

Diseño de un producto estructurado para el mercado colombiano.
Design of a structured product for the Colombian market.



INVERSIONES, RIESGO Y COBERTURA

AUTORES:

JULIETH KATHERINE POLO HERNÁNDEZ

SLENDY YANITH HERNÁNDEZ JAIMES

Asesora:

GLORIA INES MACIAS VILLALBA

Doctora en Finanzas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍAS ADMINISTRATIVAS

INGENIERÍA FINANCIERA

BUCARAMANGA

2018

Resumen

El presente trabajo plantea un producto estructurado para el mercado colombiano, basado en las expectativas de crecimiento del portafolio óptimo resultante de la aplicación del modelo de selección de carteras de Markowitz a diez activos del índice de renta variable en Colombia COLCAP. Posteriormente se realiza la valuación del producto estructurado para una inversión genérica por el modelo binomial para valoración de opciones de Hull y White (1992), Modelo de Valoración de Black and Scholes (1973), junto a la aproximación de Levy (1992), Modelo de Monte Carlo; finalmente se valora el producto y se define la posible revalorización, en caso de cumplirse las expectativas alcistas.

Abstract

The present work proposes a structured product for the Colombian market, based on the expectations of growth of the optimal portfolio resulting from the application of Markowitz's portfolio selection model to ten Colombian equity index assets COLCAP. Subsequently, the valuation of the structured product for a generic investment is made by the binomial model for the valuation of Hull and White options (1992), the Black and Scholes Valuation Model (1973), together with Levy's (1992) approximation, Model from Monte Carlo; Finally, the product is valued and the possible revaluation is defined, if the bullish expectations are met.

Palabras Claves

Renta variable, renta fija, indicadores bursátiles, valuación de opciones, productos estructurados, mercado de derivados, derivados de segunda generación.

Keywords

Equities, fixed income, stock market indicators, options valuation, structured products, derivatives market, second generation derivatives.

Introducción

Diseño de un producto estructurado para el mercado colombiano.

El mercado bursátil colombiano desde el 2002 ha venido creciendo impulsado por políticas macroeconómicas que respaldan la emisión de deuda pública, por su parte las emisiones de deuda privada al final del año 2017 aumentaron porcentualmente respecto a montos finales, superando en variación las emisiones de TES. En cuanto a la renta variable también ha evolucionado y cada vez gana más terreno en participación respecto de la participación del mercado total.

Los productos estructurados empezaron a crecer silenciosamente en la década de los noventa en Europa y posteriormente se hicieron populares también en Norteamérica; características naturales de estos productos como la creación de un diseño a la medida de cada inversionista, la ampliación de alternativas de inversión en activos específicos han provocado que sean vistos como una alternativa a la diversificación de portafolios.

En el entorno internacional se han gestado condiciones que apoyan la innovación de nuevos productos que satisfacen al inversionista en el proceso de obtención de mejores rentabilidades y riesgos controlados, Colombia no es ajeno a este proceso, inclusive bancos internacionales han incluidos en sus portafolios de servicios estos productos de inversión para inversionistas colombianos, los fondos como vehículo de inversión también los ofrecen a pequeños inversionistas, la BVC actualmente está implementando opciones estandarizadas, lo anuncio en un boletín al inicio del 2017 y las negociaciones aparecen en la plataforma.

Teniendo en consideración los aspectos necesarios para el planteamiento de una nota estructurada y los antecedentes, cabe la posibilidad de diseñar estos instrumentos para el mercado bursátil colombiano, tanto en el mercado estandarizado como el OTC; el propósito de este trabajo es proponer una nota estructurada posteriormente a la identificación de oportunidades en el comportamiento del índice COLCAP de Colombia.

Análisis del mercado bursátil colombiano

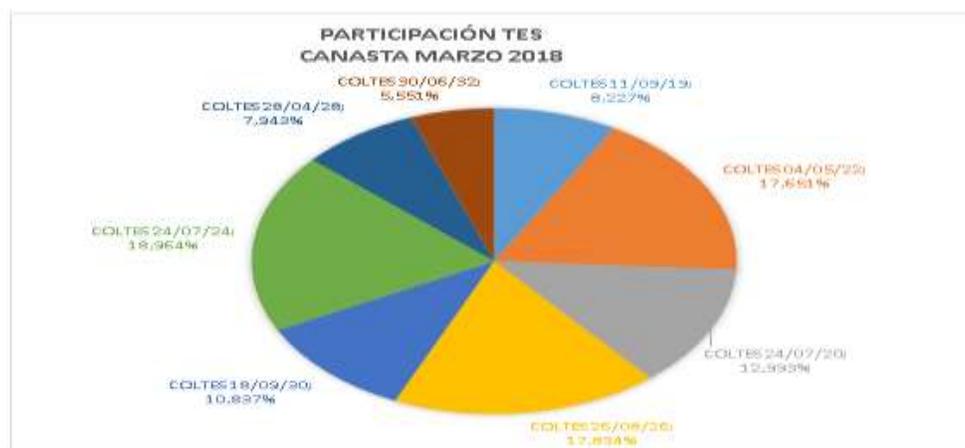
El diseño de un producto estructurado está basado en el comportamiento histórico de los precios que integran el mismo y la congruencia del comportamiento futuro, para así definir las condiciones de los posibles escenarios a presentarse en el vencimiento del producto. Se necesita conocer como ha sido el desarrollo de los mercados de renta fija, variable junto con los índices de consecutivamente y que variables no numéricas han influido sobre su estado actual en cada uno.

Mercado de renta fija

El mercado de renta fija se puede explicar cómo el conjunto de mercados en que se negocian y se realizan transacciones financieras diferentes a compra y venta de títulos de deuda que emiten las entidades como el gobierno nacional, gobiernos departamentales y empresas.

