencimiento de la opción. Mientras que el precio de ejercicio ( $E$ ) y el tiempo ( $T$ ) son fijados en el momento del contrato de la opción.

De igual manera se podría estimar el precio de ejercicio ( $E$ ) tanto como el valor del mercado actual ( $S$ ) aumentando el factor de una inflación apropiada durante el tiempo ( $T$ ). Después de estos supuestos acerca del valor, también corresponde hacer supuestos sobre el riesgo, volatilidad y los dividendos (Pomykacz et al., 2013).

La volatilidad (Sigma,  $\sigma$ ) dentro la fórmula es el rango potencial del cambio, que nos afecta, en el precio futuro de una acción. Con esto se logra saber los valores y sus volatilidades (varianza); considerada como similar al ajuste de tiempo de un tasador (Delta,  $\Delta\%$ ). Es necesario hacer la diferencia entre Sigma y Delta: siendo la primera la probabilística mientras que delta es tradicionalmente determinista. Sigma detalla un nivel de resultados posibles y delta puntualiza el resultado promedio – predominante y típico (Pomykacz et al., 2013). La interrogante, como lo mencionamos en el marco teórico, se encuentra entre la posición de Bernoulli, que apunta a la esperanza de resultado, y la de Bayes, que lo enfoca desde la incertidumbre. Lo que se trata de demostrar es que el problema del valor justo, como interrogante, aunque se plantea en el presente, está afectado por el pasado y sostiene una interrogante futura.

Frecuentemente, la volatilidad se la obtiene al analizar las variaciones históricas dentro de los mercados bursátiles. Para estimar la volatilidad muchos analistas usan un sinnúmero de métodos estadísticos como variaciones, desviaciones

estándar y estadísticas de intervalo de confianza. En el sector inmobiliario en algunas ocasiones se presentan cantidades de datos estadísticamente significativas.

En el mercado existen dos tipos de volatilidades: implícitas o también conocidas como volatilidad del mercado, para calcularla se lo realiza a través de la fórmula Black & Scholes – Merton; utilizando el precio real de la opción, precio del bien, precio de ejercicio y el tiempo (valor tiempo). La volatilidad histórica se la realiza frecuentemente usando el método de desviación estándar a través del uso de los precios históricos del bien durante los últimos x periodos de tiempo (Achelis, 2001; Pomykacz et al., 2013).

Para hacer el análisis de las fluctuaciones de los precios de las viviendas en la ciudad de Guayaquil, de acuerdo con las zonas geográficas, se procedió a sectorizar la ciudad en Norte, Centro, Sur y se incluyó a Samborondón. Nos fundamentamos en el análisis realizado en el “*Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano*”, donde se presenten los precios por metro cuadrado de las zonas con mayor desarrollo inmobiliario (Macías, Mendieta, & Ullauri, 2015).

Se puede observar en la *tabla 3* las características de las viviendas de acuerdo con la zona. A primera instancia se visualiza que el precio por metro cuadrado más alto está situado en la Vía a Samborondón con un precio de \$ 1 301,48, sin embargo, en el sector de Sauces, Garzota y Alborada el precio se ubica en \$ 470,96. Con este análisis podemos obtener un promedio de los costos por metro cuadrado de los sectores de Guayaquil de \$ 756,25.

Tabla 3  
Precios de las viviendas en venta por metros cuadrados

Zonas	Promedios				Porcentajes		
	Precio/m <sup>2</sup> (US\$)	m <sup>2</sup> construcción	# de habitaciones	Antigüedad (años)	Con piscina	Departamento	Casa
Ceibos+	754,94	458,71	3,7	12,7	66%	26%	74%
Gar/Alb/Sau	470,96	261,17	4,0	28,3	14%	3%	97%
LFC/Salitre	667,98	156,46	3,3	2,1	3%	0%	100%
Term-Pascuales	726,08	126,04	3,2	1,5	0%	0%	100%
Urdesa+	653,96	408,88	3,8	13,2	37%	38%	62%
VíaCosta	768,05	343,51	3,3	2,9	34%	9%	91%
VíaSambo.	1301,48	309,77	3,6	3,9	31%	23%	77%
Total	756,25	302,33	3,6	9,5	27%	16%	84%

**Fuente:** Adaptado del artículo Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano, por W. Macías Rendón, María José Mendieta y Nadia Ullauri.

Por otro lado, en el la *tabla 4* se muestra el alquiler por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de acuerdo con el sector. Se puede apreciar que el sector de Vía a Samborondón es el lugar más caro para arrendar, no obstante, en la Terminal Terrestre-Pascuales se encuentra el más económico ya que aquí se encuentran bienes de menor tamaño.

En la siguiente figura se muestran los precios de alquiler por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de las diferentes zonas de Guayaquil.



Tabla 4  
Precios de las viviendas en alquiler por metros cuadrados

Zonas	Promedios				Porcentajes		
	Alquiler anual/ m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> construcción	# de habitaciones	Antigüedad (años)	Con piscina	Departamento	Casa
Ceibos+	71,17	227,46	3,1	10,4	37%	40%	60%
Gar/Alb/Sau	45,19	124,86	2,4	18,5	3%	74%	26%
LFC/Salitre	46,72	117,20	3,0	2,7	0%	3%	97%
Term-Pascua- les	43,80	90,50	2,9	1,4	0%	6%	94%
Urdesa+	72,82	271,61	2,8	12,0	17%	78%	22%
VíaCosta	76,24	241,31	3,4	2,2	40%	6%	94%
VíaSambo.	105,71	223,94	3,4	2,7	18%	44%	56%
Total	65,81	185,46	3,0	7,2	16%	36%	64%

**Fuente:** Adaptado del artículo Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano, por W. Macías Rendón, María José Mendieta y Nadia Ullauri.

Del cuadro se establece que, en promedio, el alquiler es \$ 65,81 para viviendas de 185,46m<sup>2</sup> de construcción.

Es importante mencionar el Price Earing Ratio (PER) ya que este viene a ser útil en el análisis bursátil para saber el valor comparativo de las acciones. En el sector inmobiliario, en el estudio que hacemos referencia, se ha ajustado para relacionar el precio de un bien inmueble y el alquiler anual que generará el bien. Su fórmula para el cálculo es:

$$PER_{vivienda} = \text{Precio del inmueble} / \text{Alquiler Anual}$$

Con el resultado obtenido se interpreta como el número de años que tomaría en recuperar la inversión en el inmueble, desde el ingreso por alquiler. Con este indicador se puede deducir si el inmueble está subvalorado, sobrevalorado y los niveles normales (Macías et al., 2015).

Para hacer el análisis de si en los diferentes sectores de Guayaquil existe una sobrevaloración o subvaloración de viviendas, es muy útil relacionarlo con el *Global Property Guide* (GPG); ya que este recomienda usar rangos de acuerdo con el PER. De acuerdo como se muestra en el siguiente gráfico (Macías et al., 2015).

Tabla 5  
*PER y rentabilidad por alquiler (GPG)*

PER	Rentabilidad por alquiler (1/PER)	Valoración
5 – 12,5	20 – 8 %	Subvalorado
12,5 – 25	8 – 4 %	Normal
25 – 50	4 – 2 %	Sobrevalorado

**Fuente:** Adaptado del artículo Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano, por W. Macías Rendón, María José Mendieta y Nadia Ullauri.

Con ello podemos calcular:

Tabla 6  
*PER de viviendas por sector*

Sector	COMPRA			ALQUILER			PER
	Precio x m2	m2 de construcción	Precio de vivienda	Alquiler x m2	m2 de construcción	Precio de alquiler	
Garzota, alborada y sauces	\$ 470,96	261,17	\$ 123.000,62	\$ 45,19	261,17	\$ 11.802,27	10,42
Urdesa +	\$ 653,96	408,88	\$ 267.391,16	\$ 72,82	408,88	\$ 29.774,64	8,98
Av. León Febres Cordero/s alitre	\$ 667,98	156,46	\$ 104.512,15	\$ 46,72	156,46	\$ 7.309,81	14,30
Term-pascuales	\$ 726,08	126,04	\$ 91.515,12	\$ 43,80	126,04	\$ 5.520,55	16,58
Ceibos+	\$ 754,94	458,71	\$ 346.298,53	\$ 71,17	458,71	\$ 32.646,39	10,61
Vía a la costa	\$ 768,05	343,51	\$ 263.832,86	\$ 76,24	343,51	\$ 26.189,20	10,07
Samborondón	\$ 1.301,48	309,77	\$ 403.159,46	\$ 105,71	309,77	\$ 32.745,79	12,31

**Fuente:** Adaptado del artículo Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano, por W. Macías Rendón, María José Mendieta y Nadia Ullauri.

La *tabla 6* analiza el PER (Price to Earning Ratio) de acuerdo con el sector, para esto se tomó los precios de vivienda relacionado al precio del alquiler. Sustituyendo estos valores en la formula (PER vivienda) nos da como resultado el PER más alto,

encontrándose en la autopista Terminal-Pascuales de 16,58. En segundo lugar se ubica la vía León Febres Cordero y Salitre con 14,30%. Finalmente, Samborondón se sitúa con un PER de 12,31. Estos valores permiten analizar, de acuerdo con la *tabla 5*, que la autopista Terminal-Pascuales y la vía León F. Cordero/Salitre se encuentran en una valoración normal. Mientras tanto, Samborondón se encuentra dentro de una valoración *Subvalorado* (Macías et al., 2015).

Los autores del estudio toman como riesgo del mercado el referente de la fórmula de la tasa patrimonial (Macías et al., 2015).

$$K_P = R_F + \beta \cdot PRM_{USA} + Spread_{ECU}$$

Dónde:

**K<sub>p</sub>**: costo patrimonial.

**R<sub>f</sub>**: tasa libre de riesgo.

**β**: riesgo sistemático del negocio, sin duda.

**PRM** usa: prima por riesgo de mercado en los EEUU.

**Spread** ECU: riesgo país de Ecuador, en puntos porcentuales.

Para llegar a la tasa del riesgo del mercado inmobiliario ellos toman los datos extraídos del sistema financiero.

Tabla 7  
Cálculo del índice del sector inmobiliario

Parámetro	Valor	Fuente
$\beta$ (sin deuda) REAL ESTATE (GENERAL/ DIVERSIFIED)	0,6725	damodaran.com, mercados emergentes
Rf 1 1YR USTBONDS	2,17%	financet.yahoo.com, promedio último mes al 12/10/2015
PRM	4,60%	damodaran.com, promedio geométrico 1928-2014
Riesgo país EMBI+ ECUADOR	13,76%	ambito.com promedio cierres mensuales 10/2014 - 09/2015
Kp sin deuda	19,03 %	

**Fuente:** Adaptado del artículo Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano, por W. Macías Rendón, María José Mendieta y Nadia Ullauri.

El índice del riesgo del mercado inmobiliario es de 19,023 %, el mismo que se va a utilizar para validar nuestra investigación. Otra notación importante dentro de la fórmula de Black & Scholes - Merton es la tasa libre de riesgo que viene a ser un tipo de tasa de rendimiento, como costo de oportunidad; representa una parte del total del riesgo dentro de los parámetros de la volatilidad. En el sector inmobiliario a esta notación se la llamaría como el punto de referencia de bajo riesgo o la alternativa de bajo riesgo. Normalmente se la relaciona con la tasa de los bonos del gobierno o en algunos casos a bonos corporativos AAA. La tasa libre de riesgo en el sector inmobiliario por lo general es mayor al que se emplea en la valoración de las acciones u opciones, por causa del riesgo del vencimiento de la prima, falta de liquidez, escasa diversificación, alta intensidad de gestión y demás riesgos inmersos en la inversión inmobiliaria (Pomykacz et al., 2013).

Al determinar las variables dentro del sector inmobiliario nos encontramos con la versatilidad del modelo para que sea aplicable en la compra o venta de un bien real, dando lugar que esta herramienta sea útil para la valoración de un bien inmueble. A continuación, se detalla de donde se procederá a extraer las cinco variables fundamentales que influyen en el precio del bien dentro de la fórmula.

### **Valor de mercado actual de la propiedad ( $S$ )**

Para esta variable se tomará en consideración el valor del mercado o el precio que se venden o compran los bienes inmuebles incluyendo el valor intrínseco (ubicación, vialidad y orientación), cuyos factores influyen en el valor y precio dentro de un mercado de libre oferta y demanda.

### **Precio de ejercicio ( $E$ )**

Esta variable va acorde al precio que el comprador o vendedor desea afectar para el adquirir o ceder el bien, un aumento en el precio de ejercicio ( $E$ ) disminuye el valor de la compra y aumenta el valor de una venta.

### **Volatilidad del bien inmueble ( $\sigma$ )**

El comprador o vendedor hace un análisis del precio histórico del bien de los últimos 10 años y analiza de cuanto han variado los precios y asume que tendrá un comportamiento similar en el futuro (10 años adelante), para obtener la volatilidad del bien se usaran métodos estadísticos como las varianzas, desviaciones estándar e intervalos de confianza. Con esto se lograría obtener un valor en porcentaje de variación en el precio que se usara en la fórmula.

Para esta variable se tomó como referencia el “Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano”, en el cálculo del costo patrimonial ( $K_p$ ) sin duda da el resultado de  $19,023\%$ .

### **Tasa libre de riesgo o costo de oportunidad ( $R_f$ )**

Esta variable es muy relevante ya que está inmersa en el total del riesgo dentro del principio de la volatilidad. En el sector inmobiliario será el punto por tener en consideración de estar libre de incurrir a un riesgo. De acuerdo con la pregunta 7 de la encuesta en donde se menciona de cuanto sería el porcentaje que se ganaría en dejar o guardar el dinero en una entidad bancaria, el  $81\%$  de los encuestados mencionaron en sus respuestas que podrían percibir a partir del  $0\%$  al  $6\%$ . Se decide elegir el promedio de estos dos valores; dando así el  $3\%$ .

Tabla 8  
Tasa libre de riesgo o costo de oportunidad (Rf)

<b>Costo de oportunidad</b>	<b>Márgenes del agente</b>	<i>4% - 6%</i>	<i>0% - 2%</i>	<i>2% - 4%</i>	<b>81%</b>
<i>3%</i>		36%	23%	21%	

**Fuente:** Los autores.

### **Horizonte temporal de estudio (T)**

Según en la pregunta #8 de la encuesta, donde se preguntaba de cuanto sería el tiempo que se puede analizar una inversión. El 51% del total de los encuestados señalaron que a partir del año 1 hasta 10 años podría ser prudente estudiar su inversión. Con esta información se procede a establecer como 10 años el límite del horizonte temporal de estudio.

