



Competitividad de la rentabilidad inmobiliaria del estrato seis en la ciudad de Bogotá
frente a opciones del mercado de capitales en el periodo 1979 a 2017

Andrés Patiño Sánchez

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Maestría en Finanzas Corporativas

Bogotá

2018

Competitividad de la rentabilidad inmobiliaria del estrato seis en la ciudad de Bogotá
frente a opciones del mercado de capitales en el periodo 1979 a 2017

Andrés Patiño Sánchez

Director:

Bernardo León Camacho

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá

2018

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	3
Índice de Gráficos.....	6
1. Introducción	12
2. Objetivos	18
3. Estado del arte	20
3.1. Concepto y estimación de rentabilidad.....	20
3.2. Rentabilidad inmobiliaria residencial	22
3.3. Rentabilidad de inmueble según calidad de zona.....	23
3.4. Influencia de los ciclos económicos en la rentabilidad inmobiliaria.....	23
4. Marco teórico	25
4.1. Rentabilidad económica, rentabilidad financiera	25
4.2. Índices de Precios de Vivienda Usada – IPVU.....	26
4.3. Índices de Precios de Vivienda Nueva – IPVN	27
4.4. Fundamentos de valoración inmobiliaria	27
4.5. Modelo de precios hedónicos	28
5. Desarrollo de la investigación	30
5.1. Identificación y depuración de base de datos de inmuebles.....	31
5.1.1. Identificación de la información de la base de datos de inmuebles.....	31
5.1.2. Depuración de la base de datos de inmuebles.....	32

5.1.3.	Descripción de la muestra final de inmuebles	34
5.2.	Estimación de datos ausentes en base de datos de inmuebles.....	38
5.2.1.	Estimación de precios de compra de inmuebles.....	39
5.2.2.	Estimación de cánones de arriendo mensual de inmuebles	44
5.2.3.	Estimación de gastos de mantenimiento mensual de inmuebles	47
5.3.	Estimación de rentabilidad de inmuebles.....	51
5.3.1.	Tasa Interna de Retorno (TIR) como medida de rentabilidad de inmuebles	51
5.3.2.	Definición del flujo de caja de los inmuebles.....	51
5.3.3.	Cálculo de rentabilidad mensual de los inmuebles.....	53
5.4.	Construcción de índice de rentabilidad inmobiliaria para la muestra de inmuebles.....	55
5.4.1.	Significancia del área de construcción del inmueble en su rentabilidad	56
5.4.2.	Significancia de la edad del inmueble en su rentabilidad	58
5.4.3.	Ponderación por rentabilidad de canasta de los inmuebles	60
5.4.4.	Descripción de metodología de ponderación.....	61
5.4.5.	Base del índice de rentabilidad inmobiliaria.....	63
5.4.6.	Estimación del índice de rentabilidad inmobiliaria para estrato alto en Bogotá 1.979 a 2.017	64
5.5.	Índices de mercado de capitales	67
5.5.1.	Selección de índices benchmark.....	67
5.5.2.	Identificación de índices benchmark.....	68

5.6.	Caracterización de las distribuciones de probabilidad de los rendimientos de los índices del grupo benchmark.....	75
5.6.1.	Identificación de distribuciones de probabilidad de los índices.....	75
5.6.2.	Análisis de sensibilidad a los índices.....	76
5.7.	Análisis de resultados.....	102
7.	Bibliografía.....	106

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Variación anual de metros cuadrados licenciados en Colombia	14
Gráfico 2. Participación de áreas licenciadas por regiones de Colombia.....	15
Gráfico 3. Comportamiento de áreas en proceso de construcción en Bogotá	16
Gráfico 4. Precios de vivienda vs. Ingreso hogares colombianos post-2005	17
Gráfico 5. Frecuencia de valores de venta de la muestra de inmuebles	35
Gráfico 6. Frecuencia por área de construcción de la muestra de inmuebles.....	35
Gráfico 7. Frecuencia por edad de la muestra de inmuebles	36
Gráfico 8. Frecuencia por valor de canon de arriendo mensual de la muestra de inmuebles.....	37
Gráfico 9. Frecuencia por valor de venta por m2 de la muestra de inmuebles.....	38
Gráfico 10. Relación entre área de construcción y rentabilidad de muestra de inmuebles	57
Gráfico 11. Relación entre área de construcción y rentabilidad de muestra de inmuebles (promedio móvil de 10 meses)	57
Gráfico 12. Relación entre edad y de rentabilidad de muestra de inmuebles.....	58
Gráfico 13. Relación entre edad y promedio de rentabilidad de muestra de inmuebles	59
Gráfico 14. Comportamiento del índice inmobiliario de estrato 6 en Bogotá.....	66
Gráfico 15. Serie S&P 500 (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)	69
Gráfico 16. Serie DXY Currency (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)	70
Gráfico 17. Serie REIT Index (enero de 1.990 a diciembre de 2.017).....	72
Gráfico 18. Serie COLCAP (julio de 2.002 a diciembre de 2.017).....	73

Gráfico 19. Serie Rendimientos T-Bonds 10 años (enero de 1.979 a diciembre de 2.017).....	74
Gráfico 20. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de SPX Index	77
Gráfico 21. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de SPX Index	77
Gráfico 22. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de SPX Index	78
Gráfico 23. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de SPX Index	78
Gráfico 24. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de SPX Index	79
Gráfico 25. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de SPX Index	79
Gráfico 26. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de SPX Index	80
Gráfico 27. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de DXY Currency Index.....	81
Gráfico 28. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de DXY Currency Index.....	81
Gráfico 29. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de DXY Currency Index.....	82
Gráfico 30. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de DXY Currency Index.....	82
Gráfico 31. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de DXY Currency Index...	83
Gráfico 32. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de DXY Currency Index...	83
Gráfico 33. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de REIT Index.....	84
Gráfico 34. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de REIT Index.....	84
Gráfico 35. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de REIT Index.....	85
Gráfico 36. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de REIT Index.....	85
Gráfico 37. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de REIT Index.....	86
Gráfico 38. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de REIT Index.....	86
Gráfico 39. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de REIT Index.....	87
Gráfico 40. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de REIT Index.....	87
Gráfico 41. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de COLCAP.....	88

Gráfico 42. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de COLCAP.....	88
Gráfico 43. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de COLCAP.....	89
Gráfico 44. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de COLCAP.....	89
Gráfico 45. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de COLCAP.....	90
Gráfico 46. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de COLCAP.....	90
Gráfico 47. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de COLCAP.....	91
Gráfico 48. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de COLCAP.....	91
Gráfico 49. Probabilidad de rendimientos mayores a 30% de COLCAP.....	92
Gráfico 50. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de T-Bonds 10 años	93
Gráfico 51. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de T-Bonds 10 años	93
Gráfico 52. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de T-Bonds 10 años	94
Gráfico 53. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de T-Bonds 10 años	94
Gráfico 54. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de T-Bonds 10 años	95
Gráfico 55. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de T-Bonds 10 años	95
Gráfico 56. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de T-Bonds 10 años	96
Gráfico 57. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de T-Bonds 10 años	96
Gráfico 58. Probabilidad de rendimientos mayores a 30% de T-Bonds 10 años	97
Gráfico 59. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá.....	98
Gráfico 60. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá.....	98
Gráfico 61. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá.....	99

Gráfico 62. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de índice inmobiliario estrato	
6 Bogotá.....	99
Gráfico 63. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de índice inmobiliario estrato	
6 Bogotá.....	100
Gráfico 64. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de índice inmobiliario estrato	
6 Bogotá.....	101
Gráfico 65. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de índice inmobiliario estrato	
6 Bogotá.....	101
Gráfico 60. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de índice inmobiliario estrato	
6 Bogotá.....	102

Índice de Tablas

Tabla 1. Lista de precios de vivienda por m ² para estrato alto en Bogotá.....	41
Tabla 2. Precios de vivienda por metro cuadrado obtenidos de informe de precios en Bogotá de Finca Raíz.....	42
Tabla 3. Precios de vivienda promedio de la muestra de inmuebles para todos los escenarios posibles (Cifras en millones de COP nominales)	44
Tabla 4. Variación estimados de cánones de arrendamiento entre 2.013 e 2.017	45
Tabla 5. Canon mensual promedio de la muestra de inmuebles para cada año disponible	47
Tabla 6. Gastos mensuales de mantenimiento promedio en cada año para los inmuebles de la muestra.....	50
Tabla 7. Rentabilidades mensuales de muestra de inmuebles en cada mes del periodo de evaluación.....	55
Tabla 8. Definición de categoría de inmueble según rango de rentabilidad mensual ...	62
Tabla 9. Valores del índice de rentabilidad inmobiliaria para vivienda en estrato alto de Bogotá.....	65
Tabla 10. Descripción de índices benchmark	67
Tabla 11. Serie S&P 500 (enero de 1.979 a diciembre de 2.017).....	69
Tabla 12. Serie DXY Currency (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)	71
Tabla 13. Serie REIT Index (enero de 1.990 a diciembre de 2.017)	72
Tabla 14. Serie COLCAP (julio de 2.002 a diciembre de 2.017).....	73
Tabla 15. Serie Rendimientos T-Bonds 10 años (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)	74
Tabla 16. Distribuciones de probabilidad de índices.....	75

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Definición numérica de rentabilidad inmobiliaria por el CEDE	21
Ecuación 2. Fórmula de la rentabilidad económica según escrito de Fuentes	25
Ecuación 3. Fórmula de rentabilidad financiera según escrito de Fuentes.....	26
Ecuación 4. Fórmula base modelos hedónicos	28
Ecuación 5. Fórmula de estimación de precio de compra de inmuebles	42
Ecuación 6. Fórmula para calculo de precio de compra de inmueble en mes específico	43
Ecuación 7. Fórmula para cálculo del canon de arriendo histórico del inmueble en periodos pasados.....	45
Ecuación 8. Fórmula para cálculo de gastos de mantenimiento del inmueble en 2.017 49	
Ecuación 9. Fórmula para cálculo de gastos de mantenimiento del inmueble en años históricos.....	49
Ecuación 10. Fórmula para cálculo del flujo de caja generado por operación del inmueble	52
Ecuación 11. Fórmula para cálculo de peso asignado a categoría de inmueble	62
Ecuación 12 Fórmula para cálculo de peso a asignar a inmueble según categoría	63

1. Introducción

Debido al gran peso macroeconómico y sus complejas relaciones multisectoriales, el sector inmobiliario es poseedor de un rol tanto estratégico como articulador entre la economía financiera y la real, haciéndose partícipe de gran relevancia en las más importantes crisis bancarias y financieras a lo largo de la historia. (Daher, 2013). Los economistas estadounidenses Carmen Reinhart y Kenneth Rogoff descubrían en su estudio realizado, el cual abarca más de ochocientos años de historia de crisis económicas, que dentro de los principales factores que inciden determinadamente en las crisis bancarias nacionales a nivel mundial se encuentran el incremento de movimientos internacionales de capitales, el sobreendeudamiento doméstico y la deuda gubernamental, y que estos se transmitían en la sociedad a través de alzas en tasas de interés y en precios de commodities. A lo largo del texto enfatizan constantemente la relación estrecha entre las crisis bancarias y los ciclos de precios de vivienda. (Reinhart & Rogoff, 2009).

El historiador bonaerense Carlos Marichal, en su libro llamado “Nueva historia de las grandes crisis financieras. Una perspectiva global, 1873-2008.”, relaciona a las grandes crisis económicas mundiales con previas burbujas relacionadas con distintos sectores económicos, como por ejemplo la crisis de 1857 en Estados Unidos originada en burbujas de tierras públicas y ferrocarriles, la de 1873 vinculada con ferrocarriles y construcción, en 1974 la crisis es detonada por el auge en el mercado inmobiliario, así como la de 1990 en Japón y la bien conocida crisis subprime en Estados Unidos de 2008. (Marichal, 2010).

Colombia también ha sufrido depresiones económicas a causa del auge del sector inmobiliario, como sucedió en 1999, cuando a causa del incremento en la relación entre los saldos de los créditos bancarios y el valor de sus garantías (LTV: loan-to-value ratio) debido a la desvalorización de los inmuebles en el país durante los 4 años previos. Esta contracción de los desembolsos crediticios conllevó no solo a una recesión del sector de construcción, sino de la economía nacional en general, que se vio traducida en la sociedad con incremento en los niveles de desempleo, afectando en gran medida la estabilidad económica de los colombianos. Esta crisis fue determinante para llegar a conclusiones de tomar políticas en función de evitar las burbujas a raíz de la entrada de capitales en el país, así como para ajustar avalúos inmobiliarios según el ciclo económico del momento en función de moderar riesgos. (Cárdenas & Badel, 2003).

A raíz de esta última crisis, y teniendo en cuenta los casos internacionales, el sector inmobiliario en Colombia ha tenido especial atención dada la posible volatilidad que pueden tener los precios comercializados y claramente, el interés que genera la visión de negocio, al cuestionarse por la rentabilidad que pueden generar los inmuebles en un mercado tan particular como el colombiano.

Según el informe de 2016 elaborado por BBVA Research sobre la situación inmobiliaria en Colombia, el sector de la construcción aporta el 7,3% del PIB nacional. Las obras civiles corresponden al 57% del sector mientras que las edificaciones representan el restante 43%. A lo anterior se suma un 7,8% del PIB que representan los servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda para totalizar un 15,1% del PIB entre ambos

sectores, generando más de 1,4 millones de empleos en la etapa de construcción y más de 1,7 millones de personas en los servicios inmobiliarios. (BBVA Research, 2016).

Durante los últimos cinco años en Colombia, un promedio del 75% de las licencias de construcción han sido asignadas para usos residenciales. Según cifras publicadas por el Dane, durante los doce meses previos a marzo de 2016, se aprobaron en el país 25,3 millones de metros cuadrados para nuevas construcciones de edificaciones, de las cuales 18,8 millones fueron destinadas a edificaciones residenciales. (Camacol Bogotá y Cundinamarca, 2016).

El comportamiento histórico de licencias de construcción en el país desde 2009 hasta marzo de 2016 permite observar que la construcción residencial alcanza un crecimiento mayor durante todo este periodo comparado con la variación de las licencias para construcciones no residenciales (oficinas, comercio bodegas, entre otros), dando una noción al mercado acerca de que la construcción residencial abarca tanto la mayor cantidad de área como los índices de mayor crecimiento en el último tiempo.



Gráfico 1. Variación anual de metros cuadrados licenciados en Colombia

Fuente: Camacol Bogotá y Cundinamarca.

Según las conclusiones expuestas por la nota editorial de la Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá titulada “La construcción en el área metropolitana de Bogotá”, la región de Bogotá y los municipios de Cundinamarca representan un poco más de la tercera parte de metros cuadrados aprobados en licencias de construcción en el país (Secretaría de desarrollo económico de Bogotá, 2015). De la totalidad de área aprobada bajo licencias en todo 2016 (25 millones de metros cuadrados) el 21,1% se concentra en la ciudad de Bogotá (DANE, 2016).

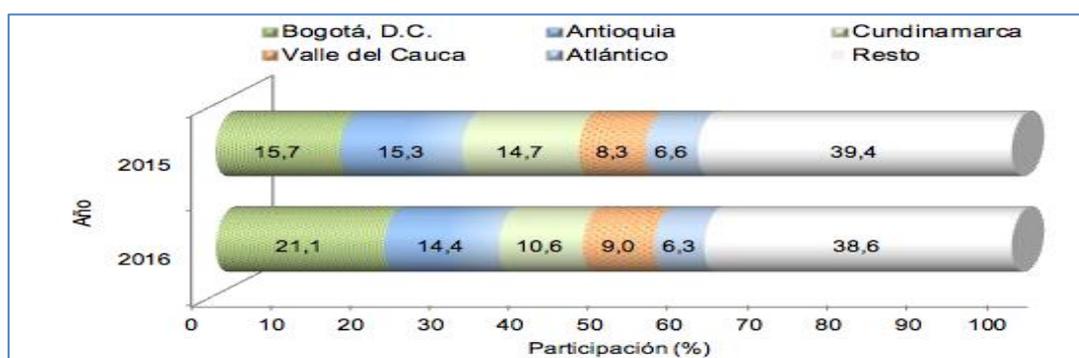


Gráfico 2. Participación de áreas licenciadas por regiones de Colombia

Fuente: DANE.

La capital del país es uno de los destinos de migración preferidos por parte de la población colombiana, ya que encuentran variedad atractiva en beneficios como el comercio, centros de salud, centros comerciales, establecimientos financieros, empresas, actividades de esparcimiento educación, entre otros. (Secretaría de desarrollo económico de Bogotá, 2015).

El área total en proceso de construcción de Bogotá a finales en los últimos cinco años ha tenido un crecimiento considerable principalmente impulsado por las construcciones no

residenciales. (Nocua y Movil, 2017). Sin embargo, aún las áreas en proceso de construcción para vivienda superan a las no residenciales en número.



Gráfico 3. Comportamiento de áreas en proceso de construcción en Bogotá

Fuente: DANE. Cálculos del ODEB.

Precisamente ante las cifras al alza que las construcciones residenciales en Bogotá presentan actualmente, resulta de interés investigar en el mercado inmobiliario la rentabilidad real que los inmuebles pueden generar al inversionista de corto y largo plazo. Para ello será importante profundizar en postulados como los de Sergio Clavijo quien afirma en un comentario económico de ANIF que después de 2005 “los precios de la vivienda en Colombia ya han desbordado la capacidad adquisitiva del grueso de la población colombiana”. (Clavijo, 2014).

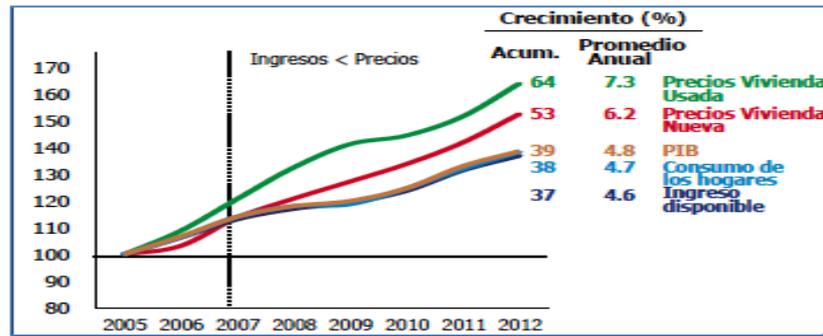


Gráfico 4. Precios de vivienda vs. Ingreso hogares colombianos post-2005

Fuente: ANIF Centro de Estudios Económicos.

La ambivalencia que existe en el mercado con inversionistas guiados por teorías de un lado que apoyan la existencia de una rentabilidad atractiva para el inversionista inmobiliario, como las que del lado opositor ponen en tela de juicio un retorno de la inversión en el contexto macroeconómico de Bogotá, es la que abre la pregunta de investigación sobre si la rentabilidad financiera de los inmuebles para vivienda en Bogotá ha sido superior a la rentabilidad ofrecida por el mercado de capitales para los inversionistas en Colombia durante las últimas cuatro décadas, limitando el espectro de la vivienda residencial bogotana al estrato seis, como punto de referencia principal del mercado inmobiliario.

Entre las diferentes vías de análisis de rentabilidad del mercado inmobiliario, el desarrollo de este trabajo se centrará en comparar la rentabilidad del mercado inmobiliario residencial de estrato seis en Bogotá contra la oferta del mercado de capitales en Colombia durante el periodo comprendido entre el año 2007 y 2016, con el fin de validar si la primera ha sido superior a la segunda en el periodo de tiempo mencionado.

2. Objetivos

Como objetivo principal, el presente trabajo de grado evaluará la competitividad del mercado inmobiliario residencial en para el estrato seis en la ciudad de Bogotá durante los últimos cuarenta años respecto a la oferta de inversión del mercado de capitales tomando en cuenta cinco índices representativos a disposición del mercado colombiano.

Dentro del desarrollo de la investigación también se estiman alcanzar algunos objetivos específicos que permitan darle mayor robustez a las conclusiones, como es la validación sobre si variables como el área de construcción y la edad del inmueble son significativas en cuanto a la rentabilidad inmobiliaria para el sector del mercado en el cual se enfoca el estudio. Así mismo, para la consecución del objeto principal del trabajo de grado será necesario construir un índice de rentabilidad inmobiliaria con la base de datos de inmuebles disponible para el desarrollo de la investigación. Este índice deberá reflejar el comportamiento financiero de los inmuebles incluidos durante el periodo de evaluación.

Uno de los enfoques para la evaluación de la rentabilidad de un activo es la longitud del periodo de tiempo en el cual se logra realizarse la ganancia económica, lo que determina el tipo de rentabilidad entre corto y largo plazo. Respecto al mercado inmobiliario se plantea la duda acerca de cuál es el tipo de rentabilidad conveniente para generar ganancias a quien ha invertido en él. Por lo tanto, la investigación determinará si para el sector de enfoque de este estudio del mercado inmobiliario resulta más conveniente una duración prolongada o más bien corta en cuanto a rendimientos financieras se refiere.

El alcance de este estudio de investigación no será de tipo econométrico puesto que los métodos de evaluación de variables significativas no se realizarán bajo métodos estadísticos aplicados al estudio económico sino bajo métodos lineales. Entendiendo que si se diera un alcance distinto bajo el enfoque econométrico podría ayudar a robustecer estadísticamente el índice de rentabilidad a construir.

3. Estado del arte

El interés que despierta el sector inmobiliario en el mercado a nivel mundial es bastante, puesto que las variables que rodean al sector y determinan su comportamiento son de conocimiento y constante exposición pública, como lo son el incremento de precios, los cambios de ciclos económicos, los impactos externos que afectan la capacidad adquisitiva de la población, entre otros. Así mismo, la cantidad de investigaciones que han sido realizadas en busca de ampliar el conocimiento teórico es considerable. Por tanto, es importante mencionar algunos acercamientos que han realizado investigadores previos para dar respuesta o para analizar comportamientos históricos de asuntos de interés propios del sector. En el presente escrito resalto cuatro trabajos previos en relación a los conceptos de rentabilidad inmobiliaria, estimación de rentabilidad de inmuebles residenciales específicamente de un sector de una ciudad colombiana, la determinación de precios de vivienda según la calidad de la zona de ubicación y la influencia de los ciclos económicos en la rentabilidad inmobiliaria.

3.1. Concepto y estimación de rentabilidad

Ante una investigación que busca validar la rentabilidad financiera de un activo, en este caso de inmuebles residenciales, es fundamental su concepto. Para David Alzate, en su trabajo final de maestría en construcción, “la rentabilidad es la relación entre el beneficio económico obtenido respecto del capital invertido, es el objetivo central de cualquier inversión”. (2013). Para el agente que compra una vivienda para rentarla, la inversión corresponde al costo de la misma y los ingresos

tanto a los pagos de arrendamiento que recibe durante el periodo de evaluación como a el incremento del precio del inmueble. (Jaramillo & Cuervo, Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013, 2014).

Precisamente Samuel Jaramillo, en el documento titulado Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970 – 2013 se propone actualizar los datos sobre precios inmobiliarios referidos a la vivienda en Bogotá y entrega una metodología de estimación para la rentabilidad anual de un inmueble residencial a continuación expuesta.

$$RENT_{\left(\frac{n}{n-1}\right)} = \frac{PRECIO_n + SUMALQ - COSTOPERAT}{PRECIO_{n-1}}$$

Dónde:

- $RENT(n/n-1)$ = rentabilidad de la inversión en el año n
- $PRECIO_n$ = precio del inmueble al final del año (31 de diciembre)
- $PRECIO_{n-1}$ = precio del inmueble al comienzo del año (1 de enero)
- $COSTOPERAT$ = costo operativo, lo estimamos en un 2% del precio inicial del inmueble
- $SUMALQ$ = suma actualizada de alquileres durante el periodo. Esta última expresión tendría la siguiente composición:

$$SUMALQ = CANON * (1 + i)^{11} + CANON * (1 + i)^{10} + \dots + CANON * (1 + i)^0$$

- $CANON$ = canon de alquiler vigente en el inicio del periodo
- i = tasa de rendimiento mensual de un CDT

Ecuación 1. Definición numérica de rentabilidad inmobiliaria por el CEDE

Fuente: Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico, Universidad de los Andes

3.2. Rentabilidad inmobiliaria residencial

David Alzate en su trabajo final de maestría citado anteriormente desarrolla una investigación sobre la rentabilidad inmobiliaria a nivel residencial de sectores específicos de la ciudad de Medellín con el fin de estimar un índice de rentabilidad inmobiliaria sectorial. En el comienzo de su investigación comenta la poca certeza que muchos de los inversionistas tienen a la hora de invertir en el sector inmobiliario residencial ya que, según él, “le son asignados a la inversión en vivienda: precios “siempre” crecientes, renta periódica, símbolo de solidez, depósito de valor, respaldo para garantías, indicador de estatus, etc.”. Para la construcción del índice de rentabilidad inmobiliaria, toma tres variables cuantitativas, los cánones de arrendamiento descontados de gastos de mantenimiento, la valorización del inmueble y el capital invertido. Calculado el índice para las viviendas tomadas en cuenta en el estudio, David estableció conclusiones como la apreciación de una tendencia marcada por parte de los estratos medios de tomar los inmuebles como inversión, caso contrario a los estratos bajos y altos que el propietario vive en el inmueble. Adicionalmente vinculó un indicador utilizado principalmente en inversiones financieras como el PER (Price Earnings Ratio) a su investigación con los inmuebles tomando el valor de cada uno de ellos sobre la renta anual generada. Un indicador que según Alzate se puede interpretar como “el número de años que se requieren para pagar el inmueble con el producido de las rentas”. (Alzate, 2013).

3.3. Rentabilidad de inmueble según calidad de zona

En 2014, Jesús Quintana, Josep Roca y Arturo Ojeda conformaron el grupo expositor del documento que buscó estimar la influencia de los elementos o atributos asociados a la calidad de la zona de residencia, en el precio y, en consecuencia, en la rentabilidad del inmueble bajo la metodología de precios hedónicos establecida por Sherwin Rosen en 1974.

El estudio fue realizado para el municipio de Barcelona, España para los 73 barrios que lo componen. La calidad de cada barrio fue determinada con base en indicadores relacionados a la accesibilidad, el entorno urbano, la edificación y la jerarquía social. Esta calidad fue integrada con las características de la zona, suponiendo igualdad de importancia entre los barrios. La relación entre la rentabilidad inmobiliaria y el indicador de calidad de zona fue determinado a través del modelo de precios hedónicos basado en regresiones lineales múltiples.

Este estudio concluyó que los elementos de la calidad de la zona variaban inversamente frente a los indicadores de la rentabilidad inmobiliaria, determinando que la rentabilidad de los inmuebles en el sector estudiado podría variar según las características sociales de los habitantes del barrio en donde se encontrara.

3.4. Influencia de los ciclos económicos en la rentabilidad inmobiliaria

Un aporte adicional que Samuel Jaramillo realiza, en este caso en una investigación prácticamente una década previa a la citada anteriormente, es un

énfasis dedicado a como los ciclos económicos e inmobiliarios de Colombia se correlacionan con los precios de las viviendas. Afirma que, con el paso del tiempo, la proporción de alquiler respecto al precio de los inmuebles trata de reducirse al punto que en los años iniciales del siglo XXI en Colombia la rentabilidad inmobiliaria residencial era “incluso inferior al rendimiento de las opciones financieras más pasivas”. (Jaramillo & Cuervo, 2004).