El mercado de renta fija de Colombia a finales del mes de febrero de 2018 negocio en total un monto por \$875.000 millones, donde el 90% de este valor fueron títulos de deuda pública; estos datos se han tomado de BVC, para simplificar los análisis generales del mercado, esta ha establecido el índice COLTES que busca replicar los movimientos diarios basados en ocho títulos de deuda pública de largo y corto plazo.

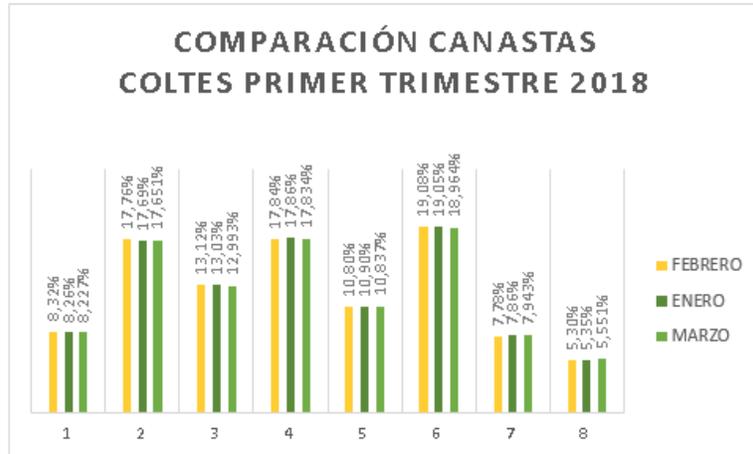
Gráfico 1: Composición de la canasta COLTES para marzo de 2018



Elaboración propia, datos BVC

En el grafico 1 se observan los títulos que componen el índice COLTES, los cuales han cumplido con características necesarias de liquidez y vencimiento mayor a un año.

Gráfico 2: Comparación de canastas mensuales COLTES para el primer trimestre de 2018



Elaboración propia, datos BVC

En el grafico 2 muestra que las canastas mensuales han estado compuestas por los mismos ocho títulos del grafico 1 solo con pequeñas variaciones por nemotécnico en cada canasta.

Gráfico 3: Evolución de la tasa TES durante enero de 2017-enero de 2018

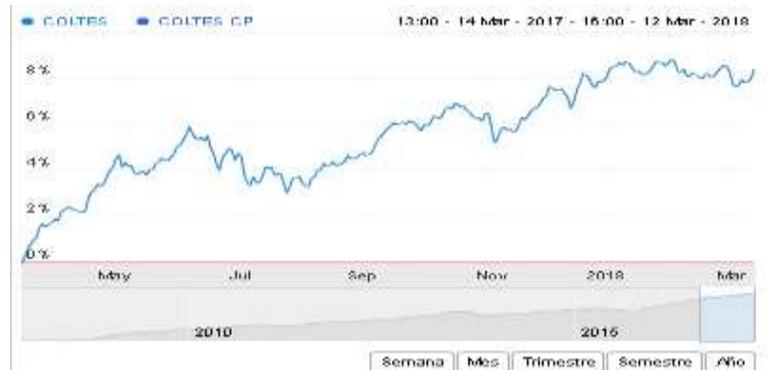


Fuente: Boletín Bursátil, cierre de mercado 2017 y proyecciones 2018

El grafico 3 muestra un comportamiento estable en las tasas de los títulos TES de Julio 24 y TES noviembre 2018 estos son los más prontos a vencer, tienen una tasa más alta que el de mayor vencimiento; según el grafico, el TES de septiembre 30, por ser el de mayor vencimiento

su tasa de interés es más alta. En general las tasas en descenso provocan un aumento en los precios de los títulos.

Gráfico 4 Comportamiento del índice COLTES



datos BVC

En el gráfico 4 se observa el comportamiento del índice COLTES durante el periodo comprendido entre el 14 de marzo de 2017 y el 12 de marzo de 2018, en la parte inferior del gráfico también se observa un periodo de crecimiento desde el 2010 hasta 2016. Durante todo el tiempo graficado el mercado ha mantenido a largo plazo una tendencia alcista, aunque en el corto plazo haya decaído.

Análisis del mercado renta fija

El mercado de renta fija en Colombia, desde el 2011, ha tenido periodos de crecimiento y de decrecimiento a corto plazo, pero a largo plazo muestra una tendencia alcista, las tasas de la política monetaria son moderadas para dicho crecimiento, Las emisiones siguen en aumento y la demanda de títulos de deuda es aún mayor casi en el 100%, esto implica que hay más posibilidades de escoger un título que se adapte a las condiciones del diseño de una nota estructurada con deuda pública, sin desmeritar los avances en las emisiones de deuda privada en el mercado tanto estandarizado como OTC.

Mercado de renta variable

A diferencia de los instrumentos del mercado de renta fija el agente económico que se encuentre interesado en invertir el mercado de renta variable tendrá que asumir los riesgos de

este mercado; esto se debe a que las empresas emisoras no se encuentran obligadas a pagar una utilidad fija o por el capital inicial invertido, por lo cual las empresas emisoras dependen de las variaciones que presenta el mercado y de las noticias que directa o indirectamente puedan llegar a afectarlas.

El invertir en el mercado de renta variable no siempre va a generar una rentabilidad positiva, en algunos periodos se puede obtener rentabilidades negativas y esto se debe a las fluctuaciones del mercado y el impacto que se ocasione a las empresas.

Las acciones son el producto característico de este mercado, estas se pueden definir como un título negociable que representa una parte del capital social de una sociedad de tipo anónima las cuales son las únicas aceptadas como cotizantes en la BVC, estos títulos constituyen una alícuota en el capital de una compañía y representan parte de la propiedad de la misma; accionista es como se conoce al propietario de estos títulos y cuenta con derechos económicos y políticos que le otorga ésta condición según el tipo de acción que posea, existen diferentes tipos de acciones y cuentan con características particulares. Actualmente en Colombia están circulando acciones ordinarias y preferenciales de empresas como Bancolombia, Grupo Aval, Argos, Davivienda, Cemargos y Avianca Holding, estas son las más representativas pertenecientes al COLCAP.

