✓GUIA DEL INVERSIONISTA PARA LA CONFORMACION DE UN PORTAFOLIO

LUIS EDUARDO PEREZ

Estudiante de la Especialización en Finanzas Universidad ICESI

RESUMEN

El autor plantea un método científico para invertir en acciones que desmitifica la decisión.

Se describen los conceptos básicos de estadística, los cuales son necesarios para introducir, a continuación, la teoría matemática del riesgo y el factor beta, o coeficiente de riesgo.

Con el factor beta y el rendimiento esperado por acción, se seleccionan las inversiones, con base en la teoría de las decisiones y el perfil del inversionista.

PALABRAS CLAVE

Acciones, Esperanza, Varianza, Covarianza, Desviación, Coeficiente de correlación, Riesgo, Factor Beta.

¿CÓMO SE DEBE ENFRENTAR LA DECISIÓN DE UNA INVERSIÓN EN LA BOLSA DE VALORES?

No sé quién dijo que enfrentar una decisión de inversión de una manera organizada, planeada y tratando de evitar al máximo la exposición al riesgo, es algo que envuelve un gran misterio. La verdad, como veremos en este artículo, es que es más el paradigma sobre el asunto que la realidad al respecto. Este es un tema que puede resultar muy simple y trabajable a los ojos de cualquier lector que se desenvuelva en el ambiente de las inversiones.

EL MISTERIO DE LAS INVERSIONES EN BOLSA

En la actualidad existen numerosas versiones de la teoría del portafolio de inversiones cuyo único propósito es planificar las inversiones e invertir diversificadamente para minimizar el riesgo.

Normalmente hay dos tipos de asesores de inversiones: Los que se ganan sus comisiones porque se «mueven» muy bien, desde el punto de vista comercial. Estos tienen muchas «conexiones», y resultan ser los más exitosos. O están aquellos a los que les gusta «hechar número en forma» y que aunque no siguen esquemas formales de decisión aparentemente son los más «analíticos».

¿Por qué sencillamente todos nuestros corredores de bolsa o nuestros llamados comisionistas de bolsa no asesoran sin excepción basándose en elementos de juicio más elaborados, más probados y más profundamente analizados?

¿Por qué será que siempre el éxito de un comisionista depende en gran parte de su malicia? ¿Por qué depende de su intuición? ¿Por qué depende de su experiencia y muchas veces hasta de su suerte?

Yo me atrevo sin reservas a dar la siguiente respuesta: Porque «se supone» que es complejo encontrar una buena teoría, muy difícil de entender esa teoría y seguramente demasiado laboriosa de aplicar.

Pues la verdad sea dicha, la teoría matemática del portafolio es muy sencilla de encontrar en cualquier texto, muy simple de entender y muy fácil de aplicar.

El trabajo de tesis que realicé y sobre el cual haré una breve exposición a los lectores se encarga de confirmar esta aseveración.

LA TEORIA MATEMATICA DEL PORTAFOLIO

Como trabajo de grado en mi maestría en Administración de Empresas me concentré no solamente en enseñar la teoría matemática del portafolio sino en demostrar lo sencilla que puede ser su aplicación. Entenderla es el resultado de tener unos conocimientos mínimos de estadística, exigencia lógica para un comisionista de bolsa. La esperanza, la media, la varianza, la desviación estándar y la covarianza de dos variables son los únicos elementos probabilísticos que se requieren para trabajar en pos de minimizar el riesgo en una inversión.

Presentaré un cuadro resumen de los anteriores conceptos, para refrescar la memoria de los lectores (cuadro 1).

Para medir los resultados posibles de una acción se realiza un muestreo de ocurrencias de rentabilidades históricas de **x**, que se pueden obtener de los Informes Resumen que emiten todas las bolsas de Colombia. Sobre esta información se aplican los anteriores conceptos estadísticos.