4. Marco teórico

4.1. Rentabilidad económica, rentabilidad financiera

Siendo un concepto intuitivo y hasta subjetivo, la rentabilidad de una inversión es necesario distinguirla cuando se recurre a financiación ajena entre la rentabilidad económica de la operación y su rentabilidad financiera. (Fuentes, 2009). Daniel Fuentes, en su escrito titulado “Rentabilidad de la inversión en vivienda, apalancamiento y especulación (1996-2008)” postula que “la rentabilidad económica de una inversión indica cuál es la remuneración por cada euro invertido independientemente del modo de financiación”. A continuación, se describe la formulación establecida.

$$RE_t = \frac{P_t - (RP_t + PA_t)}{RP_t + PA_t}$$

RE_t = Rentabilidad económica en el periodo t

P_t = Precio de venta del activo en el periodo t

RP_t = Recursos propios en el periodo t

PA_t = Préstamo en el periodo t

Ecuación 2. Fórmula de la rentabilidad económica según escrito de Fuentes

Así mismo Fuentes describe a la rentabilidad financiera como la remuneración de los fondos invertidos, estimación que tiene en cuenta los costos de financiación. (Fuentes, 2009).

$$RF_t = \frac{P_t - (RP_t + PA_t + CF_t)}{RP_t}$$

$CF_t =$ Costo financiero de la inversión en el periodo t

Ecuación 3. Fórmula de rentabilidad financiera según escrito de Fuentes

4.2. Índices de Precios de Vivienda Usada – IPVU

En Colombia, el IPVU mide el comportamiento de los precios de la vivienda usada a través del promedio de su variación en un periodo de análisis que puede ser trimestral o anual. (Banco de la República de Colombia).

El método de ventas repetitivas publicado por Case and Shiller en 1.989 es la base de la metodología de su cálculo. Este método asume el comportamiento de los precios de vivienda usada como un “proceso estocástico en el cual la variación media es representada por un índice de precio de mercado, mientras que la dispersión y la volatilidad de los valores alrededor del promedio de mercado son modeladas como un proceso de difusión lognormal”, describe el informe del Banco de la República de Colombia.

Para la estimación del índice es necesario incluir viviendas que hayan sido vendidas mínimo dos veces dentro del periodo de análisis, con el fin de establecer la variación en precios entre una y su siguiente transacción. (Banco de la República de Colombia).

4.3. Índices de Precios de Vivienda Nueva – IPVN

Mide el comportamiento de los precios de vivienda nueva en las tres ciudades más importantes, en cuanto a actividad económica se refiere, del país (Bogotá, Medellín y Cali). Su metodología se trata de un índice de Fisher con una base fija en el periodo de tiempo (diciembre 2006), utilizando toda la información de precios de vivienda nueva disponible durante el periodo de tiempo establecido. (Banco de la República de Colombia).

4.4. Fundamentos de valoración inmobiliaria

Como objetivo busca la estimación o tasación de un inmueble, constituida principalmente por dos factores, suelo y edificación. El valor de un inmueble puede definirse como aquel que el mercado establece para un tipo de inmueble en específico según sus características tanto constructivas como cualitativas. (García, 2007).

Según María Pilar García, autora del libro “Introducción a la valoración inmobiliaria”, hay dos criterios principales que pueden guiar en la valoración de un inmueble, el uso óptimo del inmueble y el valor materializado. El primero hace referencia a que una vivienda tenderá siempre a su adaptación a lo largo del tiempo al uso óptimo que el mercado desarrolla a su ubicación geográfica, estrato, entre otras características. Esta metodología implica el estudio del valor del inmueble según sus componentes de suelo y edificación; el valor del suelo interpretado

como si estuviera despejado atendiendo al mayor uso posible y el valor de la edificación como un costo de reposición. Entretanto, el segundo criterio de valor materializado concibe el valor del inmueble según sus características preexistentes de tal forma que el mercado le retribuye según sus condiciones presentes. Este realiza una evaluación global de suelo y edificación teniendo en cuenta los factores tanto positivos como negativos que afectan el valor de alguno de los dos componentes. (García, 2007).

4.5. Modelo de precios hedónicos

Los modelos hedónicos manejan el concepto del valor de un inmueble según el conjunto de características o atributos que satisfagan necesidades de la demanda. Para el caso de los bienes inmuebles, los posibles compradores manejan una serie de características deseables en la decisión de su adquisición, los cuales se pueden categorizar como intrínsecos (propios del bien) o extrínsecos (externos al inmueble). Este modelo maneja en su ecuación básica, está representado por la siguiente expresión lineal. (Rosen, 1974).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + e$$

Y = Valor del mercado del inmueble

X_i = Característica i del inmueble

β_i = Coeficiente de la característica i del inmueble

e = error de estimación del modelo

Ecuación 4. Fórmula base modelos hedónicos

No siempre las características de los activos, en este caso el inmueble, son lineales, sino que van adecuándose a las características del activo. (Rosen, 1974).

5. Desarrollo de la investigación

Para el desarrollo del trabajo de investigación se establecen siete pasos o etapas para la consecución de los resultados a analizar, la primera etapa consiste en la identificación y depuración de la base de datos inicial que contiene la información de todos los inmuebles disponibles en un comienzo, la segunda tendrá como objetivo el cálculo o estimación de las variables requeridas para la construcción del modelo de rentabilidad de los inmuebles, las cuales no se encuentran dentro de la información real de la base de datos, la tercera etapa tiene por objeto la construcción del modelo de rentabilidad de los inmuebles con los cuales se basará el desarrollo del trabajo de investigación, en el cuarto paso se construirá el índice de rentabilidad que consolidará la información del comportamiento rentable correspondiente a la totalidad de la muestra de inmuebles sobre la cual se realiza el trabajo de investigación, la quinta etapa expondrá algunas de las opciones que ofrece el mercado bursátil como posibilidades de inversión, consideradas en este trabajo de investigación como benchmark a comparar frente al índice construido en la etapa cuatro descrita anteriormente. En la sexta etapa se realizarán simulaciones de escenarios probabilísticos bajo metodologías más adelante expuestas que permitirán conocer la tendencia de rentabilidad de cada una de las ofertas de inversión tenidas en cuenta en el trabajo de investigación y finalmente en el último y séptimo paso se realizará el análisis comparativo de los resultados obtenidos a fin de sustentar los criterios a basar las conclusiones de este desarrollo investigativo. A continuación, cada etapa es descrita brevemente con el objetivo de dar mayor claridad de los procesos que requieren cada una de ellas.

5.1. Identificación y depuración de base de datos de inmuebles

La presente investigación tiene a disposición el uso de cifras del mercado inmobiliario colombiano correspondiente al año 2017. Esta información fue suministrada por una compañía de carácter tecnológico involucrada en el sector inmobiliario, la cual con interés en aportar al desarrollo de esta investigación ha podido entregar una base de datos de 10.000 inmuebles pertenecientes a distintas ciudades de Colombia, en donde pueden relacionarse para la mayoría de ellos la información descrita a continuación, la cual resulta relevante para la construcción del análisis deseado en el desarrollo de la presente investigación.

5.1.1. Identificación de la información de la base de datos de inmuebles

Con el objetivo de dar a conocer el tipo de información suministrada, paso seguido se listan los ocho grupos de datos principales que tienen la mayoría de los inmuebles. Es válido aclarar que algunos de los inmuebles de la base de datos no contienen la totalidad de la información teniendo algunos faltantes en la misma, lo cual llevará más adelante a tomar la decisión de depurar según el tipo de información faltante.

- **Código de identificación:** número único del inmueble de la base de datos con el cual se puede identificar dentro de la misma. Por ende, se encuentran 10.000 códigos de identificación dentro de esta base.

- **Área construida:** corresponde a los metros cuadrados que tiene ocupa el inmueble como construcción. Resulta relevante para el cálculo de datos pertinentes a la investigación de rentabilidad de cada uno de los inmuebles.
- **Estrato:** clasificación socioeconómica del inmueble dada por el Gobierno Nacional a través del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Este dato permitirá identificar el grupo de inmuebles que se piensa analizar.
- **Tipo de inmueble:** clasificación dada al inmueble según su uso, puede categorizarse como apartamento, casa, oficina, local, bodega, lote, edificio, finca, consultorio o parqueadero.
- **Valor de venta:** precio de venta a valor de 2017 bajo el cual está avaluado el inmueble
- **Canon:** valor del arriendo mensual a cifras de 2017 que representa para el inmueble
- **Ciudad:** localización del inmueble en Colombia a nivel de ciudad.
- **Zona:** localidad, barrio o zona de la ciudad donde se ubica el inmueble

5.1.2. Depuración de la base de datos de inmuebles

Contando con los 10.000 inmuebles de la base de datos previamente descrita, paso seguido se analiza su contenido encontrando que solo algunos de estos inmuebles clasifican dentro del grupo a seleccionar para el objeto de interés de esta investigación. El trabajo se encuentra enfocado en inmuebles

residenciales ubicados en la ciudad de Bogotá, pertenecientes al estrato más alto (estrato 6).

Bajo este criterio, son varios los inmuebles que dejan de hacer parte del interés del desarrollo investigativo, por lo cual 8.022 inmuebles son depurados de la base de datos a trabajar (4.081 externos a Bogotá, 3.154 que son de Bogotá, pero no son residenciales y 787 que están localizados en Bogotá, pero no son de carácter residencial). El saldo de esta depuración son 1.978 inmuebles que cumplen las características deseadas.

Seguidamente, se observa que no todos los 1.978 inmuebles, que fueron el resultado de la primera depuración, cuentan con la totalidad de la información requerida para los análisis deseados en la presente investigación. Dentro de este grupo resultante solo existen 177 inmuebles que cuentan con información completa en cuanto a su área de construcción, precio de venta y su canon de arriendo, por lo tanto, dentro de un nuevo filtro de depuración de la base, son 1.801 inmuebles más que se dejan por fuera del análisis.

Como último filtro, los 177 inmuebles fueron analizados y se observa con detalle que algunos de ellos presentan datos que a simple vista resultan muy por encima de la media en los grupos de información correspondiente, como lo son por ejemplo áreas de construcción de más de 1.000 metros cuadrados, precios por metro cuadrado mayores a los 70 millones de pesos colombianos, zonas clasificadas dentro del estrato 6 de Bogotá pero que no corresponden a

las zonas deseadas por el estudio. Estos datos que pueden corresponder a errores en el diligenciamiento de los datos por parte de la fuente de información como a inmuebles con características particulares que sobresalen en algún grupo de datos, pero que alterarían los resultados del análisis a realizar, tuvieron que ser depurados, totalizando ellos 29 inmuebles más que saldrían del grupo de inmuebles a analizar, obteniendo el grupo final un saldo de 148 inmuebles con los cuales se basará el presente estudio.

5.1.3. Descripción de la muestra final de inmuebles

Los 148 inmuebles finales sobre los cuales se realizará el trabajo de investigación de rentabilidad inmobiliaria en el estrato 6 de la ciudad de Bogotá se describen a continuación exponiendo su información más relevante según los rangos de datos encontrados en la muestra final con los siguientes gráficos de frecuencia.

- **Valor de venta**

Como se observa en el gráfico, la mayor cantidad de inmuebles dentro de la muestra analizada se concentra dentro del rango de los 0 a los 2.000 millones de COP a precios de 2017, ya que tan solo hay 19 inmuebles que se apartan de este rango, los cuales tienen un precio de venta mayor a los 2.000 millones de COP. 75 inmuebles (51% de la muestra) se concentra en un rango aun menor de 500 a 1.500 millones de COP. El valor promedio de venta de la muestra se encuentra en 1.240 millones de COP.

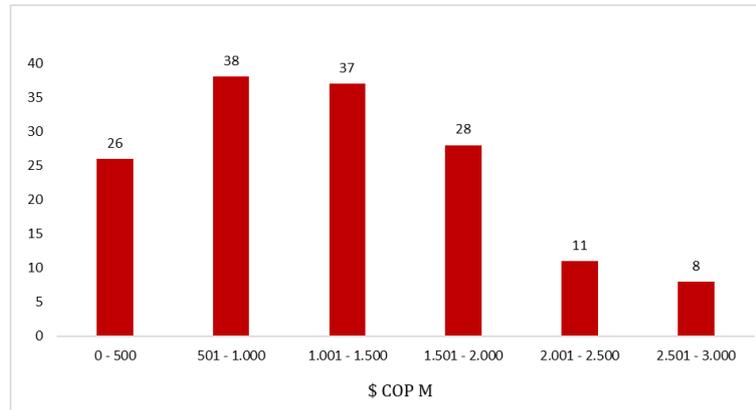


Gráfico 5. Frecuencia de valores de venta de la muestra de inmuebles

- **Área de construcción**

Como segunda característica, resulta importante analizar la distribución que tienen la muestra de inmuebles respecto a sus áreas de construcción, y como se puede observar en el gráfico siguiente, el 84% de los inmuebles analizados tienen un área de construcción menor a 300 m², tan sólo 24 inmuebles resultan tener un área mayor. El promedio del área de construcción de los 148 inmuebles es de 206 m².

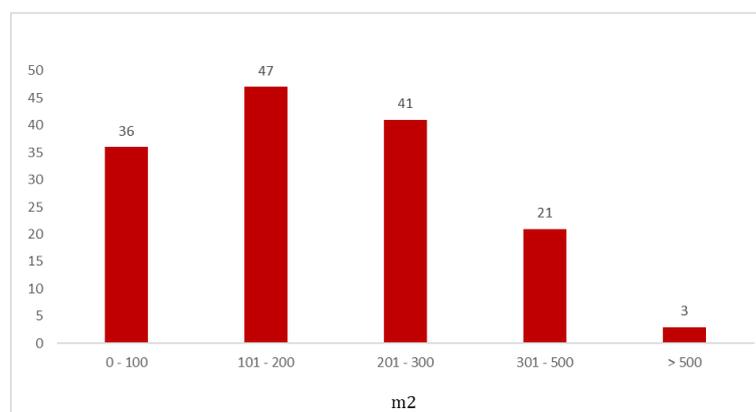


Gráfico 6. Frecuencia por área de construcción de la muestra de inmuebles

- **Edad**

La concentración de los inmuebles de la muestra en cuanto a sus años de construcción es notablemente enfocada en el rango más de 0 a 5 años, con 65 inmuebles que se encuentran en él. Hay una repartición pareja en los 3 rangos siguientes que abarcan desde 6 hasta 30 años de construcción y solo hay 5 inmuebles que se encuentran dentro del último rango categorizado de 31 a 40 años. Por tanto, la edad promedio de la muestra de los 148 inmuebles es de 10 años.

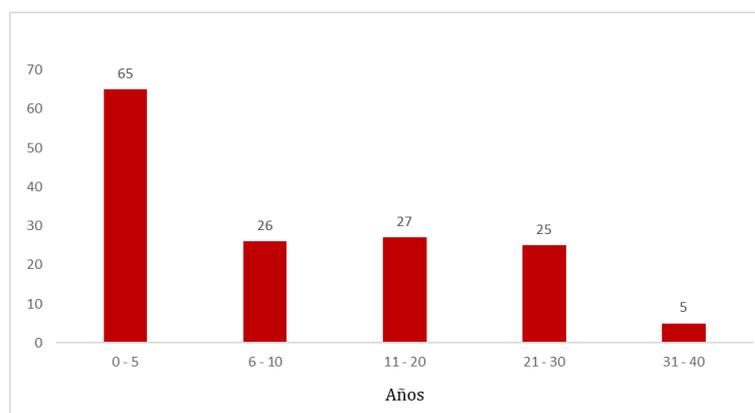


Gráfico 7. Frecuencia por edad de la muestra de inmuebles

- **Valor del canon de arriendo mensual**

Como último dato de mayor relevancia, el valor correspondiente al canon de arriendo mensual de los 148 inmuebles tiene una notoria concentración dentro del rango de 1 y 10 millones de COP, en donde se ubican el 88% del total de la muestra de inmuebles. Hay 15 inmuebles que tienen un canon entre 10 y 15 millones de COP y 3 inmuebles ubicados a los extremos, 2 de cánones menores al millón de

COP y tan solo 1 que dentro del rango de 15 a 20 millones de COP. El valor promedio del canon de arriendo mensual de la muestra analizada se encuentra en 6,1 millones de COP.

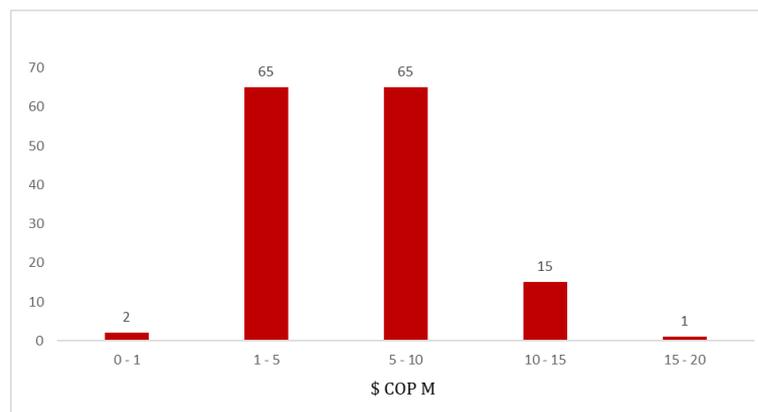


Gráfico 8. Frecuencia por valor de canon de arriendo mensual de la muestra de inmuebles

- **Valor de venta por m2**

Teniendo en cuenta los datos de valor de venta de los inmuebles y su área de construcción es posible calcular los valores de venta por metro cuadrado de cada uno de los 148 inmuebles disponibles, obteniendo una concentración de valores entre los 3 y los 9 millones de COP, como se observa en el gráfico siguiente. Es decir, que el 89% de los inmuebles tiene un valor de venta por m2 aproximadamente cercano al mismo valor promedio del canon de arriendo mensual de los inmuebles. Este valor corresponde a un 0,5% del valor promedio de los valores de venta de los inmuebles analizados.

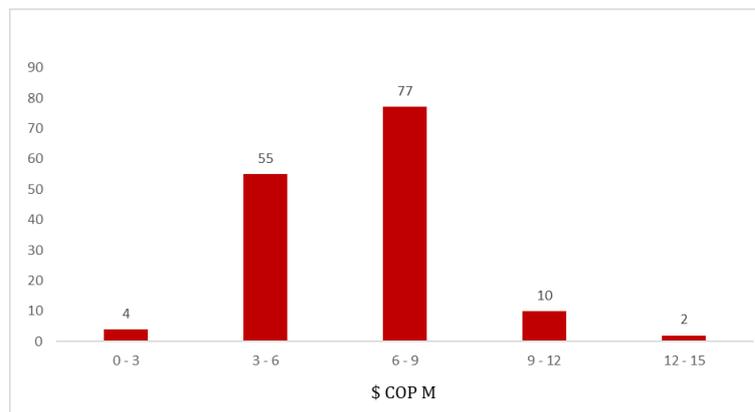


Gráfico 9. Frecuencia por valor de venta por m2 de la muestra de inmuebles

5.2. Estimación de datos ausentes en base de datos de inmuebles

Tras haber identificado y analizado la base de datos de inmuebles con la que se realizará el trabajo de investigación, el siguiente paso consiste en el cálculo del modelo de rentabilidad de cada uno de los inmuebles disponibles.

Para calcular dichas rentabilidades, se requiere de la información histórica de transacciones que ha generado cada uno de los inmuebles desde el año de su compra. Estas transacciones se resumen en los pagos de arriendos mensuales y como dato fundamental su valor de compra en el año de que reporta la base de datos fue construido el inmueble. Dado que esta información no ha sido suministrada por la fuente original de los datos, se determinaron ciertas metodologías para calcular los precios históricos de compra, arriendo y mantenimiento, las cuales son descritas en los siguientes numerales.

5.2.1. Estimación de precios de compra de inmuebles

La construcción de los precios de compra de los inmuebles de la muestra resulta un ejercicio de suma trascendencia para el análisis a realizar sobre la rentabilidad inmobiliaria del sector específico en el cual se ha enfocado el trabajo de investigación, puesto que al ser el dato que representa la inversión inicial y al no tener el dato como cifra oficial, el dato estimado debe tener un sustento técnico reconocido dentro del sector inmobiliario.

Como fuente confiable, este trabajo ha tomado los resultados de un estudio publicado en 2014 por el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico - CEDE de la Universidad de los Andes sobre la actualización de precios de vivienda en Bogotá, titulado “Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013”, el cual consiste en series de precios respecto a diferentes aspectos de la vivienda, elaborados con base en ofertas publicadas en medios de información como periódicos y alguna otra información secundaria durante este rango de tiempo de 43 años.

El estudio del CEDE entrega, como uno de sus resultados, la serie de precios de vivienda por metro cuadrado dentro de los años 1970 hasta el 2013 para 3 tipos de estrato en la ciudad de Bogotá, bajo, medio y alto, siendo este último el de interés para el presente estudio. A continuación, se presenta la serie para el estrato alto por año con su respectiva variación anual, en la cual llama la atención el crecimiento nominal que han tenido los precios de vivienda en la ciudad.

Año	Precios nominales (\$COP)	
1.970	3.650	
1.971	3.710	2%
1.972	4.480	21%
1.973	5.290	18%
1.974	7.100	34%
1.975	8.950	26%
1.976	12.340	38%
1.977	17.330	40%
1.978	21.130	22%
1.979	29.680	40%
1.980	37.560	27%
1.981	43.710	16%
1.982	50.160	15%
1.983	53.270	6%
1.984	62.890	18%
1.985	70.850	13%
1.986	95.770	35%
1.987	135.360	41%
1.988	175.090	29%
1.989	211.620	21%
1.990	235.250	11%
1.991	277.190	18%
1.992	411.880	49%
1.993	617.920	50%
1.994	844.360	37%
1.995	821.190	-3%
1.996	970.650	18%
1.997	938.590	-3%
1.998	1.114.880	19%
1.999	963.580	-14%
2.000	928.250	-4%
2.001	995.190	7%
2.002	1.198.840	20%
2.003	1.280.070	7%
2.004	1.525.450	19%
2.005	1.663.250	9%
2.006	1.944.700	17%
2.007	2.423.280	25%
2.008	2.838.860	17%
2.009	2.656.870	-6%
2.010	3.036.540	14%
2.011	3.254.350	7%

2.012	4.012.090	23%
2.013	3.954.500	-1%

Tabla 1. Lista de precios de vivienda por m2 para estrato alto en Bogotá

Fuente: CEDE – Universidad de los Andes

La información obtenida del estudio mencionado resulta fundamental para la construcción del modelo de rentabilidad, sin embargo, debido a que la base de datos cuenta con inmuebles que han sido comprados en años posteriores al último año que reporta información el estudio, se debe realizar una estimación de los valores faltantes de los años 2.014 a 2.016.

Para realizar esta estimación, se hace uso de los informes de 2.014 a 2.016 de precios de vivienda en uso por metro cuadrado en la ciudad de Bogotá publicados por el portal web Finca Raíz, respaldado por el Departamento Nacional de Planeación y titulados “Informe valor metro cuadrado en Bogotá” (Finca Raíz, 2014) (Finca Raíz, 2015) (Finca Raíz, 2016), los cuales exponen, con base en su información propia, como portal web de publicación de mercado de inmuebles, la evolución de los precios de vivienda por zona de la ciudad de Bogotá. Por lo cual, se toman los precios correspondientes a la zona Nororiental, zona en donde se ubican la gran cantidad de los inmuebles de la muestra de análisis.

De esta manera los precios de vivienda de los años faltantes son asignados a la base de datos de información, los cuales son presentados a continuación, en

donde se puede observar una variación considerable del año 2.013 al 2.014 del 47%, pero que no es evaluada como desproporcionada al entender las posibles diferencias metodológicas entre el estudio del CEDE y el de Finca Raíz, el primero claramente más con enfoque académico.

Año	Precios corrientes o nominales / var	
2.013	3.954.500	-1%
2.014	5.802.900	47%
2.015	5.276.800	-9%
2.016	5.445.700	3%

Tabla 2. Precios de vivienda por metro cuadrado obtenidos de informe de precios en Bogotá de Finca Raíz

Una vez, completada la base de datos de precios de vivienda por metro cuadrado para todo el rango de tiempo a analizar, es posible calcular el precio de compra de cada uno de los inmuebles puesto que se cuenta con la información del área de construcción y como un supuesto adicional de este estudio de investigación, los inmuebles no han tenido variaciones en su área de construcción durante toda su existencia. Por tanto, basta con una sencilla multiplicación (pxq) para estimar el precio de compra del inmueble en el año deseado. La fórmula que se tendría para el cálculo sería la siguiente.

$$PC_{ij} = PVE_j * AC_i$$

PC_{ij} = Precio de compra del inmueble i en el año j

PVE_{ij} = Precio de Venta por m2 del Estudio para el año j

AC_i = Área construida del inmueble i

Ecuación 5. Fórmula de estimación de precio de compra de inmuebles

Dado que el modelo de rentabilidad debe ser calculado con periodicidad mensual, los precios de vivienda históricos deben ser así mismo estimados por cada uno de los meses del periodo de tiempo que estima el trabajo de investigación (1979 – 2017). Por tanto, como un supuesto de asignación, el precio de compra de los inmuebles durante el año tendrá repartida equitativamente la variación anual que esté establecida por el estudio durante los 12 meses, esto con el fin de mitigar las variaciones drásticas que pueden afectar las conclusiones de la investigación. Es decir, el precio de compra por m² de un mes específico será calculado con la siguiente fórmula.

$$PC_{i,j,k} = PC_{i,j-1,12} + \left(\frac{PC_{i,j,12} - PC_{i,j-1,12}}{12} \right) * k$$

$PC_{i,j,k}$ = Precio de compra del inmueble i en el mes k del año j

Ecuación 6. Fórmula para calculo de precio de compra de inmueble en mes específico

Es así entonces, como se logra construir todos los precios de vivienda por metro cuadrado correspondientes a la totalidad de los posibles escenarios que se puedan presentar en el desarrollo del modelo, los cuales están sujetos a los años de construcción de cada inmueble, el cual, bajo los supuestos establecidos para el desarrollo del análisis, es el mismo año de compra del inmueble. La tabla presentada a continuación muestra el promedio de precios de vivienda totales de los inmuebles disponibles para cada mes dentro del rango de años de 1.979 a 2.017 a millones de pesos colombianos (COP) nominales de cada año. Se puede observar que en enero de 1.979 con los dos inmuebles con los que se disponía, el precio promedio de su venta era de 2,5

millones de COP y en diciembre de 2.017, el precio promedio era de 1.244 millones de COP.