Gráfica 5: dinero invertido en el mercado de renta variable del 2013 al 2017

Montos colocados
(COP Billones)

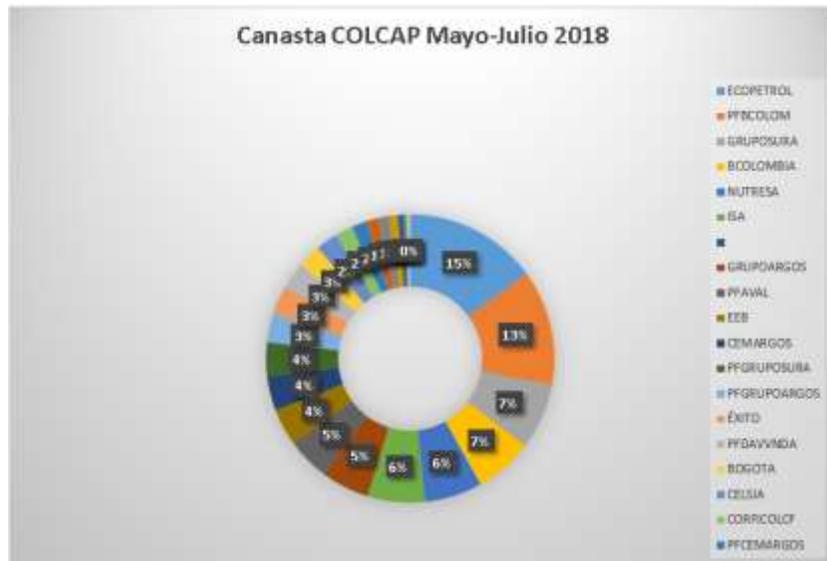


Elaboración Propia, datos BVC

La participación de la renta variable en las negociaciones de la bolsa está alrededor del 28% de su volumen total, sin embargo, a pesar de que hace unos cinco años iba en caída estas cifras. Se presenta que cada año ha ido en aumento, en el 2015 se negociaron \$32.48 billones, hacia el 2016 incrementó un 8,87% es decir que el volumen de negociación fue de \$35.37 billones y en el 2017 \$41,22 billones fue la cifra con la cual cerró el mercado.

Un índice bursátil es un indicador que muestra la variación del precio de un conjunto de activos cotizados que reúnen ciertas características, los índices se usan como referencia para conocer el comportamiento general de determinados tipos de activos para el caso colombiano el mercado de renta variable se mide con el índice COLCAP.

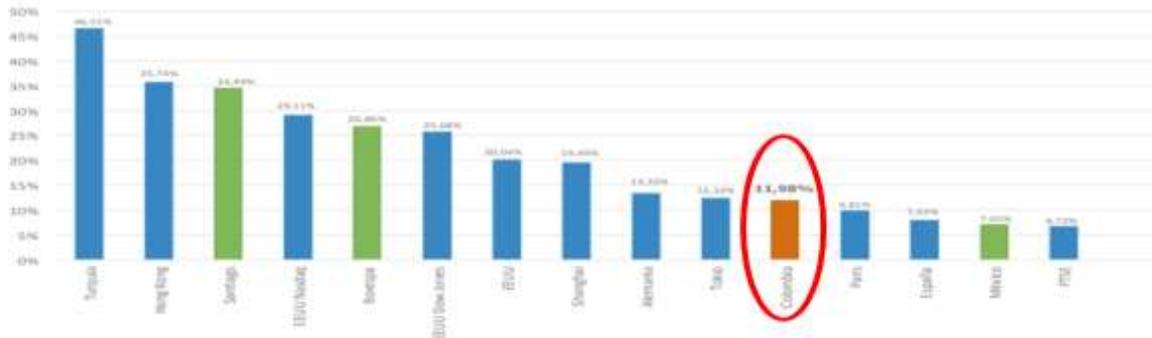
Gráfica 6: Composición canasta COLCAP segundo trimestre del 2018



Elaboración propia, datos BVC

El gráfico 6 muestran la composición del COLCAP con la inclusión de veinte empresas para el primer trimestre del 2018 y la respectiva participación de cada empresa, en la actualidad se observa que el sector financiero y minero-energético son los predominantes en la lista de este índice bursátil.

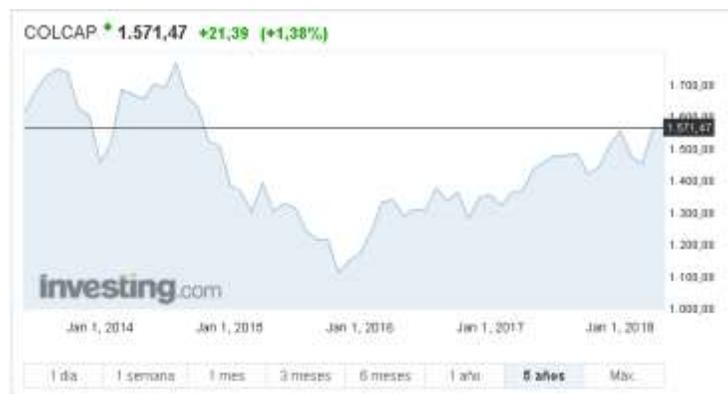
Gráfico 7: El COLCAP frente a otros países en el año 2017



Datos boletín bursátil, cierre de mercado 2017 y proyecciones 2018.

Teniendo en cuenta que en el 2015 el índice de capitalización COLCAP presentó una caída alrededor del 25% hacia el 2016 se notó una gran mejoría, una valorización del 17,6% y alcanzó a ocupar el tercer puesto a nivel mundial y en el 2017 pese a que no ocupó los primeros puestos si se encuentra por encima de bolsas grandes como lo es la de México o España teniendo en cuenta que en este año la economía colombiana no fue la mejor y presentó un crecimiento del 1,8% menor al esperado por los economistas expertos.

