

**COLCAP: Aplicación estadística desde la perspectiva Black&Litterman y del Valor en  
Riesgo para inversionistas**

José Fabián Gómez Mejía

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Bucaramanga ext. San Gil

Ingeniería Financiera

MEF. Sergio Andrés Parra Hormiga

17 de mayo de 2021

## Resumen

El presente trabajo de investigación se enfoca en la estructuración de un portafolio de inversión con acciones del índice de mercado de referencia colombiano basado en la teoría de Black&Litterman, con medición del riesgo de mercado, que inicia con el análisis del mercado de renta variable y estadístico de las acciones de los últimos cinco años, continuando con la aplicación de la Teoría de Black&Litterman en la estructuración del portafolio de inversión y midiendo el riesgo de mercado bajo las metodologías de VaR paramétrico y VaR no paramétrico para terminar evaluando el comportamiento a través de un forward testing.

**Palabras clave:** Mercado Accionario, Teoría Black&Litterman, Valor en Riesgo, Forward Testing

## Abstract

This research work focuses on the structuring of an investment portfolio with shares of the Colombian reference market index based on the Black&Litterman theory, with measurement of market risk, which begins with the analysis of the equity market and statistics of the shares of the last five years, continuing with the application of the Black&Litterman Theory in the structuring of the investment portfolio and measuring market risk under the methodologies of parametric VaR and non-parametric VaR to finish evaluating the behavior through forward testing.

**Keywords:** Stock Market, Black&Litterman Theory, Value at Risk, Forward Testing

## Introducción

En el presente artículo, producto de un trabajo de investigación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la estructuración de un portafolio de inversión con acciones del índice de mercado de referencia colombiano basado en la teoría de Black&Litterman con medición del riesgo de mercado. Dicho enfoque dará como resultado para el lector, una idea general y actualizada, del nivel de evolución que ha mantenido el mercado accionario local teniendo en cuenta factores macroeconómicos y estadísticos que describen el comportamiento de las principales acciones de transan en Colombia, para luego estimar a partir de la aplicación de la teoría de Black&Litterman el portafolio de inversión con la mejor relación de desempeño financiero, midiendo a su vez, a partir de las metodologías de VaR Paramétrico y No Paramétrico el riesgo de mercado, y al final evaluar el portafolio de inversión mediante un forward testing.

En principio, se realiza una investigación descriptiva, a fin de mostrar el comportamiento del mercado accionario colombiano desde una perspectiva estadística general, a partir de ello, se establecen los criterios mínimos para establecer una metodología adecuada de clasificación de los activos que se presentan. Luego, se procede a estimar el portafolio óptimo para el inversionista mediante la aplicación del modelo Black&Litterman, y luego, realizar un comparativo respecto a la estimación del riesgo del mercado por la metodología de un forward testing.

## Marco conceptual

### Estadística descriptiva:

Según Requena (2014), es la rama de la estadística que recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos, con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto mediante medidas de resumen, tablas o gráficos. Esta se compone de una serie de medidas básicas que se describen a continuación:

**Media:** también llamada promedio o media aritmética de un conjunto de datos  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , es el resultado de la suma de todas las observaciones dividido por el número total de datos, dado un conjunto de datos  $X$  con número de observaciones  $n$ :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

**Mediana:** es el elemento de un conjunto de datos ordenados  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  que deja a izquierda y derecha la mitad de valores. Si el conjunto de datos no está ordenado, la mediana es el valor del conjunto tal que el 50% de los elementos son menores o iguales y el otro 50% mayores o iguales.

**Moda:** es el valor más repetido del conjunto de datos, es decir, el valor cuya frecuencia relativa es mayor. En un conjunto puede haber más de una moda.

**Máximo:** Es el elemento de la serie de datos más grande o cuyo valor es el más alto.

**Mínimo:** Es el elemento de la serie de datos más grande o cuyo valor es el más bajo.

**Rango:** Es el valor producto de la diferencia entre el máximo y el mínimo.

**Desviación estándar:** es la media de los valores absolutos de la diferencia de cada valor de la distribución con la media aritmética de una serie de datos  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ :

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{x}|}{n}$$

**Varianza:** mide la dispersión de los datos de una muestra respecto a la media, calculando la media de los cuadrados de las distancias de todos los datos  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

**Asimetría:** La asimetría es la medida que indica la simetría de la distribución de una variable respecto a la media aritmética, sin necesidad de hacer la representación gráfica. Los coeficientes de asimetría indican si hay el mismo número de elementos a izquierda y derecha de la media.