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.979	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
1.980	3,4	3,5	3,6	3,7	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2
1.981	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9
1.982	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7
1.983	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0
1.984	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
1.985	9,9	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1
1.986	14,8	15,2	15,6	16,0	16,4	16,9	17,3	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4
1.987	20,1	20,7	21,4	22,1	22,7	23,4	24,1	24,7	25,4	26,1	26,7	27,4
1.988	28,1	28,7	29,4	30,1	30,7	31,4	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8	35,4
1.989	36,1	36,7	37,3	37,9	38,5	39,1	39,8	40,4	41,0	41,6	42,2	42,8
1.990	38,3	38,7	39,0	39,4	39,8	40,1	40,5	40,8	41,2	41,5	41,9	42,2
1.991	43,8	44,4	45,0	45,7	46,3	47,0	47,6	48,2	48,9	49,5	50,2	50,8
1.992	56,5	58,7	60,9	63,1	65,3	67,5	69,7	71,9	74,1	76,3	78,5	80,7
1.993	84,1	87,5	90,8	94,2	97,6	100,9	104,3	107,7	111,0	114,4	117,7	121,1
1.994	111,4	114,7	118,0	121,3	124,6	127,9	131,3	134,6	137,9	141,2	144,5	147,8
1.995	158,2	157,8	157,5	157,1	156,7	156,4	156,0	155,7	155,3	154,9	154,6	154,2
1.996	190,9	193,7	196,6	199,4	202,3	205,1	208,0	210,8	213,7	216,5	219,4	222,2
1.997	219,9	219,3	218,7	218,1	217,5	216,8	216,2	215,6	215,0	214,4	213,8	213,2
1.998	213,6	216,9	220,2	223,5	226,8	230,1	233,4	236,7	240,0	243,2	246,5	249,8
1.999	247,0	244,2	241,4	238,5	235,7	232,9	230,1	227,2	224,4	221,6	218,8	215,9
2.000	213,2	212,5	211,9	211,2	210,6	209,9	209,3	208,6	208,0	207,3	206,6	206,0
2.001	199,6	200,8	202,0	203,2	204,4	205,6	206,8	208,0	209,2	210,4	211,5	212,7
2.002	230,4	234,3	238,2	242,0	245,9	249,8	253,6	257,5	261,4	265,2	269,1	272,9
2.003	270,6	272,2	273,7	275,2	276,7	278,2	279,8	281,3	282,8	284,3	285,8	287,4
2.004	292,0	296,5	301,1	305,7	310,3	314,9	319,5	324,1	328,7	333,3	337,9	342,4
2.005	346,2	348,8	351,4	354,0	356,6	359,2	361,7	364,3	366,9	369,5	372,1	374,7
2.006	378,1	383,3	388,6	393,9	399,1	404,4	409,6	414,9	420,1	425,4	430,7	435,9
2.007	437,3	446,1	454,9	463,6	472,4	481,2	490,0	498,8	507,6	516,4	525,2	533,9
2.008	541,6	549,2	556,8	564,5	572,1	579,7	587,4	595,0	602,6	610,3	617,9	625,5
2.009	614,3	611,0	607,7	604,4	601,1	597,8	594,5	591,2	587,9	584,6	581,3	578,0
2.010	576,1	582,9	589,7	596,5	603,2	610,0	616,8	623,6	630,4	637,1	643,9	650,7
2.011	684,4	688,5	692,6	696,6	700,7	704,8	708,8	712,9	717,0	721,0	725,1	729,2
2.012	773,2	787,9	802,6	817,4	832,1	846,8	861,5	876,2	890,9	905,7	920,4	935,1
2.013	909,7	908,6	907,5	906,4	905,3	904,2	903,1	902,0	900,9	899,9	898,8	897,7
2.014	907,8	941,8	975,9	1.009,9	1.043,9	1.078,0	1.112,0	1.146,0	1.180,1	1.214,1	1.248,2	1.282,2
2.015	1.203,9	1.194,8	1.185,6	1.176,4	1.167,3	1.158,1	1.149,0	1.139,8	1.130,6	1.121,5	1.112,3	1.103,1
2.016	1.087,8	1.090,7	1.093,6	1.096,5	1.099,4	1.102,2	1.105,1	1.108,0	1.110,9	1.113,8	1.116,7	1.119,6
2.017	1.129,9	1.140,3	1.150,6	1.160,9	1.171,3	1.181,6	1.191,9	1.202,2	1.212,6	1.222,9	1.233,2	1.243,6

Tabla 3. Precios de vivienda promedio de la muestra de inmuebles para todos los escenarios posibles
(Cifras en millones de COP nominales)

5.2.2. Estimación de cánones de arriendo mensual de inmuebles

La estimación de los precios o cánones de los arriendos para cada uno de los inmuebles en su respectivo año según el escenario dado, se realizó de una

manera más directa, puesto que si bien el estudio de precios del CEDE, mencionado previamente, incluía la elaboración de precios de arriendo por metro cuadrado para el estrato alto de Bogotá, la variación entre los precios del año 2.013 frente a los precios promedio de la muestra de 148 inmuebles era desproporcionada, como se puede observar en la siguiente tabla.

Cánones de arriendo para estrato alto vivienda Bogotá

Estudio CEDE - Año 2.013	1.802.500
Promedio de muestra año 2.017	6.134.868
Variación	240%

Tabla 4. Variación estimados de cánones de arrendamiento entre 2.013 e 2.017

Al observar que una variación del 240% nominal en 4 años no resulta coherente con las variaciones esperadas y observadas dentro de los periodos anteriores y teniendo en cuenta que, en Colombia, desde el año 2.003 el incremento de los cánones de arriendo para vivienda residencial puede aumentar hasta un 100% del incremento del IPC del año inmediatamente anterior, según la Ley 820 de 2.003, se decide aplicar la metodología de ajuste de cánones de arriendos para cada uno de los años requeridos (1.979 – 2.016) deflactando al indicador de inflación nacional (IPC) histórico para cada uno de los años a calcular. Por lo tanto, el precio del canon de arriendo para los inmuebles será calculado con la siguiente fórmula.

$$C_{i,j} = \frac{(C_{i,j+1})}{1 + \Delta IPC_{Dic\ de\ j}}$$

$C_{i,j}$ = Canon de arriendo del inmueble i para el año j

ΔIPC_{Dic-j} = Variación del IPC publicado a finales del año j que regirá para precios del año $j + 1$

Ecuación 7. Fórmula para cálculo del canon de arriendo histórico del inmueble en periodos pasados

Implementado la fórmula descrita, se obtienen los siguientes promedios de cánones de arriendo mensual para la muestra de inmuebles disponibles en cada uno de los años.

Año	Canon mensual (\$ COP Nominales)
1.979	11.343
1.980	14.610
1.981	18.387
1.982	23.233
1.983	28.816
1.984	57.198
1.985	82.126
1.986	116.321
1.987	140.690
1.988	174.484
1.989	223.549
1.990	251.510
1.991	370.915
1.992	520.928
1.993	651.838
1.994	723.099
1.995	942.156
1.996	1.447.955
1.997	1.719.989
1.998	2.001.030
1.999	2.335.202
2.000	2.664.267
2.001	2.793.765
2.002	3.025.951
2.003	3.219.861
2.004	3.428.849
2.005	3.627.913
2.006	3.782.655
2.007	3.920.782
2.008	4.144.035
2.009	4.452.448
2.010	4.584.806
2.011	5.040.397
2.012	5.369.784
2.013	5.385.309

2.014	5.380.640
2.015	5.283.081
2.016	5.801.435
2.017	6.134.868

Tabla 5. Canon mensual promedio de la muestra de inmuebles para cada año disponible

Dado que el precio del canon de arriendo no tiende a variar durante los doce meses del año pactado, a este valor no se le realiza el ajuste mensual que se hizo con el precio de compra de los inmuebles en el numeral inmediatamente anterior.

5.2.3. Estimación de gastos de mantenimiento mensual de inmuebles

El gasto de mantenimiento incluye dos tipos de rubros que el arrendatario se encuentra obligado a incurrir a fin de mantener su inmueble en un estado productivo. El primero es el gasto de mantenimiento físico del inmueble el cual incluye las diferentes clases de arreglos y mejoras locativas que permitan preservar al inmueble en un estado propicio para su objeto residencial. Mientras que el segundo gasto considerado es el gasto impositivo o fiscal que compromete al propietario del inmueble según la legislación nacional.

Para ambos rubros se ha determinado un método de estimación basado inicialmente en un porcentaje representativo sobre el valor de venta o avalúo del inmueble del año donde se cuenta con los datos reales, es decir el año 2.017. Inmediatamente después, de estimar los gastos de mantenimiento para cada uno de los inmuebles en el año 2.017, se realiza el siguiente paso de la metodología para estimar los gastos históricos en cada uno de los años que

ofrezca el ejercicio de rentabilidad, y así como el cálculo de cánones de arriendo, corresponden a un valor único para cada uno de los años sin variación mensual. Este segundo paso consiste en deflactar al año inmediatamente anterior cada uno de los valores correspondientes a los gastos de administración, esta vez con el índice que acostumbradamente se usa para calcular las variaciones de las cuotas de administración de propiedad horizontal en Bogotá, este índice es la variación del Salario Mínimo Legal Vigente (SMLV).

Por lo tanto, empleando la metodología anteriormente descrita en sus dos pasos, se determina que el porcentaje representativo sobre el valor del avalúo comercial de los inmuebles para calcular el gasto de mantenimiento anual por arreglos locativos recurrentes será del 0,6% y para el cálculo del gasto impositivo o fiscal que representa la propiedad del inmueble en el estrato 6 de Bogotá se establece el 0,4% al año, totalizando el porcentaje total que representa la variable del gasto de mantenimiento en un 1,0% anual, el cual no es desproporcionado comparado por ejemplo con el porcentaje que el estudio del CEDE mencionado previamente sobre precios inmobiliarios establece en un 2% para sus estimaciones de rentabilidad, (Jaramillo & Cuervo, Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013, 2014). El valor calculado se calculará en periodo mensual para el modelo de rentabilidad

Así mismo, la fórmula empleada para el cálculo de los gastos de mantenimiento de los años anteriores es muy parecida a la utilizada para la

estimación de los cánones de arriendo, salvo que cambia el índice de variación del IPC al SMLV. Las fórmulas con las cuales se calcularían ambos pasos serían las siguientes

$$GMm_{i,2017} = \frac{VV_{i,2017} * (0,6\% + 0,4\%)}{12}$$

$GMm_{i,2017}$ = Gasto mensual de mantenimiento del inmueble i en el año 2.017

$VV_{i,2017}$ = Valor de venta del inmueble i en el año 2.017

Ecuación 8. Fórmula para cálculo de gastos de mantenimiento del inmueble en 2.017

$$GMm_{i,j} = \frac{(GMm_{i,j+1})}{1 + \Delta SMLV_j}$$

$GMm_{i,j}$ = Gasto mensual de mantenimiento del inmueble i en el año j

$\Delta SMLV_j$ = Variación del SMLV publicado a finales del año j que regirá para precios del año $j + 1$

Ecuación 9. Fórmula para cálculo de gastos de mantenimiento del inmueble en años históricos

El resultado obtenido para cada inmueble en cada uno de los años es coherente con el comportamiento de precios de los inmuebles y su resultado es expuesto a continuación en donde se pueden observar los valores promedio para cada uno de los años según los inmuebles disponibles.

Año	Gastos Mantenimiento (\$ COP Nominales)
1.979	1.637
1.980	2.189
1.981	2.856
1.982	3.617
1.983	4.702
1.984	7.649
1.985	11.607
1.986	18.354

1.987	22.757
1.988	27.765
1.989	34.705
1.990	38.830
1.991	53.057
1.992	74.783
1.993	94.266
1.994	105.250
1.995	136.663
1.996	184.307
1.997	217.921
1.998	261.177
1.999	309.495
2.000	360.933
2.001	382.905
2.002	425.244
2.003	456.580
2.004	490.565
2.005	531.513
2.006	564.394
2.007	598.099
2.008	635.773
2.009	674.567
2.010	723.599
2.011	803.192
2.012	864.097
2.013	893.063
2.014	909.330
2.015	911.096
2.016	968.509
2.017	1.036.305

Tabla 6. Gastos mensuales de mantenimiento promedio en cada año para los inmuebles de la muestra

5.3. Estimación de rentabilidad de inmuebles

Construida la base de datos con la información histórica que había sido identificada como faltante para el desarrollo del modelo de rentabilidad, se da paso seguido a la explicación de la metodología bajo la cual se estimará la rentabilidad financiera de cada uno de los inmuebles de la muestra a analizar.

5.3.1. Tasa Interna de Retorno (TIR) como medida de rentabilidad de inmuebles

Como indicador de rentabilidad se establece a la Tasa Interna de Retorno (TIR) como método de evaluación del comportamiento financiero de los inmuebles de la muestra. Por tanto, el resultado de esta etapa del estudio de investigación debe ser la construcción de un modelo de estimación de rentabilidad mensual, a través de la TIR, para cada uno de los inmuebles desde su mes de compra o adquisición hasta el mes de su venta, el cual debe ser discrecional según el escenario de análisis que quiera evaluarse.

5.3.2. Definición del flujo de caja de los inmuebles

Para lograr dicho modelo, debe definirse cuál será el esquema de los flujos de caja que deben determinar la rentabilidad / retorno mensual de cada inmueble. En este esquema deben ser incluidos cuatro datos principales, el precio de compra, los cánones de arriendo, los gastos de mantenimiento y el valor de venta del inmueble. De esta manera, la tasa de retorno mensual evidenciará, según el periodo de tiempo evaluado, la valorización del inmueble y la

rentabilidad ganada por los cánones de arriendo recibidos durante el periodo de evaluación.

Incluyendo estos datos y bajo el esquema de evaluación en un periodo de tiempo determinado, la fórmula del flujo de caja para cada inmueble es definida bajo la siguiente notación.

$$FC = -PC_{1,1} + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m (CA_{k,j} - GM_{k,j}) + PV_{n,m}$$

FC = Flujo de caja del inmueble

PC_{1,1} = Precio de compra del inmueble en el año 1 y mes 1

CA_{k,j} = Canon de arriendo del inmueble en el año k y mes j

GM_{k,j} = Gasto de mantenimiento del inmueble en el año k y mes j

PV_{n,m} = Precio de venta del inmueble en su año de venta n y el mes de venta m

Ecuación 10. Fórmula para cálculo del flujo de caja generado por operación del inmueble

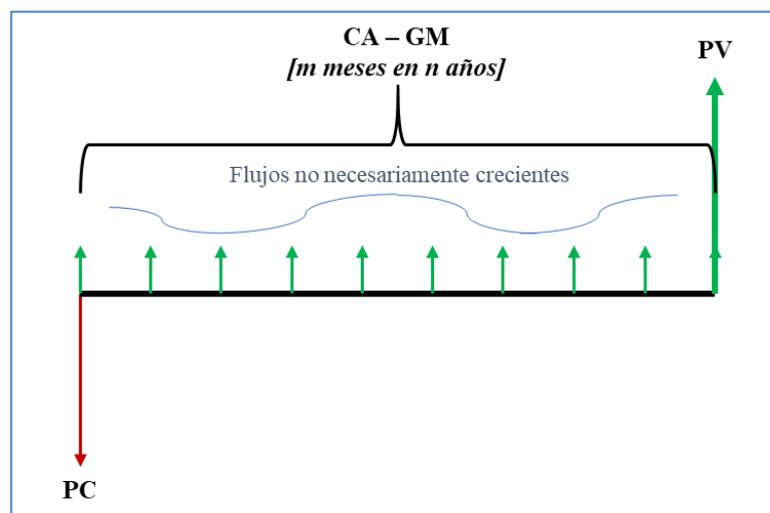


Ilustración 1. Esquema de Flujo de caja para estimación de rentabilidad mensual de inmuebles

5.3.3. Cálculo de rentabilidad mensual de los inmuebles

Habiendo establecido la metodología de cálculo de los flujos de caja es posible calcular las rentabilidades mensuales generadas por cada uno de los inmuebles para los diferentes periodos de tiempo que se pueden evaluar en el modelo construido. De esta manera, se calcula la TIR de cada uno de los inmuebles para todos los escenarios determinados por el mes de venta, los cuales son posibles desde el mes de febrero del año 1.979 hasta diciembre de 2.017, para los inmuebles que el modelo concibe su adquisición en enero del mismo año.

Para dar claridad sobre los resultados a presentar, la investigación establece supuestos en el ejercicio de evaluación, tales como:

- El mes de compra de los inmuebles será enero, aplicando para todos los años que la base de datos informa fue su construcción. Se define como mes único para realizar efectuar la inversión del activo.
- Los flujos de caja correspondientes a los pagos de cánones de arriendo como ingreso para el arrendatario y gastos de mantenimiento como un egreso son tenidos en cuenta todos los meses desde el mismo mes de compra del inmueble hasta el mismo mes que el evaluador del escenario decide sea la venta de todos los inmuebles.
- El mes de venta será el mismo para todos los inmuebles dentro del rango desde febrero de 1.979 hasta diciembre de 2.017, con la posibilidad de seleccionar cualquier mes dentro de este rango. Esto con

el fin que la rentabilidad general a evaluar en el siguiente numeral (3.5) sea evaluada en el mismo periodo incluyendo la venta de todos los inmuebles.

Dados los parámetros bajo los cuales se regirá el desarrollo de los cálculos de retornos financieros de los inmuebles, se presentan a continuación los resultados obtenidos, exponiendo el promedio de las cifras de rentabilidad obtenidas para cada uno de los meses tenidos en cuenta para el modelo, en donde se podrá observar unos crecimientos importantes en los meses los cuales puede reflejarse la ganancia por la adquisición de nuevos inmuebles y se estima una venta pronta del inmueble obteniendo su valorización inmediata a un corto periodo de un mes. Este efecto es causado principalmente en el mes inmediatamente siguiente al mes de adquisición, es decir, los meses de febrero.

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.979	NA	4,08%	3,81%	3,69%	3,60%	3,53%	3,47%	3,41%	3,36%	3,31%	3,26%	3,21%
1.980	3,16%	3,12%	3,07%	3,03%	2,99%	2,95%	2,92%	2,88%	2,85%	2,82%	2,79%	2,76%
1.981	2,72%	2,68%	2,64%	2,61%	2,57%	2,54%	2,51%	2,48%	2,46%	2,43%	2,40%	2,38%
1.982	2,36%	2,34%	2,32%	2,31%	2,29%	2,27%	2,25%	2,24%	2,22%	2,21%	2,19%	2,18%
1.983	2,15%	2,13%	2,11%	2,09%	2,07%	2,05%	2,03%	2,01%	1,99%	1,98%	1,96%	1,95%
1.984	1,98%	2,57%	2,37%	2,29%	2,25%	2,23%	2,21%	2,19%	2,18%	2,16%	2,15%	2,14%
1.985	2,13%	2,19%	2,09%	2,06%	2,03%	2,01%	2,00%	1,99%	1,97%	1,96%	1,95%	1,94%
1.986	2,01%	2,43%	2,40%	2,40%	2,41%	2,42%	2,42%	2,43%	2,43%	2,43%	2,43%	2,43%
1.987	2,48%	2,51%	2,54%	2,56%	2,58%	2,59%	2,61%	2,61%	2,62%	2,63%	2,63%	2,63%
1.988	2,63%	2,63%	2,63%	2,63%	2,63%	2,63%	2,62%	2,62%	2,62%	2,61%	2,61%	2,60%
1.989	2,59%	2,59%	2,58%	2,57%	2,57%	2,56%	2,55%	2,54%	2,54%	2,53%	2,52%	2,51%
1.990	2,50%	2,44%	2,37%	2,35%	2,33%	2,31%	2,30%	2,28%	2,27%	2,26%	2,25%	2,24%
1.991	2,25%	2,51%	2,40%	2,36%	2,33%	2,32%	2,31%	2,30%	2,29%	2,28%	2,27%	2,27%
1.992	2,34%	3,29%	3,18%	3,15%	3,13%	3,12%	3,11%	3,10%	3,09%	3,08%	3,07%	3,06%
1.993	3,10%	3,13%	3,15%	3,17%	3,18%	3,19%	3,19%	3,19%	3,19%	3,19%	3,18%	3,18%
1.994	3,18%	3,37%	3,30%	3,27%	3,25%	3,23%	3,21%	3,20%	3,18%	3,16%	3,15%	3,13%
1.995	3,06%	2,83%	2,76%	2,71%	2,66%	2,61%	2,57%	2,53%	2,50%	2,46%	2,43%	2,40%
1.996	2,41%	2,66%	2,47%	2,40%	2,36%	2,33%	2,31%	2,30%	2,28%	2,27%	2,25%	2,24%
1.997	2,16%	1,97%	1,89%	1,83%	1,79%	1,75%	1,71%	1,68%	1,65%	1,62%	1,59%	1,57%
1.998	1,61%	1,69%	1,70%	1,72%	1,74%	1,76%	1,77%	1,79%	1,80%	1,81%	1,82%	1,83%
1.999	1,79%	1,75%	1,71%	1,68%	1,65%	1,62%	1,59%	1,56%	1,54%	1,51%	1,49%	1,47%
2.000	1,46%	1,62%	1,55%	1,52%	1,51%	1,50%	1,49%	1,48%	1,47%	1,47%	1,46%	1,46%
2.001	1,47%	1,57%	1,54%	1,53%	1,53%	1,53%	1,54%	1,54%	1,54%	1,55%	1,55%	1,55%
2.002	1,57%	2,19%	2,05%	2,00%	1,98%	1,97%	1,96%	1,95%	1,95%	1,95%	1,94%	1,94%
2.003	1,92%	1,96%	1,91%	1,88%	1,86%	1,85%	1,83%	1,82%	1,81%	1,80%	1,79%	1,79%
2.004	1,80%	1,81%	1,82%	1,83%	1,84%	1,84%	1,85%	1,86%	1,86%	1,86%	1,87%	1,87%
2.005	1,87%	1,87%	1,86%	1,85%	1,85%	1,85%	1,84%	1,84%	1,83%	1,83%	1,83%	1,82%
2.006	1,83%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%	1,85%
2.007	1,86%	1,95%	1,94%	1,93%	1,93%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%
2.008	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,94%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%
2.009	1,92%	1,85%	1,81%	1,79%	1,78%	1,76%	1,75%	1,74%	1,73%	1,72%	1,72%	1,71%
2.010	1,72%	1,81%	1,79%	1,78%	1,78%	1,78%	1,78%	1,78%	1,78%	1,79%	1,79%	1,79%
2.011	1,78%	1,81%	1,73%	1,71%	1,69%	1,68%	1,68%	1,67%	1,67%	1,66%	1,66%	1,65%
2.012	1,68%	2,01%	1,95%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,92%	1,92%	1,92%	1,92%
2.013	1,88%	1,82%	1,77%	1,73%	1,71%	1,68%	1,66%	1,64%	1,62%	1,60%	1,58%	1,57%
2.014	1,62%	1,87%	1,88%	1,90%	1,93%	1,95%	1,96%	1,98%	1,99%	2,00%	2,02%	2,02%
2.015	1,98%	1,65%	1,59%	1,55%	1,52%	1,49%	1,46%	1,44%	1,41%	1,39%	1,37%	1,35%
2.016	1,36%	1,39%	1,36%	1,35%	1,35%	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%	1,34%	1,33%	1,33%
2.017	1,38%	1,41%	1,44%	1,47%	1,49%	1,50%	1,52%	1,53%	1,54%	1,54%	1,55%	1,55%

Tabla 7. Rentabilidades mensuales de muestra de inmuebles en cada mes del periodo de evaluación

5.4. Construcción de índice de rentabilidad inmobiliaria para la muestra de inmuebles

Basándose en los retornos financieros ya calculados como lo muestra el numeral inmediatamente anterior, la presente investigación se enfoca en la creación de un índice que le permita reflejar el comportamiento de rentabilidad de los inmuebles tal como lo es una canasta de activos en el mercado bursátil o aún como lo son este tipo de activos en los fondos de inversión inmobiliaria. Para ello, el estudio de investigación buscará de una manera teórica y sustento técnico una

metodología que le permita calcular el índice de rentabilidad que logre consolidar la información relevante para su desempeño como activo financiero.

Como primera medida, se validará la significancia que puedan tener otras variables con las que se cuente en la base de datos de inmuebles respecto a los resultados de rentabilidad. En este caso, solo existen dos variables que pueden ser consideradas para evaluar su impacto en el resultado de retorno económico. Estas son el área de construcción y la edad del inmueble. Ya que variables como el canon, los gastos de administración o los precios de compra o venta son variables que ya se encuentran inmiscuidas dentro del cálculo de rentabilidad y si bien es cierto, tanto el área como la edad tienen un efecto sobre el cálculo estimado, no lo afecta directamente como las otras variables mencionadas.

5.4.1. Significancia del área de construcción del inmueble en su rentabilidad

Como posible variable a incluir dentro de la estimación del índice de rentabilidad que reúna las variables significativas dentro del comportamiento financiero del inmueble, se decide validar al área de construcción de los inmuebles como posible determinante para el impacto en su rentabilidad.

Para determinar si el área de construcción es significativa para la rentabilidad de la muestra de inmuebles trabajada, se realiza un gráfico de relación entre ambas variables, a fin de ver si existe alguna tendencia que permita inclinarse hacia la posibilidad de su trascendencia frente al retorno financiero del activo.

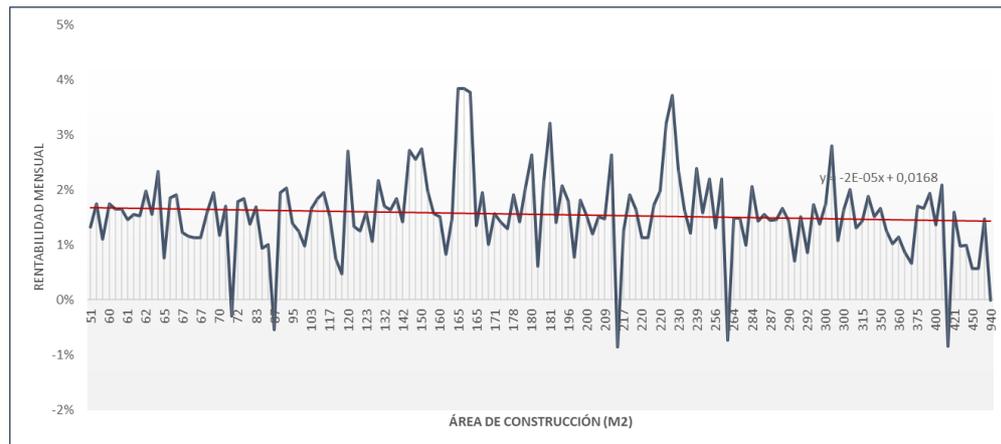


Gráfico 10. Relación entre área de construcción y rentabilidad de muestra de inmuebles

La gráfica de relación entre ambas variables muestra un comportamiento con una tendencia casi inexistente. Igualmente, muestra un comportamiento con variaciones drástica en periodos cortos, por lo cual se determina realizar un promedio móvil a fin de suavizar la tendencia reactiva de la interrelación de las variables. En consecuencia, se muestra una nueva gráfica con un promedio móvil de 10 meses logrando el siguiente resultado.

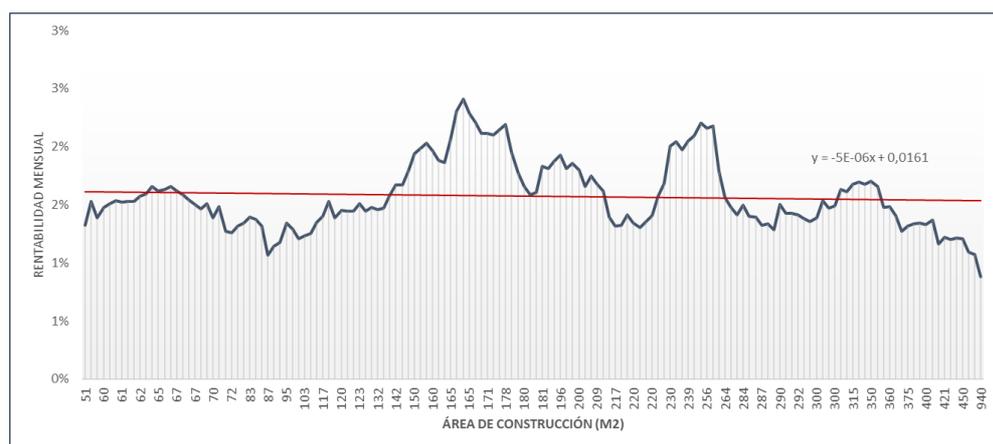


Gráfico 11. Relación entre área de construcción y rentabilidad de muestra de inmuebles (promedio móvil de 10 meses)

Al calcular el coeficiente de su pendiente, éste es muy cercano a cero, lo que denota una débil relación lineal entre ambas variables. Al calcular la correlación existente se obtiene un valor negativo de -0,18 evidenciando que la variable de área de construcción no resulta significativa para los resultados de la rentabilidad de los inmuebles, por lo tanto, la variable se excluye de la consideración de incluirla dentro del índice de rentabilidad a general.

5.4.2. Significancia de la edad del inmueble en su rentabilidad

Excluida la variable de área de construcción como posible factor a incluir dentro del índice por construir, resta la otra variable considerada dentro del grupo de posibles variables a ser tenida en cuenta. Por lo tanto, realizando el mismo procedimiento para observar su comportamiento lineal frente al rendimiento financiero del inmueble, estos son los resultados observados.