Gráfico 8: Evolución del índice COLCAP Enero 2014-Enero 2018



Datos Portal financiero Investing

En abril del año en curso, el índice COLCAP de la BVC aumentó 7,56% y cerró en 1.565 puntos solo este aumento fue necesario para recuperar las pérdidas que se venían presentando en las últimas semanas, cabe mencionar que durante febrero y marzo fueron los meses donde se

presentó mayor desvalorización y volatilidad en el mercado de renta variable. Con este aumento la BVC logró listarse en el “cuadro de honor” de los mercados.

Este movimiento positivo durante el mes de abril de 2018 fue gracias al impulso de las acciones de los sectores minero-energéticos y financiero, que le pusieron ritmo al mercado. El activo que más evoluciono durante el mes fue Ecopetrol, se valorizó 18,55% y acumula una ganancia de 40,27% en lo corrido del año; esto es el resultado de la recuperación de los precios del petróleo pues el barril de crudo ya ha superado los 70 dólares por barril.

A grandes rasgos el mercado de renta variable ha venido evolucionando, aunque ha pasado por periodos de decrecimiento por el bajo desempeño de la economía, se ha recuperado desde el 2016 pero a largo plazo ha tenido una tendencia transversal.

Evolución de los productos estructurados

Los productos estructurados surgieron en la década de los 90 en Europa, pero lentamente se extendieron a Norteamérica impulsados por sus características de versatilidad en el momento de adaptarse a las condiciones específicas de determinado inversor, otro aspecto es la oferta en inversión en activos de difícil acceso por pequeños inversionistas, en términos generales estos productos de inversión se convirtieron en una nueva forma de diversificar portafolios.

En las economías desarrolladas como las de Europa y específicamente EE.UU los tipos de interés libre de riesgo son de muy bajo perfil, manteniendo las tasas al rededor del 1%, según (IOSCO, 2013) para un inversionista extranjero es atractiva la posibilidad que sus inversiones generen una rentabilidad superior ofrecida por la inversiones comunes; otro característica es la disminución de la exposición financiera directa en los mercados tanto de renta fija como variable. Otro aspecto que ha generado el crecimiento es el buen uso del marketing en países como Francia y Portugal.

(Arena, 2015)

Para el caso de los productos estructurados en España hay instituciones financieras como CaixaBank líder en productos estructurados y que además se ha extendido por Latinoamérica observo en sus registros de cierre en el 2014 un aumento del 60% en relación con los datos de cierre de 2013; otro caso a resaltar es el Bankinter, entre el 2012 y el 2013 logro aumentar la inversión en portafolios estructurados de 2 millones de euros a 325 millones; EE.UU. no se

queda atrás el volumen, en 2011 el volumen de negociación cayo , pero desde el 2013 se ha incrementado alrededor de 10000 millones de dólares. Esta creciente demanda ha logrado que la teoría, la valoración de opciones y los riesgos naturales de los productos estructurados se extiendan por diversos participantes de los mercados a lo largo y ancho de los continentes.

Diseño del producto estructurado

Selección de componentes del producto

Datos título de renta fija

Según los hallazgos del mercado de renta fija y los portales de negociación se concluyó que uno de los títulos más negociados es TES de corto plazo, cupón cero con nemotécnico TFIP15240720, y vencimiento el 24 de julio de 2020, como es de esperar hace parte del índice COLTES, el título define el vencimiento del producto estructurado.

Datos para el subyacente

Establecer un subyacente para una nota estructurada debe estar basado información de precios histórica iguales al plazo de vencimiento de la nota estructurada. Para el presente trabajo se descargaron datos de dos años de precios de diez activos del índice COLCAP. Las acciones escogidas fueron preferencia Bancolombia, Grupo Sura, Ecopetrol, Nutresa, Isa, Cemargos, Preferencial Aval, Bancolombia, Preferencial grupo Argos. Los precios se tomaron del portal de BVC, durante dos años calendario, se organizaron desde la fecha más antigua hasta la fecha de valoración, 25 de abril de 2018. Después de la aplicación del modelo de carteras de Markowitz, se encontró el portafolio óptimo, el cual se convierte en el subyacente promedio del producto estructurado, los activos que lo conforman son Ecopetrol con una participación de 58,93%, Isa con una participación de 22,01% y Nutresa con una participación de 19,05%.

Instrumento de derivados

En el caso del mercado de derivados se escogió una opción exótica asiática basada una media aritmética, con el fin de disminuir el precio de la prima para contrarrestar el efecto de

actualización en el corto plazo del 100% de la inversión a una tasa libre de riesgo de 4,8% EA tasa de negociación del título TES.

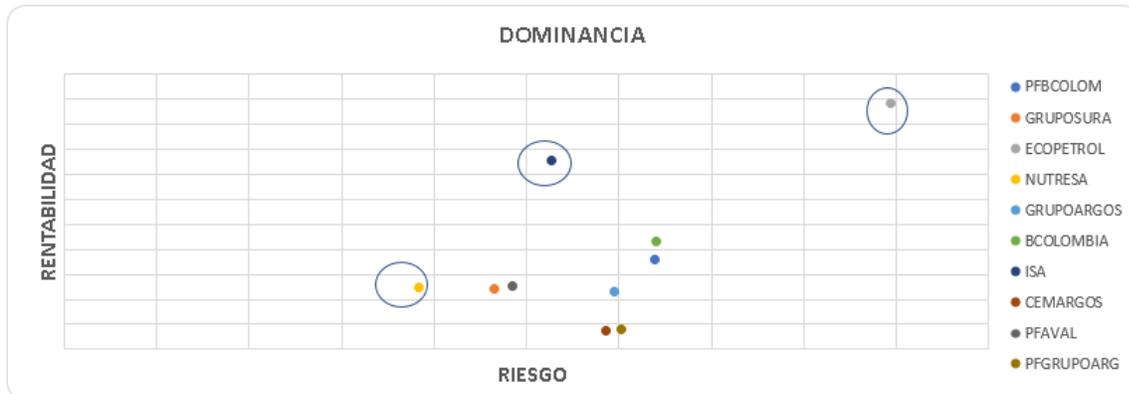
Desarrollo del producto

El desarrollo del diseño contempla, en primer lugar, selección de la canasta de renta variable, encontrando el portafolio óptimo, empaquetamiento de los componentes del producto estructurado junto a la definición del funcionamiento del instrumento derivado con la aplicación de la canasta.