Tabla 9  
Horizonte temporal de estudio (T)

<b>Tiempo para el análisis</b>	<b>Horizonte temporal</b>	<i>10 -15años</i>	<i>5 -10 años</i>	<i>1 -5 años</i>	<b>94%</b>
<i>10 años</i>		43%	42%	9%	

**Fuente:** Los autores.

Con las cinco variables ya definidas e indicando de donde se procederá a extraer algunas como: el riesgo ( $\sigma$ ), la tasa libre de riesgo (Rf) y el horizonte o tiempo (T). La fórmula de Black & Scholes puede proceder a la realización del cálculo para estimar el valor real de una compra o venta de un bien inmueble. Con la aplicación de la fórmula de Black & Scholes dentro de la economía moderna del Ecuador es muy importante señalar que esta fórmula es de gran ayuda para valorar determinados bienes inmuebles a través del tiempo.

Hemos encontrado las variables que se aplicarán en el modelo de Black & Scholes, explicando desde el valor del mercado hasta la esperanza de resultado de la decisión, el riesgo como la variación de precios dentro del mercado para utilizarlo como índice hasta el rendimiento del costo de oportunidad de invertir o no en el proyecto como una tasa libre de riesgo, finalmente hemos validado el horizonte temporal en el que analizaremos las inversiones en base a las encuestas realizadas.

## CAPITULO V: EL MODELO DE BLACK & SCHOLES EN EL SECTOR INMOBILIARIO

Plantearse utilizar el modelo de Black & Scholes en el sector inmobiliario, como mecanismo de valoración, asumiendo que su aplicación generaría un impacto en la toma de decisiones “justas” (acordes a las expectativas y posibilidades de cada cual), desde la óptica del valor que se deriva, nos ha obligado a revisar la teoría y cotejarla con lo relevante de la práctica en dicho sector de actividad (capítulos I al III). Ahora toca analizar los datos para validar el estudio realizado.

A fin de resumir, el presente capítulo valida la fórmula orientada hacia el valor justo inmobiliario empleando las variables del modelo Black & Scholes determinadas en el capítulo anterior. Partimos de los significados que toman las variables y los triangulamos con la información obtenida in situ para los cálculos que se derivan.

En su modelo “simple”, la fórmula de Black & Scholes considera 5 variables:

1. **El precio del mercado ( $S_0$ ):** cotización del subyacente; el activo como patrimonio del actor.
2. **El precio de ejercicio ( $E$ ):** valor expectante, sobre el que estamos dispuestos a comprometer nuestros recursos.
3. **El horizonte temporal ( $t$  anual):** vencimiento del análisis.
4. **El riesgo ( $\sigma$ ):** la volatilidad de los precios de los bienes inmuebles a través del tiempo; se toma el referencial histórico.
5. **La variable sin riesgo ( $r_f$ ):** como costo de oportunidad, es la tasa que convierte la “aventura” en valor privativo (específico o intrínseco); o sea, ganado sin asumir el vaivén del tiempo.

Anteriormente decíamos que hoy la gran mayoría de las personas no conoce cuál es el valor justo de una decisión, porque muchas veces se paga un precio muy alto por algo que en realidad no justifica el gasto. Dicha aseveración nos conduce a contrastar el método de evaluación que se utiliza; asunto que nos ha ocupado la presente investigación.

Hemos planteado, como alternativa, el modelo de Black & Scholes desde una perspectiva cuya toma de decisiones, de compra o venta de una bien, integre

elementos dinámicos que la estática no los valora (Hull, 2008), o sea, el valor como opciones de los supuestos que evolucionan durante un proyecto. Si el precio del bien inmueble es de  $X$  valor monetario hoy, entonces, nos hemos propuesto contestar, a lo largo del análisis, algunas interrogantes que soslaya la premisa: ¿cuál sería la asignación de precio dentro de un día, semana, o año?, ¿los participantes del mercado inmobiliario apuestan por nuevas plazas de inversión, realizando la plusvalía de todos los bienes inmuebles adyacentes al proyecto?; el drama lo señalamos: ¿cómo poder pronosticar el éxito de la locación de un bien inmueble?; y se atribuyó el principio de la probabilidad, su incertidumbre y la destreza de los gerentes que pueden ver donde nadie ve (valor tiempo). Sin embargo, hemos resaltado que para la mayoría de los casos simplemente es un juego de apuesta que se gana o pierde todo; también posicionamos que un enfoque exclusivo de la probabilidad o de la incertidumbre, nos conduciría sólo al problema informativo.

En consecuencia, cuando abordamos el fenómeno en términos de opciones el valor ya no depende únicamente del valor presente de las inversiones actuales de la misma, sino también del valor presente de las opciones futuras de crecimiento; lo que nos condujo a proponer que el enfoque de las opciones tiene la capacidad de medir la flexibilidad de una empresa activa, ya que expresa el valor como el conjunto de opciones reales corporativas que representan una oportunidad de inversión. A diferencia de los métodos tradicionales, como el flujo descontado de capital, las opciones reales se basan en dicha flexibilidad que se incorpora para la toma de decisiones gerenciales bajo escenarios de incertidumbre, mediante la reducción o descubrimiento del verdadero sacrificio de una inversión frente a la rentabilidad futura esperada. (Cuervo & Botero, 2014); o sea, el valor presente neto (VPN) y el flujo de caja descontado (DCF) no captan apropiadamente la flexibilidad que necesitan las decisiones futuras como reacción a variaciones inesperadas del mercado. Un mundo que se caracteriza por variaciones, incertidumbre e interacciones competitivas.

Si con los supuestos subyacentes los métodos de valoración tradicionales fallan en su determinación del flujo de efectivo inicial y terminal, entonces, la nueva información que aparece produce incertidumbre con respecto a la situación de los flujos de efectivo, lo que obliga a realizar gradualmente modificaciones estratégicas en la operatividad, a fin de capitalizar oportunidades favorables o apaciguar plausibles pérdidas. Como se dijo, la gerencia puede diferir, expandir, contraer,



abandonar, o alterar un proyecto en las diferentes etapas durante su vida útil (Trigeorgis, 1995) Myres (1976, citado en Vollert, 2003) - valor de oportunidades de crecimiento. Desde la óptica de la valoración se ha conseguido reconocer las opciones reales de forma genérica, ahora nos toca realizar un enfoque práctico, utilizando la información recopilada en el presente estudio.

Empecemos con un poco de intuición: para definir el  $S_0$  (precio subyacente) debemos preguntarnos ¿en cuánto tiempo valoro la opción real que enfrento? Es una pregunta clave para definir el horizonte temporal de análisis en el cual evaluaremos el ejercicio a realizar; luego nos enfocamos en la volatilidad del bien, representada por la desviación estándar; y, por último, se determina el costo de oportunidad.

La fórmula de Black & Scholes que se utiliza es para una opción de compra tipo europea (que se ejerce únicamente al final del horizonte temporal); en primera instancia se calcula la función de distribución de probabilidad como distribución normal estándar. Al ser una probabilidad, ella va a estar acotada entre dos valores que darán como resultado un valor entre 0 y 1 ( $0 < N(x) < 1$ ) y no puede ser negativa.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Además,

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(p - \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$C = \text{Ganamos} - \text{pagamos}$

$$c(S, T) = S e^{pT} N(d_1) - (1 - Z) KN(d_2)$$

Las variables  $d_1$  y  $d_2$  que inicialmente son términos demasiado grandes, al hacerlos probabilidad nos ayudan a calcular nuestro precio de la opción

Si hacemos una “traducción gráfica” (Barreau, Delahaye, & Delahaye, 2006).

Tendríamos:

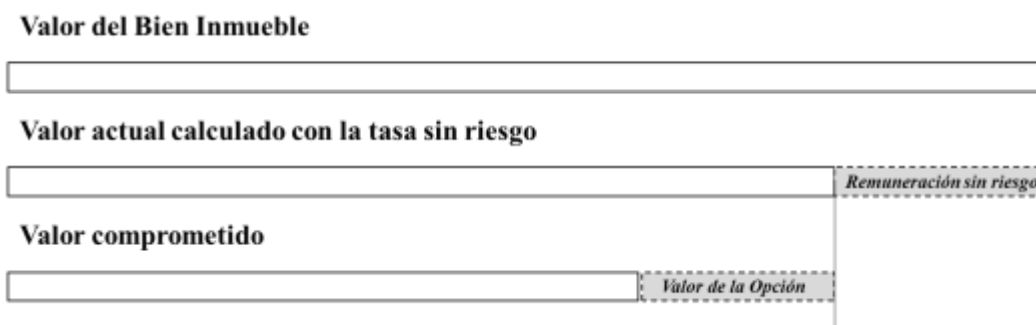


Figura 8. Componentes del precio de la opción.

La captura de datos se dio a través de la encuesta generalizada; los siguientes resultados:

Tabla 10  
*Adquirir o vender un bien inmueble*

<b>1. Escoja cuál de las siguientes alternativas para usted es prioritario al momento de adquirir o vender un bien inmueble.</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Lugar	115	30%
Antigüedad	32	8%
Tamaño	63	16%
Diseño y estructura	75	19%
Precio	100	26%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Ello nos señala las particularidades que se necesitan considerar en la expectativa de los compradores; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 9.* Adquirir o vender un bien inmueble.

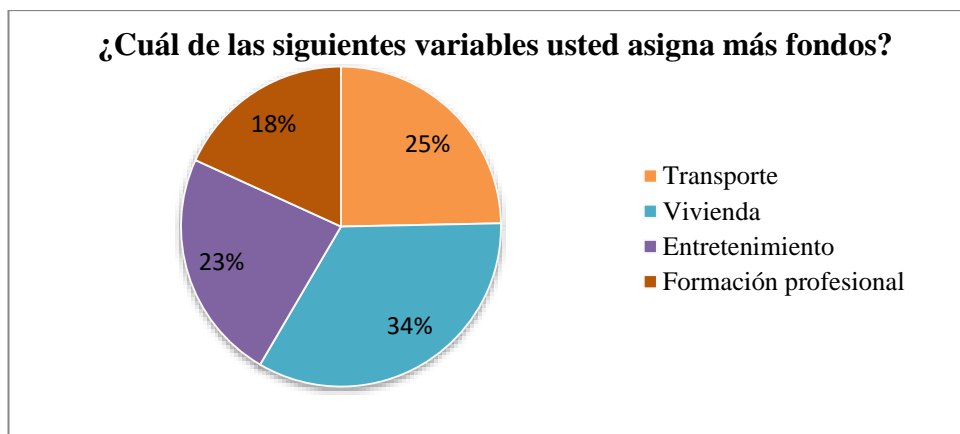
Los resultados obtenidos de las encuestas se pueden apreciar en el gráfico que el 30% de las personas encuestadas en una primera instancia prestan mucha atención la locación al momento de adquirir o vender un bien inmueble, seguido del precio con un 26%; para algunos también cuenta el diseño o estructura. Con esto se logra analizar que los individuos encuestados en cualquier posición que se encuentre dejan en última prioridad el tamaño y antigüedad.

Tabla 11  
*Asignación de fondos*

**2. ¿cuál de las siguientes variables usted asigna más fondos?**

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Transporte	95	25%
Vivienda	130	34%
Entretenimiento	90	23%
Formación profesional	70	18%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La intención aquí es determinar si el rubro vivienda se encuentra o no entre las prioridades de los encuestados; la observación gráfica da:



*Figura 10.* Asignación de fondos

Según la encuesta realizada, las personas encuestadas, considerando su gasto, asignan mayor fondo a la vivienda llegando en un 34%. Seguido del transporte con un 25% y el entretenimiento con un 23% dejando en último lugar a la formación académica. Se logra indagar que los individuos encuestados aportan mayor dinero a tener un lugar que aporte seguridad satisfaciendo así la una necesidad básica del ser humano.

Tabla 12  
*Ingreso mensual para alquiler*

**3. Si usted tuviera que comprar una vivienda ¿Qué porcentaje destinaria de su ingreso mensual para poder adquirirla (préstamo, alquiler, etc.)?**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
0 - 10 %	8	2%
20 - 30 %	12	3%
20 - 30 %	65	17%
30 - 40 %	85	22%
40 - 50%	120	31%
50 - 60%	70	18%
60 - 70%	25	6%
70 - 80 %	0	0%
80 - 90 %	0	0%
90 - 100 %	0	0%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Ello nos da la pauta del esfuerzo que se hace en bienes inmuebles; al observarlo en su gráfico, tenemos:

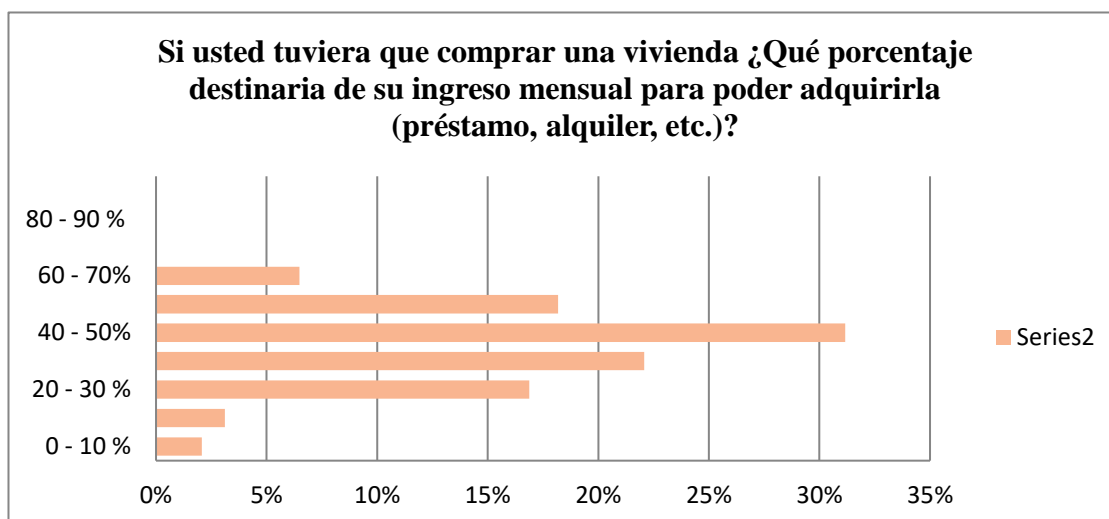


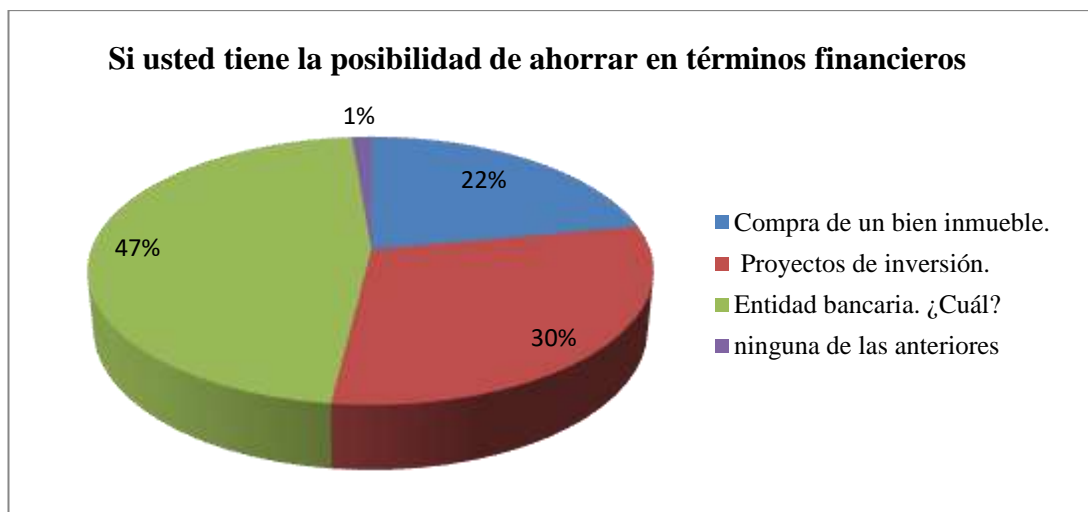
Figura 11. Ingreso mensual para alquiler.