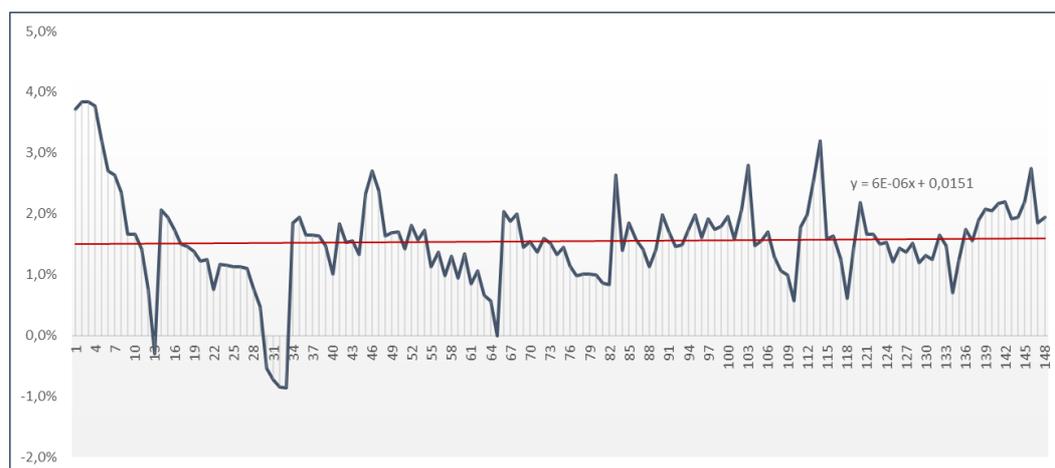


Gráfico 12. Relación entre edad y de rentabilidad de muestra de inmuebles

La gráfica no muestra una tendencia lineal que haga considerar una relación directa entre una variable y otra. Adicionalmente el coeficiente de correlación es prácticamente concluyente acerca de su descarte como factor del índice a construir; resultó ser 0,15, un valor demasiado bajo para estimar su inclusión. Sin embargo, debido a que la edad es una variable que contiene un rango menor de datos al del área, evaluado en el numeral anterior, se decide analizar el promedio de rentabilidades por edad única en una nueva gráfica a fin de observar si existe alguna mejor tendencia, logrando los siguientes resultados.

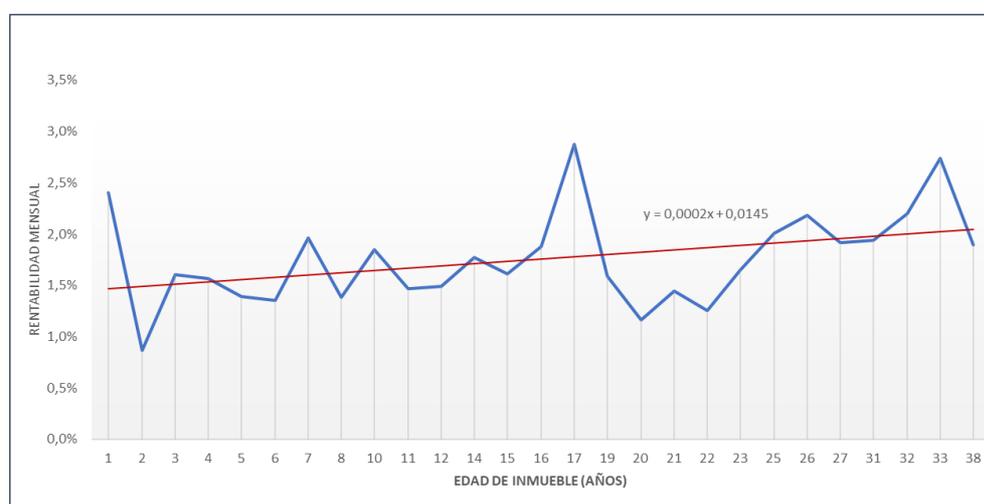


Gráfico 13. Relación entre edad y promedio de rentabilidad de muestra de inmuebles

En la gráfica se encuentran las edades de los diferentes inmuebles con que se cuenta relacionadas con el promedio de rentabilidades que resulta cada uno de los rangos de edad. Analizando los resultados, se observa una tendencia positiva con una pendiente casi nula del 0,0002 (0,02%). Calculando la correlación existente entre ambas variables, el resultado es mejor que el anterior con un 0,35, sin embargo, sigue considerándose un valor bajo para ser tenido en cuenta como determinante en el impacto de la otra variable.

Por lo tanto, como conclusión del análisis de ambas variables, ninguna de las dos resulta ser significativa para el resultado del retorno económico de los inmuebles.

5.4.3. Ponderación por rentabilidad de canasta de los inmuebles

Descartando la opción de incluir en el índice una variable adicional al cálculo de la TIR de los inmuebles, el avance de la investigación se dirige hacia la estimación del índice de rentabilidad con, precisamente la TIR, como único factor resultante del ejercicio. Sin embargo, determinar que el índice es el resultado de un promedio aritmético simple es dejar de considerar que, bajo la teoría de portafolios, es recurrente la creación de sistemas de ponderación en la canasta de activos dentro del portafolio de inversión que permiten darle mayor peso en la estrategia de inversión a los activos que presenten los mejores rendimientos dentro del mismo, sin dejar de considerar los demás activos que hacen parte de este grupo de alternativas de inversión.

Es por eso que, en este trabajo de investigación se establecerá una estrategia de inversión propia pero que obedece a la metodología de ponderación de porcentajes de inversión que definirán el precio del índice inmobiliario correspondiente a esta muestra de 148 activos inmobiliarios con rendimientos mensuales que se evaluarán desde el mes de diciembre de 1.979, año en el cual se obtienen los primeros dos inmuebles de la canasta, hasta el periodo de diciembre de 2.017, mes en el cual se cuentan con la totalidad de los activos.

A continuación, se describe la metodología de ponderación establecida para la creación del índice propio, que será nominado de ahora en adelante como “Índice de Rentabilidad Inmobiliaria para el estrato 6 de Bogotá”, siempre teniendo en cuenta el periodo bajo el cual se encuentra evaluado, recientemente mencionado.

5.4.4. Descripción de metodología de ponderación

El objetivo de esta metodología será asignarle un mayor peso o porcentaje de participación dentro del portafolio de inmuebles a los activos que para cada periodo de evaluación presenten los rendimientos más altos. Esta asignación será dinámica dependiendo del periodo de evolución, el cual será determinado a vender todos los inmuebles disponibles, es decir, que según el periodo bajo el cual se esté revisando el modelo de rentabilidad, un inmueble puede cambiar el peso asignado previamente.

Los pesos por asignar dependerán de la categoría bajo la cual serán clasificados, y ésta dependerá del rendimiento del periodo evaluado. A continuación, la tabla muestra como estarán determinadas las categorías.

Rango de TIR mensual	Categoría
$\leq 1\%$	1
$> 1\% \ \& \ \leq 2\%$	2
$> 2\% \ \& \ \leq 3\%$	3
$> 3\% \ \& \ \leq 4\%$	4
$> 4\% \ \& \ \leq 5\%$	5
$> 5\% \ \& \ \leq 6\%$	6

> Y-1% & <= Y%	Y
----------------	---

Tabla 8. Definición de categoría de inmueble según rango de rentabilidad mensual

Teniendo establecidas las categorías y su criterio de asignación, se procede a asignar un porcentaje de participación a cada uno de los X inmuebles disponibles en un periodo determinado.

El primer paso para la asignación de este peso o porcentaje de participación dentro del portafolio de inmuebles será asignar un peso a las categorías que resulten de cada escenario determinado por el mes de venta de inmuebles. Este peso para la categoría se calculará con una simple división estimando cual es el porcentaje que tiene dicha categoría por su número sobre la suma total de números de categoría. La siguiente fórmula describe de mejor manera el procedimiento.

$$w_k = \frac{N_k}{\sum_{k=1}^n N_k}$$

$w_k = \text{peso de la categoría } k$

$N_k = \text{número de la categoría } k \text{ presente en el escenario evaluado}$

Ecuación 11. Fórmula para cálculo de peso asignado a categoría de inmueble

Este porcentaje de participación o peso representa a todos los inmuebles pertenecientes a esta categoría en el escenario evaluado, lo cual permite que los inmuebles de mayor categoría, y en consecuencia de mayor rendimiento en el escenario específico, tengan un mayor peso para la evaluación del índice.

El segundo paso para la construcción del índice es que este peso de la categoría debe ser repartido entre toda la cantidad de inmuebles pertenecientes a esta categoría. Con este procedimiento, logra asignarse un peso o porcentaje a cada uno de los inmuebles de la canasta. Este peso por inmueble es calculado bajo la siguiente fórmula

$$w_i = \frac{w_k}{\sum_{i=1}^m i}$$

$w_i = \text{peso del inmueble } i$

Ecuación 12 Fórmula para cálculo de peso a asignar a inmueble según categoría

Esta metodología asegura que los inmuebles con mayor rentabilidad tengan asegurado un factor de peso mayor al de los inmuebles con menor rendimiento, lo cual está representando en sus categorías. El ejercicio termina siendo una ponderación selectiva por rendimiento de cada periodo lo cual permite que el índice de rentabilidad tenga un mejor performance que si solo se estimara un promedio aritmético o geométrico de los rendimientos obtenidos.

5.4.5. Base del índice de rentabilidad inmobiliaria

Como todo índice, se debe establecer un periodo, como base. Este periodo determinará el momento histórico sobre el cual se quiere comparar el rendimiento de los demás escenarios de evaluación o periodos de venta de los inmuebles disponibles.

Debido a que el objeto de este trabajo de grado consiste en evaluar la rentabilidad inmobiliaria de la ciudad de Bogotá en su estrato más alto, frente a otras opciones del mercado bursátil, resulta un factor determinante tomar la mayor cantidad de periodos históricos a fin de poder tener un número de datos considerable que permitan tener una comparación criteriosa frente a los rendimientos mensuales de las opciones a tener en cuenta. En consecuencia, se toma la decisión de tomar datos desde el primer año de medición, sin embargo, para tomar periodos uniformes de base inicial y periodo final de evaluación, se prefiere tomar como referencia el mes de diciembre para tener el punto histórico de base de partida del índice. Por lo tanto, se puede determinar que el índice se evaluará desde el mes de diciembre 1.979 hasta diciembre 2.017.

5.4.6. Estimación del índice de rentabilidad inmobiliaria para estrato alto en Bogotá 1.979 a 2.017

Tras calcular las rentabilidades mensuales para los diferentes periodos de evaluación, el índice a analizar con base 100 en el mes de diciembre de 2.017 presenta los siguientes datos organizados por año y mes.

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
1.980	98,4	96,9	95,5	94,4	93,1	91,8	90,7	89,6	88,6	87,6	86,7	85,7
1.981	84,5	83,3	82,1	81,1	80,0	79,1	78,1	77,2	76,4	75,6	74,8	74,1
1.982	73,4	72,9	72,3	71,7	71,2	70,7	70,1	69,6	69,1	68,7	68,2	67,7
1.983	67,0	66,3	65,6	65,0	64,4	63,7	63,4	62,8	62,3	61,7	61,0	60,5
1.984	61,6	99,5	86,7	80,1	77,9	76,4	75,3	74,5	73,7	73,1	72,5	72,0
1.985	71,4	69,8	66,3	70,0	69,3	68,8	68,3	67,8	67,4	67,0	66,6	66,2
1.986	68,3	92,6	86,5	85,4	84,8	84,4	84,0	83,6	81,2	80,8	80,4	80,0
1.987	81,5	82,7	83,6	88,8	89,3	89,7	89,9	90,0	90,0	89,9	89,8	89,6
1.988	89,5	89,3	85,8	85,7	85,6	85,4	85,3	85,1	84,9	84,7	81,1	80,9
1.989	80,7	80,5	80,2	80,0	79,8	79,6	79,3	79,1	78,9	78,6	78,4	78,1
1.990	77,8	75,8	69,4	67,7	66,8	66,1	65,6	65,1	64,7	64,3	63,9	63,6
1.991	64,3	81,5	67,5	67,0	66,7	66,6	66,5	66,4	66,3	66,2	66,1	66,0
1.992	68,9	141,6	140,3	123,7	111,4	109,9	109,3	108,6	108,0	107,3	106,6	105,9
1.993	107,6	108,8	109,7	110,3	110,7	110,8	110,9	110,8	110,6	110,4	110,0	109,7
1.994	109,3	111,3	109,7	109,6	108,8	99,0	98,5	98,0	97,6	97,1	96,7	96,2
1.995	94,1	86,7	85,9	84,1	82,5	81,0	79,7	78,4	74,7	75,1	75,6	74,4
1.996	75,2	95,5	80,4	76,9	75,1	62,4	62,7	62,5	67,5	66,3	66,0	66,5
1.997	67,2	57,9	57,8	58,1	58,0	56,9	56,8	55,9	55,1	55,3	54,7	54,1
1.998	55,0	74,7	55,7	56,2	56,0	56,5	56,1	56,5	55,4	55,8	56,1	56,4
1.999	56,3	55,8	54,8	54,7	53,9	53,7	52,9	53,7	54,0	53,4	53,2	52,6
2.000	52,4	107,8	77,8	72,1	69,1	52,6	52,3	52,8	52,6	52,4	52,6	52,8
2.001	52,3	74,8	52,7	53,1	53,0	53,3	53,3	54,1	54,1	54,2	54,2	54,3
2.002	70,2	128,4	107,3	98,2	95,6	94,3	92,4	91,8	90,6	89,8	75,6	75,3
2.003	74,1	76,0	75,6	75,0	74,6	74,2	73,9	73,9	73,5	73,3	73,1	72,8
2.004	73,2	73,5	73,6	73,8	74,0	73,8	73,9	73,8	73,7	73,6	73,7	73,7
2.005	73,5	74,1	73,9	74,1	74,1	74,0	73,8	73,7	73,7	73,6	73,4	73,3
2.006	73,4	73,8	73,6	73,6	73,6	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4
2.007	73,6	93,9	76,7	75,3	74,6	74,0	73,7	73,4	74,3	74,2	73,8	73,7
2.008	73,5	73,3	74,5	74,5	74,4	74,4	74,3	74,3	74,4	73,9	73,8	73,8
2.009	74,0	73,1	72,9	72,5	72,4	72,2	71,8	71,7	74,2	74,0	73,8	73,6
2.010	73,9	102,2	79,0	76,9	76,1	75,4	74,6	74,0	73,7	73,5	73,3	73,1
2.011	74,7	74,5	74,3	74,2	74,0	73,9	74,0	74,1	74,0	73,9	73,8	74,0
2.012	74,0	97,0	76,1	75,2	74,4	74,7	75,1	74,7	74,2	74,0	75,5	75,4
2.013	75,0	74,4	74,1	73,9	73,8	73,5	73,4	73,5	73,2	73,0	73,0	73,0
2.014	73,5	116,3	96,3	94,7	93,6	92,4	94,7	96,2	95,8	81,1	80,8	80,2
2.015	76,2	70,3	72,2	71,5	71,2	70,7	70,3	70,0	70,5	70,4	70,3	70,1
2.016	70,4	70,1	70,7	70,6	70,9	71,1	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4
2.017	71,9	71,7	72,8	73,2	72,2	73,2	74,8	76,1	76,0	76,6	77,1	77,5

Tabla 9. Valores del índice de rentabilidad inmobiliaria para vivienda en estrato alto de Bogotá

La tabla muestra en un principio variaciones negativas del índice en su valor de forma constante, debido a la prolongación de flujos de caja con ausencia de inclusión de inmuebles hasta enero de 1.984. Se puede observar como el índice decae en su valor mientras no haya inclusión de nuevos inmuebles a la canasta. En la siguiente gráfica se podrá observar de manera mucho más clara este comportamiento dependiente de la entrada de activos.

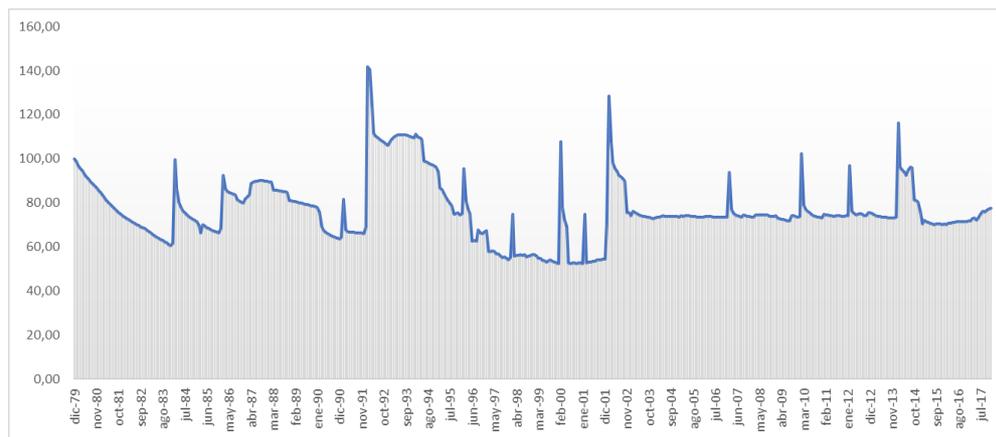


Gráfico 14. Comportamiento del índice inmobiliario de estrato 6 en Bogotá

Como se comentaba en el párrafo anterior, las variaciones mensuales se detallan de forma mucho más clara en la gráfica que describe el índice, en la cual también se observa de forma mucho más fácil que en pocos puntos, el índice vuelve a estar en un punto superior a su comienzo. Estos puntos pueden identificarse en febrero de 1.992 con la entrada de 3 inmuebles que aportan una rentabilidad del 5,7% cada uno, llegando al punto más alto del índice en todo su desempeño (141,6 puntos). Este incremento resulta prolongado durante un poco más de 2 años hasta que vuelve a descender por debajo de los 100 puntos hasta un nuevo incremento en febrero del año 2.000, cuando registra el índice un valor de 107,8 debido a la entrada de 2 inmuebles que consolidan rentabilidades del 5,1% y 3,7%, sin embargo, vuelve a caer por debajo de los 100 puntos el mes inmediatamente siguiente. Finalmente, el último gran salto del índice lo realiza en febrero de 2.014 cuando el ingreso de 7 inmuebles en enero de ese mismo año renta todos muy cerca del 5% mensual al evaluar su venta inmediata.

5.5. Índices de mercado de capitales

Con el objetivo de establecer un espectro comparativo para el índice de rentabilidad inmobiliaria creado en el numeral 5.4.6, se establecen cinco índices bursátiles a los que tienen acceso el mercado colombiano y representan diferentes tipos de inversiones a fin de determinar si la competitividad del índice creado frente a los índices ya establecidos en el mercado de capitales. Este grupo de índices será nombrado “el grupo de índices benchmark”.

5.5.1. Selección de índices benchmark

Como se mencionó en el párrafo inmediatamente anterior, el grupo de índices benchmark debe incluir ofertas de inversión de diferente índole. Por tanto, se ha determinado que el grupo esté compuesto por un índice representativo del mercado bursátil americano, un índice de rentabilidad inmobiliaria reconocido a nivel internacional, el índice bursátil del mercado nacional, un índice de inversión en el dólar americano y una oferta de inversión en bonos del tesoro americano. En consecuencia, se escogieron los índices descritos en la siguiente tabla.

Índice	Descripción
SPX Index	Pondera 500 acciones que representan las principales industrias del mercado que cotizan en las bolsas NASDAQ o NYSE. Es uno de los índices más representativos del mercado americano
DXY Currency	Mide el comportamiento del dólar americano con respecto a las 6 monedas extranjeras más importantes del mundo (euro, yen japonés, libra esterlina, dólar canadiense, corona sueca y franco suizo)
REIT Index	Representa el 99% de los REITs en Estados Unidos
COLCAP	Indica las variaciones de las 20 acciones más líquidas de Colombia
Return on 10-year T. Bond	Rendimientos de los bonos del tesoro americano a 10 años

Tabla 10. Descripción de índices benchmark

Es importante aclarar que para conclusiones que se realicen en la etapa final de la presente investigación, las comparaciones entre este grupo de índices benchmark frente al índice de rentabilidad inmobiliaria creado solo será posible de forma descrita, debido a que la composición de activos de los índices en cuestión es diferente. Mientras los índices del grupo benchmark es constante durante el periodo de tiempo evaluado, la del índice inmobiliario no lo es, su composición es dinámica debido a la adquisición constante de inmuebles a lo largo de las cuatro décadas de evaluación. Por tanto, realizar comparaciones de tiempo continuo no sería un criterio robusto. Para el presente trabajo de grado, las comparaciones entre índices serán de tipo estático.

5.5.2. Identificación de índices benchmark

Una vez seleccionados el grupo de índices a comparar frente al índice a generar del mercado inmobiliario para el sector escogido, se presentan a continuación la descripción de los datos para cada uno de los índices.

- **SPX Index (S&P 500)**

Se tienen en cuenta un total de 468 datos mensuales desde el mes de enero de 1.979 hasta diciembre de 2.017, mismo rango de tiempo para los datos del índice de rentabilidad inmobiliaria en Bogotá. Todos los datos correspondientes a este rango de tiempo se muestran en la tabla y el gráfico presentados a continuación.

DXY Currency Index

Al igual que con SPX Index, se contemplan un total de 468 datos mensuales desde el mes de enero de 1.979 hasta diciembre de 2.017. Los datos del índice se muestran en la tabla y el gráfico presentados a continuación.

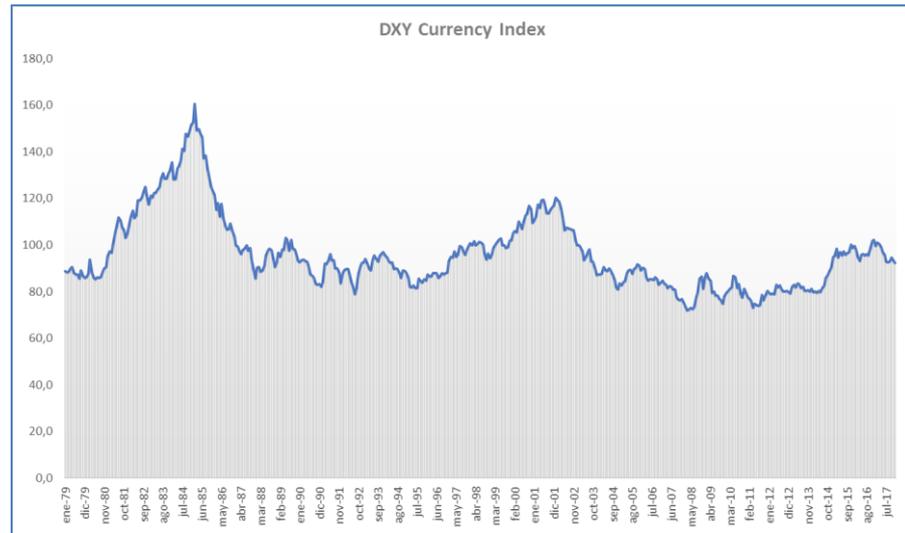


Gráfico 16. Serie DXY Currency (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)

DXY Currency Index

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.979	88,9	88,2	88,5	90,0	90,5	87,9	87,3	87,2	85,5	89,0	86,8	85,8
1.980	86,1	87,7	93,6	88,1	85,9	85,2	86,1	85,9	86,0	88,4	90,0	90,4
1.981	95,2	97,1	96,8	100,5	105,0	107,7	111,7	110,3	107,7	106,1	103,2	104,7
1.982	108,0	111,9	114,7	111,6	112,8	119,0	119,1	120,3	122,2	124,8	121,0	117,4
1.983	121,1	120,4	122,2	122,4	123,8	124,9	128,4	130,8	128,4	128,4	130,6	131,8
1.984	135,5	128,3	128,2	132,6	133,7	136,3	141,3	140,3	147,6	146,4	149,2	151,5
1.985	152,7	160,4	149,2	149,7	147,9	146,1	137,3	138,2	132,1	129,4	125,0	123,5
1.986	121,5	115,1	117,9	112,1	117,6	111,3	108,0	106,4	106,8	109,2	105,9	103,6
1.987	99,9	99,2	97,5	96,1	97,7	98,3	99,8	97,4	98,6	93,7	89,3	85,4
1.988	90,3	90,5	88,4	89,1	91,1	95,4	97,5	98,4	97,7	93,7	90,5	92,5
1.989	96,8	94,9	98,2	97,7	102,9	102,1	97,5	102,2	98,4	98,1	96,3	93,2
1.990	92,6	93,4	93,8	93,1	92,9	91,2	87,2	86,6	85,9	83,3	82,9	83,1
1.991	82,0	84,1	92,0	91,5	93,2	96,0	93,5	93,5	89,9	89,9	88,2	83,5
1.992	87,5	89,0	89,7	89,6	87,2	83,7	81,9	78,9	81,1	87,6	90,8	92,4
1.993	92,5	94,0	91,9	89,5	89,1	93,6	95,4	94,0	92,8	95,1	96,2	96,8
1.994	95,6	94,6	93,1	92,1	92,5	89,6	89,9	89,7	87,9	85,7	89,1	88,7
1.995	88,0	85,9	81,9	81,8	82,6	81,6	81,6	85,6	84,3	83,7	85,3	84,8
1.996	87,4	86,3	86,5	88,0	87,8	87,8	85,9	86,4	87,9	87,4	87,9	88,1
1.997	93,0	94,9	94,7	97,2	94,9	95,7	99,6	99,0	97,1	95,6	97,8	99,7
1.998	100,7	99,8	101,5	99,7	100,5	101,2	101,1	100,2	96,2	93,7	96,2	94,2
1.999	96,1	98,7	100,1	101,0	102,3	102,9	99,8	100,0	98,5	99,1	102,0	101,9
2.000	105,1	105,9	105,4	110,1	108,7	106,8	109,6	112,6	113,3	116,7	115,2	109,6
2.001	110,5	112,0	117,4	115,8	119,1	119,5	117,2	113,4	113,4	114,9	116,1	116,8
2.002	120,2	119,2	118,6	115,2	111,8	106,1	107,4	107,0	106,9	106,6	106,4	101,9
2.003	99,9	99,7	98,9	97,2	93,3	94,7	96,9	98,1	92,9	92,7	90,2	86,9
2.004	87,2	87,3	87,6	90,5	88,9	88,8	90,0	88,9	87,4	84,9	81,8	80,9
2.005	83,6	82,5	84,1	84,4	87,8	89,1	89,4	87,6	89,5	90,1	91,6	91,2
2.006	89,0	90,1	89,7	86,1	84,7	85,2	85,3	85,1	86,0	85,3	83,0	83,7
2.007	84,6	83,6	82,9	81,4	82,3	81,9	80,8	80,8	77,7	76,5	76,1	76,7
2.008	75,2	73,7	71,8	72,5	72,9	72,5	73,2	77,4	79,4	85,6	86,5	81,3
2.009	86,0	88,0	85,4	84,6	79,3	80,1	78,3	78,2	76,7	76,3	74,9	77,9
2.010	79,5	80,4	81,1	81,9	86,6	86,0	81,5	83,2	78,7	77,3	81,2	79,0
2.011	77,7	76,9	75,9	72,9	74,6	74,3	73,9	74,1	78,6	76,2	78,4	80,2
2.012	79,3	78,7	79,0	78,8	83,0	81,6	82,6	81,2	79,9	79,9	80,2	79,8
2.013	79,2	81,9	83,0	81,7	83,4	83,1	81,5	82,1	80,2	80,2	80,7	80,0
2.014	81,3	79,7	80,1	79,5	80,4	79,8	81,5	82,7	85,9	86,9	88,4	90,3
2.015	94,8	95,3	98,4	94,6	96,9	95,5	97,3	95,8	96,4	96,9	100,2	98,6
2.016	99,6	98,2	94,6	93,1	95,9	96,1	95,5	96,0	95,5	98,4	101,5	102,2
2.017	99,5	101,1	100,4	99,1	96,9	95,6	92,9	92,7	93,1	94,6	93,0	92,1

Tabla 12. Serie DXY Currency (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)

- **REIT Index**

Se tienen en cuenta 336 datos mensuales desde el mes de enero de 1.990 hasta diciembre de 2.017. Los datos del índice se muestran en la tabla y el gráfico presentados a continuación.