CUADRO I
CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA

Esperanza	$E(X) = \Sigma X_i \times \rho_i$	Donde X_i es la rentabilidad de una acción y ρ_i es la probabilidad de ocurrencia de dicha rentabilidad.
Varianza	$VAR(X) = E(X^2) - (E(X))^2$	Que indica la dispersión de los valores de X con relación a la media.
Desviación	$\sigma = \sqrt{VAR(X)}$	Es la raíz positiva de la varianza que me permite ver el desfase en términos comparables.
Covarianza	$COV(X,Y)=E(X,Y) - E(X)E(Y)$	Es el efecto de la convivencia entre dos variables.
Coeficiente de correlación	$\rho = COV(X,Y) / \sigma_x \sigma_y$	Es el efecto en medidas reales que tiene una variable sobre la otra en términos estadísticos.

MARCO DE LA TEORIA MATEMATICA DEL PORTAFOLIO

Habiendo definido brevemente todos los elementos estadísticos para entender la Teoría Matemática del Portafolio me permitiré enunciarla, comenzando por exponer la existencia de un parámetro particular a cada acción en su respectivo sector del mercado. Este parámetro se llama el coeficiente de riesgo **beta**, y representa el nivel de riesgo asociado a dicha acción en su mercado.

Este beta representa una medida de riesgo estadístico, pero por sí solo no es criterio suficiente para la toma de decisiones. No puedo dejar de recordar que la aversión al riesgo es particular en cada inversionista, por lo tanto las decisiones relacionadas con el tema del riesgo siempre son muy subjetivas y no basta la estadística como criterio único. Distintos inversionistas pueden llegar a sentir niveles de satisfacción diferentes cuando se trata de inversiones que en términos de rentabilidad y riesgo son idénticas.

Por ejemplo: Una inversión rentable pero riesgosa puede mirarse desde dos puntos de vista diferentes. Para el inversionista menos adepto al riesgo su sensación de satisfacción será definitivamente menor, mientras que para el más adepto al riesgo su satisfacción puede resultar mayor.

Recuerdo a los lectores que existen dos tipos de riesgo básicos: El *primero* consiste en el riesgo sistemático que es propio del mercado y la única manera de controlarlo es a través del sacrificio del rendimiento. El *segundo* tipo de riesgo depende directamente de las características de la inversión y es el llamado riesgo financiero único, propio o diversificable, que se elimina parcial o totalmente a través de las técnicas de diversificación.

Teniendo en cuenta que el propósito de cualquier inversionista es maximizar el rendimiento de su inversión $E(X) = \Sigma X_i \times E(R_p)$, lo más simple parecería ser invertir todo el dinero en lo más rentable, pero no podemos olvidar que no van a existir suficientes acciones de la misma sociedad que se encuentren simultáneamente a la venta. Esto obligará al inversionista a realizar la mejor distribución del monto entre las más rentables y menos riesgosas inversiones.

EL CALCULO DEL BETA DE RIESGO

Para cada una de las acciones en etapa de análisis se calcula un beta de riesgo aplicando la siguiente secuencia de pasos:

Teniendo la información correspondiente a **n** ocurrencias de un evento llamado rendimiento de la acción **a** se calcula:

$$E(R_a) = \Sigma R_a /n \qquad (1)$$

Igualmente se calcula el rendimiento medio del mercado o portafolio R_m así:

$$E(R_m) = \Sigma R_m /n \qquad (2)$$

La covarianza generada por el efecto de la variable **a** con relación al mercado se puede calcular de la siguiente manera:

$$COV(R_{m1}R_a) = \Sigma[(R_a - E(R_a)) \times (R_m - E(R_m))] / [n - 2] \qquad (3)$$

Se requiere calcular igualmente las varianzas de la acción **a** y del mercado de la siguiente manera:

CUADRO 2 CÁLCULO DEL BETA DE RIESGO PARA UNA ACCIÓN							
T	R_a	R_m	R_a-E(R_a)	R_m-E(R_m)	(R_a-E(R_a))x (R_m-E(R_m))	(R_a-E(R_a))^2	R_m-E(R_m))^2
1988	25.5%	37.0%	(5.72)	(0.40)	2.29	32.72	0.16
1989	24.6%	32.0%	5.38	(5.40)	(29.05)	43.82	29.16
1990	36.6%	40.0%	(6.62)	2.60	(17.21)	28.94	6.76
1991	40.4%	44.0%	9.18	6.60	60.59	84.27	43.56
1992	29.0%	34.0%	(2.22)	(3.40)	7.55	4.93	11.56
	156.1%	187.0%			24.16	194.69	91.20
E(R_a) = 156/5 = 31.22%							
E(R_m) = 187/5 = 37.40%							
COV($R_{m1}R_a$) = 24.16/ (5-2) = 8.05							
VAR(R_a) = 194.69/ (5-1) = 48.67							
VAR(R_m) = 91.20/ (5-1) = 22.8							
σ(R_a) - √VAR (R_a) = 6.98							
$ß_a$ = 8.05/22.8 = 0.3531							