Aplicación del modelo de Selección de Carteras de Markowitz

Los requisitos iniciales para la aplicación el modelo son los valores de rentabilidad y riesgo de cada activo, con estos datos listos se grafica para obtener el grafico 9 de dominancia que relaciona en cada activo riesgo-rentabilidad, cuando se habla de dominancia se refiere a las acciones que ofrezcan una rentabilidad superior a un menor riesgo.

Gráfico 9: Dominancia de diez activos del COLCAP



Elaboración propia, datos BVC

El gráfico de dominancia muestra tres activos que ofrecen las mejores rentabilidades unidas a determinado riesgo, las acciones en la curva son Nutresa, Isa y Ecopetrol. Por su parte Nutresa ha generado rentabilidades inferiores a las otras dos acciones escogidas, pero en contraposición con Gruposura o Preferencial Aval, Nutresa genera un menor riesgo que estas dos últimas y con rentabilidad similar. ISA está en un punto intermedio de la curva, debido a ello

ofrece una rentabilidad y riesgo intermedio; finalmente Ecopetrol es la acción más riesgosa pero más rentable.

El siguiente paso en la selección de carteras es la obtención de la frontera eficiente, que en otras palabras son los n-esimos portafolios o carteras que se pueden constituir con las acciones dominantes, para este producto se constituyeron diez carteras.

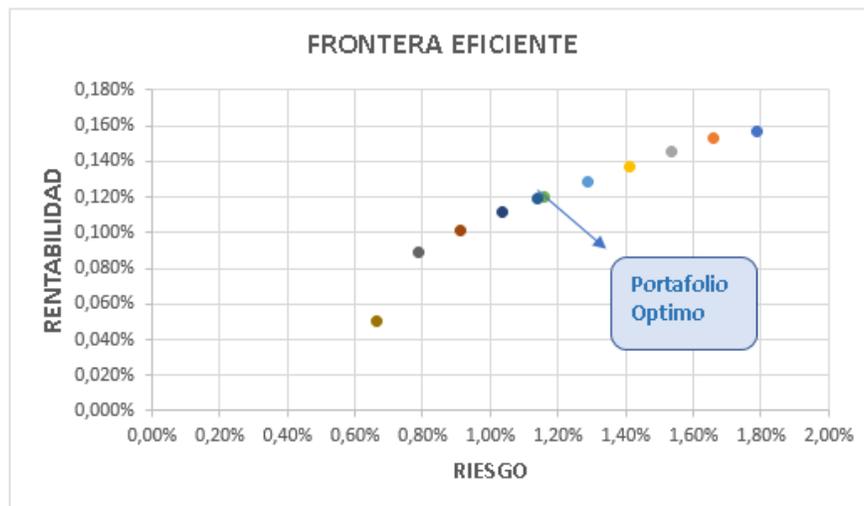
Tabla 1: Portafolios componentes de la Frontera Eficiente

PORTAFOLIOS					
# CARTERAS	RIESGO	RENTABILIDAD	ECOPETROL	ISA	NUTRESA
1	1,79%	0,157%	100,0%	0,0%	0,0%
2	1,66%	0,153%	92,3%	6,9%	0,8%
3	1,54%	0,145%	84,9%	10,5%	4,6%
4	1,41%	0,137%	76,8%	13,5%	9,7%
5	1,29%	0,129%	69,1%	17,2%	13,7%
6	1,16%	0,120%	60,3%	21,4%	18,3%
7	1,04%	0,112%	51,8%	25,2%	23,0%
8	0,91%	0,101%	41,6%	29,7%	28,7%
9	0,79%	0,089%	30,1%	34,4%	35,5%
10	0,66%	0,05%	8,04%	28,15%	63,81%

Elaboración Propia

La obtención de cada portafolio se realizó mediante la herramienta solver de Excel tomando como punto de referencia el riesgo, la solución de solver consta de la rentabilidad adjunta a dicho riesgo y la participación para cada una de las acciones.

Gráfico 10: Frontera Eficiente vs Portafolio Tangente



Elaboración propia

En el grafico 10 se muestran los portafolios de la tabla 1, además se graficó el portafolio optimo, el cual es la mejor combinación rentabilidad riesgo atendiendo a la diversificación del riesgo en la teoría de portafolios.

Para encontrar el portafolio tangente se aplicó la técnica de análisis de datos regresión de Excel y se hallaron las constantes de la ecuación cuadrática para la curva.

$$y = ax^2 + bx + c$$

Donde “x” es la desviación o riesgo del portafolio y “y” es la rentabilidad

Ecuación de la parábola ajustada a los datos de la frontera eficiente

$$Rp = aD_p^2 + bD_p + c$$

Donde:

$D_p^2 =$ Varianza del portafolio

$D_p =$ Varianza del portafolio o riesgo

$R_p =$ rentabilidad del portafolio

Para aplicar la regresión cuadrática se hallan los valores a partir de las columnas de riesgo y su respectiva rentabilidad para cada portafolio de la frontera eficiente, esto para hallar los coeficientes de la curva y concretar la ecuación de esta.