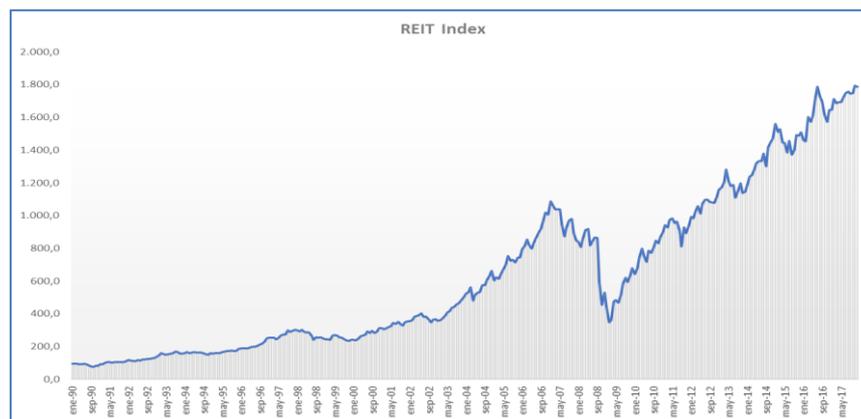


Gráfico 17. Serie REIT Index (enero de 1.990 a diciembre de 2.017)

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.990	95,5	93,8	94,6	93,4	93,5	94,9	93,3	85,7	79,5	76,8	81,9	81,3
1.991	90,4	93,1	101,6	103,6	104,9	102,2	104,2	103,4	105,9	104,2	104,0	112,1
1.992	117,7	114,7	113,0	112,6	117,5	116,0	121,0	121,4	124,0	124,2	126,9	130,5
1.993	137,9	146,2	158,8	152,8	149,1	155,1	157,5	160,9	168,9	165,3	156,1	156,0
1.994	160,2	167,2	161,2	163,5	167,0	163,7	162,5	162,7	160,4	154,3	148,7	161,3
1.995	156,8	160,2	160,5	159,5	166,4	169,7	171,9	173,6	177,2	172,6	174,3	185,3
1.996	188,1	190,0	190,0	189,8	194,6	198,2	199,0	206,8	211,1	217,1	227,2	252,1
1.997	253,9	253,1	253,5	245,6	252,9	266,3	273,4	272,4	298,3	289,3	295,4	302,7
1.998	299,9	294,2	301,0	289,9	287,5	287,2	267,3	241,7	257,2	252,7	256,1	251,4
1.999	245,3	243,4	241,5	266,7	271,4	265,9	257,7	254,9	243,7	238,6	233,8	240,5
2.000	242,1	237,7	245,9	263,1	265,4	272,2	293,9	284,0	295,6	284,2	290,2	311,7
2.001	312,6	306,7	311,0	318,8	326,1	345,5	338,5	351,1	338,1	328,5	347,2	354,5
2.002	355,0	361,6	384,1	386,3	391,9	402,1	381,1	382,1	366,3	348,2	365,3	367,2
2.003	356,4	362,1	369,3	385,2	408,2	416,7	439,2	441,6	456,6	464,7	484,8	501,9
2.004	523,3	532,6	562,8	480,8	515,7	530,5	532,7	575,8	574,9	606,9	632,0	662,8
2.005	605,2	624,8	614,6	648,2	670,4	704,0	753,7	725,3	729,5	713,0	743,3	741,8
2.006	796,8	811,5	852,5	820,9	798,1	839,3	867,2	900,1	916,6	973,9	1.019,6	1.004,0
2.007	1.088,1	1.063,4	1.038,7	1.038,0	1.038,9	945,6	871,6	928,7	969,6	981,2	892,3	847,5
2.008	840,4	809,3	859,7	910,1	917,0	817,3	846,2	864,8	864,2	591,2	454,9	529,1
2.009	437,7	347,4	361,8	473,7	484,3	466,4	514,8	584,1	621,4	593,3	634,4	679,8
2.010	644,3	678,3	747,1	798,7	754,3	716,6	784,9	773,8	808,1	845,8	830,3	868,1
2.011	899,5	940,0	926,8	974,3	984,2	953,9	964,0	911,0	811,0	926,9	892,4	933,6
2.012	993,0	983,8	1.031,4	1.059,0	1.012,2	1.072,8	1.095,9	1.096,7	1.083,0	1.080,2	1.077,2	1.116,2
2.013	1.156,3	1.170,3	1.204,5	1.281,3	1.205,5	1.178,9	1.188,1	1.109,6	1.147,6	1.197,4	1.139,3	1.146,3
2.014	1.184,9	1.239,5	1.244,8	1.282,4	1.318,9	1.332,9	1.333,2	1.376,7	1.299,6	1.416,4	1.449,5	1.467,8
2.015	1.558,2	1.510,9	1.526,7	1.446,9	1.442,5	1.384,8	1.454,4	1.370,4	1.400,7	1.492,1	1.489,2	1.509,2
2.016	1.458,0	1.451,3	1.601,3	1.572,1	1.608,5	1.720,5	1.787,1	1.723,7	1.698,1	1.610,6	1.573,2	1.643,1
2.017	1.645,4	1.712,1	1.684,8	1.692,2	1.691,3	1.724,1	1.746,2	1.757,4	1.743,6	1.745,8	1.791,3	1.785,9

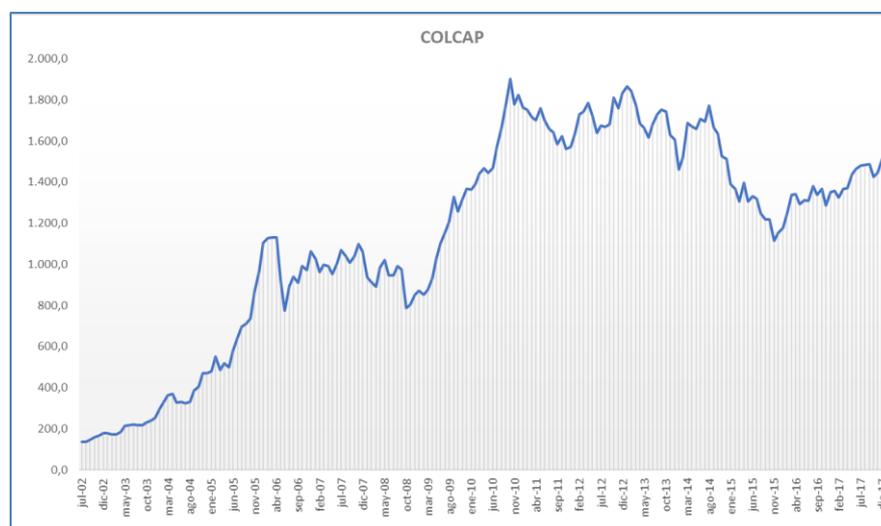
Tabla 13. Serie REIT Index (enero de 1.990 a diciembre de 2.017)

▪ Índice COLCAP

Contempla 186 datos mensuales desde el mes de julio de 2.002 hasta diciembre de 2.017. Los datos del índice se muestran en la tabla y el gráfico presentados a continuación.

COLCAP

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2.002							135,8	135,8	146,0	159,5	165,1	177,4
2.003	176,8	172,7	173,1	184,4	213,4	215,6	220,5	216,5	218,2	230,4	239,1	252,1
2.004	297,0	330,1	363,8	367,9	325,9	328,9	322,7	328,8	385,0	405,1	468,1	468,9
2.005	478,3	550,2	487,1	517,1	499,7	579,0	645,3	695,2	709,3	735,4	864,4	966,1
2.006	1.103,6	1.126,4	1.131,8	1.130,2	919,1	772,6	892,5	938,7	909,2	990,0	972,4	1.062,5
2.007	1.026,2	963,1	997,3	990,9	952,9	1.005,0	1.069,1	1.038,7	1.006,4	1.039,8	1.099,6	1.062,9
2.008	937,3	914,9	889,3	986,0	1.019,8	945,3	944,9	992,3	973,5	788,7	803,1	851,4
2.009	869,8	852,2	874,2	931,9	1.031,5	1.102,7	1.156,2	1.209,1	1.328,9	1.257,2	1.318,1	1.366,9
2.010	1.363,7	1.391,0	1.440,6	1.467,3	1.444,5	1.466,8	1.571,6	1.664,2	1.769,5	1.901,8	1.779,9	1.823,7
2.011	1.762,4	1.751,0	1.718,5	1.700,7	1.760,4	1.700,4	1.659,4	1.642,5	1.584,8	1.622,2	1.561,1	1.571,6
2.012	1.633,6	1.730,5	1.743,6	1.785,7	1.726,6	1.640,0	1.673,9	1.668,5	1.681,1	1.809,9	1.759,5	1.832,8
2.013	1.866,2	1.844,5	1.774,9	1.684,9	1.666,3	1.615,8	1.680,7	1.729,6	1.752,3	1.742,9	1.630,2	1.606,3
2.014	1.460,0	1.520,7	1.688,3	1.672,5	1.659,1	1.706,0	1.694,6	1.771,2	1.665,7	1.634,9	1.525,7	1.513,0
2.015	1.389,0	1.367,6	1.304,6	1.396,4	1.306,6	1.331,4	1.317,2	1.246,6	1.218,8	1.218,1	1.114,4	1.153,7
2.016	1.175,1	1.244,2	1.336,3	1.342,4	1.292,5	1.313,2	1.308,2	1.380,2	1.338,8	1.365,5	1.286,1	1.351,7
2.017	1.357,5	1.326,3	1.365,6	1.371,5	1.439,5	1.462,9	1.481,4	1.482,3	1.487,5	1.424,6	1.445,2	1.513,7

Tabla 14. Serie COLCAP (julio de 2.002 a diciembre de 2.017)**Gráfico 18.** Serie COLCAP (julio de 2.002 a diciembre de 2.017)

- **Rendimientos de T-Bonds a 10 años**

Contempla los 468 datos mensuales desde el mes de enero de 1.979 hasta diciembre de 2.017. Los datos del índice se muestran en la tabla y el gráfico presentados a continuación.



Gráfico 19. Serie Rendimientos T-Bonds 10 años (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)

Retornos T-Bonds 10 años

Año / Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.979	9,2	9,1	9,4	9,1	8,8	9,0	9,2	9,4	10,7	10,4	10,3	11,1
1.980	12,7	12,6	10,8	10,3	10,1	10,8	11,6	11,9	12,5	12,7	12,4	12,7
1.981	13,4	13,1	14,1	13,5	13,9	14,7	15,4	15,8	14,6	13,1	14,0	14,1
1.982	14,0	14,2	13,9	13,7	14,4	13,7	12,8	11,7	10,7	10,8	10,4	10,8
1.983	10,3	10,6	10,3	10,8	11,0	11,8	12,0	11,4	11,7	11,6	11,8	11,7
1.984	12,0	12,5	12,8	13,9	13,8	12,9	12,8	12,5	11,8	11,6	11,6	11,2
1.985	11,9	11,7	11,4	10,3	10,3	10,6	10,3	10,3	10,0	9,6	9,0	9,1
1.986	8,1	7,4	7,4	8,1	7,4	7,3	7,0	7,5	7,3	7,2	7,2	7,2
1.987	7,2	7,5	8,2	8,5	8,4	8,7	9,0	9,6	8,9	9,0	8,8	8,3
1.988	8,2	8,6	8,9	9,2	8,8	9,1	9,3	8,9	8,7	9,1	9,1	9,0
1.989	9,3	9,3	9,0	8,6	8,1	7,8	8,3	8,3	7,9	7,8	7,9	8,4
1.990	8,5	8,7	9,0	8,6	8,4	8,4	8,9	8,8	8,7	8,3	8,1	8,0
1.991	8,0	8,1	8,0	8,1	8,2	8,2	7,8	7,5	7,5	7,4	6,7	7,3
1.992	7,3	7,5	7,6	7,3	7,1	6,7	6,6	6,4	6,8	7,0	6,7	6,4
1.993	6,0	6,0	6,1	6,2	5,8	5,8	5,5	5,4	5,4	5,8	5,8	5,6
1.994	6,2	6,8	7,0	7,2	7,3	7,1	7,2	7,6	7,8	7,9	7,8	7,6
1.995	7,2	7,2	7,1	6,3	6,2	6,4	6,3	6,2	6,0	5,7	5,6	5,6
1.996	6,1	6,3	6,6	6,8	6,7	6,8	6,9	6,7	6,4	6,0	6,4	6,5
1.997	6,5	6,9	6,7	6,7	6,5	6,0	6,3	6,1	5,8	5,9	5,7	5,5
1.998	5,6	5,7	5,7	5,6	5,4	5,5	5,0	4,4	4,6	4,7	4,6	4,7
1.999	5,3	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	5,9	6,0	6,2	6,4	6,7
2.000	6,4	6,0	6,2	6,3	6,0	6,0	5,7	5,8	5,8	5,4	5,1	5,2
2.001	4,9	4,9	5,3	5,4	5,4	5,0	4,8	4,6	4,3	4,7	5,0	5,0
2.002	4,9	5,4	5,1	5,0	4,8	4,5	4,1	3,6	3,9	4,2	3,8	4,0
2.003	3,7	3,8	3,9	3,4	3,5	4,5	4,5	3,9	4,3	4,3	4,3	4,1
2.004	4,0	3,8	4,5	4,7	4,6	4,5	4,1	4,1	4,0	4,4	4,2	4,1
2.005	4,4	4,5	4,2	4,0	3,9	4,3	4,0	4,3	4,6	4,5	4,4	4,5
2.006	4,6	4,9	5,1	5,1	5,1	5,0	4,7	4,6	4,6	4,5	4,7	4,8
2.007	4,6	4,7	4,6	4,9	5,0	4,8	4,5	4,6	4,5	4,0	4,0	3,6
2.008	3,5	3,4	3,8	4,1	4,0	4,0	3,8	3,8	4,0	3,0	2,2	2,8
2.009	3,0	2,7	3,1	3,5	3,5	3,5	3,4	3,3	3,4	3,2	3,8	3,6
2.010	3,6	3,8	3,7	3,3	3,0	2,9	2,5	2,5	2,6	2,8	3,3	3,4
2.011	3,4	3,5	3,3	3,1	3,2	2,8	2,2	1,9	2,2	2,1	1,9	1,8
2.012	2,0	2,2	1,9	1,6	1,7	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,8	2,0
2.013	1,9	1,9	1,7	2,2	2,5	2,6	2,8	2,6	2,5	2,7	3,0	2,7
2.014	2,7	2,7	2,7	2,5	2,5	2,6	2,3	2,5	2,3	2,2	2,2	1,7
2.015	2,0	1,9	2,1	2,1	2,3	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,3	1,9
2.016	1,7	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	2,4	2,5	2,5
2.017	2,4	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	2,1	2,3	2,4	2,4	2,4	2,7

Tabla 15. Serie Rendimientos T-Bonds 10 años (enero de 1.979 a diciembre de 2.017)

5.6. Caracterización de las distribuciones de probabilidad de los rendimientos de los índices del grupo benchmark

Utilizando el software Crystal Ball como herramienta de pronóstico, la cual basa sus algoritmos en las distribuciones de probabilidad de series de históricas, para cada uno de las series de rendimientos históricos de los índices, tanto el creado en el presente trabajo de investigación como los previamente descritos en el numeral 4.5, índices de benchmark como oferta del mercado de capitales, se realizan una serie de simulaciones de Montecarlo con el fin de determinar con un alto grado de confiabilidad la probabilidad de que los índices generen rendimientos mensuales mayores a algunos valores determinados por el análisis.

5.6.1. Identificación de distribuciones de probabilidad de los índices

Como primera medida, Crystal Ball identifica la distribución de probabilidad a la cual tienden en su comportamiento los rendimientos mensuales del índice de interés. A continuación, se presentan los resultados para cada índice del presente estudio en cuanto a su distribución de probabilidad.

INDICE	INDICE RENT BOG EALT	DXY Curncy	SPX Index	REIT Index	COLCAP Index	Return on 10-year T. Bond
Mejor ajuste	t de Student	Logística	Logística	Logística	Logística	Logística
Anderson-Darling	50,2923	0,1657	0,9494	0,8193	0,3309	0,5399

Tabla 16. Distribuciones de probabilidad de índices

Los resultados indican que el mejor ajuste para todos los índices benchmark es una distribución de probabilidad Logística, mientras que para el índice de

rentabilidad inmobiliaria creado en esta investigación la distribución de probabilidad ajustada según el software resultó ser t-student, con una distribución más leptocúrtica al estar concentrados sus rendimientos mucho más cercanos al 0.

5.6.2. Análisis de sensibilidad a los índices

Como metodología de evaluación del comportamiento de los rendimientos históricos de los índices analizados, se estima realizar una serie de simulaciones de Montecarlo para cada uno de ellos a fin de que pueda validarse cuál es la probabilidad de que el índice analizado genere rendimientos mayores a un porcentaje esperado.

Los porcentajes que se tomarían como puntos de comparación entre índices para analizar las probabilidades de obtener retornos financieros mayores al 0%, 2%; 4%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% y 50%. En total son 12 puntos de comparación a fin de poder evaluar a cada uno de los índices según su distribución de probabilidad bajo los parámetros del software Crystal Ball.

Una vez las aproximadas un millón de simulaciones se han corrido en Crystal Ball con el objetivo de minimizar el error de estimación para cada uno de los índices, los resultados generados han sido los siguiente por cada índice de interés.

- **Resultados de índice SPX**

Bajo el escenario de evaluación con más de 1,4 millones de simulaciones, la probabilidad de que el índice SPX tenga rentabilidades positivas es del 59,8%.

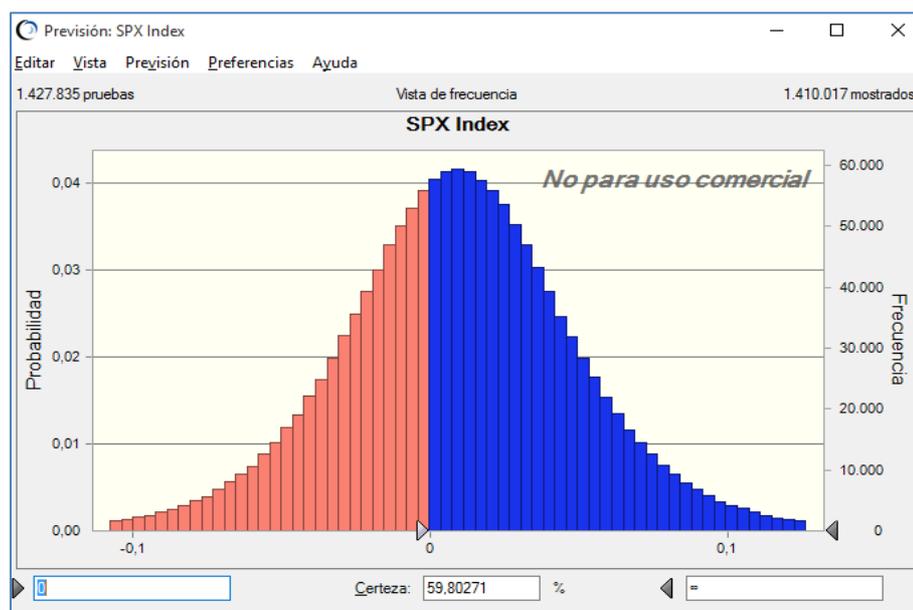


Gráfico 20. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de SPX Index

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 38,8%

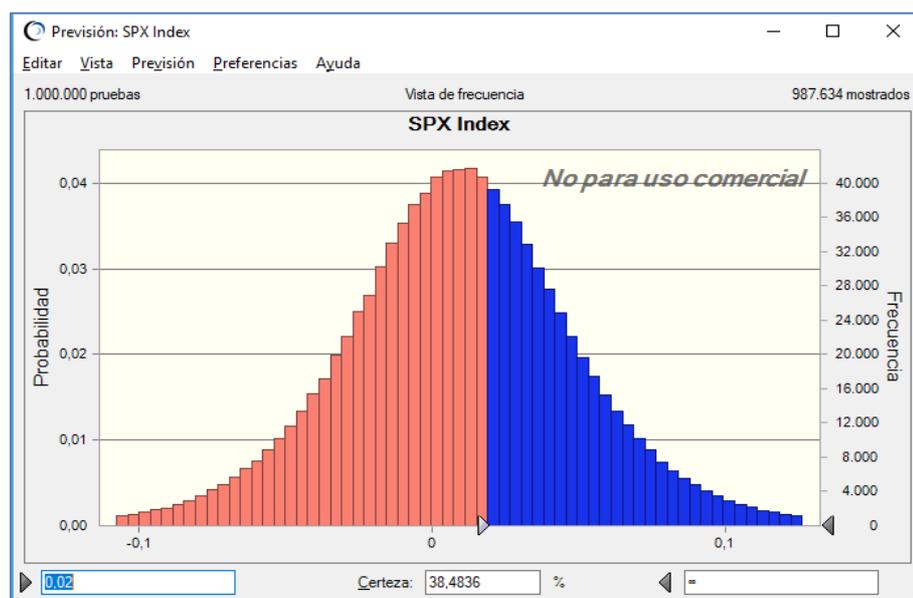


Gráfico 21. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de SPX Index

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 20,7%

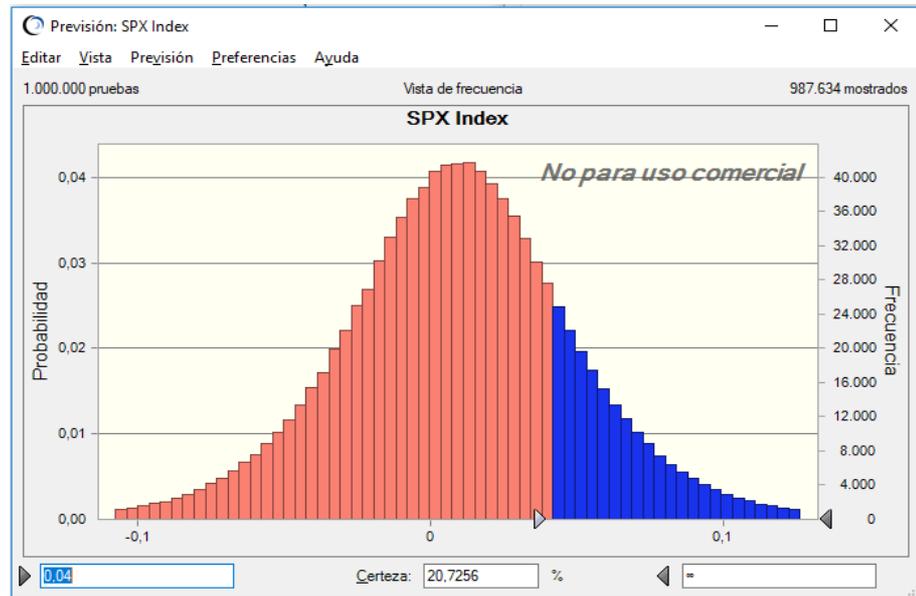


Gráfico 22. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de SPX Index

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 14,5%.

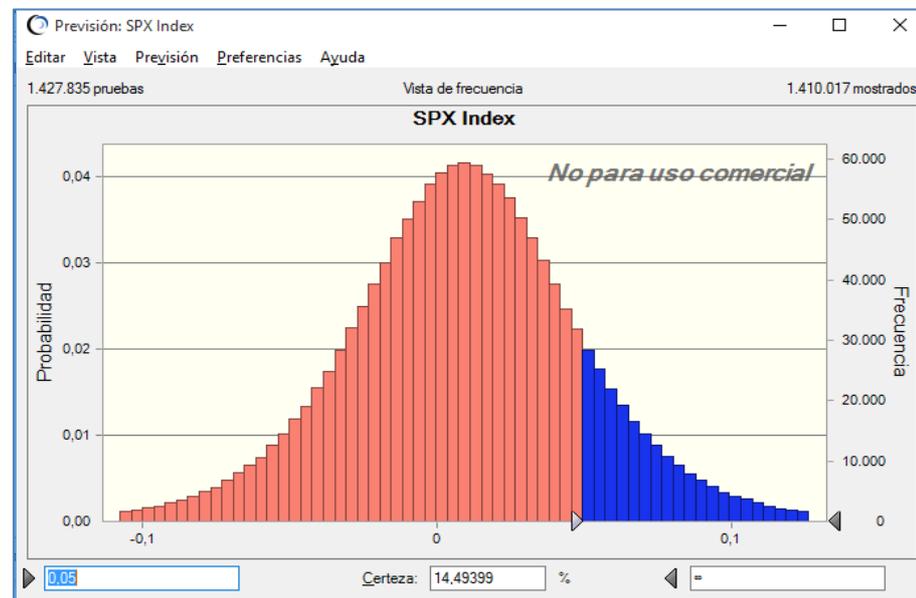


Gráfico 23. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de SPX Index

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 1,8% de probabilidad.

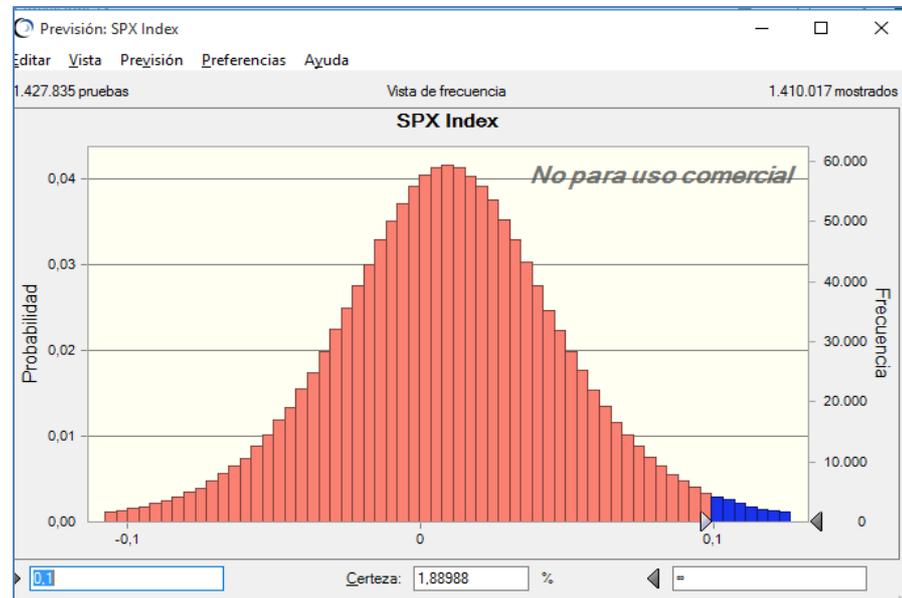


Gráfico 24. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de SPX Index

Rentabilidades superiores al 15%, se esperan con un escaso 0,2% de probabilidad.

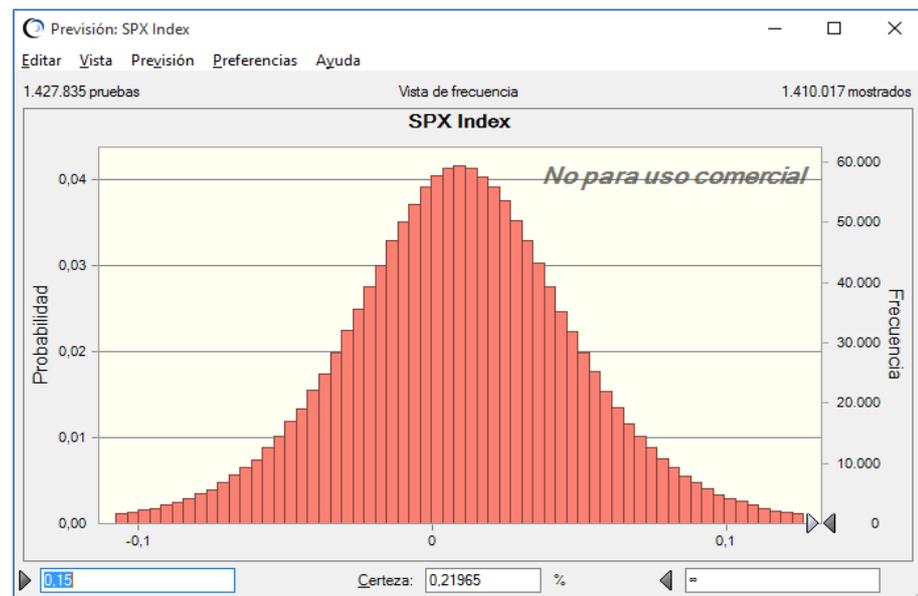


Gráfico 25. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de SPX Index

Finalmente, los retornos superiores al 20% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,03% de probabilidad, concluyendo que según los rendimientos históricos del índice, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 20%.