**Curtosis:** La curtosis (o apuntamiento) es una medida de forma que mide cuán escarpada o achatada está una curva o distribución. Este coeficiente indica la cantidad de datos que hay cercanos a la media, de manera que a mayor grado de curtosis, más escarpada (o apuntada) será la forma de la curva.

### **Teoría Black-Litterman**

Robert Litterman y Fischer Black desarrollaron el modelo de distribución de activos en la gestión de portafolios (asset allocation), conocido como Black- Litterman Global Asset Allocation Model. Fue publicado en Financial Analyst Journal, en septiembre de 1992. El modelo Black-Litterman es esencialmente una combinación de dos teorías principales de la teoría moderna de carteras, el Capital Asset Pricing Model (CAPM) y la teoría de optimización de media-varianza de Harry Markowitz.

La principal ventaja del modelo Black-Litterman es que permite al gestor del portafolio utilizarlo como herramienta, para producir un conjunto de rendimientos esperados dentro del marco de optimización de la media-varianza. Esto puede permitir al gestor evitar ciertos problemas o cuestiones inherentes al marco de optimización de media - varianza de Markowitz. Al final, permite determinar los mejores activos que permiten maximizar el rendimiento y minimizar el riesgo de la cartera general, de modo que se sintetiza en un grupo selecto de activos diferenciado gracias al rendimiento influenciado por la covarianza de los mismos, complementando el trabajo realizado por H. Markowitz en 1952.

### **Teoría del Valor en Riesgo**

En los inicios de la década del 90 diversas instituciones financieras entre las cuales sobresale J. P. Morgan con su metodología "Riskmetrics", propusieron una nueva medida de riesgo para cuantificar en un único número la exposición agregada de la inversión de una firma a riesgo de mercado. Esta medida es comúnmente conocida hoy como "valor en riesgo" (Value at Risk-VaR), y es usada, no sólo para cuantificar y controlar el riesgo de mercado, sino que también se ha extendido, mediante diversas versiones, hacia la cuantificación de otras formas

de riesgo a las cuales están expuestas las firmas, tales como riesgo crediticio, de liquidez y operacional.

Teóricamente, según Novales (2016) el Valor en Riesgo (VaR) es una de las medidas utilizadas para evaluar el riesgo de una determinada posición o cartera de activos financieros. La definición del VaR puede hacerse en términos de rentabilidades o en términos de pérdidas y ganancias. Por consiguiente, no es sino un determinado percentil de la distribución de probabilidad prevista para las variaciones en el valor de mercado de la cartera en el horizonte de tiempo escogido. El VaR puede calcularse para periodos de inversión de un día o también superiores, como una semana o un mes. De hecho, para el cálculo del VaR hay que especificar el nivel de significación  $p$  equivalentemente, el nivel de confianza  $1 - p$ ; y el horizonte de riesgo al cual se está calculando la rentabilidad en cuestión. El VaR dependerá del horizonte de riesgo y evolucionará en el tiempo, según cambie nuestra percepción de la distribución de rentabilidades al ir recibiendo más información.

### **Metodología**

#### **Etapa 1: Descripción estadística del mercado de renta variable colombiano**

Este procedimiento está compuesto por la estimación estadística diferencial y de regresión lineal del portafolio global del COLCAP, a partir de las variaciones logarítmicas de las cotizaciones dadas en precio de cada uno de sus activos pertenecientes.

#### **Etapa 2: Estimación del portafolio óptimo a partir de la teoría de Black&Litterman**

Este procedimiento consiste en el cálculo matemático del portafolio de menor riesgo y mayor rendimiento posibles a partir de los datos proporcionados, mediante la estimación de valores e indicadores estadísticos, vectores y matrices, a la par de maximización y minimización de valores.

### Etapas 3: Medición del riesgo de mercado bajo la metodología de Valor en Riesgo

Este procedimiento consiste en la estimación del Valor en Riesgo – VaR, tanto por método estadístico paramétrico como por método por simulación histórica, del portafolio global del COLCAP.

### Etapas 4: Evaluación de resultados mediante Forward Testing

Este procedimiento consiste en la estimación de un Forward Testing al portafolio óptimo obtenido a partir de la aplicación de la teoría de Black&Litterman, asimismo de la estimación del comparativo periódico con el VaR de dicho portafolio.

