

ISSN 1992-1896



# Contabilidad y Negocios

Revista del Departamento Académico  
de Ciencias Administrativas  
volumen 7, número 13  
julio 2012

- Actualidad Contable
- Banca y Finanzas
- Administración
- Economía
- Ponencias
- Reseñas



**FONDO  
EDITORIAL**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## Alternativas de diversificación internacional para portafolios de acciones de la Bolsa de Valores de Lima

Alternatives in international diversification for investment portfolios focused in stocks of Lima Stock Exchange

Juan Carlos Ames Santillán

Agencia de Promoción de la Inversión Privada (Proinversión)  
Dirección de Promoción de Inversiones

### Resumen

El presente trabajo estima la frontera eficiente, en portafolios de inversión diversificados en acciones que componen el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL), acciones que componen el Dow Jones Industrial Average (DJIA), oro, cobre, instrumentos de renta fija del Gobierno peruano e instrumentos de ahorro bancario. Se concluye que el riesgo de portafolios de inversión de acciones que componen el IGVBL disminuye como consecuencia de la diversificación; un activo relevante es el oro que contribuye a disminuir significativamente el riesgo del portafolio.

**Palabras clave:** portafolio, diversificación internacional, ratio de Sharpe, diversificación en oro, DJIA, mercados financieros.

### Abstract

This paper gives an estimation of efficient frontiers for investment portfolios, they include stocks from Lima Stock Exchange General Index, Dow Jones Industrial Average, Gold, Cooper, Fixed Income Instruments of Peruvian government and savings in Peruvian financial institutions. The paper concludes that risk of investment in local portfolio reduces as a consequence of diversification, gold is an important asset and contributes to reduce portfolio risk.

**Keywords:** Portfolio, International Diversification, Sharpe Ratio, Gold Diversification, DJIA, Financial Markets.

## 1. Introducción

Los mercados financieros de acciones locales e internacionales vienen experimentando períodos de volatilidad como consecuencia del panorama económico global. En este contexto, los inversionistas evalúan oportunidades de inversión que les permitan minimizar el riesgo. Una alternativa para minimizar riesgos y hacer frente a la fluctuación de los precios de las acciones es a través de la estructuración de portafolios de inversión incluyendo activos que cumplan el rol de refugios de valor y/o el rol de instrumentos de cobertura.

El presente trabajo constituye un marco de referencia para un inversionista local y ofrece la oportunidad de reducir riesgos en las inversiones en acciones de la Bolsa de Valores de Lima (BVL). En la composición de los portafolios se incluyen los siguientes activos: *commodities*, acciones que cotizan en la New York Stock Exchange (NYSE), bonos globales del Gobierno peruano e instrumentos de ahorro bancario. Con la finalidad de brindar a los inversionistas un marco de referencia para la estructuración de sus inversiones, este trabajo estima las fronteras eficientes de portafolios de inversión bajo la metodología de frontera eficiente de Markowitz (1952).

## 2. Marco de referencia

### 2.1. El concepto de diversificación

La teoría moderna de portafolios, a partir del trabajo de Markowitz (1952), determina que existe una relación entre el riesgo y la rentabilidad. Asimismo establece el concepto de eficiencia en la asignación o distribución de activos que componen una cartera. Se postula que toda estrategia de inversión no debe estar enfocada exclusivamente en maximizar la rentabilidad, sino que también debe tener en cuenta el riesgo de las inversiones; es decir que se establezca

*trade off* entre ambos factores para tomar decisiones óptimas de inversión.

Markowitz sugiere que una forma adecuada de medir el riesgo y el retorno de un portafolio es a través de la información histórica. En ese sentido, el riesgo de cada activo se cuantifica a través de la varianza y la desviación estándar de sus retornos esperados. El riesgo de la cartera (conjunto de activos) se cuantifica a través de la varianza y desviación estándar de los retornos esperados de la cartera. A su vez, el riesgo de la cartera depende de la interrelación de los retornos individuales de los activos que la componen. Esta interrelación se mide a través de la covarianza y del coeficiente de correlación, los cuales pueden ser negativos o positivos. En caso de ser negativos, se presenta una oportunidad de diversificar la cartera con un riesgo menor a los riesgos individuales de cada activo que compone la cartera.