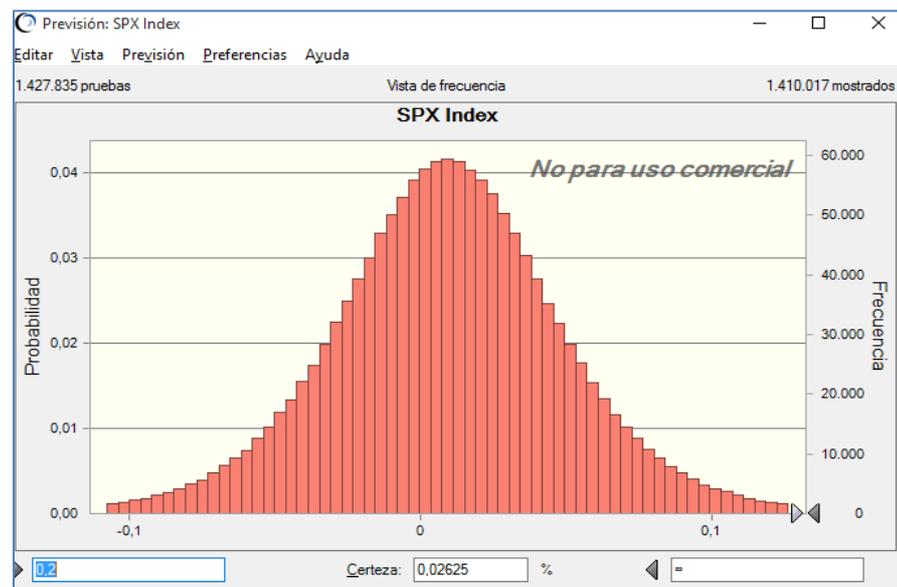


Gráfico 26. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de SPX Index

- **Resultados de índice DXY Currency**

Bajo el escenario de evaluación con más de 1,4 millones de simulaciones, la probabilidad de que el índice DXY Currency tenga rentabilidades positivas es del 49,7%.

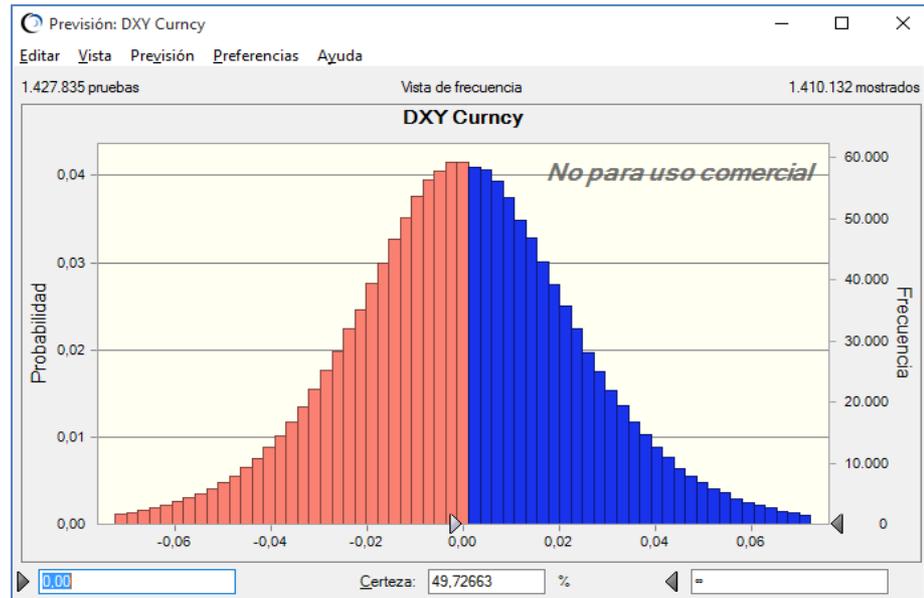


Gráfico 27. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de DXY Currency Index

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 19,6%

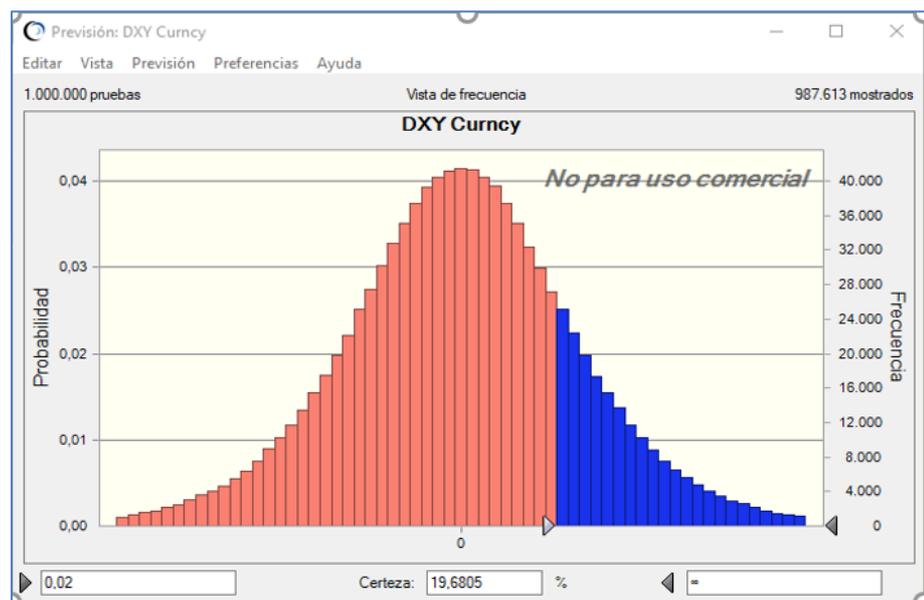


Gráfico 28. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de DXY Currency Index

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 5,6%

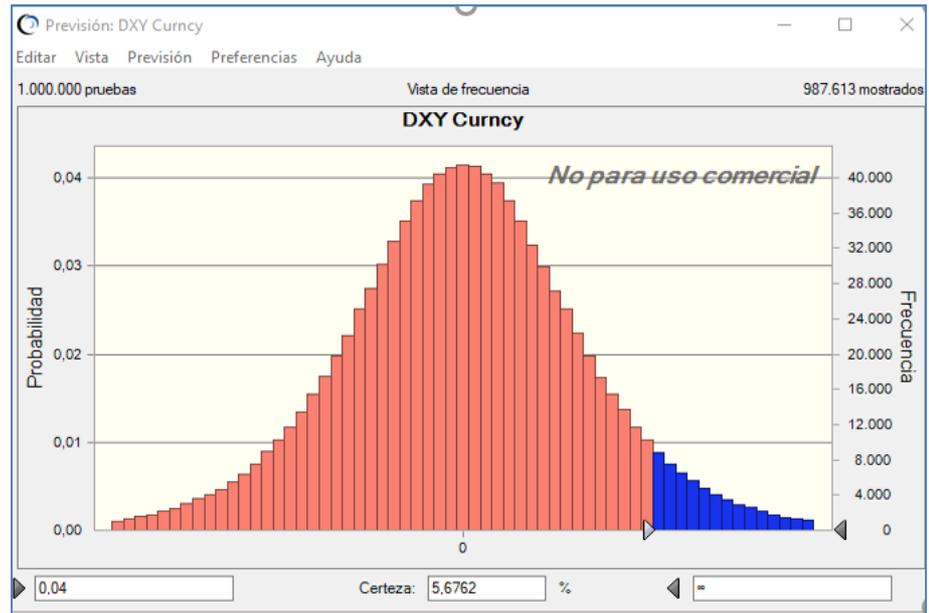


Gráfico 29. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de DXY Currency Index

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 2,9%.

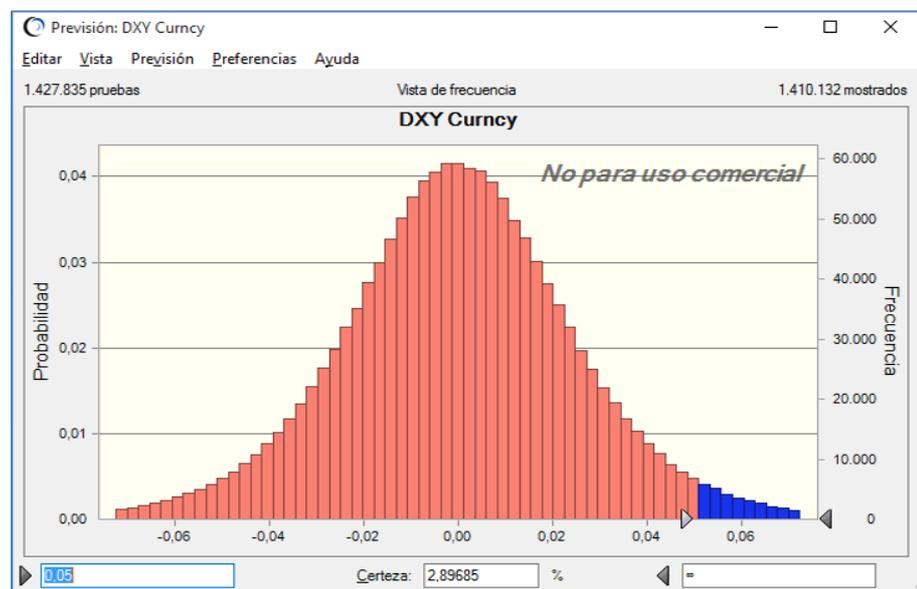


Gráfico 30. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de DXY Currency Index

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 0,09% de probabilidad.

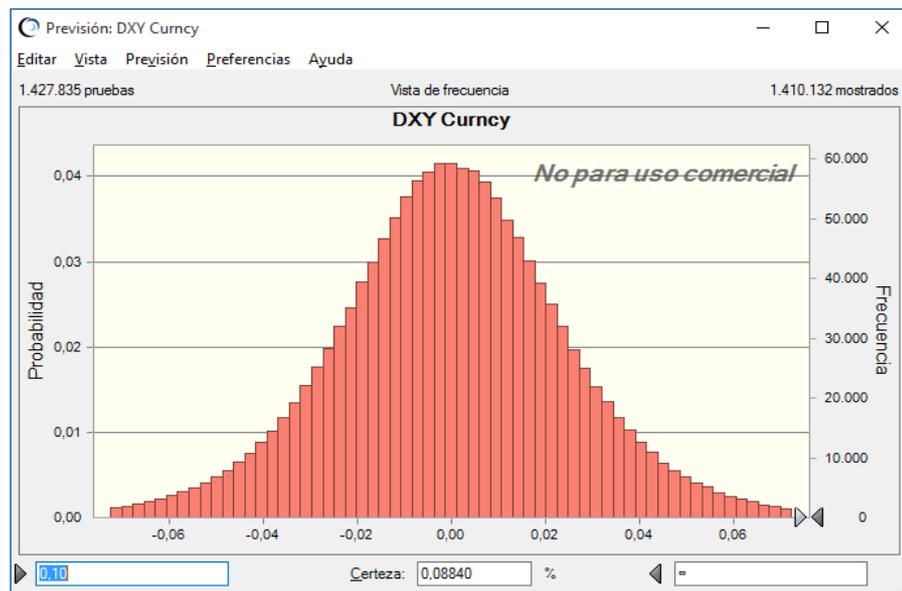


Gráfico 31. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de DXY Currency Index

Finalmente, los retornos superiores al 15% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,003% de probabilidad, concluyendo que, según los rendimientos históricos del índice, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 15%.

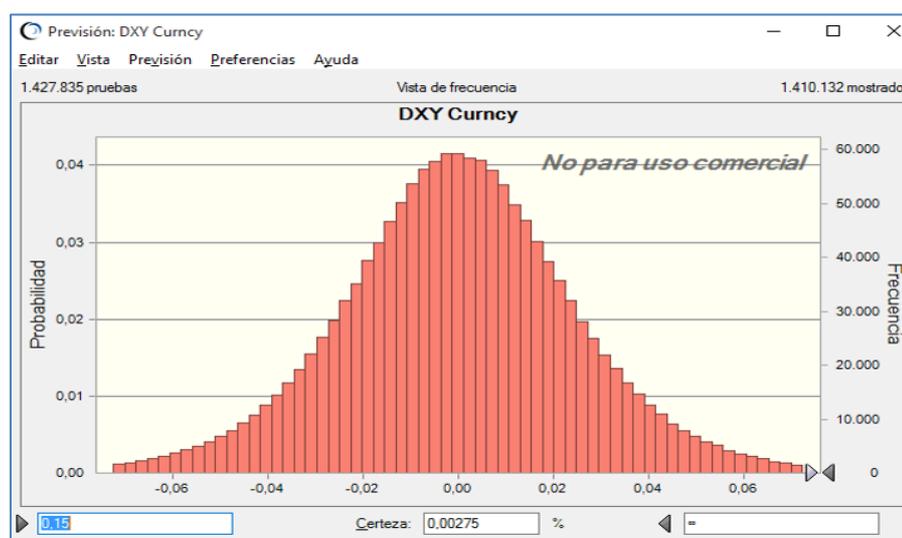


Gráfico 32. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de DXY Currency Index

- **Resultados de índice REIT**

Bajo el escenario de evaluación con aproximadamente un millón de simulaciones, la probabilidad de que el índice REIT tenga rentabilidades positivas es del 60,4%.

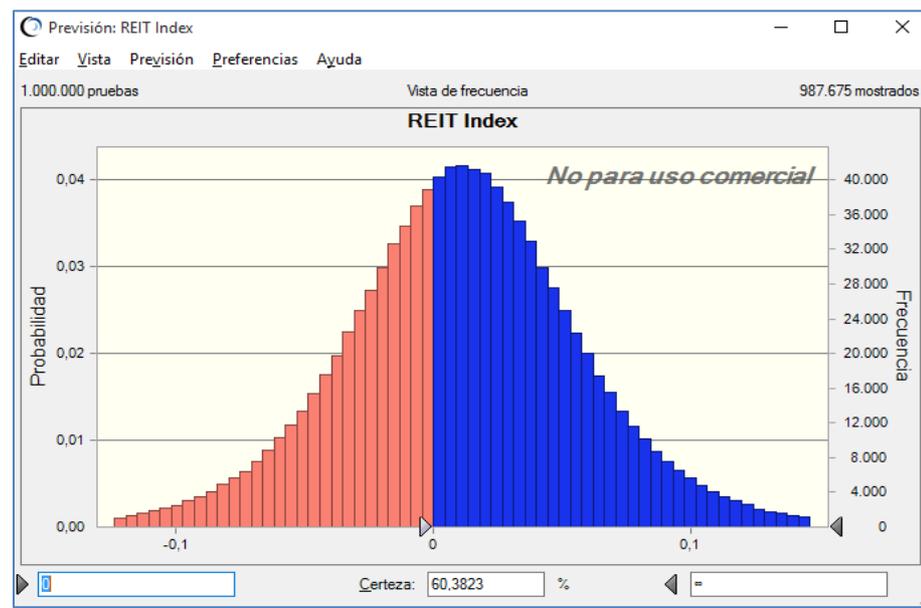


Gráfico 33. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de REIT Index

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 41,9%

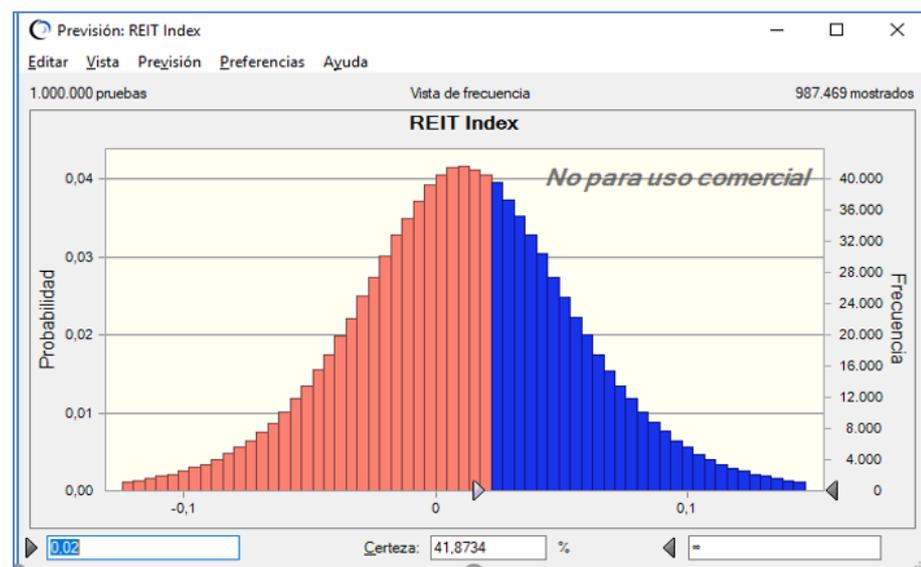


Gráfico 34. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de REIT Index

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 25,4%

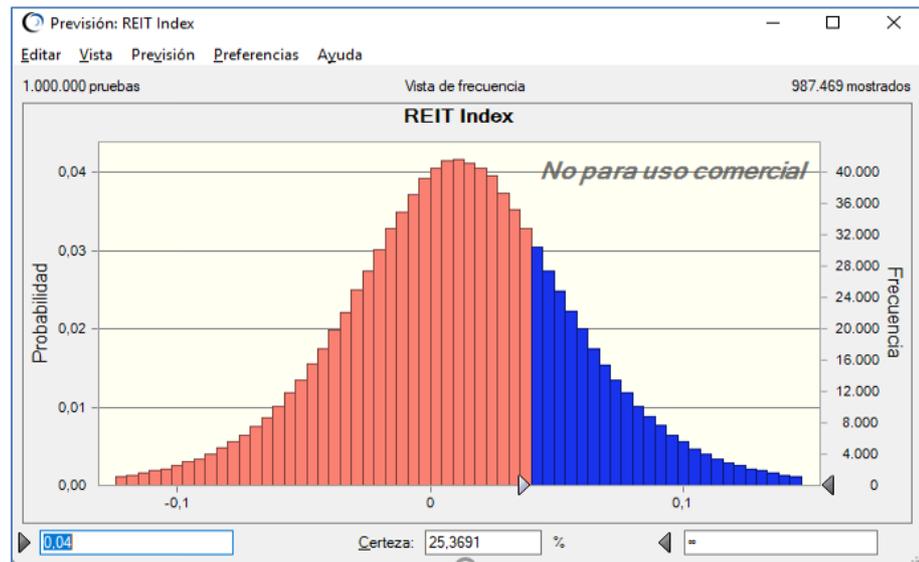


Gráfico 35. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de REIT Index

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 18,8%

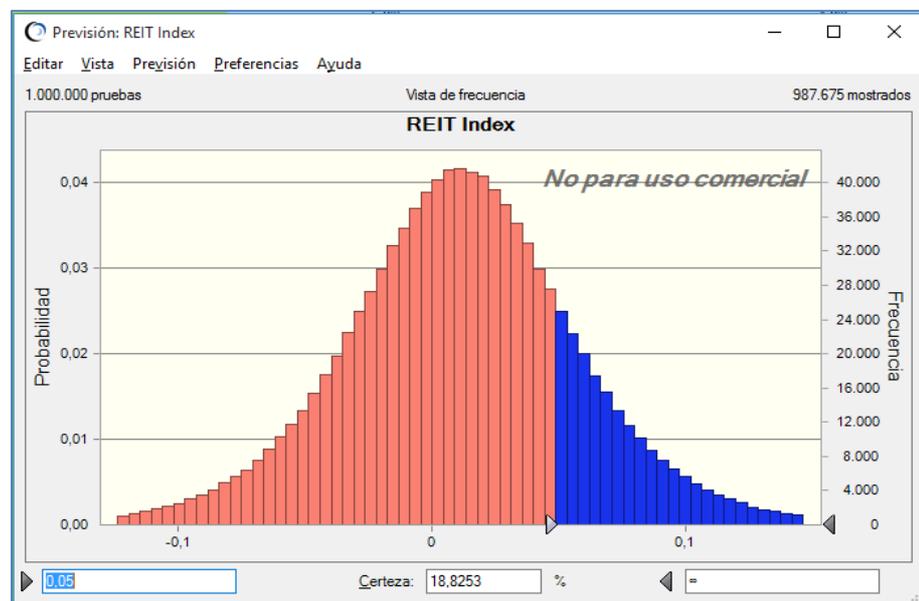


Gráfico 36. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de REIT Index

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 3,4% de probabilidad.

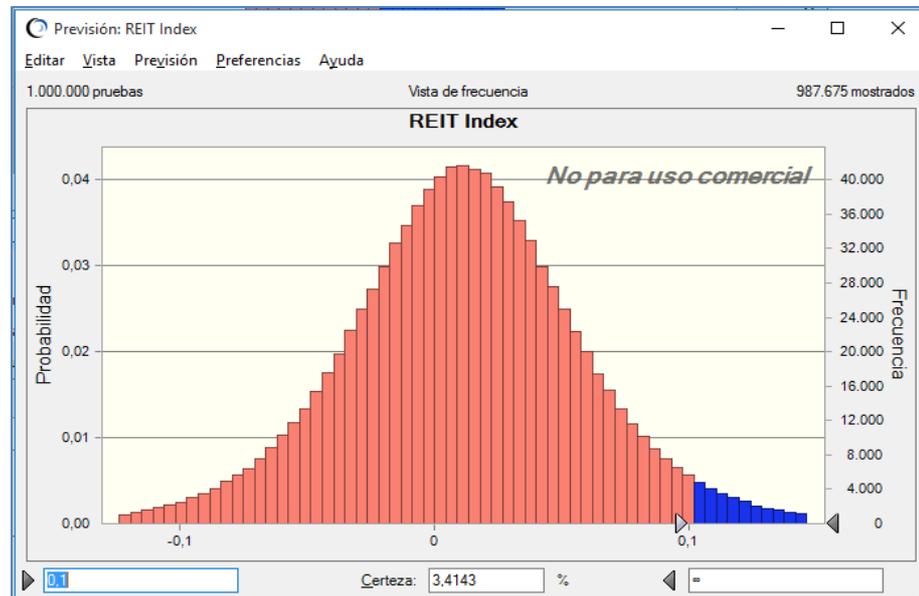


Gráfico 37. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de REIT Index

Rendimientos por encima del 15%, se esperan con una probabilidad de 0,5%

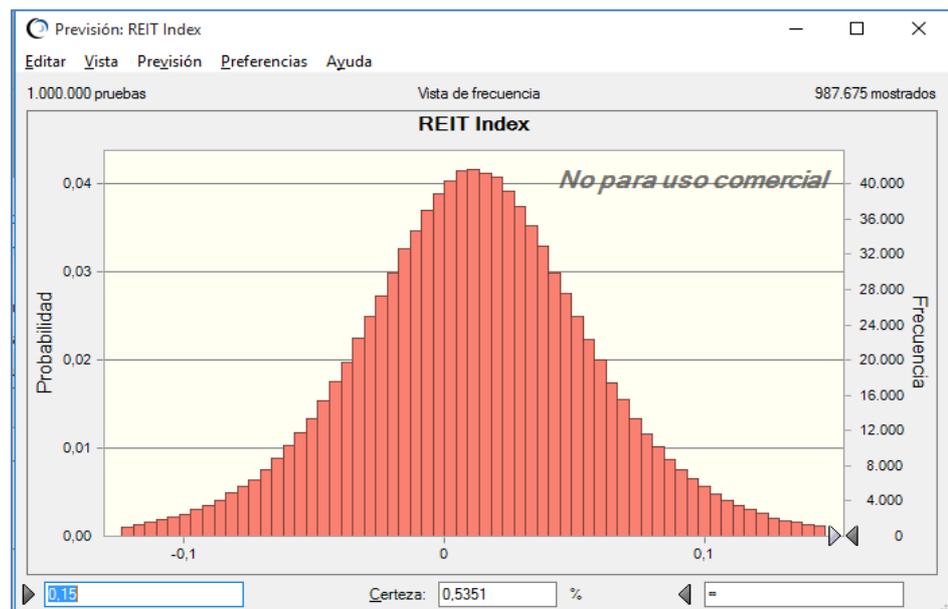


Gráfico 38. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de REIT Index

Rentabilidades aún mayores al 20% se estiman ser esperadas con probabilidad de 0,08%.

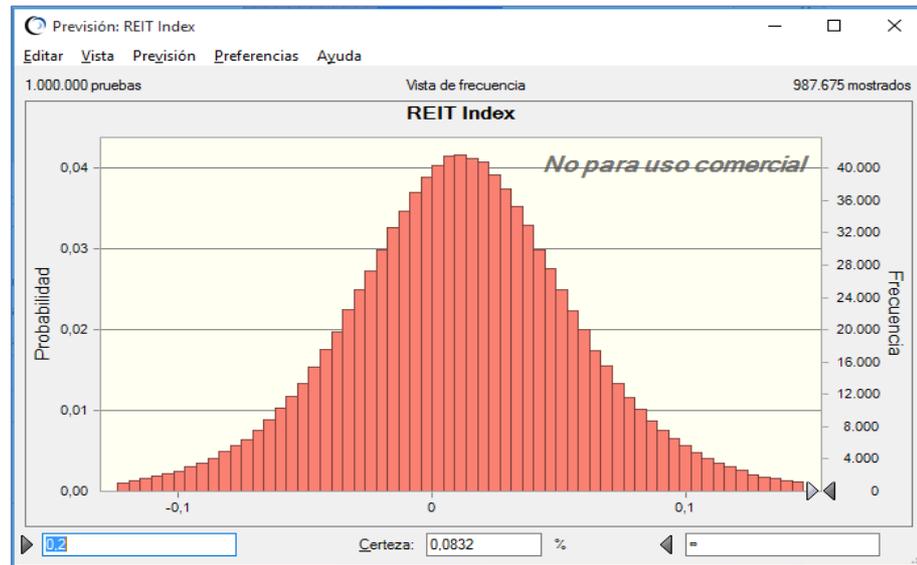


Gráfico 39. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de REIT Index

Finalmente, los retornos superiores al 25% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,02% de probabilidad, concluyendo que según los rendimientos históricos del índice, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 25%.

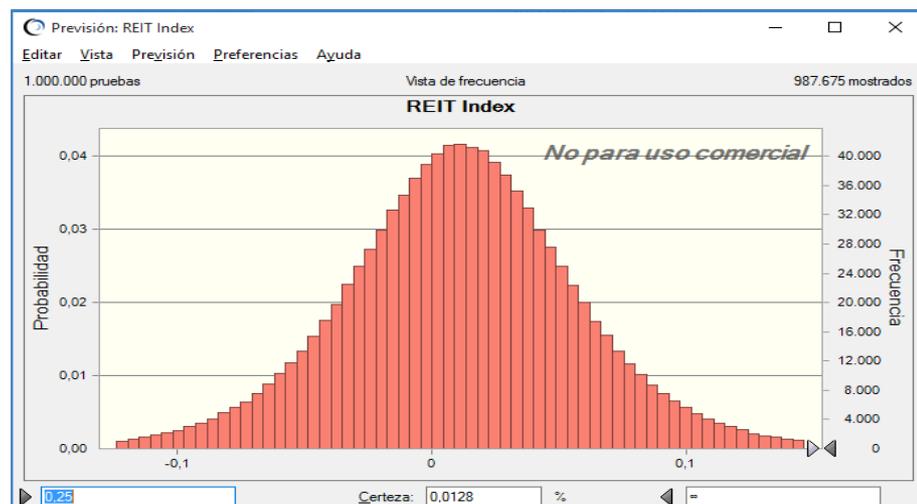


Gráfico 40. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de REIT Index

- **Resultados de índice COLCAP**

Realizando aproximadamente un millón de simulaciones, la probabilidad de que el índice COLCAP tenga rentabilidades positivas es del 59,9%.