Ecuación para la frontera eficiente:

$$Rp = -6,354329597D_p^2 + 0,238780232D_p + -0,000696608$$

Siguiente paso hallar el riesgo o desviación del portafolio óptimo a partir de la siguiente formula:

$$D_m = \sqrt{\frac{c - R_f}{a}}$$

$$R_m = aD_m^2 + bD_m + c$$

$$a=-6,354329597$$

$$\text{Intercepción (c)} = -0,000696608$$

$$R_f \text{ diaria} = 0,013\%$$

Con los anteriores datos se aplica la fórmula de desviación, para posteriormente aplicar nuevamente el solver basado en dicho riesgo encontrando la rentabilidad sujeta y las respectivas participaciones.

Tabla 2

PORTAFOLIO OPTIMO			
	Rentabilidad Tang Diaria		0,119%
	Riesgo Tang Diaria		1,140%
Activos	ECOPETROL	ISA	NUTRESA
Participaciones	58,93%	22,01%	19,05%

Elaboración propia

En la tabla 2 están contempladas las características numéricas del portafolio óptimo, este se graficó en la gráfica 10

Funcionamiento a grandes rasgos del producto estructurado “Deposito asiático”

Después del análisis de los datos del mercado de renta fija como el variable, la nota estructurada está compuesta por el título TES de corto plazo cero cupones con nemotécnico TFIP15240720, indexado a una canasta constituida por los activos portafolio óptimo y con un derivado exótico asiático establecido según Knop (2000) “Deposito asiático”.

Deposito asiático (Knop, 2000) en este producto estructurado el inversionista recibirá una rentabilidad igual a la revalorización promedio de la canasta portafolio óptimo, compuesta por acciones de Ecopetrol, Isa y Nutresa, debido al corto tiempo de vida del producto se hará una liquidación única al vencimiento. En cuanto al capital, se garantiza el 100% más un cupón para hacer más atractivo el producto.

$$\text{Pay Off} = \text{Máx} \left(0, \frac{S_m - S_0}{S_0} \right) x \% \text{ revalorización}$$

Donde:

S_m =Precio medio del activo durante la vida de la opción

S_0 =Precio del activo de referencia en el momento inicial

x % = Porcentaje revalorización

Riesgos del producto estructurado para el inversionista

Según las condiciones de diseño, se concibe la idea basada en los análisis dicho esto existen expectativas alcistas de precio, el inversionista debe esperar que el crecimiento medio relativo de la canasta supere la tasa libre de riesgo del bono cupón cero, que para el caso es de 4,80% EA; si el activo no se revaloriza según la expectativa al menos está cubierta la inversión y respecto a las liquidaciones cuando la vida del producto es a mediano-largo plazo hay posibilidad de hacer liquidaciones periódicamente, pero para este producto se considera una única liquidación final incluida el reembolso de la inversión.

Estructura de emisión ofertada

La construcción de producto se concreta con la adquisición de un bono cupón cero, es decir sin remuneraciones periódicas, y la compra de una opción call asiática sobre el subyacente promedio de la canasta conformada por Ecopetrol, Isa y Nutresa.

Características del producto

Subyacente: Canasta compuesta por activos de Ecopetrol, Isa y Nutresa

Plazo de inversión: 2 años

Importe mínimo de contratación: 100.000.000 COP

Precios: Fecha observación Inicial: 25 de abril de 2018, fecha de observación Final: 24 de Julio de 2020

Precio de emisión: 100%

Interés: Variable en función de la media de la canasta durante dos años. El interés será igual a un porcentaje de la revalorización media entre el inicio y la fecha de liquidación.

Amortización: se garantiza el 100% del nominal.

Condiciones de Liquidación

1. Si al vencimiento la canasta se revaloriza en promedio una tasa por debajo de la tasa libre de riesgo del título adjunto al producto, el inversionista no recibe ningún ingreso adicional al importe inicial.
2. Si al vencimiento la canasta se revaloriza en promedio entre un 10% y un 30%, el inversionista recibirá el importe inicial más el 50% de la revalorización sobre su precio inicial.
3. Si al vencimiento la canasta se revalorizo en promedio más del 30% sobre su precio inicial se pagará el 90% de la revalorización.

Valoración del producto estructurado con una opción call asiática con media aritmética.

La valoración de un producto estructurado consiste en calcular el valor de la prima de determinado subyacente, para este producto se valoró por Árbol binomial (1993) de cinco pasos, Modelo aproximación de Levy (1992) y Simulación Monte Carlo con 500 simulaciones y 200 periodos.

El strike escogido es ATM, un strike de este tipo es debido al perfil conservador que tiene el producto y tendencia alcista a la vez, esto se traduce en una menor necesidad de desplazamiento entre precio de ejercicio y media aritmética de los precios. Un strike ATM indica un valor intrínseco cero y es en este punto donde el valor extrínseco es máximo, esta selección de strike junto a un deposito asiático basado en media aritmética apuntan al valor más alto de la media, ya que una media geométrica subvalora el precio de la opción. En cuanto a las tasas utilizadas, fueron r_f adjunta al TES 20 y la tasa yield ponderada de las acciones que componen el portafolio optimo; El tiempo se estimó adecuado hasta el vencimiento del TES 20 con fecha 20/07/2020 partiendo desde la fecha de valoración en 25/04/2018, el valor del subyacente se calculó tomando el último precio de cada activo y ponderándolo según participaciones de portafolio; la volatilidad o riesgo que se utilizo fue el resultante del portafolio optimo basado en matrices de correlación y varianza. Cada prima obtenida según los modelos se muestra en valor presente calculada con la tasa neta resultado de la diferencia entre r_f del TES y yield ponderado.