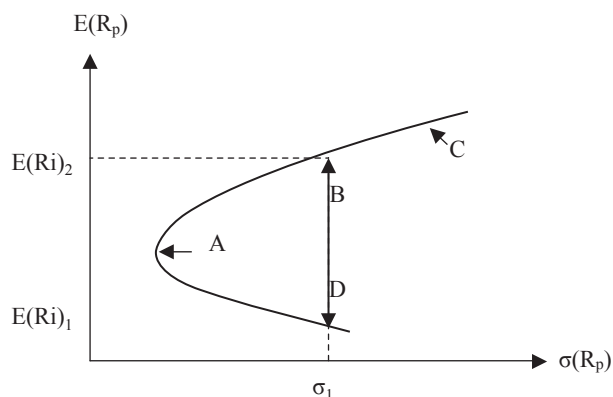
El gráfico 1 ilustra el concepto de diversificación y eficiencia y muestra la relación entre el riesgo y rentabilidad esperada. La gráfica situada entre A y C, corresponde a la frontera eficiente, que incluye aquellos portafolios obtenidos bajo un enfoque de optimización, cuya rentabilidad esperada es la máxima posible dado un nivel de riesgo asumido. De forma equivalente, dado un nivel de rentabilidad esperada se obtiene el menor nivel de riesgo posible.

Los puntos A, B y C corresponden a portafolios eficientes (combinaciones eficientes de activos), obtenidos bajo los criterios de optimización señalados en el párrafo anterior. El punto A representa el portafolio de mínima varianza; es decir que la combinación de títulos en dicho portafolio presenta el menor riesgo posible (menor valor numérico para la varianza).

En el gráfico 1 se aprecia también el punto D que supone un portafolio ineficiente; es decir, asumiendo el

nivel de riesgo  $\sigma_1$  se obtiene un retorno esperado de  $E(Ri)_1$ , el cual es menor a  $E(Ri)_2$  que corresponde al punto B (en la frontera eficiente), siendo este último un retorno obtenido asumiendo el mismo nivel de riesgo que D:  $\sigma_1$ .

**Gráfico 1. Desviación estándar, riesgo y frontera eficiente**



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la frontera eficiente, hay portafolios que proporcionan mayores niveles de rentabilidad y riesgo que otros, también situados dentro de esta. La selección de un portafolio específico depende del nivel de aversión al riesgo de cada inversionista (Markowitz, 1952).

## 2.2. La diversificación internacional y la evidencia empírica

El concepto de diversificación se aplica en un entorno global; es decir, se pueden conformar portafolios de activos que provienen de más de un mercado y en distintas monedas. Solnik (1974), muestra los beneficios de la diversificación internacional de acciones comparando un portafolio de títulos americanos *versus* un portafolio de títulos compuesto por títulos americanos y del exterior. Concluye que el riesgo de

este último disminuye comparado con un portafolio local para todos los puntos de la frontera eficiente, con información del período 1965-1974.

Lessard (1973) realiza un estudio para el período 1958-1968, sobre 110 acciones comunes de los mercados accionarios de Chile, Argentina, Brasil y Colombia, obteniendo que el riesgo de un portafolio diversificado en acciones de los cuatro países señalados es inferior al riesgo de invertir únicamente en acciones de cada país. Por lo tanto, infiere, conformar una unión de inversiones o integración de los cuatro mercados accionarios sería ventajoso para sus miembros en la medida que sería posible aprovechar la ventaja de diversificación de riesgos.

Butler y Joaquin (2002) encuentran para el período 1970-2000 que la decisión de estructurar portafolios de inversión con inclusión de títulos del extranjero se relaciona con las tendencias del mercado: bajista, alcista y normal. Asimismo, las correlaciones de retornos en mercados bajistas son superiores a las pronosticadas.

En el Perú, de acuerdo a un estudio de Pereda (2007), que estima la frontera eficiente con data del período 1995-2004, el límite de inversión en activos extranjeros de las Administradoras de Fondo de Pensiones (AFP) debería estar entre un 29% y 65% del total de fondos que componen la cartera para mejorar el bienestar de sus inversores. Actualmente el límite de inversión en activos extranjeros se ha elevado al 50%.