$$VAR(R_a) = \Sigma(R_a - E(R_a))^2/ (n\text{-}1) \quad (4)$$

$$VAR(R_m) = \Sigma(R_m - E(Rm))^2/ (n\text{-}1) \quad (5)$$

Utilizando toda la información estadística calculada hasta la ecuación (5) se puede obtener el riesgo beta:

$$ß_a = COV(R_{m,} R_a)/VAR\ (R_m) \quad (6)$$

Luego de definir matemáticamente los anteriores conceptos, los lectores estarán en condiciones de entender el siguiente ejercicio.

EJEMPLO DE APLICACION PRACTICA

En el Cuadro 2 se ven los cálculos requeridos en cada columna.

En la columna **t** nos encontramos los años que se van a analizar.

En la columna **R_a** hallamos los rendimientos de la acción en cada uno de los años especificados en la columna **t**. Estos valores permitirán el cálculo del promedio de los rendinientos **E(R_a).**

El rendimiento de mercado **R_m** se obtiene al promediar todas las acciones que rentaron dentro del mismo sector de la economía. Para cada año se suman todos los rendimientos y se dividen por el número de acciones, obteniendo así el rendimiento promedio de dicho mercado.

Estableciendo la relación estadística entre la acción y el mercado se puede hallar el nivel de riesgo beta de dicha acción.

Habiendo calculado el riesgo beta para la acción **a**, ya estarán los lectores en condiciones de comprender la formulación que permitirá deducir la ecuación que rige la teoría matemática del portafolio.

El rendimiento promedio de las acciones o de los papeles libres de riesgo se obtiene calculando la sumatoria de todos los rendimientos de los títulos libres de riesgo de un período (generalmente un año) y dividiéndola sobre el número de ocurrencias:

$$R_L = \Sigma R_L / n \qquad (7)$$

Para continuar con el ejemplo, supongo que los rendimientos durante el período 1988 a 1992 fueron los siguientes:

1988 - 16.5%
1989 - 16.8%
1990 - 15.9%
1991 - 16.9%
1992 - 17.1%

83.2%/ 5 = 16.64%

Realizado el mismo análisis para las acciones de ocho diferentes empresas, voy a suponer que los betas obtenidos para cada una de las empresas son los siguientes:

CUADRO 3
RESUMEN

	ß
Empresa 1	0.480
Empresa 2	0.020
Empresa 3	1.000
Empresa 4	**0.353**
Empresa 5	0.200
Empresa 6	0.332
Empresa 7	1.130
Empresa 8	0.740

Los cálculos de la Empresa 4 se utilizaron como ejemplo ilustrativo en el cuadro No. 2 Cálculo del riesgo beta.

Después de haber obtenido toda la información correspondiente al mercado y a cada una de las acciones en el mercado, se puede enunciar la ecuación del portafolio de inversiones para aplicarla a los diferentes títulos:

$$E(R_a) = R_L + [E(R_m) - R_L]\, ß_a \qquad (8)$$

Aplicando el resultado de la ecuación (8) obtenemos:

$$E(R_a) = R_L + [E(R_m) - R_L]\, ß_a \qquad (9)$$

Sustituimos R_L de la ecuación (7)

$$E(R_a) = 0.1664 + [E(R_m) - 0.1664]\, ß_a \quad (10)$$

Sustituimos $E(R_m)$ del cuadro No. 2 y obtenemos:

$$E(R_a) = 0.1664 + [0.3740 - 0.1664]\, ß_a \quad (11)$$
$$= 0.1664 + 0.2076\, ß_a$$

En consecuencia, después de haber calculado para cada acción $\mathbf{R_a}$ el rendimiento esperado y el valor del riesgo beta $\mathbf{ß_a}$, podemos tratar de conformar el portafolio de inversiones deseado.