Para la valoración del producto es necesario iniciar por valorar la opción call asiática con los siguientes datos:

Tabla 3 Datos para calcular el precio de la opción call asiática por método de Árbol binomial Rama variable:

CANASTA	ECOPETROL	ISA	NUTRESA
	58,93%	22,01%	19,05%

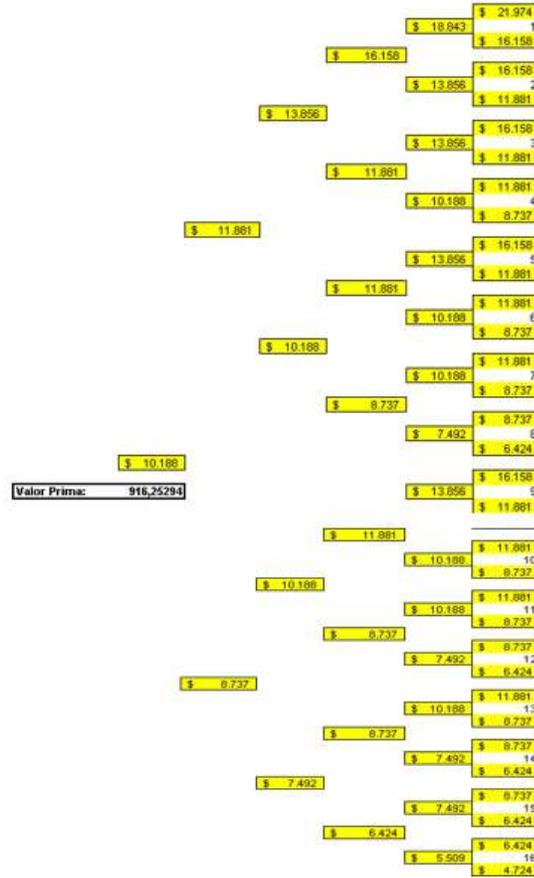
Acción:	ISA	Acción:	NUTRESA	Acción:	ECOPETROL
Fecha:	25/04/2018	Fecha:	25/04/2018	Fecha:	25/04/2018
Fecha expiración:	24/07/2020	Fecha expiración:	24/07/2020	Fecha expiración:	24/07/2020
Días	821	Días	821	Días	821
Dividendos (\$)	\$ 542,00	Dividendos (\$)	566,4	Dividendos (\$)	89
Dividendos (%)	3,6376%	Dividendos (%)	2,11%	Dividendos (%)	2,92%
Spot (s):	14.900,00	Spot (s):	26840,00	Spot (s):	3045,00

PROMEDIO PONDERADO CANASTA ACCIONES				PROMEDIO PONDERADO YIELD DIVIDENDOS			
	25/04/2018	PRECIO	VM		25/04/2018	YIELD	VM
ECOPETROL	\$	3.045	58,93%	ECOPETROL		2,92%	58,93%
ISA	\$	14.900	22,01%	ISA		3,64%	22,01%
NUTRESA	\$	26.840	19,05%	NUTRESA		2,11%	19,05%
PRECIO PONDERADO	\$	10.188		YIELD PONDERADO		2,93%	

Spot	10.188
E	10.188
Fecha Valoración	25/04/2018
Fecha Vcto	24/07/2020
plazo años	2,25
Volatilidad	22,92%
Tasa Interes RF CC	4,69%
Tasa Dividendos CC	2,88%

La valoración de la opción se realizó en primer lugar por el método árbol binomial abierto de cinco pasos que permitió la observación de los 32 posibles precios y el resultado es 748,3892047 COP por cada opción Call, este método además proporciona las probabilidades de cada precio en el cual se encontró que la probabilidad que el precio suba es mayor con un valor de 51% frente a la probabilidad que baje de un 49%. Con un precio máximo de 14099 y un precio mínimo de 7684.

Árbol binomial 5 pasos



Valoración de opciones asiáticas con media aritmética

Tabla 4

T2	2,249315068	Aproximación de Levy	
Tiempo en años	2,249315068	Inputs	
Subyacente	10188	Media aritmética del subyacente	10187,0
Tipo de interés	4,6782%	Subyacente	10187,0
Media aritmética del subyacente	10188	Strike	10187,02
Strike	10188,31739	Tipo de interés	4,678%
Volatilidad	18,10%	Dividendos	2,9%
Yield	2,8834%	Volatilidad	18,1%
Se	9358,046288	Fecha de compra	25/04/2018
X*	10188,31739	Fecha comienzo cálculo de la media	25/04/2018
M	560671316	Fecha hasta la cual se calcula la media	24/07/2020
D	110817348	Fecha de vencimiento	24/07/2020
V	0,024955873	Base de cálculo	US 30/360
d1	0,206995447	Prima	
d2	0,049021168	Call asiática media aritmética	681,463777
N(d1)	0,581993293		
N(d2)	0,519548787		
Carry neto Rf-q	1,794792%		
Call	681,7	Call Asiatica Media Aritmetica	654,5252261
vp Call	654,7177498		

(Lamothe & Pérez, 2000)

Para definir el precio de la opción por este método se debe tener claro que el cálculo de una media aritmética de los precios desde una fecha dada hasta el final, supone que el comportamiento de los precios del subyacente sigue una distribución log normal y el promedio de los precios no siguen la misma distribución, para valorarla se tomara como referencia el modelo de Levy (1992), en la tabla 4 la plantilla muestra el resultado del proceso.

Modelo de Monte Carlo

Para aplicar este modelo se tomaron en cuenta los datos enunciados al inicio del capítulo de la valoración, se aplicó para 500 simulaciones cada una con 200 periodos y el valor resultante es 414,336399 COP.

Precio prima final

El precio de referencia de la opción que se considera es el obtenido por el promedio entre valor proporcionado por el cálculo del árbol binomial, el valor calculado por el modelo basado en la aproximación de Levy, y la simulación de Monte Carlo; el precio final de referencia es 605.7502 COP.

Tabla 5. Promedio de las primas obtenidas

Metodo	Prima
Arbol Binomial cinco pasos	\$ 748,389
Aprox Levy	\$ 654,525
Simulación Montecarlo	\$ 414,336
Promedio	\$ 605,750

Rama fija: Como se dijo este producto garantiza el 100%, para lograr este objetivo dentro de dos años, es necesario traer a presente el 100% de la inversión, cuyo valor es 90,012% a este

valor se le debe descontar el 1% para la comisión del emisor y el valor restante es el dinero disponible para invertir en las opciones sobre la renta variable es de 8,99%.