El estudio de Pereda, que también utiliza el modelo de Markowitz (1952), realiza una estimación de la frontera eficiente en las AFP considerando los siguientes activos: bonos del Gobierno, bonos corporativos, acciones domésticas, depósitos a plazo en moneda nacional y extranjera, acciones del exterior y bonos del exterior. La estimación de frontera eficiente

se realiza considerando los límites máximos y mínimos de inversión que señala el marco normativo de las AFP. El estudio no incluye al oro como alternativa de inversión.

Malacrida y Perutti (2008) desarrollan una metodología, basada en el modelo de Markowitz (1952), para diversificar las reservas internacionales del Banco Central de Uruguay en una cesta de monedas (entre estos el dólar, la libra y el yen japonés), con data para el período 1977-2007. Concluyen que un portafolio de inversión multimonedas hubiese permitido expandir la frontera eficiente del Banco Central de Uruguay a diciembre de 2006.

Sumner *et al.* (2010) evalúa los efectos de interdependencia (*spillovers*) entre el oro, las acciones y los bonos en la economía americana en el período enero 1970-abril 2009. Para ello analiza las series de tiempo del precio del oro, de las acciones que componen el S&P 500 y del bono del tesoro americano a diez años como variables representativas. Examina si los retornos y volatilidades del oro pueden predecir los movimientos de precios en los mercados de los bonos y las acciones y viceversa.

El estudio encontró que la correlación entre los retornos de bonos y acciones es positiva, mientras que la correlación entre los retornos de acciones y bonos con el oro es negativa. Se estimaron modelos económicos de vectores autorregresivos (VAR), y se llegó a la conclusión de que no existe relación de interdependencia en el largo plazo entre los retornos de las acciones, los bonos y el oro. Sin embargo, se encontraron relaciones de interdependencia entre los tres activos en períodos más cortos, en los cuales la relación de interdependencia es dinámica. Los períodos de fuerte interdependencia ocurren a finales de los años setenta, a inicios de los noventa, y en la reciente crisis financiera (año 2008).

Baur y Lucey (2010) concluyen que el oro es un instrumento de cobertura contra la fluctuación de precios de las acciones y un refugio de valor en situaciones extremas. Un análisis de portafolio muestra que la condición de refugio de valor del oro es temporal. El estudio se realizó para el período noviembre 1995-noviembre 2005 en los mercados de Estados Unidos, Inglaterra y Alemania. Se estimaron modelos económicos que incorporaron el efecto de volatilidad no constante con componentes del modelo de Heterocedasticidad Autorregresiva Condicional Generalizada (GARCH, por sus siglas en inglés), y se identificaron relaciones entre los retornos del oro, las acciones y los bonos en los mercados señalados. En los mercados accionarios de Estados Unidos e Inglaterra, el oro es un instrumento de cobertura y se correlaciona negativamente con los retornos de acciones; sin embargo, en el mercado de acciones de Alemania ocurre lo contrario. En cambio, la correlación de retorno de los bonos con el oro es positiva en Estados Unidos e Inglaterra, pero negativa en el mercado alemán.

Coudert y Raymond (2010) realizan un estudio para el período 1978-2009 correlacionando la rentabilidad del oro *vs.* los retornos de las acciones de las bolsas de Francia, Alemania, Reino Unido y Estados Unidos. En el corto plazo encuentran que la correlación entre el oro y las acciones es cercana a cero en épocas de recesión, lo cual califica al oro como un débil refugio de valor; sin embargo resulta ser una adecuada herramienta de cobertura contra la volatilidad de los retornos de acciones americanas.

Ortiz *et al.* (2010) realiza una reestimación de la frontera eficiente para las AFP en el período 1995-2004, con la finalidad de medir el efecto que tuvieron los límites de inversión propuestos por los reguladores. El estudio replica la data utilizada por Pereda (2007), con la salvedad que en el modelo si se permite las operaciones de

ventas cortas, concluyendo que la regulación validó la toma de elevados niveles de riesgo por parte de las AFP. A pesar de considerar activos internacionales, el estudio no incluye al oro como alternativa de inversión.