De acuerdo con los resultados mostrados, las personas eligieron que destinarían del 40 - 50 % de su ingreso mensual, en segunda instancia estimaron del 30 - 40%. Una mayoría notable para considerar es que algunos de los encuestados consideraron en destinar en un 50 – 60%. Con estos datos nos da la pauta a considerar que un individuo cuando está dispuesto a adquirir una vivienda busca acomodarse en el pago con el fin de obtener la vivienda.

Tabla 13  
Ahorro monetario

<b>4. Si usted tiene la posibilidad de ahorrar en términos financieros ¿Dónde pondría su dinero?</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Compra de un bien inmueble.	85	22%
Proyectos de inversión.	115	30%
Entidad bancaria. ¿Cuál?	180	47%
Ninguna de las anteriores	5	1%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Pregunta utilizada para ratificar la intencionalidad; al observarlo en su gráfico, tenemos:



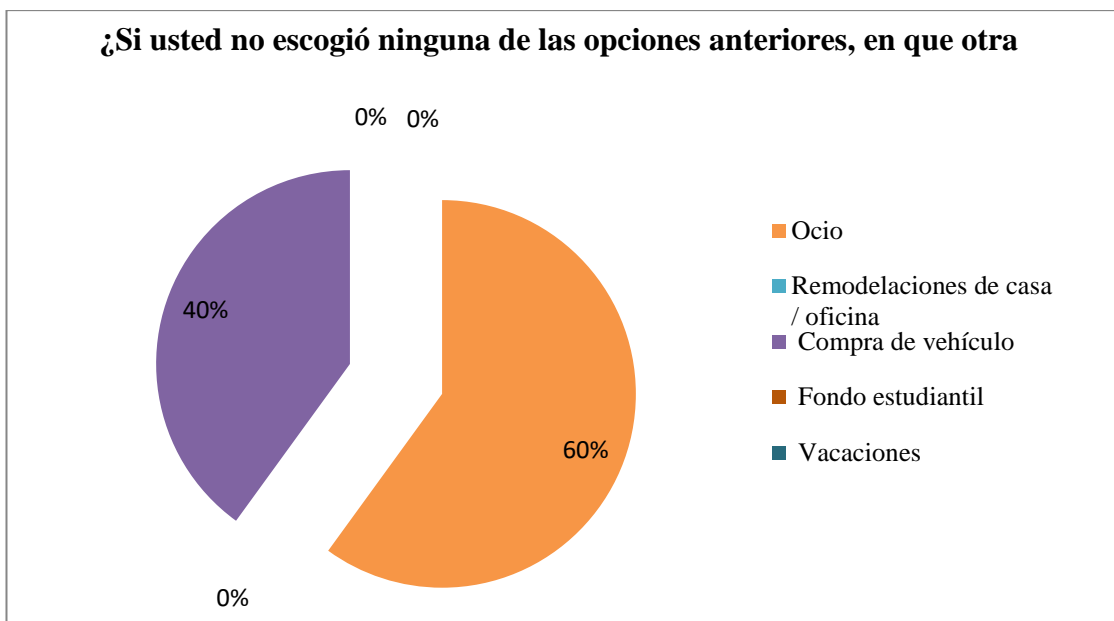
*Figura 12. Ahorro monetario*

Según en las encuestas, un 47% los encuestados si tuvieran la opción de obtener ganancias colocarían sus ahorros en una entidad bancaria, seguido de colocar sus ahorros en alguno proyecto de inversión. Finalmente, el 22% de los individuos comprarían un bien inmueble. Con este análisis inferimos que la mayoría de personas al disponer de dinero ‘vago’; no analizan más opciones de colocar el dinero en algún sitio que les genere más rentabilidad y eligen el banco, esto pasa de igual manera por la cultura financiera que el individuo posea.

Tabla 14  
*Otras actividades*

<b>5. ¿Si usted no escogió ninguna de las opciones anteriores, en que otra actividad lo emplearía?</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Ocio	3	60%
Remodelaciones de casa / oficina	0	0%
Compra de vehículo	2	40%
Fondo estudiantil	0	0%
Vacaciones	0	0%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

Se hace énfasis en el gasto; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 13. Otras actividades.*

El grafico anterior nos da a entender que los encuestados al no saber dónde colocar su dinero para obtener una rentabilidad, eligen finalmente en el gasto de actividades recreativas, lo cual representa un 60%. La otra parte decide realizar la compra de un vehículo; Se podría inferir que realizan la compra de un vehículo para uso personal o también sería para un uso comercial.

Tabla 15  
*Ahorro de dinero de forma segura*

<b>6. Si usted tuviera dinero ahorrado y tendría la posibilidad de colocarlo o guardarlo. ¿Dónde usted cree que el dinero se lo guardaría de una forma más segura?</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
En su casa	95	25%
Cuenta bancaria	194	50%
Pólizas de seguro	80	21%
Bonos y acciones	16	4%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Al insistir en el gasto, se destaca el elemento confianza; observamos en su gráfico, que:



*Figura 14. Ahorro de dinero de forma segura.*

Con estos resultados obtenidos de las encuestas, se logra visualizar que el 50% de los encuestados ven una forma más segura en guardar su dinero en una cuenta bancaria, la otra parte de los individuos decide dejar su dinero en su casa con el 25% y con el 21% cree que dejándolo en una póliza de seguro es más seguro. Con estos resultados se logra deducir que las personas se van por los métodos tradicionales.

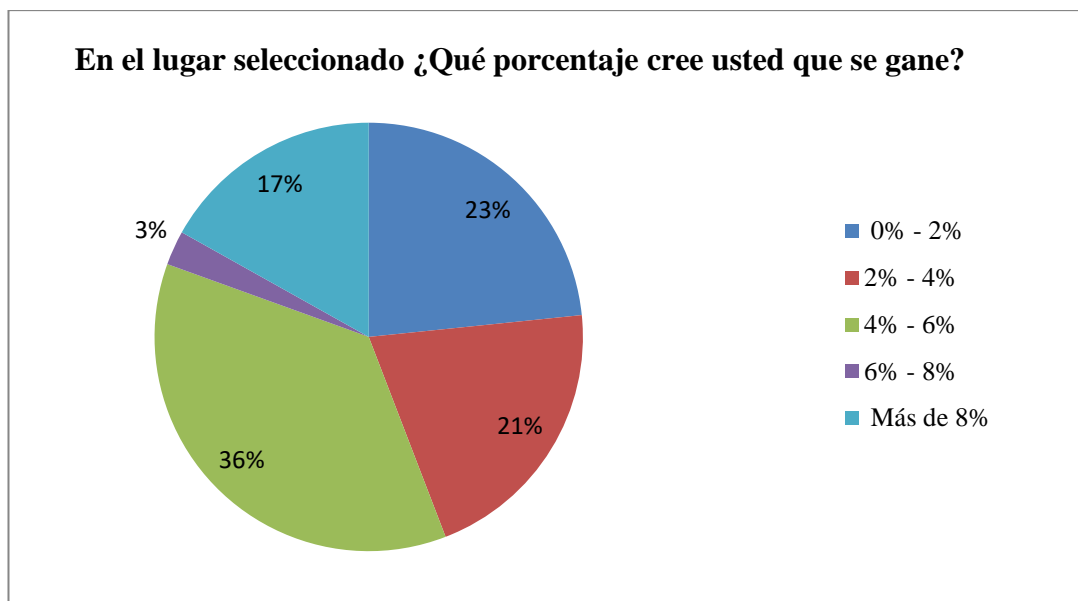
Tabla 16  
*Porcentaje de ganancia*

**7. En el lugar seleccionado ¿Qué porcentaje cree usted que se gane?**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
0% - 2%	90	23%
2% - 4%	80	21%
4% - 6%	140	36%
6% - 8%	10	3%
Más de 8%	65	17%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Al aproximar el tema desde el gasto, se busca evaluar los márgenes con los que se “mueve” el agente; al observarlo en su gráfico, tenemos:





*Figura 15.* Porcentaje de ganancia.

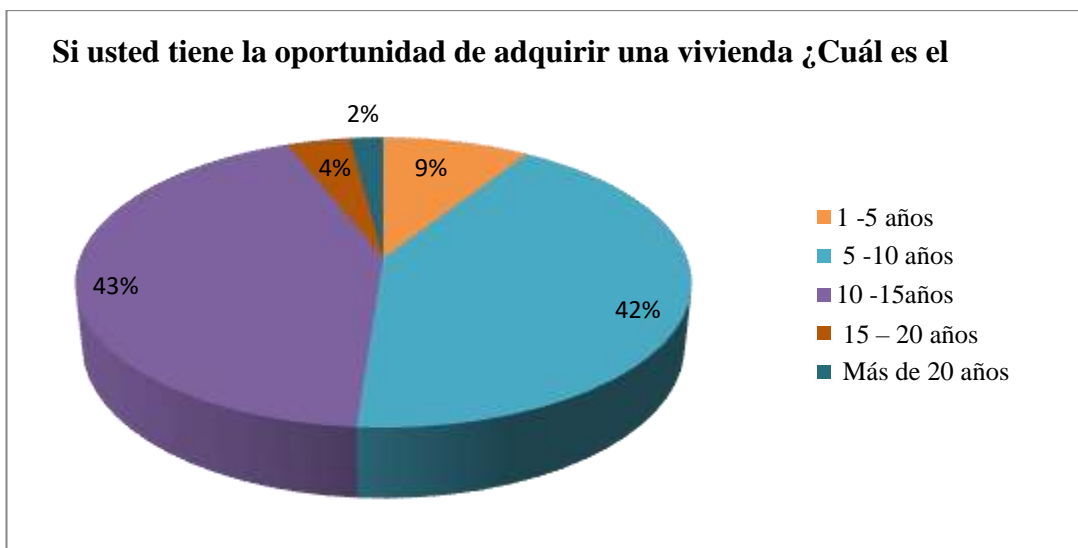
Según el gráfico, el 36% de los encuestados creen que dejando su dinero de acuerdo con lo respondido anteriormente (pregunta 6) tendrán una ganancia del 4 - 6%, seguido con el 21% donde obtendrían una rentabilidad del 0 - 2%. Se logra visualizar que las mayorías de los encuestados tienen conciencia que no obtendrán una mayor rentabilidad dejando su dinero en lugares tradicionales.

Tabla 17  
*Tiempo para una inversión*

**8. Si usted tiene la oportunidad de adquirir una vivienda ¿Cuál es el tiempo que usted considera prudente para analizar su inversión?**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
1 -5 años	35	9%
5 -10 años	162	42%
10 -15años	165	43%
15 – 20 años	15	4%
Más de 20 años	8	2%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La pregunta apunta al horizonte temporal; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 16.* Tiempo para una inversión.

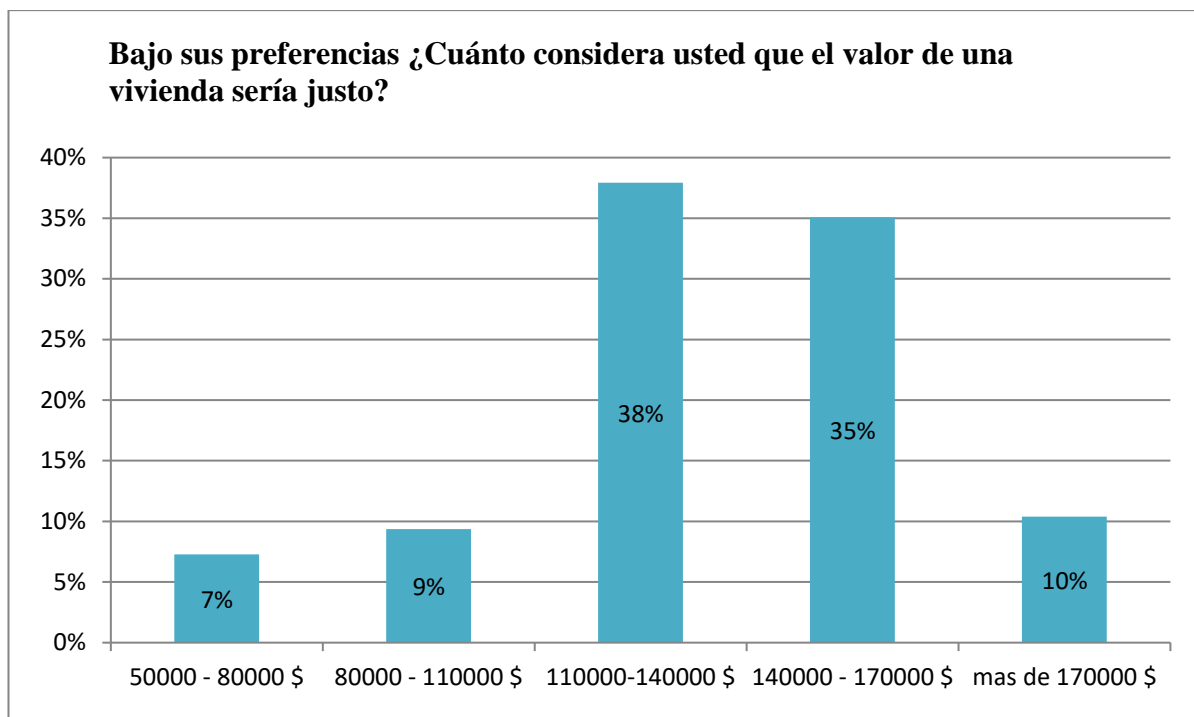
Se logra identificar que el 43% de los encuestados consideran prudente examinar la inversión de haber obtenido una vivienda en un tiempo de 10 – 15 años, seguido de unos 5 – 10 años en lo que representa un 42% y con el 9% de los encuestados considera en un tiempo de 1 – 5 años. Con esto se logra visualizar que las personas encuestadas estiman un mínimo de 5 años en analizar su inversión.