## Resultados

### Etapas 1: Descripción estadística del mercado de renta variable colombiano.

#### Figura 1.

#### Estadística descriptiva

	MEDIA	MEDIANA	MODA	MÁXIMO	MÍNIMO	RANGO	DESVIACIÓN	VARIANZA	ASIMETRÍA	CURTOSIS	COVARIANZA	CORRELACIÓN	
PFBCELOM	0,65%	0,83%	0,00%	22,99%	-42,54%	65,53%	8,51%	0,723%	10,66	-	1,95	0,3396%	0,84
ISA	2,12%	1,66%	-4,17%	19,00%	-18,36%	37,36%	6,14%	0,377%	1,90	-	0,03	0,1441%	0,11
ECOPETROL	1,32%	1,53%	0,00%	23,34%	-49,12%	72,45%	10,78%	1,163%	7,03	-	1,62	0,3152%	0,59
GEB	0,79%	0,54%	0,00%	7,61%	-7,78%	15,39%	3,55%	0,126%	0,05	-	0,16	0,1089%	0,03
NUTRESA	0,03%	0,40%	0,00%	14,41%	-20,39%	34,80%	5,51%	0,304%	2,71	-	0,45	0,1111%	0,69
BOCOLOMBIA	0,74%	1,28%	0,00%	23,41%	-48,13%	71,54%	8,99%	0,808%	14,21	-	2,50	0,3335%	0,85
GRUPOSURA	-0,59%	-0,28%	0,00%	16,66%	-42,10%	58,76%	7,61%	0,578%	14,38	-	2,73	0,2684%	0,55
PFAVAL	0,21%	0,75%	-6,24%	15,58%	-48,03%	63,60%	8,03%	0,646%	21,44	-	3,53	0,3085%	0,84
GRUPOARGOS	-0,31%	0,41%	0,00%	15,58%	-28,98%	44,57%	8,02%	0,643%	2,08	-	0,81	0,3291%	0,62
BOGOTA	0,51%	0,69%	0,00%	12,43%	-19,21%	31,65%	5,27%	0,278%	2,49	-	0,85	0,1962%	0,62
PFDVAVNDA	0,77%	1,40%	0,00%	25,88%	-31,99%	57,87%	8,07%	0,651%	4,64	-	0,70	0,3461%	0,83
CELSIA	0,74%	0,50%	0,00%	18,61%	-9,39%	28,00%	4,32%	0,187%	4,22	-	1,01	0,1586%	0,55
CORFICOLCF	-0,18%	0,57%	0,00%	25,42%	-28,70%	54,12%	8,21%	0,675%	3,21	-	0,57	0,2172%	0,32
CEMARGOS	-0,78%	-0,34%	0,00%	31,20%	-25,92%	57,11%	9,32%	0,869%	2,49	-	0,39	0,3439%	0,25
PFGRUPOARG	-0,74%	-0,52%	0,00%	12,84%	-28,29%	41,12%	7,40%	0,547%	2,70	-	1,05	0,2704%	0,40
PFGRUPSURA	-0,76%	0,69%	0,00%	20,07%	-45,32%	65,38%	9,03%	0,815%	9,41	-	2,14	0,3093%	0,46
PROMIGAS	0,95%	0,00%	0,00%	19,19%	-26,84%	46,03%	7,81%	0,611%	2,18	-	0,30	0,1309%	0,40
PFCEMARGOS	-1,20%	-0,91%	0,00%	16,43%	-26,96%	43,39%	7,31%	0,535%	1,90	-	0,49	0,2941%	0,16
CNEC	0,88%	-0,20%	6,93%	25,27%	-16,88%	42,15%	7,34%	0,539%	1,32	-	0,58	0,1316%	0,41
TERPEL	0,02%	0,00%	0,00%	12,22%	-27,19%	39,42%	6,29%	0,396%	5,43	-	1,44	0,1485%	0,64
MINEROS	1,27%	0,15%	0,00%	20,07%	-24,37%	44,43%	7,53%	0,567%	1,58	-	0,02	0,1427%	0,19
PFCORFICOL	-0,17%	0,00%	0,00%	21,51%	-24,76%	46,27%	8,72%	0,760%	1,18	-	0,34	0,2135%	0,31
BVC	0,62%	1,12%	0,00%	13,33%	-15,87%	29,20%	6,15%	0,379%	-	0,15	-	0,0767%	0,55
EXITO	0,03%	0,00%	0,00%	17,73%	-26,59%	44,33%	7,53%	0,567%	3,79	-	0,89	0,2381%	0,74
ETB	-1,56%	-1,02%	0,00%	28,07%	-32,92%	60,99%	9,24%	0,855%	3,55	-	0,28	0,1718%	0,07

Nota: Elaboración propia. Basado en la matriz de rendimientos del COLCAP

Teniendo en cuenta la aplicación de estadística descriptiva a los rendimientos individuales de cada activo del índice COLCAP, se denotan las siguientes observaciones:

- Se destacan las acciones de ISA, MINEROS y ECOPETROL, quienes obtuvieron los retornos promedios más altos de los últimos 5 años, mientras que, por el contrario, CEMARGOS, PFCEMARGOS y ETB como los más bajos.
- Se destacan las acciones de GEB, CELSIA y BVC, quienes obtuvieron los rangos de variabilidad de retornos más bajos, mientras que, por el contrario, PFBCOLOM, BCOLOMBIA y ECOPETROL como los más altos.
- Se destacan las acciones de GEB, CELSIA y BOGOTA, quienes obtuvieron las desviaciones de rendimiento más bajas, mientras que, por el contrario, ETB, CEMARGOS y ECOPETROL como las más altas.
- De acuerdo a la estimación de medidas de asimetría y curtosis, se destacan las acciones de BCOLOMBIA, GRUPOSURA y PFAVAL como activos de mayor asimetría y curtosis más baja.
- Se destacan las acciones de BCOLOMBIA, PFBCOLOM y PFAVAL, quienes reflejan mayores correlaciones respecto al índice COLCAP, mientras que, por el contrario, MINEROS, PFCORFICOL y CORFICOLF como las que reflejan correlaciones más bajas.



Figura 2

*Estadística de regresión lineal*

	COEF. DE R <sup>2</sup>	INTERCEPTO	BETA	ESTADÍSTICO t	PROBABILIDAD	FUNCIÓN DE RELACIÓN
PFBCOLOM	0,6420	0,0039	1,28	7,5757	0,00%	Y = 1,2837x + 0,0039
ISA	0,1583	0,0183	0,44	2,4529	1,98%	Y = 0,4386x + 0,0183
ECOPETROL	0,3133	- 0,0037	1,11	3,8213	0,06%	Y = 1,106x -0,0037
GEB	0,3623	- 0,0077	0,39	4,2642	0,02%	Y = 0,3851x + 0,0077
NUTRESA	0,1564	- 0,0036	0,42	2,4354	2,06%	Y = 0,4187x -0,0036
BOCOLOMBIA	0,5114	0,0039	1,23	5,7872	0,00%	Y = 1,2312x + 0,0039
GRUPOSURA	0,4900	- 0,0127	1,05	5,5443	0,00%	Y = 1,0463x -0,0127
PFAVAL	0,5575	- 0,0016	1,21	6,3496	0,00%	Y = 1,21x -0,0016
GRUPOARGOS	0,6306	- 0,0102	1,22	7,3914	0,00%	Y = 1,2162x -0,0102
BOGOTA	0,5713	0,0037	0,76	6,5307	0,00%	Y = 0,7623x + 0,0037
PFDVVNDA	0,6892	0,0055	1,30	8,4236	0,00%	Y = 1,2974x + 0,0055
CELSIA	0,4861	0,0011	0,44	5,5013	0,00%	Y = 0,4443x + 0,0011
CORFICOLCF	0,5035	0,0142	0,97	5,6965	0,00%	Y = 0,9741x + 0,0142
CEMARGOS	0,5203	- 0,0159	1,34	5,8920	0,00%	Y = 1,3383x -0,0159
PFGRUPOARG	0,4957	- 0,0137	0,98	5,6082	0,00%	Y = 0,9793x -0,0137
PFGRUPSURA	0,4367	- 0,0146	1,18	4,9803	0,00%	Y = 1,1795x -0,0146
PROMIGAS	0,2413	0,0035	0,65	3,1901	0,32%	Y = 0,6479x + 0,0035
PFCMARGOS	0,5994	- 0,0195	1,09	6,9190	0,00%	Y = 1,086x -0,0195
CNEC	0,0457	0,0026	0,21	1,2383	22,46%	Y = 0,2131x + 0,0026
TERPEL	0,2618	- 0,0130	0,57	3,3691	0,20%	Y = 0,5671x -0,013
MINEROS	0,0887	0,0161	0,41	1,7648	8,71%	Y = 0,4113x + 0,0161
PFCORFICOL	0,3636	0,0110	0,88	4,2757	0,02%	Y = 0,8791x + 0,011
BVC	0,0174	- 0,0017	0,15	0,7537	45,65%	Y = 0,1477x -0,0017
EXITO	0,3795	- 0,0059	0,92	4,4242	0,01%	Y = 0,9158x -0,0059
ETB	0,1264	- 0,0204	0,66	2,1519	3,91%	Y = 0,6576x -0,0204

Nota: Elaboración propia. Basado en las estadísticas de la matriz de rendimientos del COLCAP

Teniendo en cuenta la estimación de los coeficientes de regresión lineal a los rendimientos individuales de cada activo contra el índice COLCAP, se denotan las siguientes observaciones:

- Se destacan las acciones de GRUPOARGOS, PFBCOLOM y PFDVVNDA, quienes reflejan los mayores coeficientes explicación R<sup>2</sup> respecto al índice, mientras que, por el contrario, BVC, CNEC y MINEROS como las que reflejan coeficientes más bajos.
- Se destacan las acciones de CORFICOLF, MINEROS e ISA, quienes obtuvieron valores de interceptos más altos respecto al índice, mientras que CEMARGOS, PFCMARGOS y ETB por sus valores más bajos.
- De acuerdo a la estimación de betas estadísticas, se destacan las acciones de PFBCOLOMB, PFDVVNDA y CEMARGOS, quienes obtuvieron respectivos valores más altos, mientras que, por el contrario, BVC, CNEC y GEB por sus valores más bajos

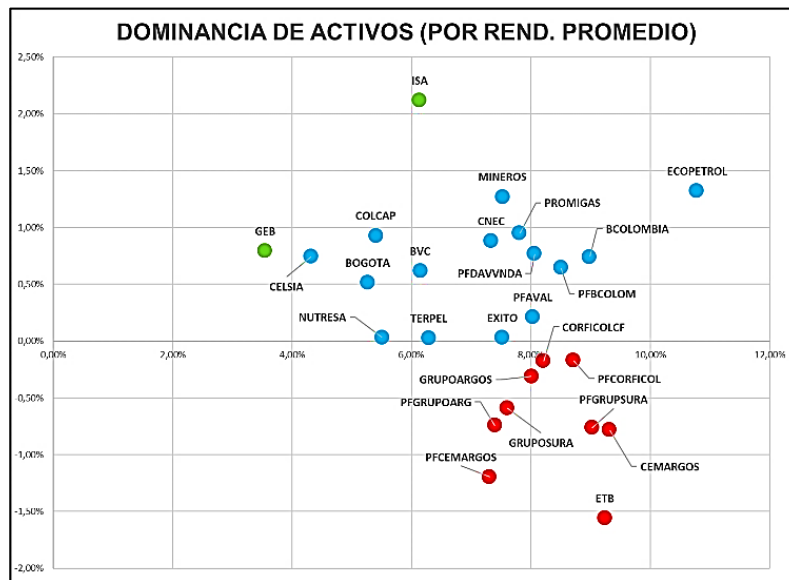
**Figura 3***Metodología de valoración CAPM*

	RETORNO ESPERADO CAPM
PFBCOLOM	6,8735%
ISA	2,4214%
ECOPETROL	5,9227%
GEB	2,1453%
NUTRESA	2,3182%
BCOLOMBIA	6,5915%
GRUPOSURA	5,6049%
PFAVAL	6,4783%
GRUPOARGOS	6,5112%
BOGOTA	4,1063%
PFDVVNDA	6,9471%
CEL SIA	2,4509%
CORFICOLCF	5,2221%
CEMARGOS	7,1668%
PFGRUPOARG	5,2495%
PFGRUPSURA	6,3150%
PROMIGAS	3,5078%
PFCEMARGOS	5,8163%
CNEC	1,2622%
TERPEL	3,0872%
MINEROS	2,2803%
PFCORFICOL	4,7199%
BVC	0,9286%
EXITO	4,9139%
ETB	3,5585%

*Nota:* Elaboración propia. Basado en estadísticas de regresión lineal del COLCAP. Tasas expresadas E.A.

Teniendo en cuenta la estimación de los retornos esperados CAPM, se denotan las siguientes observaciones:

- No existen retornos cuyo valor sea negativo, lo que significa, en términos matemáticos, que todos los activos del COLCAP producen mayores rendimientos que el índice ya mencionado.
- Se destacan las acciones de PFBCOLOM, PFDVVNDA y CEMARGOS, quienes obtuvieron los mejores rendimientos CAPM, mientras que, por el contrario, BVC, CNEC y GEB por sus valores más bajos.