Akar (2011) investiga las relaciones entre los retornos mensuales de la bolsa de valores de Estambul (ISE por sus siglas en inglés), el oro y el tipo de cambio, para el período 1990-2010, utilizando modelos GARCH. Encuentra que las relaciones ISE *vs.* oro e ISE *vs.* dólar son claramente negativas después del año 2001 (crisis de las puntocom), siendo ese año un punto de inflexión para la relación dinámica en varias inversiones.

Por otro lado, Lawrence (2003), aplicando un modelo econométrico de vectores autorregresivos (VAR), llega a las siguientes conclusiones utilizando data del precios de mercado e información macroeconómica de Estados Unidos y de su mercado financiero en el período enero 1975-diciembre 2001:

- No hay correlación estadísticamente significativa entre retornos del oro y cambios de variables macroeconómicas como el PBI, inflación y tasas de interés.
- Activos financieros como el índice DJIA, el índice S&P 500, bonos del tesoro del Gobierno norteamericano a diez años están correlacionados con cambios en las variables macroeconómicas.
- Los cambios en variables macroeconómicas tienen un mayor impacto en otros *commodities* (como aluminio, petróleo y zinc) que en el oro.
- Los retornos del oro están menos correlacionados con los retornos de acciones y bonos que otros *commodities*.

Los resultados sustentan la idea de que el oro puede ser un efectivo instrumento de diversificación.

### 3. Alcance del estudio

La hipótesis a verificar en el presente trabajo es que el riesgo de un portafolio de acciones que componen el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima puede ser reducido al incluir en la cartera otros activos como acciones del mercado accionario americano, bonos del Gobierno peruano, instrumentos de ahorro bancario, oro y cobre. El análisis se centrará en el período junio 2002-julio 2010.

Para la estimación de las fronteras eficientes se utiliza el modelo de Markowitz (1952) en su forma irrestricta; es decir, no se establecen límites máximos y mínimos a la inversión, salvo la restricción de no negatividad de los porcentajes de inversión y que la suma de estos sea igual a la unidad —la riqueza del inversionista se distribuye en los activos en estudio—.

La metodología planteada para responder la hipótesis consiste en la construcción y comparación de tres fronteras eficientes (conjuntos de portafolios) de la siguiente forma:

- Frontera eficiente 1: portafolios en acciones que conforman el mercado accionario peruano.
- Frontera eficiente 2: portafolios en acciones que conforman los mercados accionarios peruano y norteamericano.
- Frontera eficiente 3: portafolios conformados por acciones de los mercados accionarios peruano y norteamericano, oro, cobre, bonos del Gobierno peruano e instrumentos de ahorro bancario.

Dentro de los alcances del presente trabajo se analiza la interrelación de los activos que componen los portafolios señalados; en este sentido, interesa conocer el nivel de correlación ente el oro y las acciones que componen el IGBVL y la oportunidad de diversificación

que pueda desprenderse de sus resultados. Se prioriza este tipo de análisis respecto al análisis causa efecto entre los activos, en concordancia con el enfoque de mínima varianza de Markowitz (1952).

#### 4. Planteamiento del modelo

Para determinar los puntos de la frontera eficiente se utilizan las metodologías de cálculo basadas en el enfoque de Markowitz (1952):

##### a) Portafolio de mínima varianza:

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_i w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_j$$

$$E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i)$$

$$\text{Sujeto a: } \Sigma w_i = 1$$

$$w_i \geq 0$$

Donde:

$\sigma_p^2$  es la varianza del portafolio.

$w_i$  es el porcentaje de inversión en el activo  $i$  como proporción de la cartera total.

$w_j$  es el porcentaje de inversión en el activo  $j$  como proporción de la cartera total.

$\sigma_i$  es la desviación estándar de los retornos del activo  $i$ .

$\sigma_j$  es la desviación estándar de los retornos del activo  $j$ .

$\rho_{i,j}$  es la covarianza entre los retornos de los activos  $j$  e  $i$ .

$E(R_p)$  es el retorno esperado del portafolio, el promedio ponderado de los retornos individuales de cada título multiplicado por los porcentajes de inversión correspondientes.