CUADRO 4
CUADRO DE RENDIMIENTOS ESPERADOS

Acción	$E(R_a)$
Empresa 1	0.1664 + 0.2076 (0.48) = 0.2660
Empresa 2	0.1664 + 0.2076 (0.02) = 0.1706
Empresa 3	0.1664 + 0.2076 (1.00) = 0.3740
Empresa 4	0.1664 + 0.2076 (0.35) = 0.2394
Empresa 5	0.1664 + 0.2076 (0.20) = 0.2079
Empresa 6	0.1664 + 0.2076 (0.33) = 0.0975
Empresa 7	0.1664 + 0.2076 (1.13) = 0.4010
Empresa 8	0.1664 + 0.2076 (0.74) = 0.3200

Observemos que existen acciones, como el caso de la Empresa 6, que no alcanzan a cubrir el rendimiento mínimo ofrecido en el mercado libre de riesgo donde la tasa esperada es del 16.64%. Esta evidentemente no sería una inversión adecuada. Este puede considerarse el ejemplo de un portafolio con riesgo bajo si se observan los betas obtenidos, y consecuentemente se trata de un conjunto de acciones que no ofrecen rentabilidades altas.

El rendimiento esperado del portafolio está dado por la formulación

$$E(R_p) = \Sigma R(E_i) Q_i \qquad (12)$$

donde R_p es el rendimiento del portafolio, $R(E_i)$ es el valor esperado de rendimiento para la acción de la Empresa E_i y Q_i es la cantidad de dinero invertida en las acciones de la Empresa **i**. La sumatoria de todas las Q_i donde **i** va de 1 a n es igual a la cantidad total de capital disponible para ser invertido.

Hasta el momento, todo el proceso parece estar completo. Sin embargo, aún no se ha tocado el tema de la perspectiva con que los inversionistas miran el riesgo asociado a las acciones. Para entrar en esta materia voy a presentar enseguida la Teoría de las Decisiones que permitirá consolidar toda la información y exponer las conclusiones del artículo.

LA TEORIA DE LAS DECISIONES

Voy a suponer que existen dos inversionistas con diversos niveles de gusto por la rentabilidad y con distintos niveles de aversión al riesgo. Ambos disponen de 10.000.000 (diez millones) de pesos para ser invertidos, pero su comportamiento es disímil.

El inversionista optimista espera que todo resulte bien y el inversionista pesimista espera que las cosas no resulten tan bien. En la práctica se van a presentar distintas actitudes para poder seleccionar las acciones que van a ser adquiridas y por lo tanto las acciones escogidas serán diferentes. Existe un método de orientación llamado Teoría de las Decisiones que le permitirá a cada quien hacer la selección de acuerdo con sus preferencias.

En este punto, nos haremos las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las acciones que se seleccionan? Esto depende en cierta medida de una opinión eminentemente subjetiva y relacionada con el gusto. ¿Cómo «establezco» claramente cuáles son mis preferencias y cómo decido cuál es el tipo de acciones que a mí me gustan? La respuesta a estas preguntas se va a relacionar con un tema referente a la cuantificación de las creencias y gustos, y a los axiomas de la Teoría de las Decisiones.

Para elegir una opción entre un grupo de alternativas hablamos del pesimista que siempre cree que la naturaleza será malevolente y por lo tanto cuando compre acciones siempre se darán los rendimientos mínimos. De estos rendimientos mínimos seleccionará por lo menos el mejor o el mayor de todos. El escogerá «Lo mejor de lo peor», concepto que se conoce como el máximo de los mínimos o **maximin.**

El optimista por su parte siempre cree que la naturaleza será benevolente con él y los rendimiento de las acciones serán buenos. Entre estos rendimientos buenos se seleccionará el mejor o mayor de todos. Esco-