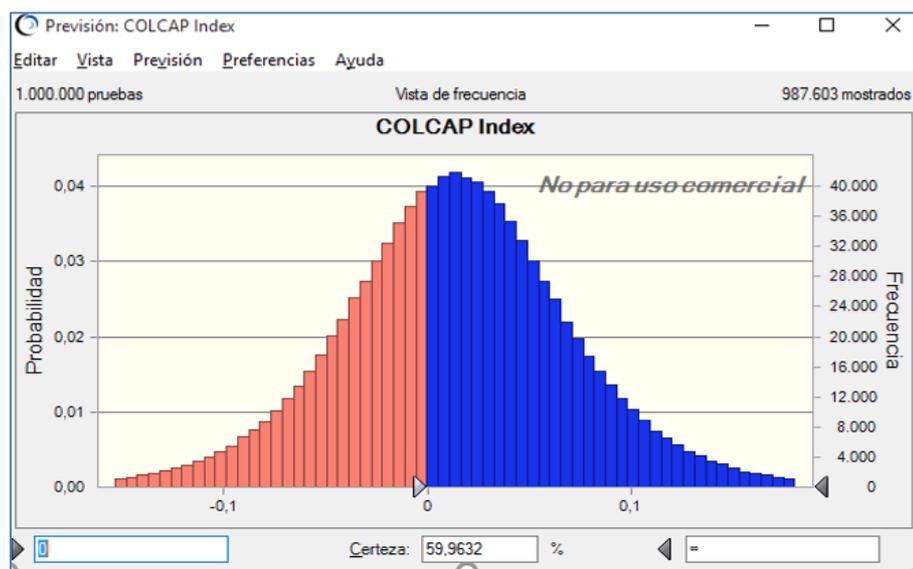


Gráfico 41. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de COLCAP

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 44,8%

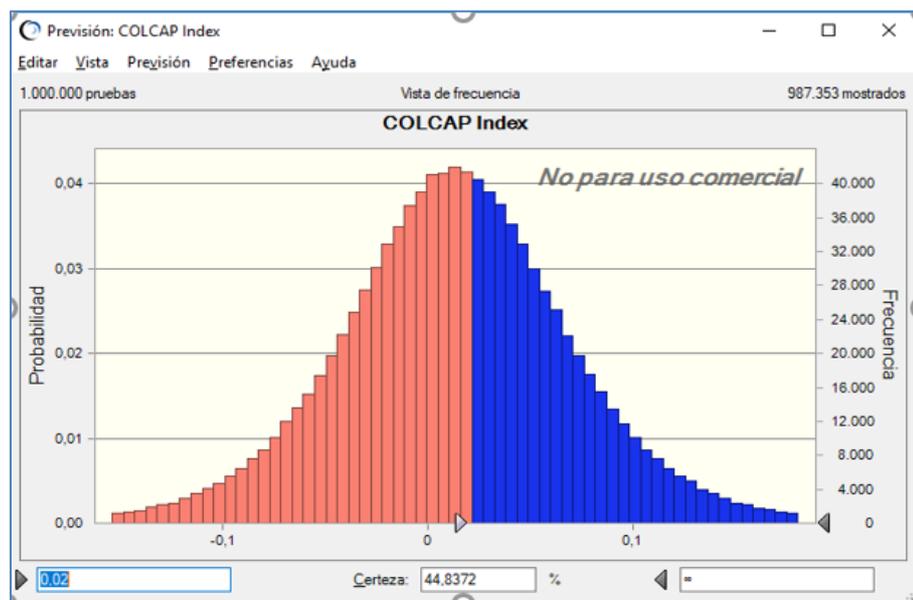


Gráfico 42. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de COLCAP

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 30,6%

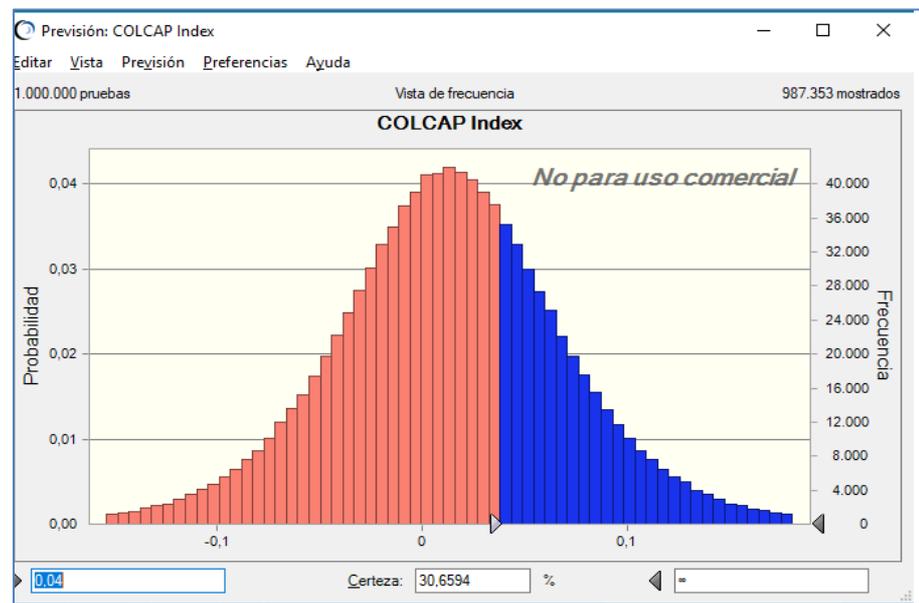


Gráfico 43. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de COLCAP

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 24,5%.

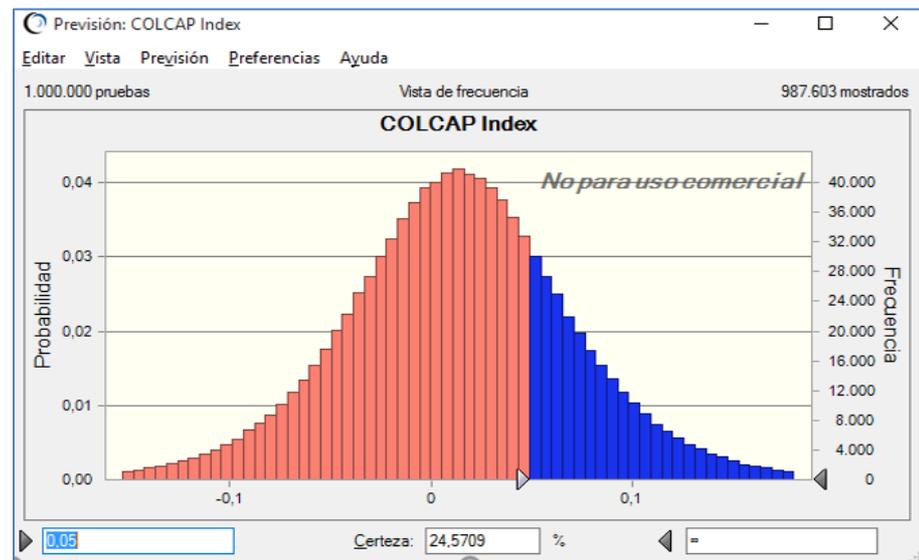


Gráfico 44. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de COLCAP

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 6,6% de probabilidad.

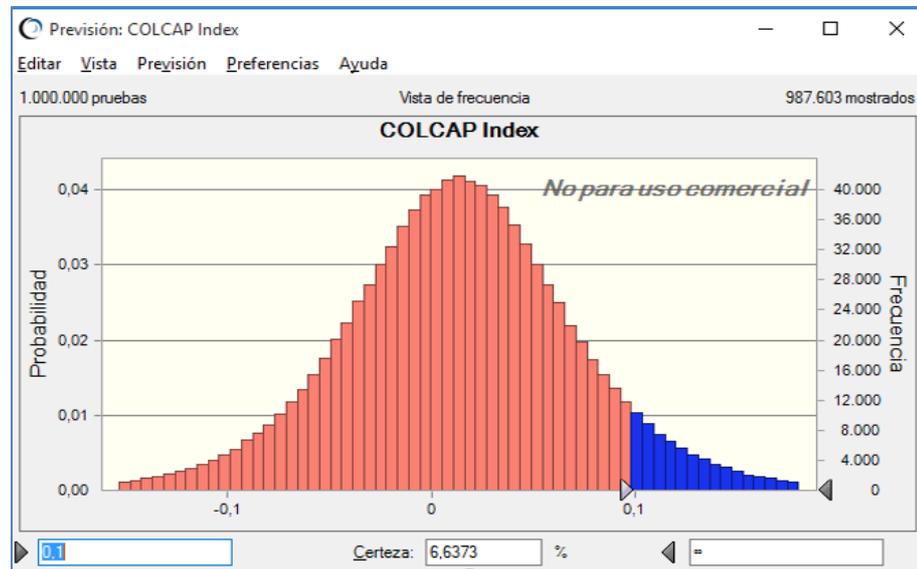


Gráfico 45. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de COLCAP

Rendimientos por encima del 15%, se esperan con una probabilidad de 1,5%

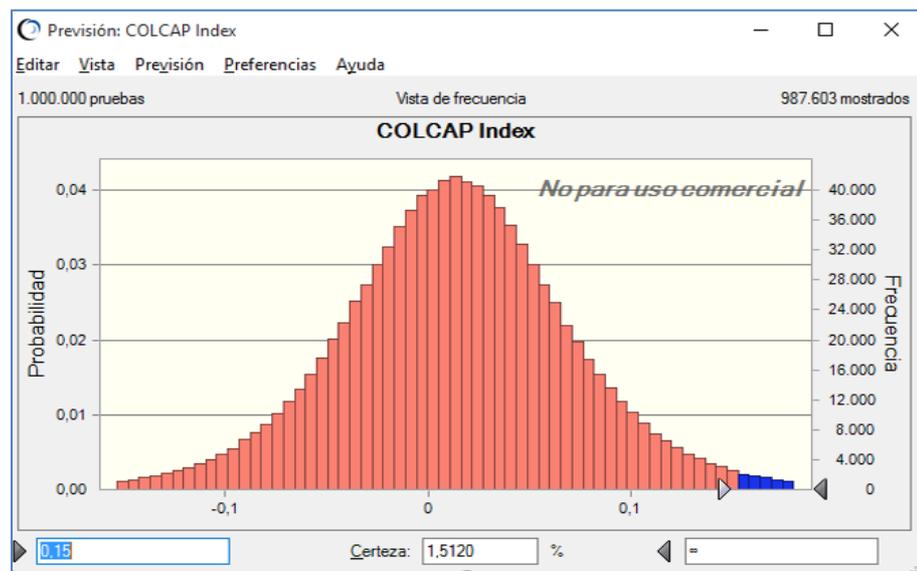


Gráfico 46. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de COLCAP

Rentabilidades mayores al 20% serían esperadas con probabilidad de 0,3%.

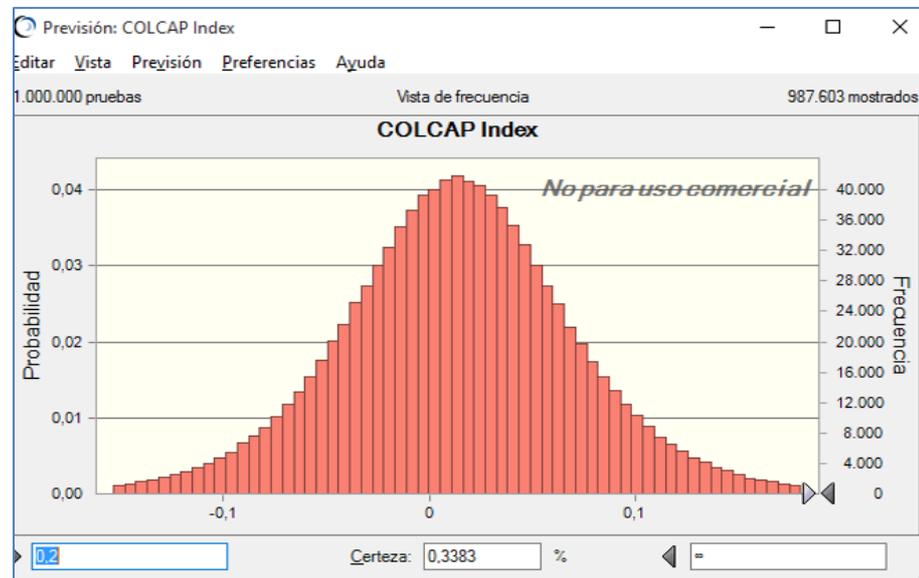


Gráfico 47. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de COLCAP

Rentabilidades mayores al 25% se esperan con probabilidad de 0,07%.

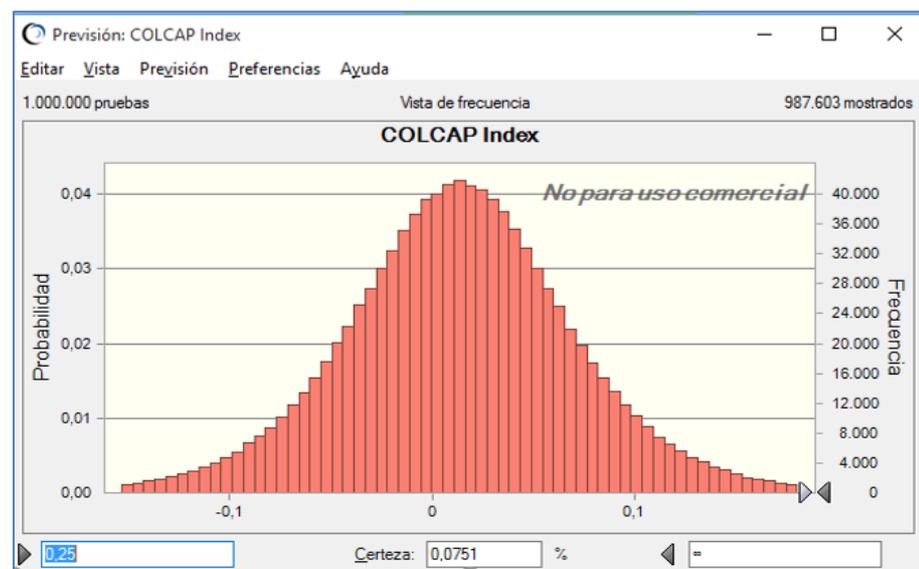


Gráfico 48. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de COLCAP

Finalmente, los retornos superiores al 30% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,02% de probabilidad, concluyendo que según los rendimientos históricos del índice, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 30%.

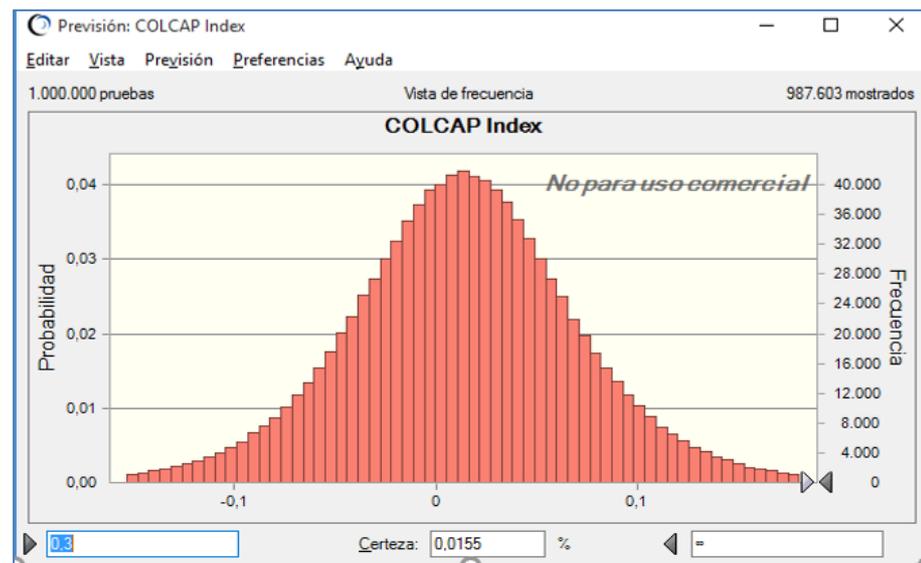


Gráfico 49. Probabilidad de rendimientos mayores a 30% de COLCAP

- **Resultados de T-Bonds 10 años**

Realizando aproximadamente un millón de simulaciones, la probabilidad de que los T-Bonds a 10 años tengan rendimientos positivos es del 48,2%.

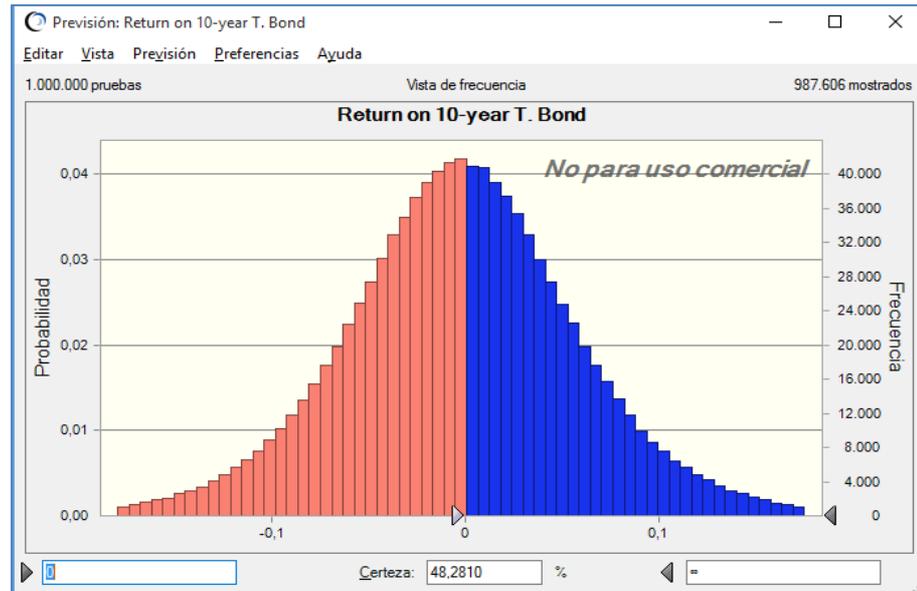


Gráfico 50. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de T-Bonds 10 años

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 34,6%

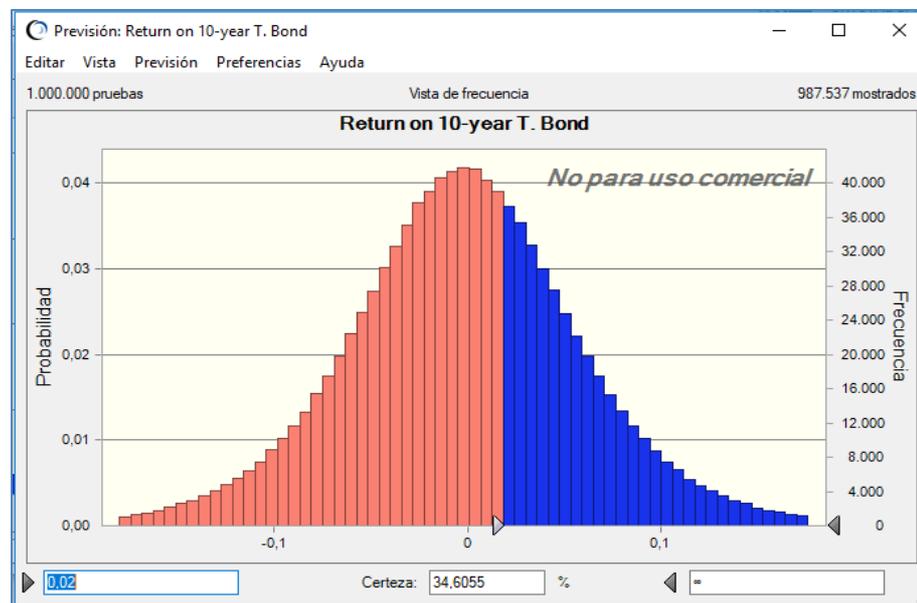


Gráfico 51. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de T-Bonds 10 años

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 23%

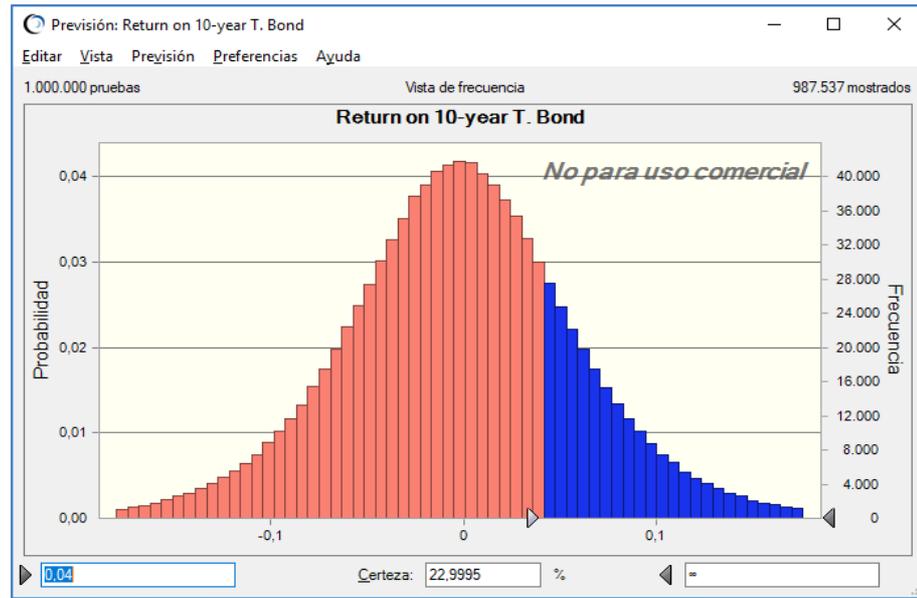


Gráfico 52. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de T-Bonds 10 años

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 18,2%

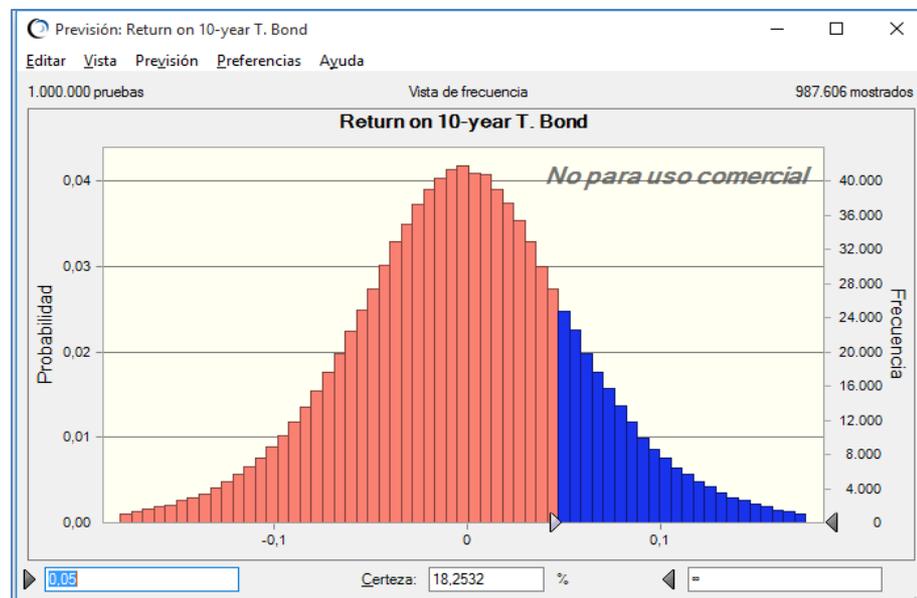


Gráfico 53. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de T-Bonds 10 años

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 5,7% de probabilidad.

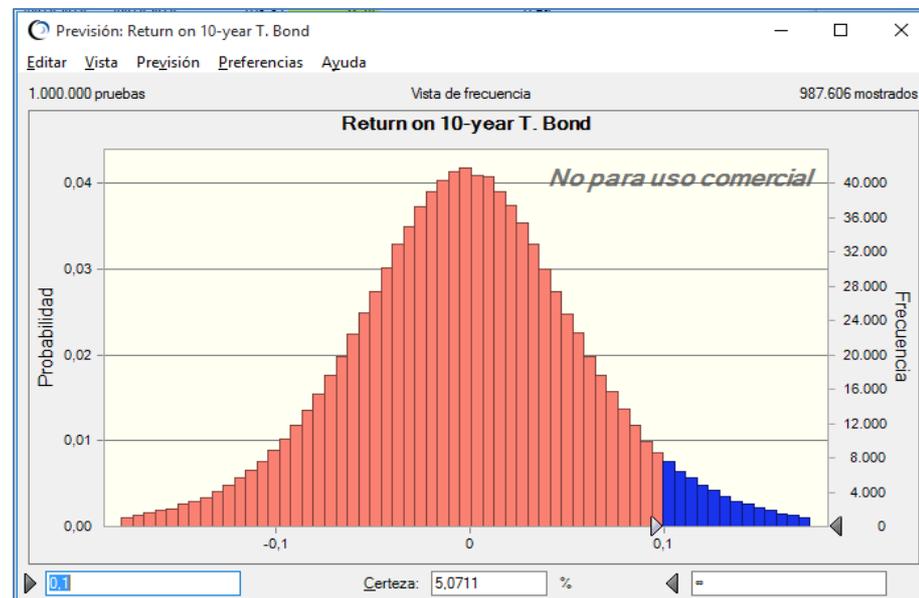


Gráfico 54. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de T-Bonds 10 años

Rendimientos por encima del 15%, se esperan con una probabilidad de 1,2%

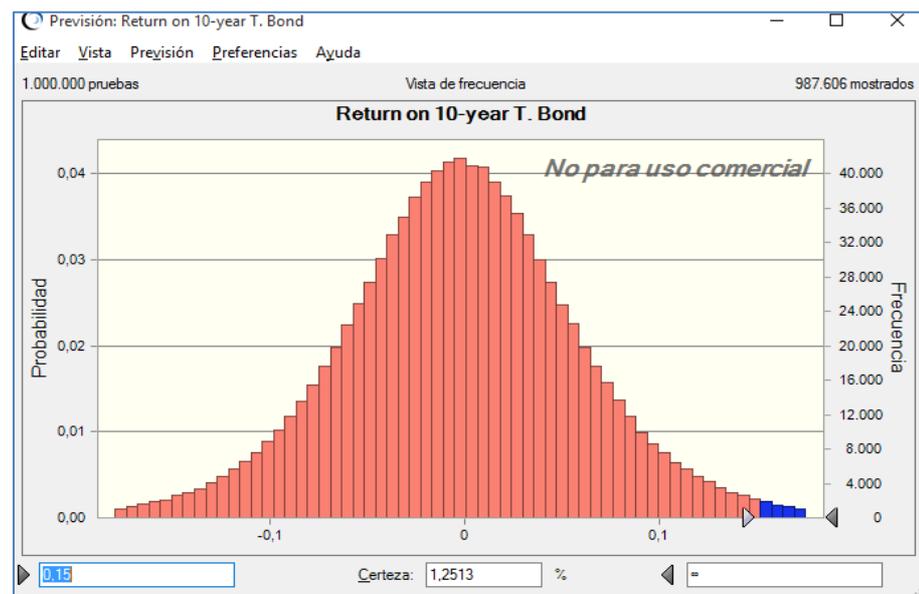


Gráfico 55. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de T-Bonds 10 años

Rentabilidades mayores al 20% serían esperadas con probabilidad de 0,3%.