Tabla 18  
*Valor justo de vivienda*

**9. Bajo sus preferencias ¿Cuánto considera usted que el valor de una vivienda sería justo?**

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
50000 - 80000 \$	28	7%
80000 - 110000 \$	36	9%
110000-140000 \$	146	38%
140000 - 170000 \$	135	35%
Más de 170000 \$	40	10%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La pregunta busca cercar el valor; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 17.* Valor justo de vivienda.

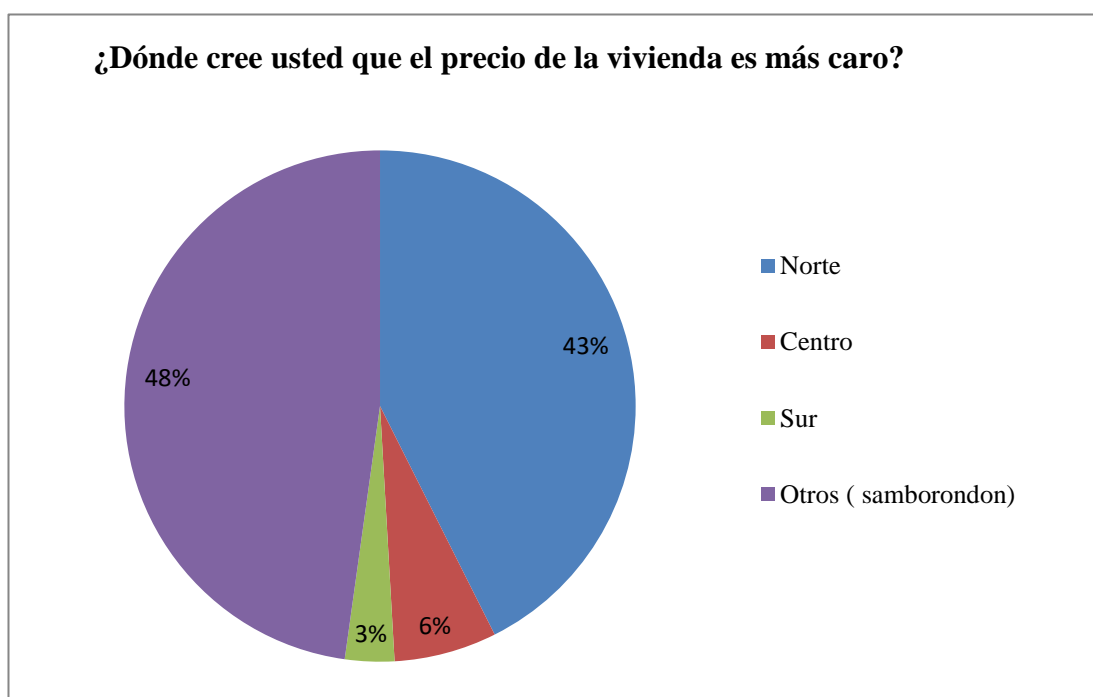
De acuerdo con el gráfico, se logra constatar que el 38% de los individuos encuestados consideran el valor de \$110.000 – \$140.000 de una vivienda que se ajuste a sus expectativas, seguidos con el 35% consideran que el valor de la vivienda sería de \$140.000 – 170.000 y finalmente el 10 % considera un valor mayor de los \$170.000. Con esto nos da la pauta que la gran parte de las personas valoran la vivienda que cumplen con sus expectativas (incluyendo lugar, tamaño, estructura y acabados) en un valor mayor de los \$110.000.

Tabla 19  
*Precio de vivienda más elevado*

**10. ¿Dónde cree usted que el precio de la vivienda es más caro?**

<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Norte	164	43%
Centro	25	6%
Sur	12	3%
Otros (Samborondón)	184	48%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La pregunta sirve para afirmar la expectativa; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 18. Precio de vivienda más elevado*

De acuerdo con el gráfico se logra identificar que las personas consideraron como un valor alto las viviendas en la localidad de Samborondón lo que representa el 48%, le sigue el Norte con el 43%. Se puede observar que las personas encuestadas rápidamente asocian un alto valor en las localidades de alta demanda; ya sea por la accesibilidad de los centros comerciales, nivel de vida y por su alta plusvalía.

Tabla 20  
Sector donde vivir

<b>11. Si podría elegir un sector donde vivir ¿dónde sería?</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Norte	206	54%
Centro	25	6%
Sur	0	0%
Otros (Samborondón)	154	40%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Ibídem anterior; al observarlo en su gráfico, tenemos:

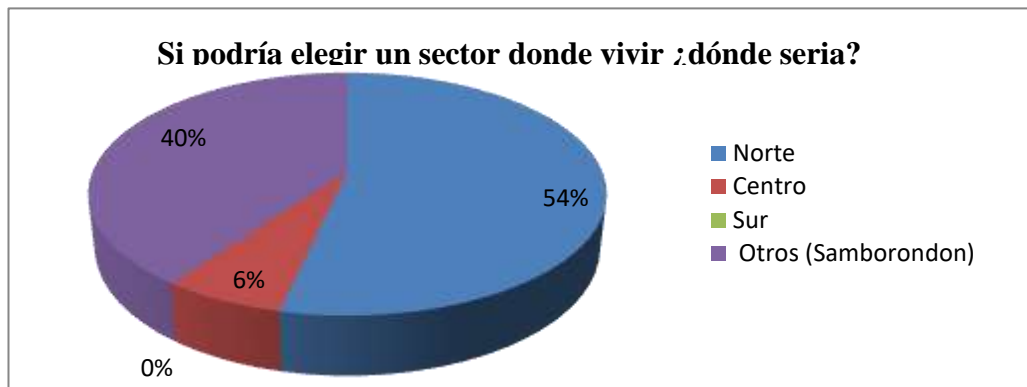


Figura 19. Sector donde vivir

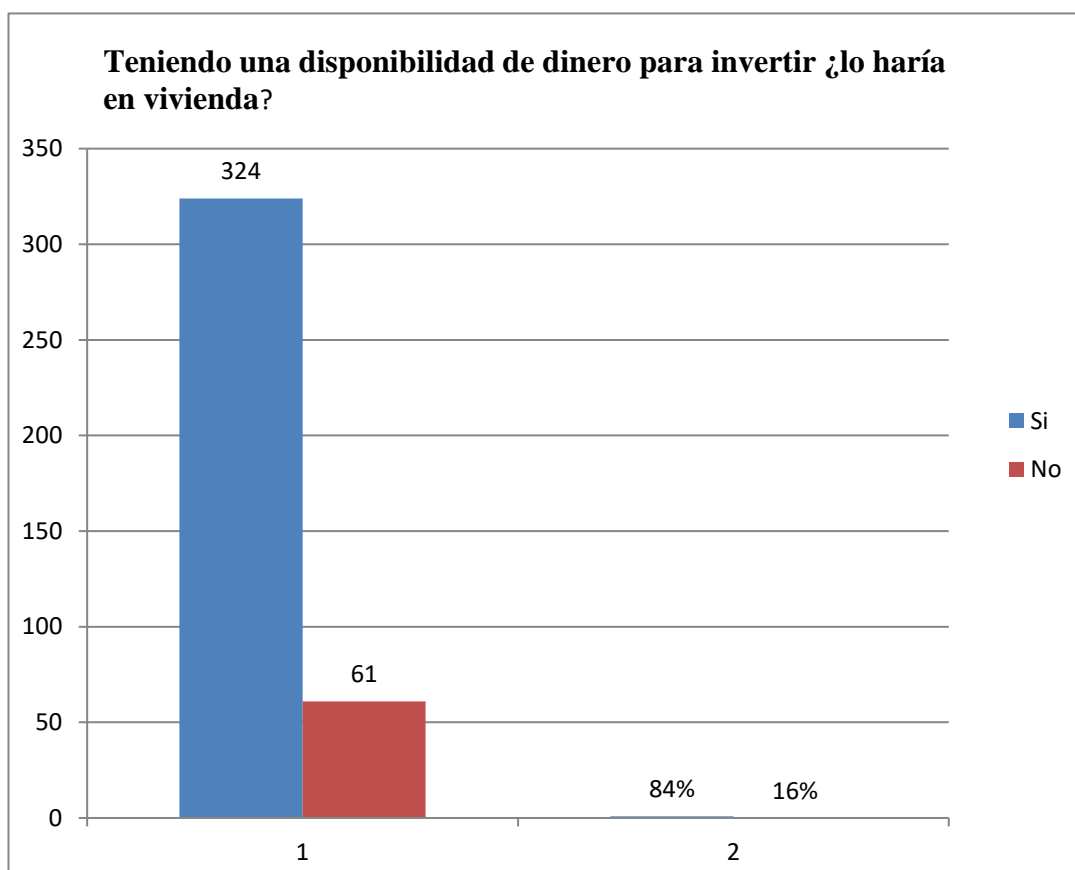
Con el gráfico anterior se logra verificar que el 54% de los encuestados desearían vivir en el Norte, le sigue la localidad de Samborondón con un 40% y tan solo un 6% le gustaría vivir en el centro de la urbe. Por la alta demanda y su buena ubicación los sectores del Norte y Samborondón son deseados por los habitantes en obtener una vivienda; dando llamativo a invertir dentro de esos sectores.

Tabla 21  
*Disponibilidad para invertir en una vivienda*

**12. Teniendo una disponibilidad de dinero para invertir ¿lo haría en vivienda?**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	324	84%
No	61	16%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Se reafirma intención de inversión o adquisición; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 20.* Disponibilidad para invertir en una vivienda

De acuerdo con el gráfico, se logra afirmar con una mayoría del 84% de los encuestados invertirían su dinero en adquirir una vivienda.

Tabla 22  
Análisis para la compra y venta

**13. Escoja su forma de análisis para determinar el precio de una vivienda al momento de comprar o vender.**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Análisis Patrimonial	95	25%
Beneficios o pérdidas alcanzadas	108	28%
Flujo de caja descontado	170	44%
Otros	12	3%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La pregunta apunta a evaluar el uso del modelo de cálculo; al observarlo en su gráfico, tenemos:

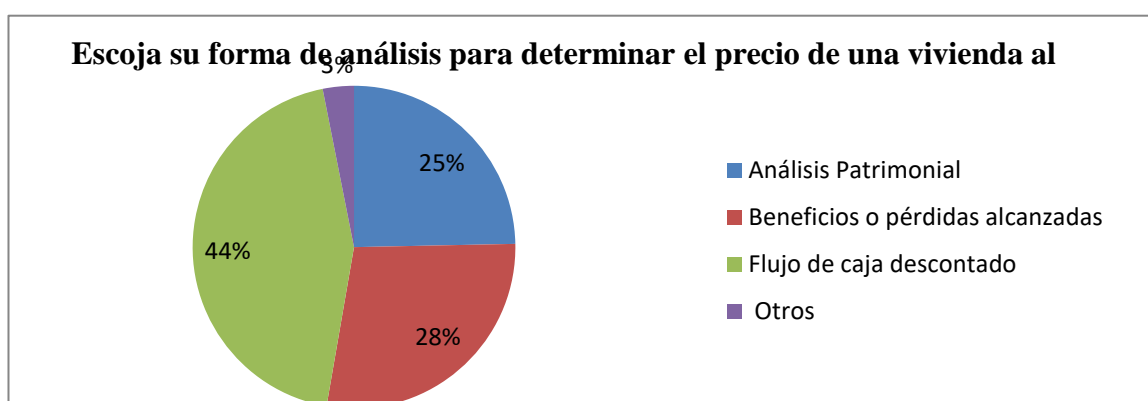


Figura 21. Análisis para la compra y venta

De acuerdo con el gráfico se logra identificar que las personas para determinar el precio de una vivienda lo hacen por medio del flujo de caja; estimando así el año en que recuperarían sus gastos o inversión lo cual representa el 44%, en segundo lugar, se ubica el método de beneficios o pérdidas alcanzadas, el 25% logra determinar a través del análisis patrimonial.

Tabla 23  
Riesgo del método escogido

<b>14. Del método que usted escogió en la pregunta anterior considera que dicho método lo protege del riesgo.</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	31	8%
No	354	92%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

La pregunta pretende resaltar las variables que el modelo propuesto destacaría; al observarlo en su gráfico, tenemos:

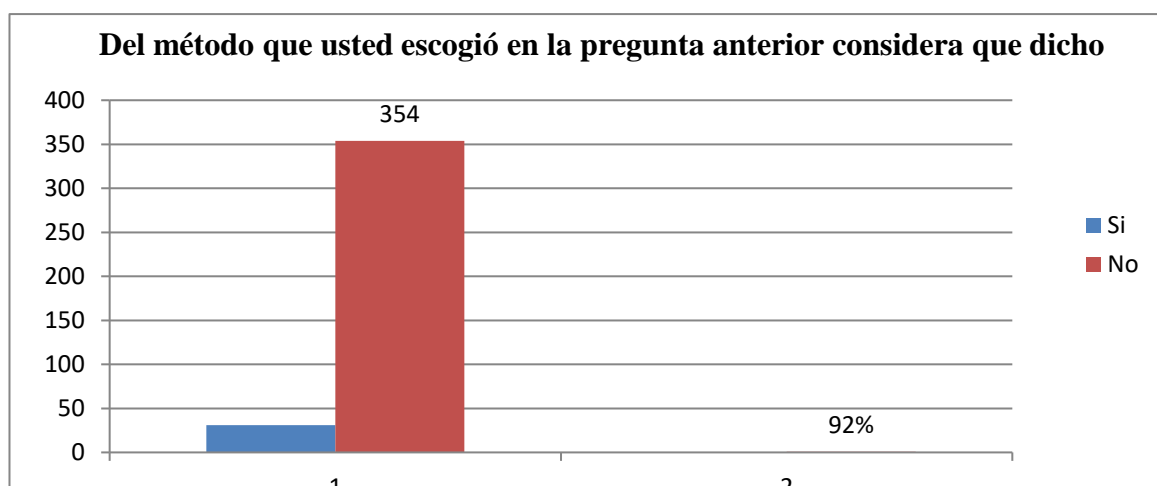


Figura 22. Riesgo del método escogido

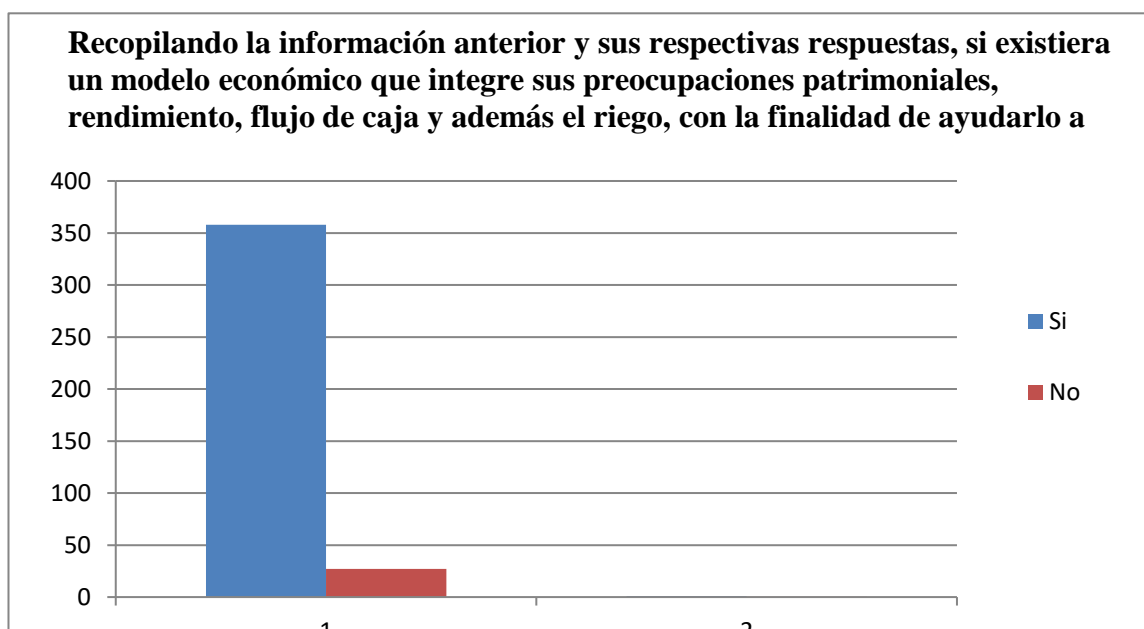
Con el gráfico presente se logra visualizar que las personas son conscientes que utilizando el método preferido de la pregunta 13; no les protege del riesgo lo cual representa el 92% de los encuestados. Se ve que las personas asumen o utilizan dichos métodos con un poco de miedo frente al riesgo ya que no se sienten verdaderamente protegidos del riesgo; siendo este una variable determinante al incurrir en un intercambio comercial.



Tabla 24  
*Utilización del Modelo económico*

<b>15. Recopilando la información anterior y sus respectivas respuestas, si existiera un modelo económico que integre sus preocupaciones patrimoniales, rendimiento, flujo de caja y además el riesgo, con la finalidad de ayudarlo a conocer el valor justo de compra y venta de un bien inmueble ¿Estaría dispuesto a utilizarlo?</b>		
Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	358	93%
No	27	7%
<b>Total, de encuestados</b>	<b>385</b>	<b>100%</b>

Encuestamos si el modelo propuesto, a través de su sentido, se aceptaría; al observarlo en su gráfico, tenemos:



*Figura 23. Utilización del Modelo económico*

Con el gráfico se logra asegurar que las personas se sienten interesadas en el mecanismo que los proteja del riesgo; ya que ellos dicen prefieren salir con saldo de pérdida de cero a que tener una pérdida significativa. Con el uso de este método se logra tomar en consideración 5 variables las cuales en un tiempo de utilización podrá darse cuenta si en buen negocio vender o comprar una vivienda.

Resumiendo, los resultados relevantes son:

Tabla 25  
Resumen de datos encuestas

		1 <sup>er</sup>	2e	3e	> %	
1	Alternativas prioritarias al adquirir o vender un bien inmueble	Expectativa de los compradores	Lugar	Precio	Diseño y estructura	75%
	Cualitativo en 49%	Cuantitativo en 26%	30%	26%	19%	
2	Asignación del gasto	Vivienda se encuentra o no entre las prioridades	Vivienda	Transporte	Entretención	82%
		Vivienda en segundo plano	34%	25%	23%	
3	% destinaria el ingreso mensual para adquirirla	Esfuerzo que se hace en bienes inmuebles	40 - 50%	30 - 40 %	50 - 60%	71%
		No es prioridad (< a 50% del gasto es mayoría)	31%	22%	18%	
4	Distribución financiera del ahorro	Intencionalidad	Entidad bancaria. ¿Cuál?	Proyectos de inversión.	Compra de un bien inmueble.	99%
		77% del Ahorro para inversión	47%	30%	22%	
5	Otra opción	El énfasis en el gasto	Ocio	Compra de vehículo		100%
		Prioridad al Ocio	60%	40%		
6	Percepción del "sin riesgo"	Confianza	Cuenta bancaria	En su casa	Pólizas de seguro	96%
		Banca	50%	25%	21%	
7	Costo de oportunidad	Márgenes del agente	4% - 6%	0% - 2%	2% - 4%	81%
		3%	36%	23%	21%	
8	Tiempo para el análisis	Horizonte temporal	10 - 15 años	5 - 10 años	1 - 5 años	94%
		10 años	43%	42%	9%	
9	Valor "justo" del sueño	Valor	110000-140000 \$	140000 - 170000 \$	mas de 170000 \$	83%
		140 000	38%	35%	10%	
10	Relación lugar - precio	Afirmar la expectativa	Otros ( Samborodón)	Norte	Centro	97%
		Norte	48%	43%	6%	
11	Lugar de interés	Especifica expectativa	Norte	Otros (Samborodón)	Centro	100%
		Norte	54%	40%	6%	
12	Deseo de vivienda	Intención de inversión o adquisición	Si	No		100%
		Deseo confirmado	84%	16%		
13	Modelo tradicional	Modelo de cálculo acostumbrado	Flujo de caja descontado	Beneficios o pérdidas alcanzadas	Análisis Patrimonial	97%
		FCD	44%	28%	25%	
14	Lo tradicional integra en calculo el riesgo	Variables del cálculo	No	Si		100%
		Falta incluir volatilidad	92%	8%		
15	Aceptación de nuevo modelo	Aceptación plausible del modelo	Si	No		100%
		Aceptación	93%	7%		

Lo que nos permite obtener las variables:

- Costo de oportunidad (rf) = 3% (referencial banca para entrevistados).
- Horizonte temporal (t) = 10 años (promedio de evaluación).
- Precio para ejercer (E) = \$ 140 000 (al norte, para vivir y no como inversión - prioridad cualitativa).
- Precio del mercado = \$ 188 000 (precio de un bien inmueble con las especificaciones deseadas).
- El riesgo ( $\sigma$ ) = Corresponde al: 19,023 %
- Aceptación de nuevo modelo que considere la volatilidad (valor tiempo) a comparar con el FCD; bajo la condición planteada:
  - Valor intrínseco (*Call*) = máx. (ST – E; 0).
  - Valor intrínseco (*Put*) = máx. (E – ST; 0).

Al asumir el Spot (precio), o sea, el valor actual de un activo real como un proyecto a emprender, que hace referencia a los flujos de caja. *Dentro de las opciones reales el valor actual del activo real subyacente solo se conoce de manera aproximada* (Rozo Nader, 2009). Una esperanza de resultado específica (precio de expectativa) a ejercer según los detonantes de la fluctuación de los precios, porque desarrollar una valoración que *considera las necesidades de cada individuo en relación con un índice del mercado* (Rozo Nader, 2009).

Por ejemplo, un bien inmueble a 10 años de \$ 140.000,00 que responde a la pregunta ¿cuánto vale el bien en un horizonte de tiempo de 10 años? Lo normal sería analizarlo con el esquema de flujo de caja, o sea, calcular el valor futuro:

$$VF = VA \times (1 + rf)^t \rightarrow VF = 140\ 000 \times (1 + 3\%)^{10} \rightarrow VF = \mathbf{188\ 148,29}$$

Sin embargo, el resultado, aunque parece favorable, corresponde al sin riesgo (lo intrínseco). Si la persona se juega su expectativa (valor) en el tiempo, aspira a un aumento por la volatilidad.

En consecuencia, se puede analizar, por ejemplo, como un valor con dos componentes: una deuda a 1 año de \$ 100 000 pagadera a una tasa de interés de 19,023%, que permite acceder a un artículo de \$ 140 000; o sea, en la lógica clásica, un aporte en recurso propio de \$ 40 000, donde el análisis de la inversión se realiza en base al valor del tiempo: nos pertenecerá (ejercemos el derecho) siempre que el valor futuro, al final del periodo, supere a la deuda (>119 023); pero este tiene su componente “sin riesgo” y una parte del riesgo; o sea:

$$VA = VF \div (1 + rf)^t \rightarrow VA = 119\ 023 \div (1 + 3\%)^1 \rightarrow VA = 115\ 556,31$$

Si el valor del recurso propio es \$ 40 000, conforme a la fórmula ¿cuánto será el valor tiempo?

$$V_{RP} = VI + VT \rightarrow 40\ 000 = VT + (140\ 000 - 115\ 556,31) \rightarrow 40\ 000 - 24\ 443,69 = VT$$

Ello significa: **VT** = \$ 115 556,31 con una volatilidad (riesgo) = \$ 8 887,38.

El modelo de Black & Scholes se utiliza para poder conocer la diferencia que hace el tiempo en el recurso para hallar el valor real del bien. Tomando: S = 140 000

bajo los datos siguientes:  $r_f = 3\%$ ,  $t = 1$ ,  $\sigma = 16,023\%$  (que es la tasa de interés descontada del  $r_f$ ) y el  $E = 115\,556,31$  (la deuda con interés a su VA calculado con el  $r_f$ ), tendremos una “prima” (valor tiempo) = \$ 28 618,36

En el sector inmobiliario el propietario de un bien tiene la potestad de vender su bien para ganar capital, dependiendo de sus necesidades, recursos económicos, seguridad, comodidad o simplemente para encontrar una vivienda más cerca del trabajo; o sea, depende de la expectativa del individuo. Para saber si una propiedad es barata o cara en el mercado se puede utilizar fórmulas sencillas de rentabilidad.

Imaginemos que el precio de venta de una casa es de \$ 140 000 y deseamos saber ¿en cuánto se podría alquilar? En el capítulo anterior se definió que “con este análisis podemos obtener un promedio de los costos por metro cuadrado de los sectores de Guayaquil de \$ 756,25”; entonces, una vivienda de \$ 140 000 tendría  $185,12\text{ m}^2$ , su alquiler (la *tabla 4* establece que, en promedio, el alquiler es 65,81 para viviendas de  $185,46\text{m}^2$  de construcción) de \$ 12 182,75.

El siguiente paso es saber cuál es el total de gastos que tiene esta casa al año, por ejemplo: seguro, impuestos, comunidad, etc., esto suele variar. Si estimamos aproximadamente (como lo hacen los autores de la Tesis citada) 33%, tendríamos \$ 4 061 de gastos anuales; lo que restando del ingreso bruto obtendremos \$ 8 122 de beneficio neto anual. Al dividir la inversión (precio de la casa) para el resultado neto, encontramos el tiempo de recuperación de la inversión: 17 años (PER = 11,5) cuando lo esperado es 10 años.

Otra forma de verlo es determinar el tiempo de retorno: lo acostumbrado a detectar como rendimiento mínimo deseado que descontamos a la inversión. Por ejemplo, si tomamos una inversión que exige 19,023% anual neto y se desea obtener un 21% anual neto, considerando el precio de 140 000, los recursos propios (40 000) demandan una renta de 48 400 (o sea, 8 400 suplementario) y la devolución de la deuda de \$ 119 023, significa que deberíamos esperar un valor, después de 1 año de \$ 167 423 lo que demuestra que la vivienda es muy cara. Únicamente si se la negocia en \$ 112 557 logramos recuperar el valor exigido del recurso propio y el interés a pagar por la deuda. (Precio de compra ideal para una rentabilidad deseada).

En consecuencia, se procede a comparar el valor que resulta del modelo propuesto con el estimado de un FCD; para este último, se considera una adquisición a 10 años que se alquila y se calcula considerando el alquiler neto. O sea: \$ 8 122 por año (677 mensuales)

Con el modelo (a 10 años,  $S = 188\,148$ ,  $E = 140\,000$ ,  $rf = 3\%$  y  $\sigma = 19,023\%$ ), la prima resulta: \$ 91 367,13

Ello significa que, considerando la volatilidad y el costo de oportunidad, en el horizonte temporal determinado, una vivienda valorada en \$ 140 000 se incrementa del valor de la prima (\$ 91 367,13) y se vuelve atractiva en las condiciones señaladas.

Para la puesta en marcha del modelo Black & Scholes en el sector inmobiliario, tomando las variables citadas, remplazamos para encontrar  $d_1$ . O sea,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(rf + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

Remplazamos  $d_1$  en la fórmula, quedando así de la siguiente manera:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{188148}{140000}\right) + \left(0.03 + \frac{19,023^2}{2}\right) * 10}{19,023\sqrt{10}}$$

$$d_1 = 1,2908498$$

Reemplazamos  $d_2$  en la formula, quedando así de la siguiente manera:

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(rf - \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{188148}{140000}\right) + \left(0.03 - \frac{19,023^2}{2}\right) * 10}{19,023\sqrt{10}}$$

$$d_2 = 0,6892898$$

Ahora se reemplaza el valor de  $d_1$  y  $d_2$  en la *tabla z* de la distribución normal; tomando las primeras dos cifras del valor de  $d_1$  en nuestro caso sería 1,2 el cual se busca en la tabla z en la parte vertical y en la parte horizontal buscamos el segundo decimal en este caso sería 0,09 y de la misma forma calculamos el  $d_2$  y quedaría de la siguiente manera.

$$N(d_1) = 0,9016221$$

$$N(d_2) = 0,7546796$$

Una vez encontrado el valor de la probabilidad de  $d_1$  y  $d_2$  se precede a reemplazar en la fórmula del Black & Scholes

$$c = S N(d_1) - E e^{-rf*T} N(d_2)$$

$$c = S (0,9016221) - E e^{-rf*T} (0,7546796)$$

$$c = 188148 (0,9016221) - 140\ 000 e^{-(0,03)(10)} (0,7546796)$$

$$c = 188148 (0,9016221) - 140\ 000 e^{-(0,03)(10)} (0,7546796)$$

$$c = \$ 91\ 367,13$$

En este caso con un valor del mercado de \$ 188 000 frente a un valor esperado de \$ 140 000 con un riesgo del 19,023 % y un costo de oportunidad de 3 % en un horizonte temporal de 10 años, nuestra decisión contiene un costo suplementario \$ 91 367,13. En este caso nuestra compra (call) es el valor intrínseco que, como valor de ejercicio, representa la cantidad de dinero que debe cubrir el inversor al ejercer su derecho de opción para comprar el bien inmueble, a partir del cual le resulta como negocio. Esto quiere decir el valor intrínseco depende de la relación que exista entre el precio de mercado  $S$  y el precio de ejercicio de la opción  $E$ .