**Figura 4***Dominancia de activos por rendimiento promedio*

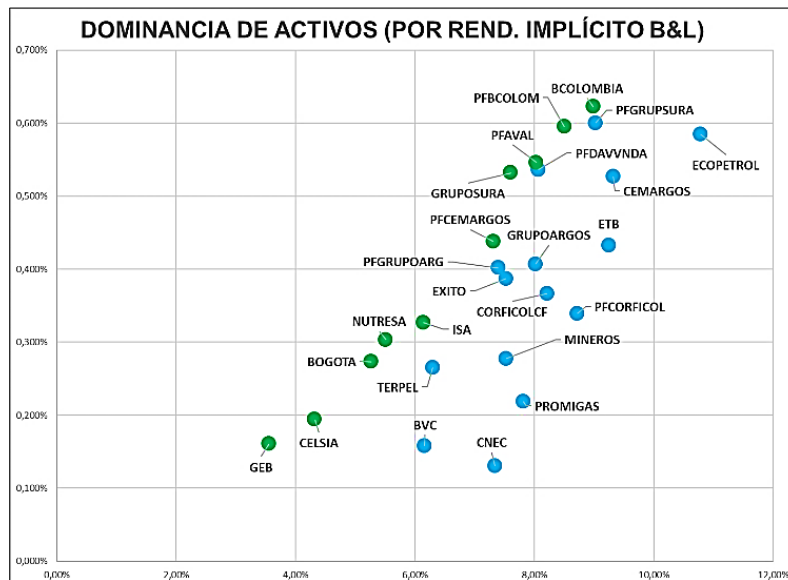
*Nota:* Elaboración propia. Basado en los vectores de riesgo y rendimiento promedio de rendimientos del COLCAP

Teniendo en cuenta la estimación de los promedios y las desviaciones de cada uno de los retornos de cada activo, se obtienen las siguientes observaciones:

- Se destacan las acciones de ISA y GEB como las más dominantes el portafolio global del COLCAP durante el periodo analizado (5 años).
- Las acciones ordinarias y preferenciales de las empresas Cementos Argos®, Corficolombiana® y Grupo Argos® obtuvieron desempeños inferiores a cero, por tanto, no deberían tenerse en cuenta por parte de inversionistas dentro de una cartera.

## Figura 5

### *Dominancia de activos por rendimiento implícito B&L*



*Nota:* Elaboración propia. Basado en rendimientos del COLCAP

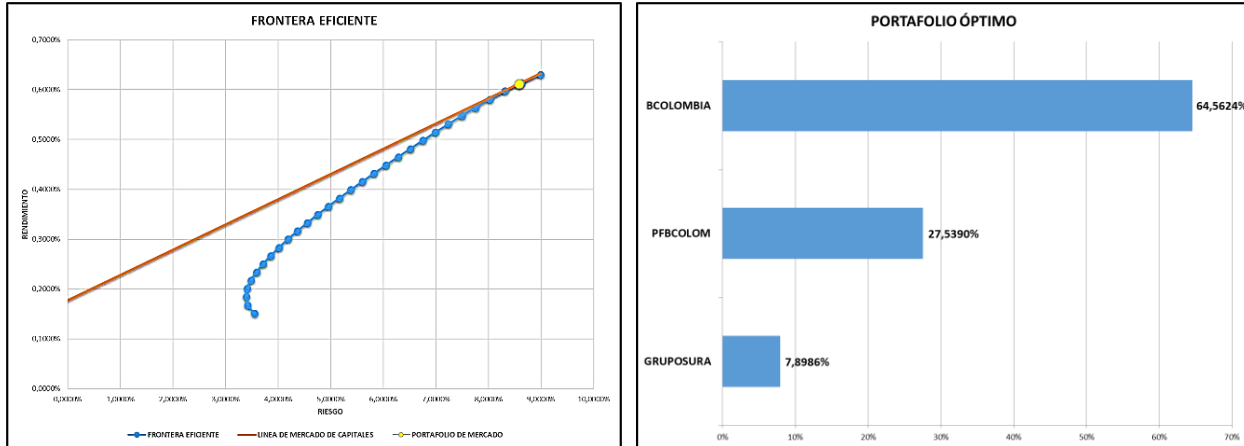
Teniendo en cuenta la estimación de los rendimientos implícitos y las desviaciones de cada uno de los retornos de cada activo, se obtienen las siguientes observaciones:

- El 100% de los activos del COLCAP, de acuerdo al criterio de rendimientos implícitos B&L, son positivos.
- Se destacan las acciones de GEB, CELSIA, BOGOTA, NUTRESA, ISA, PFCEMARGOS, GRUPOSURA, PFAVAL, PFBCOLOM y BCOLOMBIA como las más dominantes de acuerdo al criterio de selección actual, de los cuales, el 60% pertenecen al sector bancario y de seguros.