El valor disponible para la renta variable en términos nominales es $8,79\% * 100.000.000 \text{ COP}$ equivale a 8.988.000 COP

La participación de la prima sobre la opción se calcula tomando el valor de la prima sobre el subyacente que es 5,946% y finalmente se calcula la participación en la opción que es la razón entre el porcentaje de efectivo disponible y a participación de la prima sobre la opción, en otras palabras, es el porcentaje de revalorización del subyacente al que tiene derecho el inversionista para el caso es del 75,48%.

El menor costo de estas opciones exóticas permite que el inversionista pueda invertir mayor capital en las opciones, pero de igual forma es una estructura más exigente en cuanto al buen comportamiento de los precios y no solo será al final como lo es en una opción call clásica que valorada este alrededor de los \$1.400, sino que es necesario que tenga un crecimiento positivo durante todo el periodo del producto.

Escenarios de Rentabilidad

Tabla 6 Resumen de escenarios Montecarlo

Escenario Basado en precios de Montecarlo						
	Sm	So	Rentabilidad Variable	Garantía Capital	Cupón	Rentabilidad total
Media Minima	9676,646388	10188	0,0%	100%	4,79%	4,8%
Media promedio	10597,35506	10188	3,03%	100%	4,79%	7,8%
Media max	11557,91095	10188	10%	100%	4,79%	14,9%

Elaboración propia

En estos escenarios se trabaja sobre media, máximo y mínimo logrando respectivas rentabilidades según sea el caso de al final del producto.

Tabla 7 Resumen Escenarios Árbol binomial

Escenario Basado en precios de Arbol Binomial según probabilidades						
	Sm	So	Rentabilidad Variable	Garantía Capital	Cupón	Rentabilidad total
RANGO FAVORABLE						
Probabilidad que aumente el precio	SUPERIOR 14.099	10188	29%	100%	4,79%	33,8%
	51% 10.433	10188	2%	100%	4,79%	6,6%
	INFERIOR					
RANGO DESFAVORABLE						
Probabilidad que disminuya el precio	SUPERIOR 10.432	10188	2%	100%	4,79%	6,6%
	49% 7.684	10188	0%	100%	4,79%	4,8%
	INFERIOR					

Elaboración Propia

En este escenario se estima basado en las probabilidades proporcionadas por el árbol, donde se observa que hay mayor probabilidad que el precio suba y el inversionista se vea beneficiado.

Conclusiones

Aunque las condiciones de crecimiento económico a nivel global no son las mejores El mercado de renta variable y renta fija de Colombia tienen un buen comportamiento que ha generado un ambiente propicio para la creación de notas estructuradas tanto en el mercado OTC, como estandarizado.

Para el diseño de una estrategia de inversión en productos estructurados, un inversionista con experiencia puede identificar rasgos generales de comportamiento e inferir una posible expectativa futura, pero el modelo de selección de carteras de Markowitz concreta los mejores portafolios sobre los que se pueden diseñar nuevas alternativas de inversión, para el caso específico este modelo obtuvo el mejor portafolio de la canasta COLCAP.

La valoración de opciones exóticas asiáticas tiene ventajas frente a una opción clásica como la reducción del costo de la prima, permitiendo un ahorro significativo lo que se traduce en una mayor participación sobre el subyacente; en cuanto a los escenarios, después de analizar numéricamente las acciones que componen el subyacente y confrontándolo con fundamentales, se infiere que hay más posibilidades de presentarse el escenario favorable.

Referencias

- Arena, A. G. (Julio de 2015). *ESTRATEGIAS DE INVERSION CON PRODUCTOS ESTRUCTURADOS*, Análisis de sus riesgos y ventajas, diseño del producto y posibles escenarios de rentabilidad para el inversor. Madrid, España.
- BVC. (marzo de 2008). *BVC*. Obtenido de <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral>
- BVC. (Mayo de 2016). *Bolsa de Valores de Colombia*. Obtenido de http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/indicesbursatiles?com.tibco.ps.pagesvc.action=updateRenderState&rp.currentDocumentID=-5057504f_154e26bf23c_7ee30a0a600b&rp.revisionNumber=1&rp.attachmentPropertyName=Attachment&com
- de Lara, A. (2005). *Productos Derivados y Financieros-Antecedentes*. México: Limusa, Noriega Editores.
- Díaz, C. (2018). Profundizar el acceso a la bolsa de valores. *Dinero*.
- Garcia, J., Sancha, M., Tejeiro, C., & Toscano, D. (2000). *Universidad de Huelva*. Obtenido de http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/5546/Opciones_exoticas.pdf?sequence=2
- Hull, J. (2014). *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones* (Vol. Octava Edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- IOSCO, I. O. (2013). *Regulation of Retail Structured Products*.
- Lamothe, P. (2003). *Opciones Financieras y Productos Estructurados*. Aravaca (Madrid): MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.
- Lamothe, P., & Pérez, M. (2000). Las opciones exóticas. En *Opciones financieras y productos*

estructurados (págs. 307-343). Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U.

Mascareñas, J. (1995). Productos Financieros Estructurados: Análisis y Estudio de su Cobertura. *Actualidad Financiera* n° 31, 1155-1173.

Mascareñas, J. (Octubre de 2000). *El método binomial de valoración de opciones*. Obtenido de gacetafinanciera:
www.gacetafinanciera.com/TEORIARIESGO/VALOREOPCIONES.pdf

Olivares, H. A., Ortiz, A., & Venegas, F. (2017). Valuación de una nota estructurada que vincula el rendimiento de un bono cupón cero con una opción en un portafolio de inversión. *Volumen 7, numero 2, Estocástica: FINANZAS Y RIESGO*, 201-235.

Velez, I. (2001). *Selección del portafolio óptimo: una nota*. Bogotá.