CUADRO 5
CUADRO DE RENDIMIENTOS PROBABLES

Cementeras		$\sigma(R_a)$	$E(R_a)-\sigma_a$	$E(R_a)-\sigma_a/2$	$E(R_a)$	$E(R_a)+\sigma_a/2$	$E(R_a)+\sigma_a$
			E1	E2	E3	E4	E5
Valle	D_1	4.12	26.14	28.20	30.26	32.32	34.38
Argos	D_2	3.15	25.04	26.61	28.19	29.76	31.34
Diamante	D_3	3.16	23.96	25.54	27.12	28.70	30.28
Samper	D_4	5.12	26.10	28.66	31.22	33.78	36.34
Caribe	D_5	6.90	27.22	30.67	34.12	37.57	41.02

gerá «Lo mejor de lo mejor» conocido como el máximo de los máximos o **maximax.**

La verdad es que en la vida real nadie es completamente adepto al riesgo o completamente opuesto al riesgo, por lo tanto se requiere un índice que permita clasificar los niveles de aceptación de riesgo y una ecuación que permita involucrar dicho índice en la toma de decisiones.

Esta ecuación es la siguiente:

$$Hi = \alpha \, MAX + (1 - \alpha)MIN \qquad (13)$$

En donde α es el índice mencionado o coeficiente de optimismo, que puede tomar valores entre σ y 1. Como se presentó previamente, los pesimistas trabajan con el concepto de **maximin** y los optimistas trabajan con el concepto **maximax.** Aplicando estos conceptos a (13) llegamos a la siguiente ecuación:

$$D_{ij} = MAX\,[\alpha\, MAX\,[P] + (1 - \alpha)MIN\,[P]] \qquad (14)$$

donde **P** es la matriz de pagos o rendimiento de acciones y donde α se aplica como complemento entre el optimista (α **MAX [P]**) y el pesimista ((**1 -** α) **MIN [P]**).

La aplicación de esta teoría colabora en la toma de las decisiones en cuanto a la selección de las acciones que se van a utilizar para realizar el análisis de viabilidad, desde el punto de vista de la inversión.

Voy a exponer un ejemplo de la selección de acciones, aplicando la teoría de las decisiones, luego de haber obtenido los cuadros de rendimientos esperados separados por cada mercado o del total del mercado (Cuadro 4).

Aplicaré la teoría de las decisiones utilizando los rendimientos probables de una acción. Estos rendimientos son los siguientes:

$E(R_a)-\sigma_a$ que equivale al rendimiento esperado menos la desviación estándar en el más pesimista de los casos.

$E(R_a)-\sigma_a$ que equivale al rendimiento esperado menos la mitad de la desviación estándar que es un caso de cuidado, aunque no sea tan grave como la suposición previa.

$E(R_a)$ que equivale al rendimiento esperado según la estadística.

$E(R_a)+\sigma_a/2$ que equivale al rendimiento esperado más la mitad de la desviación estándar, en un caso en que el resultado obtenido es bueno.

$E(R_a)+\sigma_a$ que equivale al rendimiento esperado más la desviación estándar en el más optimista de los casos.

El número de eventos que se pueden llegar a registrar o sea los E_i pueden ser tantos como el analista desee, dependiendo del grado de complejidad con que se vaya a realizar al análisis que soportará las decisiones de inversión.

Un hombre optimista con un coeficiente $\alpha = 1$ tomaría la siguiente decisión:

Dij = MAX[αMAX[P] + (1-)MIN[P]]

= MAX[αMAX[P] + (1-1)MIN[P]]

= MAX[αMAX[P]]

= MAX[34.38, 31.34, 30.28, 36.34, 41.02]

= 41.02 = D_{51}

Un hombre moderado con un coeficiente $\alpha = 0.5$ tomaría la siguiente decisión:

Dij = MAX[αMAX[P] + (1-α)MIN[P]]

= MAX[0.5MAX[P] + (1-0.5)MIN[P]]

= MAX[0.5MAX[P] + 0.5MIN[P]]

= MAX[0.5(34.38, 31.34, 30.28,36.34,41.02)
+0.5(26.14,25.04,23.96,26.10,27.22]

=MAX[(17.19,15.67,15.14,18.17,20.51)+
(13.07,12.52,11.98,13.05,13.61)]

= MAX(30.26,28.19,27.12,31.22,34.12)

= 34.12 D_{15} que resulta ser el más aproximado

Un hombre pesimista con un coeficiente $\alpha = 0$ tomaría la siguiente decisión:

Dij = MAX[αMAX[P] + (1-α)MIN[P]]

= MAX[0MAX[P] + (1-0)MIN[P]]

= MAX[MIN[P]]

= MAX[26.14, 25.04, 23.96, 26.10, 27.22]

= 26.14 = D_{11}

Para realizar la selección de las acciones se define el cuadro de rendimientos probables, equivalente al Cuadro No. 5 en cada uno de los sectores económicos sobre los que se desea realizar inversiones. Se aplica la teoría de las decisiones haciendo la selección del evento D_{ij} asociado a una acción. Si del mismo cuadro (mismo sector) se desea seleccionar más acciones, se excluyen todas aquellas acciones que hayan resultado elegidas previamente. Ya en este momento se habrá incluido en el análisis el criterio subjetivo que genera el gusto por la rentabilidad y la aversión al riesgo.

Después de realizar este proceso de manera iterativa se preseleccionan los grupos de acciones de cada uno de los sectores económicos en los cuales se va a trabajar. Si el deseo es buscar una mayor diversificación, los cuadros resumen serán más numerosos.

De los grupos de acciones preseleccionadas se puede realizar la escogencia definitiva que garantiza el logro de los objetivos.

Un decisor *optimista* hará la elección para la distribución de sus 10.000.000 de pesos, como se ve en el cuadro 6.

Donde se observan niveles de rentabilidad mayores que incluyen niveles de riesgo más altos.

Contrario al anterior, un decisor *pesimista* hará la elección para la distribución de sus 10.000.000 (diez millones) de pesos. según el cuadro 7.

Donde se observan niveles de rentabilidad más moderados, con niveles de riesgo mínimos.

CUADRO 6 PROPUESTA DEL DECISOR OPTIMISTA			
	Valor presente	**Valor futuro**	**Empresa**
	5.000.000 $	(1+0.4010)=7.005.000 $	Empresa 7
	2.000.000 $	(1+0.3740)=2.748.000 $	Empresa 3
	1.000.000 $	(1+0.3200)=1.320.000 $	Empresa 8
	1.000.000 $	(1+0.2666)=1.266.000 $	Empresa 1
	1.000.000 $	(1+0.2349)=1.234.000 $	Empresa 4
Totales	**10.000.000 $**	**13.574.500 $**	

CUADRO 7 PROPUESTA DEL DECISOR PESIMISTA			
	Valor presente	**Valor futuro**	**Empresa**
	5.000.000 $	(1+0.032)=6.600.000 $	Empresa 8
	2.000.000 $	(1+0.2660)=2.532.000 $	Empresa 1
	1.000.000 $	(1+0.2349)=1.234.900 $	Empresa 4
	1.000.000 $	(1+0.2079)=1.207.900 $	Empresa 5
	1.000.000 $	(1+0.1706)=1.170.600 $	Empresa 2
Totales	**10.000.000 $**	**11.538.400 $**	

CONCLUSIONES

Después de que en la investigación se revisó toda la teoría y luego que se mostraron ejemplos empíricos y ejemplos con información de la vida real, se pudo llegar a la siguiente conclusión con relación a este tema: Aunque todas nuestras bolsas presentan un desarrollo incipiente, es muy importante el modelo de inversiones en acciones como fuente primordial para la capitalización del ahorro.

El trabajo expone de una manera sencilla, didáctica y de fácil comprensión todos los fundamentos teóricos que respaldan la validez del modelo matemático planteado. La estadística elemental, trabajada con algo de conocimiento matemático, permite verificar a través de ejemplos sencillos que las decisiones de inversión no tienen que ser una elección dejada completamente al azar.

Como la selección de cualquier inversión es una consecuencia de la actitud al riesgo, no queda por fuera el elemento de subjetividad, que se incluyó a través de la Teoría de las Decisiones.

La cantidad de información, la veracidad de la misma, su oportunidad y su confiabilidad son las únicas maneras de obtener el resultado esperado.

Para finalizar, es importante recordar a todos los lectores que no existe ninguna herramienta que reemplace el sentido común, ni la subjetividad del gusto por las circunstancias que rodean el riesgo.