## Etapa 2: Estimación del portafolio óptimo a partir de la teoría de Black&Litterman

### Figura 6

*Estimación del portafolio óptimo*



*Nota:* Elaboración propia. Basado en resultados del aplicativo programado como apoyo

Teniendo en cuenta la aplicación del modelo B&L (Black&Litterman) al portafolio selecto a partir del criterio de dominancia implícita, se denotan las siguientes observaciones:

- Para la estimación del modelo, en este caso específico, se tomaron en cuenta únicamente las acciones más dominantes de acuerdo al criterio de dominancia B&L, es decir, diez acciones (GEB, CELSIA, BOGOTA, NUTRESA, ISA, PFCEMARGOS, GRUPOSURA, PFAVAL, PFBCOLOM y BCOLOMBIA).
- El portafolio óptimo estimado, según la teoría, está conformado por PFBCOLOM – 27.5%, BCOLOMBIA – 64.6% y GRUPOSURA – 7.9%.
- El riesgo estimado del portafolio óptimo se estimó en 8.58% con rendimiento de 0.61%, de modo que el desempeño del mismo se establece en 7.13% y con ratio de Sharpe de 0.0506.
- Se califica al portafolio óptimo obtenido bajo perfil “Agresivo”, ya que el desempeño obtenido de acuerdo a la simulación de la frontera eficiente B&L es relativamente alto, explicado por un riesgo estimado alto y un rendimiento bajo.

### Etap 3: Medición del riesgo de mercado bajo la metodología de Valor en Riesgo.

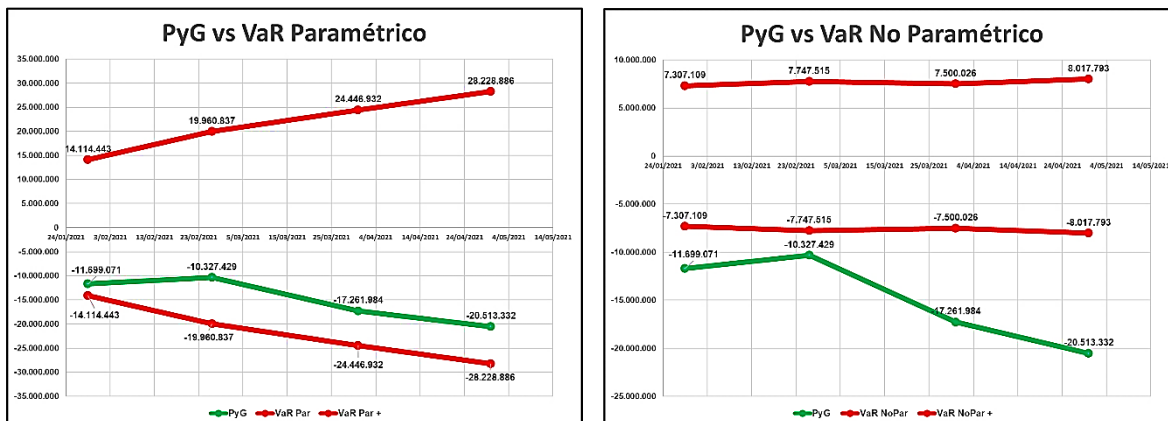
Teniendo en cuenta la aplicación de la metodología estadística de Valor en Riesgo - VaR, se denotan las siguientes observaciones:

- Para la aplicación de la metodología VaR, en este caso específico, se tomaron en cuenta únicamente las acciones más dominantes de acuerdo al criterio de dominancia B&L, es decir, diez acciones (GEB, CELSIA, BOGOTA, NUTRESA, ISA, PFCMARGOS, GRUPOSURA, PFAVAL, PFBCOLOM y BCOLOMBIA).
- La acción de BOGOTA posee la mayor participación ponderada dentro del cálculo del VaR, con 32.34%, seguido de BCOLOMBIA y PFBCOLOM, con 14.97% y 15.02% respectivamente.
- El VaR Paramétrico del portafolio dominante B&L está estimado en -107'007.455, con un valor de mercado equivalente a 116'871.000. El VaR por simulación histórica está estimado en -64'633.090.

### Etap 4: Evaluación de resultados mediante Forward Testing

Figura 7

*Evaluación de resultados*



*Nota:* Elaboración propia. Basado en resultados del aplicativo programado como apoyo

Teniendo en cuenta la aplicación del forward testing al portafolio óptimo B&L dominante, se denotan las siguientes observaciones:

- El portafolio analizado corresponde a la cartera optima por estimación de dominancia B&L: PFBCOLOM – 27.5%, BCOLOMBIA – 64.6% y GRUPOSURA – 7.9%.
- El capital destinado para la simulación es de COP 100 millones.
- El PyG estimado real del portafolio es de - 20'513.332, con estimación de VaR Paramétrico de - 28'228.886, y VaR no Paramétrico de -8'017.793.
- La estimación del PyG indica que el portafolio ha perdido un 20.5% de su valor en cuatro meses, cuya causa se debe a los rendimientos negativos de PFBCOLOM, BCOLOMBIA y GRUPOSURA en lo corrido del presente año.
- El PyG estimado se encuentra dentro del rango estimado del VaR Paramétrico por ser una metodología basada netamente en especulación estadística, mientras que el VaR No Paramétrico asume el rol de la historia para obtener una predicción estimada de la pérdida de valor del portafolio.