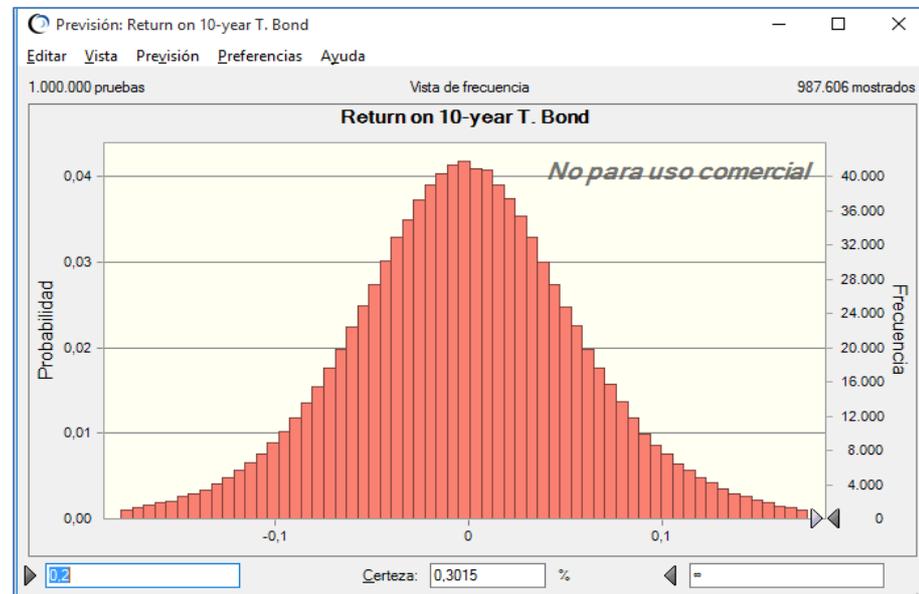


Gráfico 56. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de T-Bonds 10 años

Rentabilidades mayores al 25% se esperan con probabilidad de 0,07%.

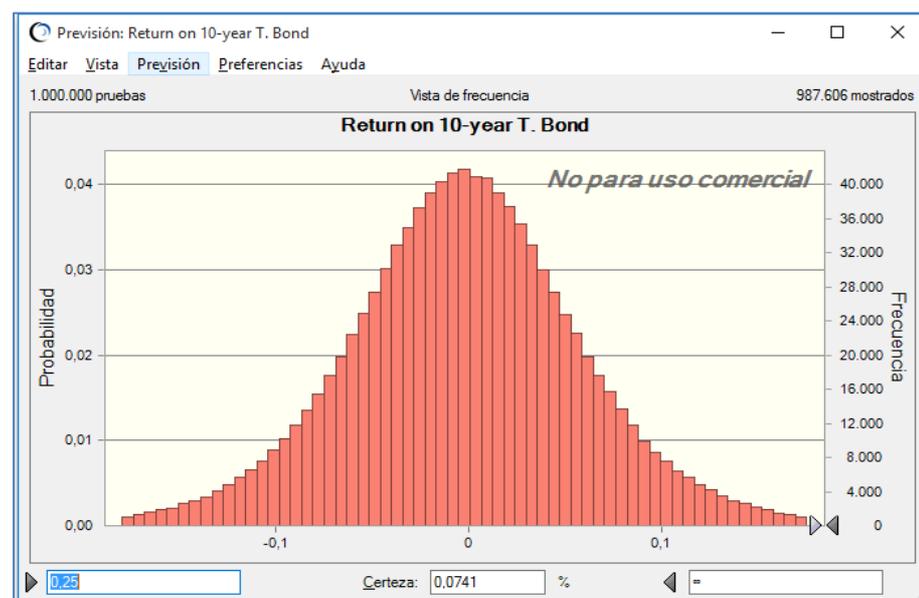


Gráfico 57. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de T-Bonds 10 años

Finalmente, los retornos superiores al 30% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,02% de probabilidad, concluyendo que según los rendimientos históricos de los T-Bonds, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 30%.

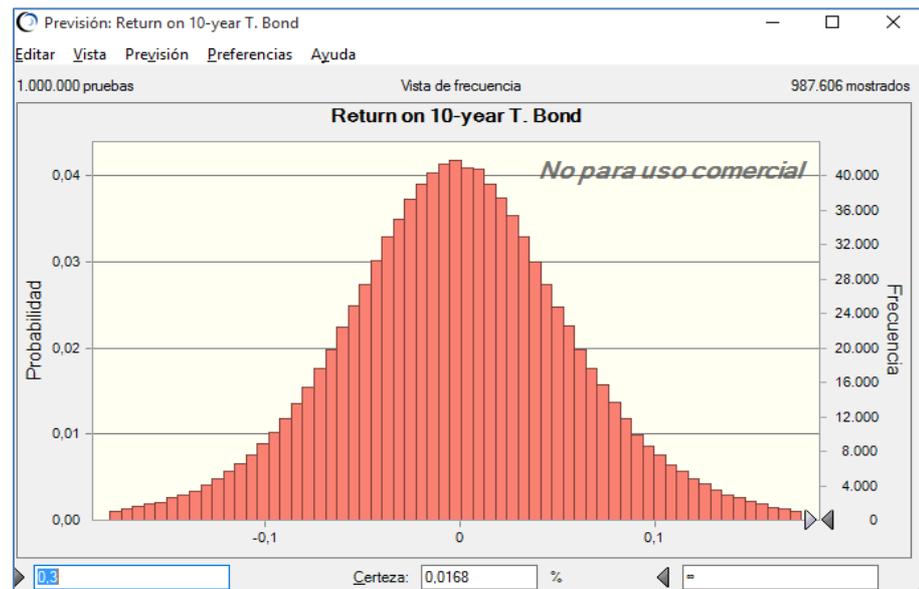


Gráfico 58. Probabilidad de rendimientos mayores a 30% de T-Bonds 10 años

- **Resultados índice inmobiliario estrato 6 Bogotá**

Realizando aproximadamente un millón de simulaciones, la probabilidad de que los T-Bonds a 10 años tengan rendimientos positivos es del 46%.

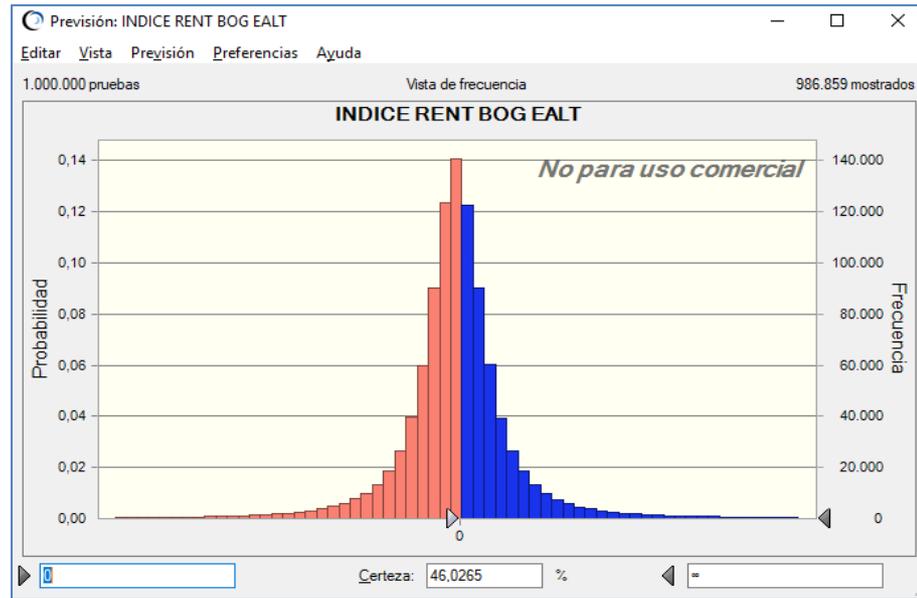


Gráfico 59. Probabilidad de rendimientos mayores a 0% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Retornos superiores al 2% se esperan con probabilidad del 3,7%

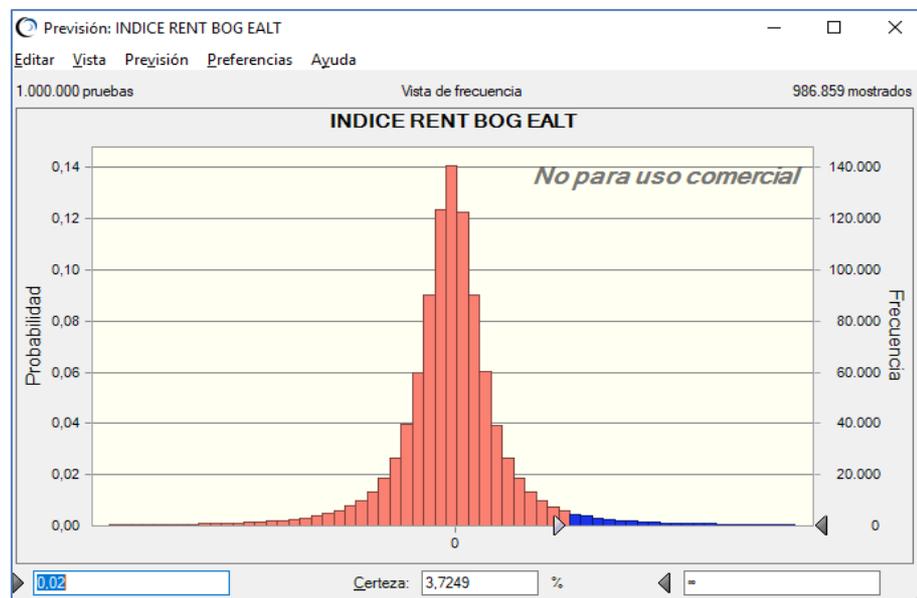


Gráfico 60. Probabilidad de rendimientos mayores a 2% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Retornos superiores al 4% se esperan con probabilidad del 1,3%

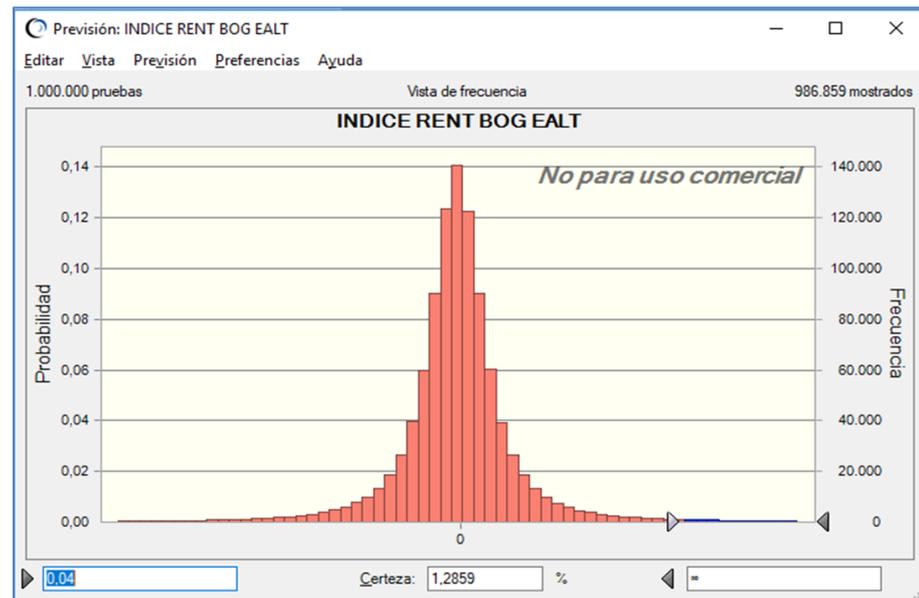


Gráfico 61. Probabilidad de rendimientos mayores a 4% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Rendimientos por encima del 5% son esperados con probabilidad del 0,9%.

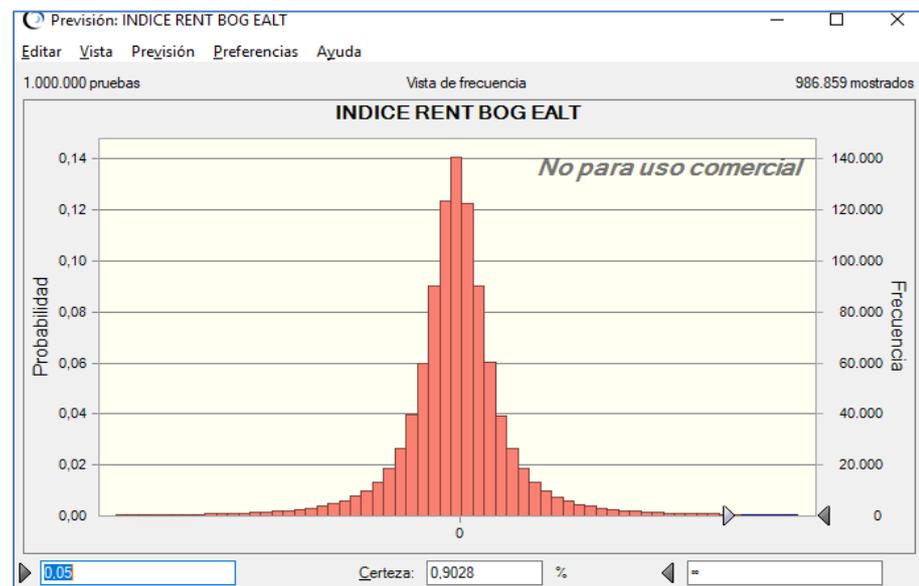


Gráfico 62. Probabilidad de rendimientos mayores a 5% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Rentabilidades superiores al 10%, se esperan con un 0,3% de probabilidad.

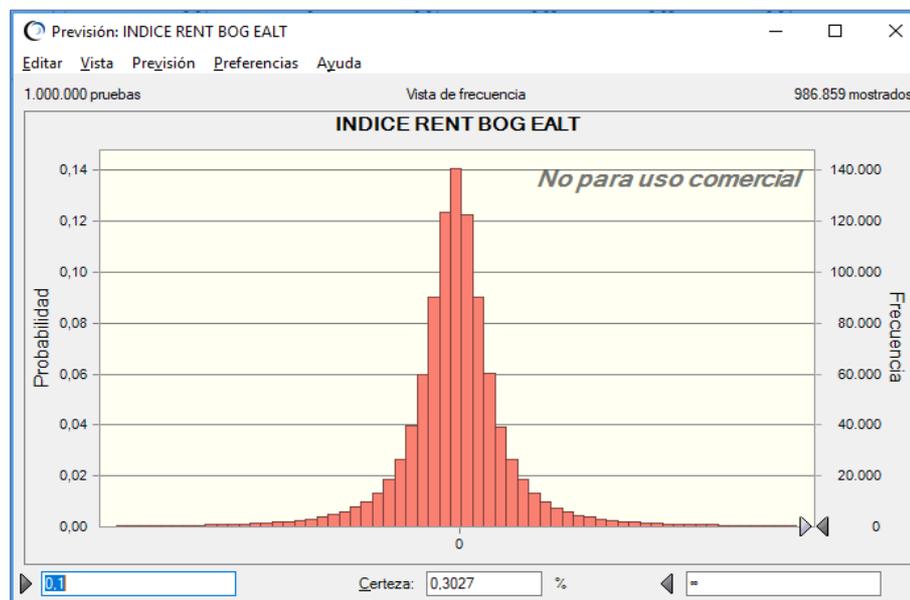


Gráfico 63. Probabilidad de rendimientos mayores a 10% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Rendimientos por encima del 15%, se esperan con una probabilidad de 0,16%

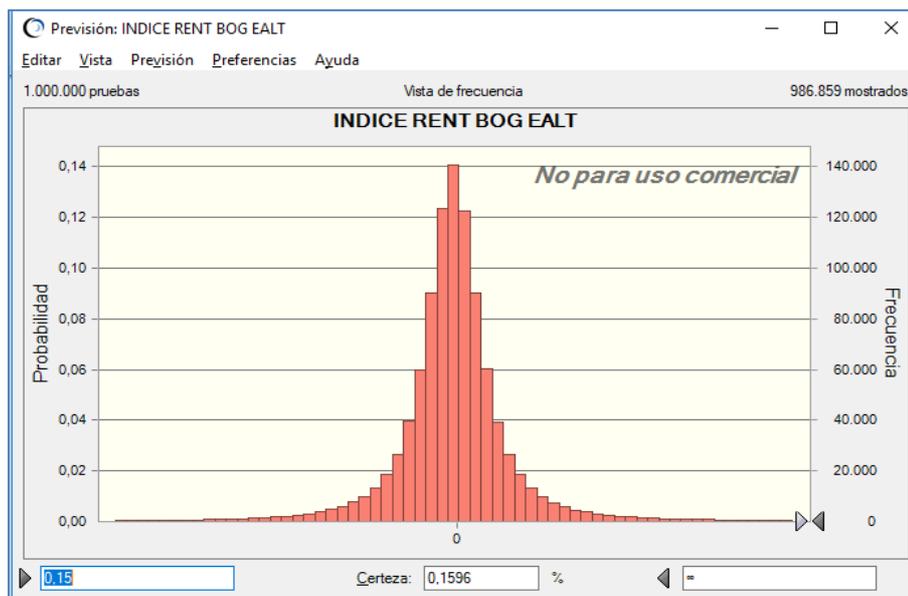


Gráfico 64. Probabilidad de rendimientos mayores a 15% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Rendimientos por encima del 20%, se esperan con una probabilidad de 0,1%

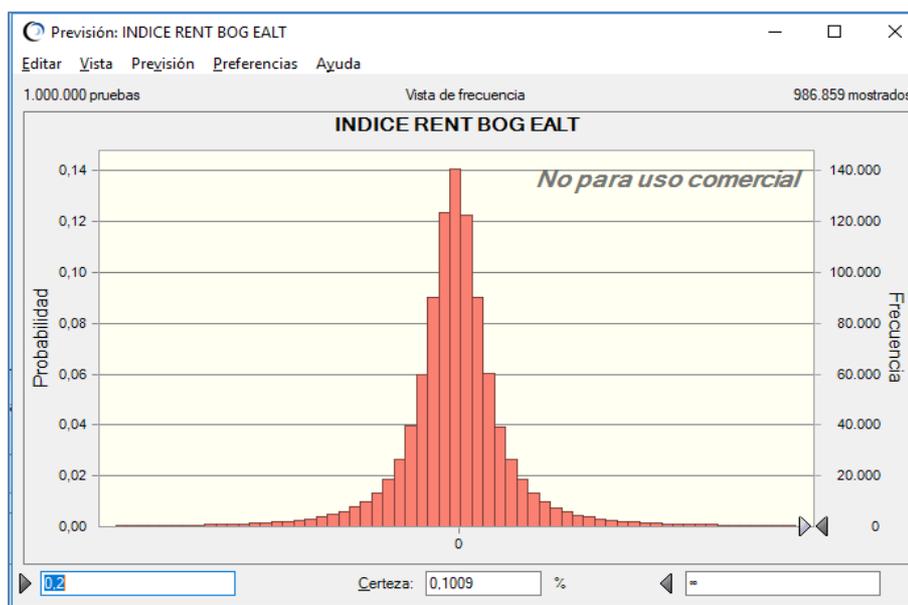


Gráfico 65. Probabilidad de rendimientos mayores a 20% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

Finalmente, los retornos superiores al 25% ya tienen a un mínimo de probabilidad al ser inferior al 0,1% de probabilidad, concluyendo que, según los rendimientos históricos del índice generado con los activos inmobiliarios en el presente trabajo de investigación, su rendimiento mensual puede ser positivo como máximo hasta un 25%.

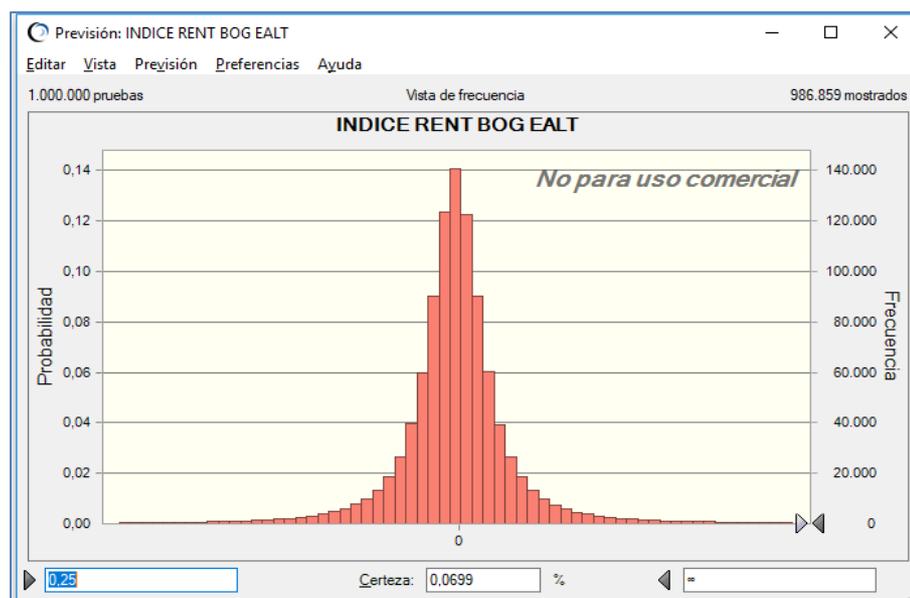


Gráfico 66. Probabilidad de rendimientos mayores a 25% de índice inmobiliario estrato 6 Bogotá

5.7. Análisis de resultados

Tras haber expuesto los resultados gráficamente de las simulaciones realizadas con los rendimientos de cada uno de los índices, las cifras pueden resumirse en la siguiente tabla en donde se presenta por rango de rendimiento esperado, la probabilidad definida para cada índice, identificando en color azul más claro al índice de rentabilidad inmobiliario objeto de interés principal de este trabajo de investigación.

Rendimientos mayores a	DXY Curncy	REIT Index	COLCAP Index	SPX Index	Return on 10-year T. Bond	RENT BOG EALT
0%	49,72%	60,38%	59,96%	59,80%	48,28%	46,03%
2%	19,68%	47,87%	44,84%	38,48%	34,61%	3,72%
4%	5,68%	25,37%	30,66%	20,73%	23,00%	1,29%
5%	2,89%	18,83%	24,57%	14,49%	18,25%	0,90%
10%	0,09%	3,41%	6,64%	1,89%	5,07%	0,30%
15%		0,54%	1,51%	0,22%	1,25%	0,16%
20%		0,08%	0,34%	0,03%	0,30%	0,10%
25%		0,01%	0,08%		0,07%	0,07%
30%			0,02%		0,02%	0,05%
35%						0,04%
40%						0,03%
45%						0,03%
50%						

Los resultados muestran que el índice de rentabilidad inmobiliaria del estrato seis en Bogotá tiene menores probabilidades de presentar mejores rendimientos financieros respecto a todos los índices del mercado de capitales utilizados como benchmark. Para cada uno de los porcentajes de rendimiento esperado, es el índice que presenta las menores probabilidades de lograrlo.

Los resultados muestran la baja competitividad del índice que representa al mercado inmobiliario en la ciudad de Bogotá en su estrato 6 frente a las otras opciones como opciones de inversión.

Es importante recalcar que la comparación del índice no puede ser en un periodo continuo debido a las características diferentes entre los índices, ya que el índice creado del sector inmobiliario es un índice dinámico y en su composición no es estático, mientras que los índices pertenecientes al grupo benchmark son índices que no varían en su composición de activos de la misma manera. Por lo tanto, las comparaciones permitidas entre los índices de grupo benchmark y el índice de rentabilidad inmobiliaria solo podrá ser de forma discreta.

6. Conclusiones

Según el objetivo del presente trabajo de investigación acerca de determinar qué tan competitivo es el mercado inmobiliario residencial en Bogotá para el estrato seis como opción de inversión frente a las opciones analizadas del mercado de capitales, se puede determinar que con la muestra de inmuebles tratada en el desarrollo de la investigación, la competitividad de este mercado es baja debido a que tras los escenarios de simulación de rendimientos históricos de cada uno de los índices, el índice de rentabilidad inmobiliaria creado por el investigador del presente trabajo presenta las cifras mas bajas respecto a los demás.

Con respecto a la validación sobre la significancia de variables como el área de construcción y la edad sobre la rentabilidad del inmueble, se pudo concluir en el estudio que bajo métodos los de evaluación lineal que no resulta ninguna de las dos ser significativas al presentar coeficientes de correlación bajos y tendencias no lineales en el gráfico de relación.

El índice de rentabilidad se construyó con la base de datos de inmuebles suministrada, asignando a su metodología una ponderación según la rentabilidad de los inmuebles. Bajo esta construcción, el índice logra reflejar el rendimiento financiero de la canasta de inmuebles dando un mayor peso a los activos con mejor retorno financiero.

Analizando la gráfica de desempeño del índice inmobiliario creado a partir de la metodología de ponderación de inmuebles, son más que llamativos las grandes variaciones que presenta en los meses de febrero principalmente. Estos notorios saltos son el resultado de que el universo del índice no es estático, es dinámico ya que a medida que avanza el periodo de tiempo evaluado, la canasta de inmuebles incrementa con la adquisición de nuevos activos, lo cual genera incrementos en la rentabilidad del portafolio puesto que la evaluación de su venta en el corto plazo es sumamente rentable respecto a la evaluación de un escenario prolongado en el tiempo sin inclusión de ningún activo. Esta interpretación permite concluir que el mercado inmobiliario para el estrato seis residencial de Bogotá resulta más rentable en el corto que en el largo plazo.

7. Bibliografía

- Alzate, D. (2013). *Estimación de índice de rentabilidad inmobiliaria sectorial - IRIS para vivienda urbana en el municipio de Medellín*. Recuperado el 3 de 5 de 2017, de Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/39673/1/70500977.2014.pdf>
- Banco de la República de Colombia. (s.f.). *Banco de la República de Colombia*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/ipvnbr>
- Banco de la República de Colombia. (s.f.). *Índice de Precios de la Vivienda Usada - IPVU*.
- BBVA Research. (2016). *Situación Inmobiliaria Colombia 2016*.
- Camacol Bogotá y Cundinamarca. (2016). *Presente y perspectivas de corto plazo en el sector edificador en Bogotá y la Región I Semestre de 2016*. Bogotá: Nelson Hoyos Ortiz.
- Cárdenas, M., & Badel, A. (Octubre de 2003). *La crisis de financiamiento hipotecario*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo:
<https://publications.iadb.org/handle/11319/2159>
- Clavijo, S. (2014). *Evaluación de la burbuja hipotecaria: la relación precios/ingreso de largo plazo*. ANIF.
- Daher, A. (2013). El sector inmobiliario y las crisis económicas. *EURE*.
- DANE. (2016). *Licencias de construcción - ELIC Diciembre 2016*. Boletín técnico, Bogotá.
- Finca Raíz. (Diciembre de 2014). Obtenido de https://www.fincaraiz.com.co/static/Valor-Metro-Cuadro-en-Bogota-Octubre_2014.pdf
- Finca Raíz. (Diciembre de 2015). Obtenido de https://www.fincaraiz.com.co/static/Valor-Metro_Cuadrado-en-Bogota-Octubre_Diciembre_2015.pdf

- Finca Raíz*. (Diciembre de 2016). Obtenido de <https://www.fincaraiz.com.co/valor-por-metro-en-bogota-4-trimestre-2016-noticia-765.aspx>
- Fuentes, D. (2009). *Rentabilidad de la inversión en vivienda, apalancamiento y especulación*. Zaragoza.
- García, M. P. (2007). *Introducción a la valoración inmobiliaria*. Barcelona.
- Jaramillo, S., & Cuervo, N. (2004). *Precios inmobiliarios en el mercado de vivienda en Bogotá 1970 - 2004*. Universidad de los Andes, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Bogotá: Centro de Estudios de Desarrollo Económico.
- Jaramillo, S., & Cuervo, N. (2014). *Precios inmobiliarios de vivienda en Bogotá 1970-2013*. Universidad de los Andes, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Bogotá: Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico.
- Marichal, C. (2010). *Nueva historia de las grandes crisis financieras. Una perspectiva global, 1873-2008*. Buenos Aires: Sudamericana-Debate.
- Nocua y Movil, A. y. (14 de 03 de 2017). *Observatorio de Desarrollo Económico*. Recuperado el 02 de 05 de 2017, de Observatorio de Desarrollo Económico: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/base/lectorpublic.php?id=991#sthash.8RAN9j1w.KHBXaBf0.dpbs>
- Reinhart, C., & Rogoff, K. (2009). *This time is different; eight centuries of financial folly*. Princeton: Princeton University Press.
- Rosen, S. (February de 1974). *Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition*. Obtenido de NYU Stern University: http://www.stern.nyu.edu/networks/phdcourse/Rosen_Hedonic_prices.pdf

Secretaría de desarrollo económico de Bogotá. (2015). *La construcción en el área metropolitana de Bogotá*. Bogotá.