Una relación que se configura como sigue: para varios escenarios de precio en 10 años; ( $S$ ) se puede ejercer según la conveniencia del precio que se adquiere (“prima más valor intrínseco”); o sea:

S	E (r) LC
150 518,40	- 91 367,13
159 925,80	- 91 367,13
169 333,20	- 91 367,13
178 740,60	- 91 367,13
188 148,00	- 91 367,13
197 555,40	- 91 367,13
206 962,80	- 91 367,13
216 370,20	- 91 367,13
225 777,60	- 91 367,13
235 185,00	3 817,87
244 592,40	13 225,27
253 999,80	22 632,67
263 407,20	32 040,07
272 814,60	41 447,47
282 222,00	50 854,87
291 629,40	60 262,27

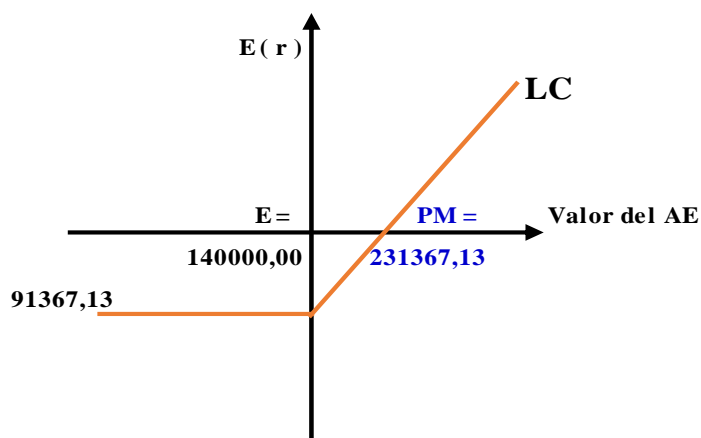
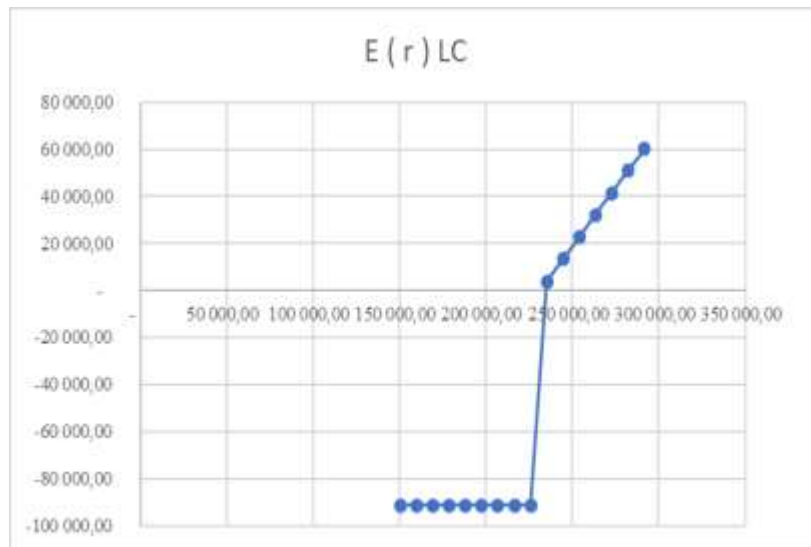


Figura 24. Valor intrínseco Relación entre el precio del mercado S y el precio de ejercicio del opción E.

Un precio por debajo de \$ 140 000 significa una pérdida de \$ 91 367 por concepto de riesgo asumido y costos de oportunidad implicados. Entre \$ 140 000 y \$ 231 367, como precio del inmueble en 10 años, se recupera en algo lo involucrado, pero la pérdida, aunque inferior, se mantiene. Si el valor del bien, al final del horizonte temporal, se encuentra por encima de \$ 231 367, entonces la inversión resulta interesante.

Tomando en retrospectiva, el incremento en los últimos 10 años de los inmuebles, varias fuentes nos dan una idea:

- Revista Vistazo, manifiesta que el costo de la vivienda pasó de 535 a 1.223 dólares en Guayaquil (Santos & Borja, 2016).
- De Acuerdo a un artículo realizado por el centro de competitividad del Ecuador, sobre análisis del rendimiento por sectores de actividad en Guayaquil se estima un incremento en el sector construcción de 17,5%. (Núñez, 2017).
- La revista Mundo Constructor afirmó que en 10 años (2005 y 2015) el sector construcción registró un crecimiento del 86,3% en valor (Unacem, 2017).
- En cuanto a los planes de vivienda, se estimar un crecimiento de 25,8% (Marketwatch, 2015).
- Al evaluar el sector como % del PIB se alcanza un nivel de 7,8% a 9,9%; lo que contribuye en precio de vivienda una evolución de \$600/m<sup>2</sup> a \$1260 (Flores, 2012).

Si tomamos, en promedio, todos los datos, y lo proyectamos al mismo periodo, se obtiene un  $S$  en 10 años de \$ 238 724. Si se considera exclusivamente aquellos datos que mencionan el incremento del valor de la vivienda entre 2007 y 2017 se llega al promedio de \$ 307 019. Las cifras dejan entrever que el cálculo que resulta aplicando el modelo, facilita estimar cifras ajustadas a realidades ya vividas;

Con esto tenemos una percepción más amplia en términos de negociación ya que el precio de una vivienda influye en el valor del tiempo (volatilidad, tasa de interés y el tiempo de maduración) y su diferencia sería el coste de la parte intrínseca la cual no se puede medir, como es la seguridad, el sector de ubicación, la actitud frente el riesgo, vialidad estos son componentes que hacen varían el valor de un bien inmueble.

Si  $S-E$  son positivos, entonces la opción de compra es rentable y tiene un valor intrínseco positivo. Si  $S-E$  son negativos, entonces la opción de compra no es rentable y tiene un valor intrínseco de 0. Por lo tanto el valor intrínseco de la opción de compra es la diferencia que existe entre el precio de mercado  $S$  y el precio de ejercicio  $E$  (Clarke, De Silva & Thorley, 2013).

En nuestro caso, si esperamos que la inversión en vivienda adquiera un valor en 10 años superior a \$ 235 185, entonces, vale la pena comprarla al precio cotizado. Recordemos que se trata de:



1. Dejar los \$ 140 000 durante 10 años en el banco ganando una tasa de 3% para al final tener 188 148,29
2. Invertir en la compra de la vivienda al precio de \$ 140 000, esperando que el valor de la vivienda, luego de 10 años supere los 231 367,13
3. El promedio espera se encuentra en un intervalo de [238 724; 307 019]; cifras que con el cálculo tradicional no se observan.

En el segundo componente del precio de la opción se encuentra el valor del tiempo, que es la diferencia entre el precio de mercado de la opción y el valor intrínseco actual. El componente del valor del tiempo del precio de la opción es una función de la volatilidad o riesgo esperado del valor subyacente ( $\sigma$ ), el nivel de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ), y el tiempo de vencimiento ( $t$ ). El valor del tiempo de este término proviene del hecho que este componente del precio total de la opción se acerque gradualmente a cero a medida que la opción se acerque a su fecha de maduración o vencimiento dejando solo el valor intrínseco (Clarke, De Silva, & Thorley, 2013).

Al plantearnos el uso del modelo de Black & Scholes en el sector inmobiliario, como mecanismo de valoración, asumimos que su aplicación generaría un impacto en la toma de decisiones “justas” (acordes a las expectativas y posibilidades de cada cual), desde la óptica del valor que se deriva.

Los resultados nos demuestran que tanto la teoría como la práctica en dicho sector de actividad lo justifican; con los métodos tradicionales se llega a estimaciones de VAN negativo (alquiler + valor residual, frente a inversión), donde mientras más se incrementa la tasa (para integrar riesgo) mayor es la pérdida (por ser inversamente proporcional). Los otros métodos (patrimonial y rendimientos) no alteran el cálculo. En oposición a ello, el modelo recomendado crea escenarios que inducen a decisiones favorables, porque al integrar los valores en retrospectiva se ve como inversión alentadora, ya que alcanzar el S esperado, desde donde se empieza a ganar, señalan cifras que la realidad guayaquileña lo demuestra como altamente probable.

## CONCLUSION

El estudio se puso como meta demostrar que al utilizar el modelo de Black & Scholes en la valoración de bienes inmobiliarios se podría reflejar el valor justo del bien. Para ello se planteó, como objetivo específico, elaborar el análisis de mercado acerca de los mecanismos de evaluación inmobiliaria que se utilizan, al momento de la compra o venta, en la ciudad de Guayaquil. Por esta razón, se analizó los diferentes mecanismos de valoración que usan los actores del sector inmobiliario, y se encontró que tradicionalmente se utilizan: el método de valoración patrimonial, el flujo de caja y el método por rendimientos esperados. Estos métodos tradicionales no contemplan el riesgo que genera el valor del tiempo; lo que conducir a erradas decisiones. En consecuencia, el modelo de Black & Scholes significa un escenario que se adapta a cada posibilidad de resultado esperado.

Frente a esta constatación, tocó determinar las variables del modelo Black & Scholes; precio del mercado ( $s$ ), precio de ejercicio ( $e$ ), tasa libre de riesgo ( $R_f$ ), volatilidad ( $\sigma$ ) y tiempo ( $T$ ). Que se recomendarían utilizar para el estudio del mercado inmobiliario (segundo objetivo específico). El análisis nos permitió encontrar las variables que se aplican en el modelo de Black & Scholes, explicando el valor de mercado a través de la esperanza de resultado que conlleva la decisión, el riesgo de la variación de precios dentro del mercado, al utilizarlo como índice de rendimiento para el costo de oportunidad (tasa libre de riesgo), y validarlo en el horizonte temporal que analiza la inversión; aquí sirvieron las encuestas realizadas para obtener los datos específicos.

Con esto, se pudo aplicar la fórmula orientada hacia el valor justo inmobiliario usando las variables encontradas dentro del modelo Black & Scholes; con ello se demostró cómo la fórmula en su aplicación refleja el valor justo de una decisión, ya que reconoce los límites de negociación de una vivienda. Esto ayuda al individuo a maximizar sus ganancias potenciales (valor tiempo) y a conocer de manera financiera el valor real de sus bienes. Para así de esta manera no caer en el error de vender un bien por debajo del costo o comprarlo por encima del costo. Utilizando condiciones personificadas desde la percepción, única para cada individuo, se caracterizó la fórmula y su simpleza de aplicación mediante las cinco variables.

En conclusión se ha podido determinar que al momento de realizar una valoración entre los métodos tradicionales y la aplicación de un nuevo modelo. Se estableció determinar que los métodos tradicionales son una buena herramienta para poder proyectar las decisiones, sin embargo, no contemplan el componente del valor en el tiempo el cual como se ha analizado a lo largo de investigación; siempre fluctúa por la volatilidad del mercado o la expectativa del individuo. Así mismo se ha concluido que el modelo patrimonial solo mide el poder de adquisición del mismo, revisión con los cuales el individuo asume un bien, un patrimonio real. El modelo de rendimientos esperados se base en una tasa de retorno para poder evaluar el proyecto y saber si es o no rentable, la cual a través del tiempo puede cambiar y afectar el resultado final; por último el flujo de caja se basa en traer a un valor presente la inversión proyectando sus ingresos futuros para saber si su inversión inicial es o no es rentable. Como se planteó en el ejercicio mediante la aplicación del modelo de Black & Scholes se muestra cómo se implementa la volatilidad y la expectativa, lo que enriquece los modelos tradicionales.

Para un bien inmueble que su valor esta en \$188148,29 en el mercado resulta una prima de \$ 91.367,00 y un valor actual de expectativa de \$140.000,00 con el cual nos da como rendimiento que la casa en un horizonte temporal de 10 años, tendrá un valor real por adición de la prima, \$ 231.367,00 lo cual significa que la persona conoce cuál es el valor real del bien con el cual se puede realizar una mejor propuesta, ya que el vendedor siempre tendrá una expectativa de ganancia y elevará el precio. Por ejemplo, si el valor de la casa seria en vez de \$188.148,29, \$240000,00, esta inversión no resultaría atractiva ya que no representa ganar los \$ 231.367,00 después de 10 años; debido a que parte de un costo del bien de \$240.000,00 y el valor del mercado debe ser menor a la suma de la prima más el valor de la expectativa, Solo así el individuo puede negociar en base a sus límites y expectativa de ganancia.

## RECOMENDACIONES

Para la validación del modelo de Black & Scholes se recomienda realizar un estudio del sector inmobiliario a fin de encontrar detalladamente las variables involucradas al espacio de estudio y de ahí la fórmula. También se recomienda obtener datos actualizados de precios por sector para proponer un índice del sector, que presenta hallar la volatilidad del mercado. Se puede ampliar el estudio para proyectos de inversión hacia el sector inmobiliario, la aplicación del modelo fortifica la necesidad de una cultura financiera en Ecuador para así mediante este instrumento financiero poder determinar el valor justo.

Se sugiere tomar como tasa sin riesgo las letras del tesoro americano, para la temporalidad del análisis del bien se tomó una muestra de 385 encuestados que facilitó determinar el valor para el presente trabajo por lo que se recomienda poder realizar un estudio a nivel macroeconómico para tener una mejor óptica de la apreciación del valor en el tiempo. Finalmente se dirige la aplicación del modelo de Black & Scholes como programa de concientización financiera para la toma de decisiones en el sector inmobiliario.

## REFERENCIAS

- ACCID. (2009). *Valoración de empresas: Bases conceptuales y aplicaciones prácticas* (Vol. 8). Profit Editorial.
- Achelis, S. B. (2001). *Technical Analysis from A to Z*. McGraw-Hill.
- Arévalo, K., & Pastrano, E. (2016). Propuestas para el mejoramiento de la gestión financiera. Caso de estudio Inmobiliarias. *Revsita Publicando*, 3(7).
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la Spéculation. *Annales de l'Ecole Normale Supérieure*, 17, 21-86.
- Bachelier, L. (2006). *Louis Bachelier's Theory of speculation: the origins of modern finance*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Barreau, J., Delahaye, J., & Delahaye, F. (2006). *Gestion financière DECF 4: corrigés du manuel*. Paris: Dunod.
- Baumol, W. (1952). The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 66(4), 545-556.
- Bellalah, M. (2010). *Derivatives, Risk Management & Value*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Recuperado a partir de [https://books.google.com.ec/books?id=2uKsNOmyVwoC&printsec=copyright&source=gbs\\_pub\\_info\\_r#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=2uKsNOmyVwoC&printsec=copyright&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false)
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, Economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia, Bogotá: Pearson Educación.
- Bernoulli, D. (1738). Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. *Econometrica*, 22(1), 23-36.

- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://doi.org/10.1086/260062>
- Bollerslev, T., Engle, R. F., & Wooldridge, J. M. (1988). A Capital Asset Pricing Model with Time-Varying Covariances. *Journal of Political Economy*, 96(1), 116-131. <https://doi.org/10.1086/261527>
- Boness, A. (1964). Elements of a Theory of Stock-Option Value. *Journal of Political Economy*, 72(2), 163-175.
- Botero, L. (2012). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista EAFIT*, 38(128). Recuperado a partir de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843>
- Brian, E., & Walter, C. (2007). *Critique de la valeur fondamentale*. Place of publication not identified: Springer Paris. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.1007/978-2-287-73070-2>
- Brigham, E. F., Houston, J. F., & Gómez Albert, F. (2006). *Fundamentos de administración financiera*. México: Thomson.
- Calderón Moya, A., Hernández Villalobos, J., & Sánchez Obaldía, A. (2000). *Demanda trimestral por medio circulante Costa Rica: 1991-2001*. Juan Carlos Martínez Coll.
- Calle Fernandez, A. M., & Tamayo Bustamante, V. M. (2009). DECISIONES DE INVERSIÓN A TRAVÉS DE OPCIONES REALES. *Estudios Gerenciales*, 25(111), 107-126.

- Cardano, G. (1565). *Liber de Ludo Aleae (The Book on Games of Chance)*.  
Traducido por R.a.W. Holt. New York.
- Cerda, H. (2000). *Como elaborar proyectos*. Editorial Magisterio.
- Chiavenato, I. (1999). *Administración de Recursos Humanos (5ta Edición)*.  
McGraw-Hill.
- Clarke, R., De Silva, H., & Thorley, S. (2013). Minimum Variance Portfolio  
Composition. *Journal of Portfolio Management*, 37(2). Recuperado a partir  
de  
[https://search.proquest.com/openview/5b3c2b77ec2322ad11951cbdf2207a0d/  
1?pq-origsite=gscholar&cbl=49137](https://search.proquest.com/openview/5b3c2b77ec2322ad11951cbdf2207a0d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49137)
- Cowles, A. (1933). Can Stock Market Forecasters Forecasts. *Econometrica*, 1, 309-  
324.
- de Lara, A. (2005). *Productos derivados financieros: Instrumentos, valuación y  
cobertura de riesgos (1era edicion)*. Mexico: Limusa. Recuperado a partir de  
[http://www.academia.edu/30919843/Productos\\_derivados\\_financieros\\_-  
\\_Alfonso\\_de\\_Lara.pdf](http://www.academia.edu/30919843/Productos_derivados_financieros_-_Alfonso_de_Lara.pdf)
- Díaz Tinoco, J., & Hernández Trillo, F. (2003). *Futuros y opciones financieras: una  
introducción (3era edición)*. Editorial Limusa S.A.
- Domus. (2017). Tendencias actuales, 183. Recuperado a partir de  
<http://www.domus.ec/>
- Duarte, J. B., & Pérez-Iñigo, J. M. (2013). La eficiencia de los mercados de valores:  
una revisión. *Análisis Financiero*, (122), 21-35.

- Economías General. (2012). Definición de inversiones.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1986). *La evolución de la física*. Barcelona: Salvat.
- Erez, A., & Isen, A. M. (2002). The influence of positive affect on the components of expectancy motivation. *Journal of Applied Psychology*, (89), 1055-1067.
- Fama, E. (1965b). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 21, 55-59.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25, 383-417.
- Felipe Cuervo, & Botero, S. (2014). Aplicación de las opciones reales en la toma de decisiones en los mercados de electricidad. *Elsevier España*, (30), 397-407.
- Fernández Izquierdo, M. Á. (1996). *Gestión de riesgos con activos derivados*.  
Publicaciones de la universitat Jaume I.
- Finanzas para todos. (2010). Glosario de términos de economía y finanzas.  
Recuperado a partir de  
[http://www.finanzasparatodos.es/es/secciones/glosario/?query=cobertura&buscador=si&btn\\_busq\\_gnral2=Buscar](http://www.finanzasparatodos.es/es/secciones/glosario/?query=cobertura&buscador=si&btn_busq_gnral2=Buscar)
- Fisher, I. (1911). *The Purchasing Power of Money: Its determination and relation to credit, interest and crises*. Macmillan.
- Fisher, I. (1930a). *The Theory of Interest*. New York: The Macmillan Company.
- Fisher, I. (1930b). *The Theory of Interest*. Recuperado a partir de  
[http://files.libertyfund.org/files/1416/0219\\_Bk.pdf](http://files.libertyfund.org/files/1416/0219_Bk.pdf)



- Flores, H. (2012). Construcción: El sector mas sensible a ciclos económicos.  
Recuperado a partir de <http://www.hermelflores.com/index.php/escondido-perspectiva/134-construccion-el-sector-mas-sensible-a-ciclos-economicos>
- Frankl, V. (1952). Metafísica católica y matemática infinitesimal: nicolás de cues y blaise pascal. *Ideas y Valores*, 2(6).
- Friedman, M. (1959). *The Demand for Money: Some Theoretical and Empirical Results* (Vol. 68). NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH, INC.
- Gatewood, E. J., Shaver, K. G., Powers, J. B., & Gartner, W. B. (2002).  
Entrepreneurial Expectancy, Task Effort, and Performance, 27(2), 187-206.  
<https://doi.org/1540-8520.00006>
- Gerencie.com. (2017). *¿En qué consiste el arbitraje en el mercado financiero?*  
Recuperado a partir de <https://www.gerencie.com/en-que-consiste-el-arbitraje-en-el-mercado-financiero.html>
- Gibson. (1996). *Las organizaciones (comportamiento, estructura y procesos)* (8va Edición). Mosby-Doyma Libros S.A-División IRWIN.
- González, V. (2016). La doctrina del Justo Precio, desde Aristóteles hasta la escuela moderna subjetiva del valor. *Economía y Sociedad*, XX(34).
- Gray, S., & Place, J. (1999). Financial Derivatives. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Recuperado a partir de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Publicaciones-de-Otras-Instituciones/pub-en-69.pdf>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Edición). McGraw-Hill.
- Hull, J. (2008). *Fundamentals of futures and options markets* (6th ed). Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.
- Hyme, P. (2003). La Teoría de los Mercados de Capitales Eficientes. Un examen crítico. *Cuadernos de Economía*, 22(39), 57-83.
- Jiménez, F. (2006). *Macroeconomía. Enfoques Y Modelos Tomo 1* (3era Edición). Fondo Editorial PUCP.
- Kendall, M. G. (1953). The Analysis of Time Series, Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, 96, 11-25.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan.
- Lamothe, P. (1995). *Opciones Financieras un Enfoque Fundamental*. McGraw-Hill Interamericana.
- Lumbreras, S., & Lucas, J. M. (2012). Una introducción a los mercados de futuros y opciones. *Anales de Mecánica y Electricidad*, LXXXIX(I), 28-35.
- Macias, W., Mendieta, M. J., & Ullauri, N. (2015). Estudio de precios y rentabilidad de la vivienda en el Guayaquil metropolitano. *Revista Retos*, 10(1), 147-162.
- Mankiw, N. G. (2000). *Macroeconomics, Fourt Edition* (Traduccion de M. Rabasco y L. Tahoria). Antoni Bosch, editor, S.A. Recuperado a partir de <https://books.google.com.ec/books?id=XzgZZqXPQsMC&pg=PA216&dq=formula+de+irving+fisher&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwjloee87rfXAhWBQCYKHVVRBlgQ6AEIKzAB  
#v=onepage&q&f=true

Marketwatch. (2015). Planes de vivienda se construyen en Ecuador. Recuperado a partir de <http://marketwatch.com.ec/author/innegocios/page/4/>

MarketWatch. (2017). *Análisis Inmobiliario en el Ecuador 2017*. Recuperado a partir de <http://marketwatch.com.ec/2017/03/analisis-inmobiliario-en-el-ecuador-2017/>

Marshall, A. (1923). *Money, Credit and Commerce*. Macmillan.

Marshall, J. F. (2002). *Diccionario de ingeniería financiera*. Grupo Planeta (GBS).

Mascareñas, J. (1999). Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión. Recuperado a partir de <http://webs.ucm.es/info/jmas/monograf.htm>

Merton, R. C. (1969). Lifetime Portfolio Selection under Uncertainty: The Continuous-Time Case. *The MIT Press*, 51(3), 247-257.

Merton, R. C. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *The Econometric Society*, 41(5), 867-887.

Mesa, L., Rivera, M., & Davila, J. (2011). Descripción general de la Inferencia Bayesiana y sus aplicaciones en los procesos de gestión. Universidad del Rosario. Recuperado a partir de [http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/investigacion/laboratorio/miller\\_2\\_2.pdf](http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/investigacion/laboratorio/miller_2_2.pdf)

- Morales, A., Pineda, C., & Monsalve, O. (2017). Aportes de Fray Luca Pacioli al desarrollo de la contabilidad: Origen y difusión de la partida doble. *Espacios*, 38(48), 1.
- Núñez, M. (2017). Zoom a la Transformación empresarial de Quito y Guayaquil. Recuperado a partir de <http://www.desdelcentro.org/blog/page/4/>
- Oro, J. (2004). *Derivados financieros*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Recuperado a partir de [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-0284\\_OroJVM.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-0284_OroJVM.pdf)
- Pigou, A. C. (1917). The value of Money. *The MIT Press*, 32(1), 38-65.
- Pomykacz, M., MAI, & Olmsted, C. (2013). Options in Real Estate Valuation, 81, 227-238.
- Roberts, H. (1967). Statistical versus Clinical Prediction in the Stock Market, unpublished manuscript. *Center for Research in Security Prices, University of Chicago*.
- Rozo Nader, V. (2009). *Contraste entre técnicas tradicionales de inversión y valoración de opciones reales en ambientes de incertidumbre, utilizando el modelo de Black & Scholes y el método Binomial*. Universidad del Norte.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Samuelson, P. (1965a). Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*, 6, 41-49.
- Samuelson, P. (1965b). Rational theory of warrant pricing. *Industrial Management Review*, 6, 13-39.

- Samuelson, P. (1969). Lifetime Portfolio Selection By Dynamic Stochastic Programming. *The MIT Press*, 51(3), 239-246.
- Sánchez, J. (1984). La contribución de Daniel Bernoulli y Gabriel Cramer a la teoría de la utilidad. *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, (13), 9-27.
- Santos, T., & Borja, D. (2016). ¿Por que suben las casa? Recuperado a partir de <http://www.vistazo.com/seccion/pais/por-que-suben-las-casas>
- Soto, A., & Valente, M. (2005). Teoría de los juegos: Vigencia y limitaciones. *Revista de Ciencias Sociales*, XI(3), 497-506.
- Sprenkle, C. M. (1961). Warrant prices as indicators of expectations and preferences. *Yale Economic Essays*, 1(2), 178-231.
- Stewart, M. (1996). Fischer Black's Contributions to Corporate Finance. *Financial Management*, 25(4), 95-103.
- Tobin, J. R. (1956). The interest-elasticity of transactions demand for cash. *The review of economics and statistics*, 38(3).
- Todhunter, I. (1865). *A History of the Matematical Theory of Probability*. Londres: Cambridge University Press.
- Trejo, A. G. (2015). *Análisis de los créditos hipotecarios que otorga el BIESS y su impacto en el sector inmobiliario de la ciudad de Guayaquil. periodo 2010-2014*. Universidad de Guayaquil.
- Veronica, R. (2009). El flujo de efectivo descontado como método de valuación de empresas mexicanas en el periodo 2001-2007. *Contaduría y Administración*,

(232). Recuperado a partir de  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-10422010000300008&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422010000300008&lng=es&tlng=en).

Vivero, A. (1976). *La tasa de interés de Fisher y otras tasas* (Vols. 1–17). España: In Anales del Instituto de Actuarios.

Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. Wiley.

Working, H. (1934). A Random Difference Series for Use in the Analysis of Time Series. *Journal of the American Statistical Association*, 39, 11-24.

Working, H. (1949). The Investigation of Economic Expectations. *American Economic Review*, 39, 150-166.

Working, H. (1953). Future Trading and Hedging. *American Economic Review*, 43, 314-343.

Working, H. (1958). A Theory of Anticipatory Prices. *American Economic Review*, 48, 188-199.

## ANEXOS

### ENTREVISTA

Para tener una idea más clara sobre el funcionamiento del sector inmobiliario se realizaron entrevistas a expertos en el área. Entre los expertos entrevistados están Andrés Emilio Pino Chávez, gerente general de una compañía constructora, la ing. Flor de Lis Arauz asesora de ventas de la inmobiliaria de ciudad celeste y el ing. Marcos Eugenio asesor de ventas de la inmobiliaria la joya los cuales pertenecen al mismo consorcio empresarial.

#### **Entrevista al Ing. Andrés Emilio Pino Chávez gerente general de una constructora.**

El Ingeniero Pino es dueño de una empresa que tiene 4 años en el mercado de la construcción, El mismo el cual se analizó en detalle, para profundizar en los temas más relevantes del sector, el ing. Pino habló acerca del precio de construcción de las viviendas frente al precio en el cual se venden las misma, se marcó una diferencia clara en el valor de construcción y la expectativa del cliente, ya que el precio de construcción es el mismo en todos los sectores sin embargo la expectativa del sector siempre va a influir de manera drástica al momento de valorar el bien final.

También explicó acerca del metro cuadrado no cuesta lo mismo de un lugar a otro, esa variable es muy volátil porque es un tema de percepción del cliente porque un bloque te cuesta 0.50 cts. así sea que lo pongas en Samborondón o en samanes pero es cuestión de percepción del cliente si este está más cerca o más lejos, más seguro, el metro cuadrado cambia de un lugar a otro, el costo de la construcción neta va a ser el mismo ya que con 20 mil dólares se puede construir una casa en donde sea pero el precio de venta por sector va a ser diferente en cada lugar dependiendo de la percepción del cliente.

También indico que el precio de venta en Samborondón está entre los 1500 y 1700 dólares el metro cuadrado de construcción. Por ejemplo, en riveras de batan el precio está en \$ 1 800 en Mocolí \$ 1 750, geográficamente todos están en la misma área, existe un nuevo proyecto que se llama ‘Jardines de parque magno’; un casa de \$

237.000,00 dólares, compuesta por 146 metros de construcción a \$ 1 625,00 el metro cuadrado. El ingeniero considera la variable del sector la más importante para poder determinar el precio de la vivienda, además asume que ciertamente el tipo de acabado, diseño y otros pueden hacer que el precio varíe, pero no en la misma proporción con la que lo hace el sector. El ingeniero denota una paralización en el sector inmobiliario pero que ve que en el último semestre ha comenzado un alza en sus promedios.