### **Conclusiones**

A partir de la estimación de los betas estadísticos, mediante la regresión lineal de los rendimientos de cada activo del portafolio contra los retornos del respectivo índice COLCAP, cabe destacar que las acciones de PFBCOLOM, ECOPETROL, BCOLOMBIA, GRUPOSURA, PFAVAL, GRUPOARGOS, PFDAVVNDA, CEMARGOS, PFGRUPSURA y PFCEMARGOS obtuvieron valores beta mayores a 1, lo que las hace con la característica de ser activos altamente agresivos.

De los activos analizados, y tomando en cuenta la estimación de la tasa de retorno requerida según el modelo CAPM, se destaca la acción de CEMARGOS como el activo de mayor valor (7.16% E.A.), seguido de PFDAVVNDA (6.94% E.A.) y PFBCOLOM (6.87% E.A.). Por otra parte, las acciones de BVC, CNEC y GEB registran los retornos más bajos, con 0.92% E.A., 1.26% E.A. y 2.14% E.A. respectivamente.

La estimación de la dominancia de activos mediante el criterio de rendimientos implícitos de Black&Litterman, deja entrever a las acciones de GEB (4.52%), CELSIA (4.48%), BOGOTA

(5.18%), NUTRESA (5.49%), ISA (5.31%), PFCEMARGOS (5.98%), GRUPOSURA (6.99%), PFAVAL (6.79%), PFBCOLOM (6.99%) y BCOLOMBIA (6.92%), como los activos de mejor desempeño (relación rendimiento / riesgo) histórico en el intervalo de tiempo analizado, entre 2016 a 2020, activos pertenecientes, en más del 50%, al sector bancario y de seguros.

A partir de la estimación y segmentación por perfiles de riesgo de los desempeños obtenidos bajo metodología de rendimientos implícitos B&L:

- Se clasifican las acciones de PROMIGAS, CNEC y BVC bajo perfil conservador, categoría que refleja los desempeños (rendimiento / riesgo) más bajos en comparación con el portafolio global.
- Se clasifican las acciones de GEB, GRUPOARGOS, BOGOTA, CELSIA, CORFICOLF, TERPEL, MINEROS, PFCORFICOL, ÉXITO y ETB bajo perfil Moderado, categoría que refleja los desempeños (rendimiento / riesgo) de valor intermedio, en comparación con el portafolio global.
- Se clasifican las acciones de PFBCOLOM, ISA, ECOPETROL, NUTRESA, BCOLOMBIA, GRUPOSURA, PFAVAL, PFDAVVNDA, CEMARGOS, PFGRUPOARG, PFGRUPOSURA, y PFCEMARGOS bajo perfil Agresivo. categoría que refleja los desempeños (rendimiento / riesgo), más elevados en comparación con el portafolio global.

A partir de los resultados producto de la simulación de la frontera eficiente según la teoría B&L, se encuentra que el portafolio óptimo destinado al inversionista corresponde a un perfil agresivo. Dicha estimación se halla, en primer lugar, sustentada por un desempeño alto de 7.1303% mensual, y, en segundo lugar, reflejado, a su vez, con los desempeños elevados de las acciones que hacen parte de la cartera eficiente según la dominancia de activos B&L: PFBCOLOM (6.99%), BCOLOMBIA (6.92%) y GRUPOSURA (6.99%) respectivamente.

- Según los resultados obtenidos a partir del forward testing realizado con el portafolio óptimo de B&L, a la par de su estimación periódica del VaR Paramétrico y No Paramétrico,



se encuentra una desviación negativa considerable en el valor simulado del capital PyG (- 20'513.332), situación netamente explicada por una tendencia desfavorable que poseen las acciones pertenecientes a la cartera óptima B&L desde enero hasta abril de 2021: PFBCOLOM (-11.84%), BCOLOMBIA (-9.17%) y GRUPOSURA (-16.95%) respectivamente. Igualmente, y a partir de los anteriores resultados, dicha tendencia se halla apenas dentro del margen estadístico comprendido por el VaR Paramétrico (- 28'228.886), mientras que, por el contrario, rebasa los límites establecidos por los parámetros del VaR por Simulación Histórica (- 8'017.793), lo que, en resumen, puede indicar una nueva etapa recesiva general en el mercado bursátil colombiano en los meses posteriores.

### **Lista de referencias**

Novales, A. (2016). *Valor en Riesgo*. Universidad Complutense.

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41460/Valor%20en%20Riesgo.pdf>

Requena, B. (2014). *Estadística descriptiva*. Universo Fórmulas.

<https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/>