Existe el precio de venta al público y el costo de construcción, el metro cuadrado de construcción en Samborondón está alrededor de \$800 dólares en vía la costa \$600 y puede bajar hasta \$ 450 o \$ 500 ya que con estos \$ 450 mínimo es con lo que construyes la casa, adicional para una constructora se debe de sumar el costo de construcción de la urbanización el cual está en promedio en \$ 200 a \$ 230 por metro por lo que la diferente entre el precio de venta al público y construcción sería la ganancia de las constructoras.

Actualmente el sector se está comenzando a expandir para nuevos proyectos de inversión y es necesario que los mismos tengan un componente diferente al mercado, debido a las condiciones del país, se acerca un alza en la inversión inmobiliario ya que es necesario ampliar las zonas inmobiliarias para nuevos proyectos y se presiente una buena acogida dentro de las especulaciones de las constructoras.

Para concluir el ing. Pino indica que existe una diferencia entre precio y valor, la necesidad de una vivienda es un asunto de decisión familiar acompañado del sector, los cuales muchos casos justificaría el costo del bien, sin embargo, la decisión siempre va a ir en función a la expectativa del individuo y que no existe una herramienta que mida el mismo. Por lo cual mediante la explicación del modelo de Black & Scholes aceptó que sería una buena herramienta para poder sustentar el mercado e incorporar dentro de los análisis de las inmobiliarias al momento de vender sus proyectos inmobiliarios.



## **Entrevista a la ing(a). Flor de Lis Arauz, asesora de ventas inmobiliaria**

Acerca del sector inmobiliario la ing. Arauz mencionó que hay diferentes maneras de analizar el sector inmobiliario, la primera es micro-económico, por medio de empresas pequeñas la cual indicó que se ha visto afectada si no se tiene un respaldo de más proyectos inmobiliarios los cuales aseguren el funcionamiento de estas empresas llamadas pequeñas y la segunda es mediante la empresa grande, macro-económico promotora de varias inversiones con respaldo con el cual no se vieron tan afectadas debido a que por el volumen de sus proyectos se disponía de una liquidez financiera que ayudaría a la elaboración de nuevos proyectos y así mantener un buen manejo dentro del sector.

La ing. Arauz mencionó acerca de la segmentación del sector inmobiliario para la cual apuntan al momento de vender a cierto tipo de nicho del mercado en relación a precios por sector, en primera instancia se creó la ciudadela Ciudad Celeste que fue creada para un estándar elevado sin embargo se los planificadores de la inmobiliaria se dieron cuenta que estaban dejando de lado a un sector muy importante como lo sería Villa del Rey el cual es parte del mismo conglomerado de Ciudad Celeste, Villa del Rey fue creado con otro concepto y otro alcance para todas esas personas que deseaban cambiarse de su lugar de vivienda hacia una ciudadela con seguridad pero a la vez económica y accesible al pago.

Como conclusión hemos podido comparar como las inmobiliarias cada vez más están preocupadas por emprender nuevos proyectos, sin embargo estas no tienen una herramienta que ayude en la toma de decisiones justas por lo que sería bueno poder utilizar el modelo fueron las palabras de la ing(a). Flor de Lis.

## **Entrevista al ing. Marcos Eugenio, asesor de ventas inmobiliaria**

El ing. Eugenio indicó que uno de los principales factores que afectaron el sector inmobiliario fue la ley de plusvalía ya que la economía del país se vio afectada por la reducción de empleos directos que generaba la industria de la construcción en un 23 % aproximadamente según datos de la asociación de promotores inmobiliarios de vivienda del Ecuador a la cual se encuentran afiliados

sin embargo el ing. Eugenio dio a notar que a raíz de la campaña de consulta popular por la disminución de la ley de plusvalía, la industria ha vuelto a crecer de manera positiva por lo que indica que cada promotor de venta ha tenido un crecimiento gradual de sus ventas en el último semestre.

Adicional está convencido que el sector se va expandir ya que realmente lo que se reprimió con esta ley fue las personas que invierten, los inversionistas, mas no las familias que siguen con el deseo de adquirir una vivienda en función a su estabilidad laboral y sus ingresos, el inversionista que compraba una o varias casas para generar ganancia de la venta fue el que se vio afectado por lo que la expectativa de las personas para adquirir un bien inmueble sigue intacta, la ley fue elaborada para la riqueza.

El ing. Eugenio hablo de los precios por sector que maneja su consorcio una casa en Villa del Rey se puede obtener por \$58.000,00 con 80 metros aproximadamente lo cual es un valor accesible así mismo explico que esto se debe a que el precio de construcción en ese sector sería más bajo, de la misma manera pudo relacionar los precios que maneja con la urbanización Villa Club en la cual los precios tienen una leve alza pero existe una variación en el precio \$ 80.000,00 hasta casas de \$125.000,00 dólares en promedio con 105 metros de construcción se pueden encontrar en esta urbanización.

Para concluir se realizó una pequeña introducción del modelo de Black & Scholes y se denotó cierta sorpresa por parte del ing. Eusebio el cual dijo que no conocía el modelo pero que sería una buena forma de analizar los proyectos para establecer el precio de venta final ya que muchas veces la inversión realizada por las promotoras podrían tener más rentabilidad y así maximizar sus ganancias, conocer la parte intrínseca de la toma de decisión siempre ha sido un asunto muy sensible para la toma de decisiones, por lo que sería bueno estudiar su comportamiento.

Hemos encontrado las variables que se aplicarán en el modelo de Black & Scholes, explicando desde el valor del mercado hasta la esperanza de resultado de la decisión, el riesgo como la variación de precios dentro del mercado para utilizarlo como índice hasta el rendimiento del costo de oportunidad de invertir o no en el

proyecto como una tasa libre de riesgo, finalmente hemos validado el horizonte temporal en el que analizaremos las inversiones en base a las encuestas realizadas.

### **Formato de encuestas**

#### **Encuesta realizada para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil bajo el tema de Black & Scholes como Mecanismo de Valoración: Caso Sector Inmobiliario.**

**Edad:**

**Sexo:**

- Femenino
- Masculino
- Escoja cuál de las siguientes alternativas para usted es prioritario al momento de adquirir o vender un bien inmueble**
- Lugar
- Antigüedad
- Tamaño
- Diseño y estructura moderna o Antigua
- Precio

**1. ¿Cuál de las siguientes variables usted asigna más fondos?**

- Vehículo
- Vivienda
- Negocio propio
- Formación profesional
- Aprender otro idioma

**2. ¿Qué porcentaje destina de su ingreso en lo relacionado a vivienda (préstamo, alquiler, etc.)?**

**3. Si usted tiene la posibilidad de ahorrar en términos financieros ¿Dónde pondría su dinero?**

- Compra de un bien inmueble.
- Proyectos de inversión.
- Entidad bancaria. ¿Cuál?

Ninguna de las anteriores

**4. ¿Si usted no escogió ninguna de las opciones anteriores, en que otra actividad lo emplearía?**

Ocio

Remodelaciones de casa / oficina

Compra de vehículo

Fondo estudiantil

Vacaciones

Otros

**5. Si usted tuviera dinero ahorrado y tendría la posibilidad de colocarlo. ¿Dónde usted cree que el dinero se lo guardaría de una forma más segura?**

En casa

Cuenta bancaria

Pólizas de seguro

Bonos y acciones

**6. En el lugar seleccionado ¿Qué porcentaje cree usted que se gane?**

0% - 2%

2% - 4%

4% - 6%

6% - 8%

Más de 8%

**7. Si usted tiene la oportunidad de adquirir una vivienda ¿Cuál es el tiempo que usted considera prudente para analizar su inversión?**

2 -5 años

5 -10 años

10 -15años

15 – 20 años

Más de 20 años

**8. Bajo sus preferencias ¿Cuánto considera usted que el valor de una vivienda sería justo?**

**9. ¿Dónde cree usted que el precio de la vivienda es más caro?**

- Norte (Alborada, Sauces, guayacanes, Garzota, Urdesa)
- Centro ( 9 de Octubre, Malecón del Salado)
- Sur ( Centenario, Los esteros, Las Acacias)
- Noreste ( Acuarelas, Colinas de la Alborada, Los Vergeles)
- Suroeste ( Bellavista, Ferroviaria, el Paraíso, Bastión del Suburbio )
- Sureste ( La Floresta, El Guasmo, Unión de Bananeros )
- Otros Samborondón

**10. Si podría elegir un sector donde vivir ¿dónde sería?**

- Norte
- Centro
- Sur
- Otros (Samborondón)

**11. Teniendo una disponibilidad de dinero para invertir ¿lo haría en vivienda?**

- Si
- No

**12. Escoja su forma de análisis para determinar el precio de una vivienda al momento de comprar o vender.**

Si usted dispone de un dinero y le proponen una inversión ¿Cuál considera usted que sería el método más apropiado para decidir colocar su dinero?

- Considerar los activos de una empresa menos sus pasivos, dando como resultado el saldo el cual sería lo que pagaría. (Análisis Patrimonial)
- La rentabilidad que la inversión ha permitido ganar a quienes han estado involucrados. (Beneficios o perdidas alcanzadas )
- Proyectando lo que se podría ganar con el precio que se va a invertir (Flujo de caja descontado)
- Otros

**13. Del método que usted escogió en la pregunta anterior considera que dicho método lo protege del riesgo.**

- Si
- No

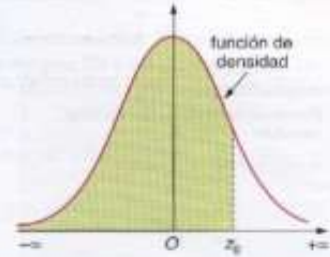
**14. Recopilando la información anterior y sus respectivas respuestas, si existiera un modelo económico que integre sus preocupaciones patrimoniales, rendimiento, flujo de caja y además el riesgo, con la finalidad de ayudarlo a conocer el valor justo de compra y venta de un bien inmueble ¿Estaría dispuesto a utilizarlo?**

Si

No

**TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL  $N(0, 1)$**

$$P(Z \leq z_0) = \left\{ \begin{array}{l} \text{área del recinto} \\ \text{coloreado} \end{array} \right\}$$



$z_0$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6256	.6295	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9646	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998
3.6	.9998	.9998	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

Figura 25. Tabla de distribución normal  $z$

Tabla 26  
*Matriz de Hipótesis.*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>
<b>Aplicación del modelo de Black &amp; Scholes</b>	Fórmula aplicada para encontrar el valor justo de la decisión de adquirir o vender un bien inmobiliario (Hull, 2008).	Encuesta acerca de las variables de la fórmula de Black & Scholes para su aplicación.  Las preguntas cerradas contienen categorías o alternativas de respuesta previamente delimitadas, es decir, se presentan a los participantes las posibilidades de respuesta y ellos deben circunscribirse a ellas (Martínez, 2002).
<b>Toma de decisiones justas para la valoración en el sector inmobiliario.</b>	La teoría de la decisión con incertidumbre o riesgo, es aquella que analiza la toma de decisiones con aleatoriedad en los resultados, de modo que las consecuencias de una decisión no están determinadas de antemano, sino que están sujetas al azar (Vitoriano, 2007).	Encuesta acerca del comportamiento del individuo en el sector inmobiliario  Su elaboración requiere cierto tiempo, ya que hay que pensar cada pregunta y las posibles respuestas (Martínez, 2002).



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny; Sánchez Azuero Jinsop Aurelio** con C.C: # **0924559842** y C.C: # **0929674307** autores del trabajo de titulación: **Modelo de Black & Scholes como mecanismo de valoración: Caso sector inmobiliario** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 12 de marzo del 2018

---

Nombre: **Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny**

C.C: **0924559842**

---

Nombre: **Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio**

C.C: **0929674307**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Modelo de Black & Scholes como mecanismo de valoración: Caso sector inmobiliario.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Saldarriaga Abad, Kelvi Geovanny; Sánchez Azuero, Jinsop Aurelio		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ec. Chávez García Jack , Mgs		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas		
<b>CARRERA:</b>	Gestión Empresarial Internacional		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	12 de marzo de 2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	2 – 125
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Estrategias de Negociación, Finanzas y Gestión de Riesgo		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	<i>PRECIO DEL MERCADO, PRECIO DE EJERCICIO, VOLATILIDAD, TASA DE DESCUENTO, TIEMPO, EXPECTATIVAS.</i>		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>La presente tesis es una investigación sobre la aplicación del Modelo Black &amp; Scholes en la valuación de bienes inmobiliarios con el objetivo de reflejar el valor justo del bien. Se optó por segmentar el trabajo en cinco capítulos, dentro de ellos se encuentran los objetivos específicos que buscan responder la hipótesis planteada en la tesis. Desde el punto de vista metodológico se utilizó el tipo descriptiva no experimental de corte longitudinal, lo cual se emplea para diagnosticar el comportamiento de lo implícito y extraer lo explícito del valor. Se realizó un análisis del mercado acerca de los mecanismos clásicos de valoración inmobiliaria para la compra-venta de un bien. El método patrimonial, el flujo de caja y de rendimientos esperados; métodos que no admiten demoras, dando así que el proyecto sea infravalorado. Ello nos permitió establecer las variables del modelo Black &amp; Scholes que son utilizadas en un activo financiero junto con la terminología aplicada en el sector inmobiliario; además, facilitó responder al cómo, el cuándo y el porqué del estudio, a fin de señalar las relaciones causales contempladas del: precio de mercado, precio de ejercicio, volatilidad, tasa de descuento y temporalidad. Se procedió a la aplicación práctica del modelo Black &amp; Scholes de examinar la compra de un bien inmueble. Como resultado del ejercicio se corroboró que al utilizar el modelo Black &amp; Scholes en la valoración de bienes inmobiliarios en Guayaquil se logró reflejar el valor justo del bien en condiciones riesgo e incertidumbre, ya que el precio de una vivienda influye en el valor del tiempo (volatilidad, tasa de interés y el tiempo de maduración) y su diferencia; aquello se lo demostró con el ejercicio final, donde se utilizó el modelo Black &amp; Scholes para confirmar su aporte al integrar la volatilidad y la expectativa, lo que enriquece a los modelos tradicionales.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-980187690; +593-980011428	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:kelvinsaldarriaga107@hotmail.com">kelvinsaldarriaga107@hotmail.com</a> ; <a href="mailto:jipson_sanchez@hotmail.com">jipson_sanchez@hotmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Román Bermeo, Cynthia Lizbeth		
	<b>Teléfono:</b> +593-4380-4600 Ext. 1637		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:cynthia.roman@cu.ucsg.edu.ec">cynthia.roman@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			