$\Sigma w_i = 1$  indica que la sumatoria de los porcentajes de inversión en cada título individual es igual a la unidad.

$w_i \geq 0$  indica que el porcentaje de inversión como proporción de la cartera de cada título es mayor o igual a cero, condición de no negatividad.

$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$  indica que la desviación estándar del portafolio es la raíz cuadrada de su varianza.

Donde  $w_i$  y  $w_j$  proporcionan el portafolio de mínima varianza.

##### b) Portafolio de máxima rentabilidad dado un nivel de riesgo deseado

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i)$$

$$\text{Sujeto a: } \Sigma w_i = 1$$

$$w_i \geq 0$$

$$\sigma_p^2 = k$$

Donde  $k$  es un valor fijo para la varianza del portafolio; el resultado final presenta los porcentajes de inversión en cada título cuya combinación proporciona la mayor rentabilidad esperada posible dado un nivel de riesgo deseado.

##### c) Portafolio de mínima varianza dado un nivel de rentabilidad deseado

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_i w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_j$$

$$\text{Sujeto a: } E(R_p) = \sum_i w_i E(R_i) = k'$$

$$\Sigma w_i = 1$$

$$w_i \geq 0$$

Donde  $k'$  es un valor fijo para la rentabilidad esperada del portafolio; el resultado final muestra los porcentajes de inversión en cada título cuya combinación proporciona el menor nivel de riesgo posible dado un nivel de rentabilidad deseado.

Un criterio útil para comparar portafolios en función de su eficiencia (riesgo *versus* rentabilidad esperada), es el ratio de Sharpe (1976):

$$S = \frac{E[R_p - R_f]}{\sigma_p}$$

De donde:

- $S$  es el ratio de Sharpe, mide el retorno de un activo ajustado por riesgo.
- $E[R_p - R_f]$  es el exceso de rentabilidad del portafolio sobre el activo no riesgoso.
- $\sigma_p$  es la desviación estándar del portafolio.

El ratio de Sharpe permite hacer comparables dos portafolios con distintos niveles de rentabilidad y riesgo, uniformizando en función del exceso de rentabilidad que proporciona un portafolio sobre el activo libre de riesgo por unidad de riesgo asumida.

## 5. Criterio de selección de activos

Se seleccionaron 58 activos al aplicar los siguientes criterios:

### 5.1. Mercado accionario peruano

Se seleccionaron las acciones que componen el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL), buscando un equilibrio entre la representatividad del mayor número de títulos que componen el IGBVL y series de tiempo lo suficientemente amplias. Se estimó un período de 97 meses para los retornos, de junio de 2002 a julio de 2010.

La tabla 1 muestra los títulos que componen la muestra del IGBVL seleccionados para el estudio.

Se puede apreciar que se seleccionaron 24 de 36 acciones que componen el IGBVL, es decir el 66,67% del total de acciones, las cuales representan el 66,87% sobre la composición del IGBVL.

Se comparó la rentabilidad mensual del IGBVL contra el rendimiento de un portafolio conformado con las acciones locales seleccionadas para el presente estudio; se obtuvo una correlación entre ambas de 95,5%, con lo cual se concluye que existe un alto nivel de representatividad de las 24 seleccionadas sobre el IGBVL.

El gráfico 2 muestra los rendimientos del IGBVL y el rendimiento del portafolio de acciones locales seleccionadas.

La información de precios de las acciones seleccionadas se obtuvo de Economática en las monedas en que cotizan las acciones (nuevos soles y dólares americanos).

### 5.2. Mercado accionario norteamericano

La tabla 2 muestra las treinta acciones que componen el *Dow Jones Industrial Average* (DJIA); la información, que se remonta a mayo de 2002, está expresada en dólares americanos.

En el presente trabajo se estimó el coeficiente de correlación de retornos entre el DJIA y el S&P500, en el período junio 2002-julio 2010. Se obtuvo el resultado de 97,1%, consistente con información del mercado.

El gráfico 3 muestra la evolución mensual de ambos índices en el período señalado.

Se infiere que el DJIA con una composición de treinta acciones es un indicador bastante confiable del mercado accionario americano, con un comportamiento similar al S&P500, que incluye 500 acciones representativas del mercado accionario americano.

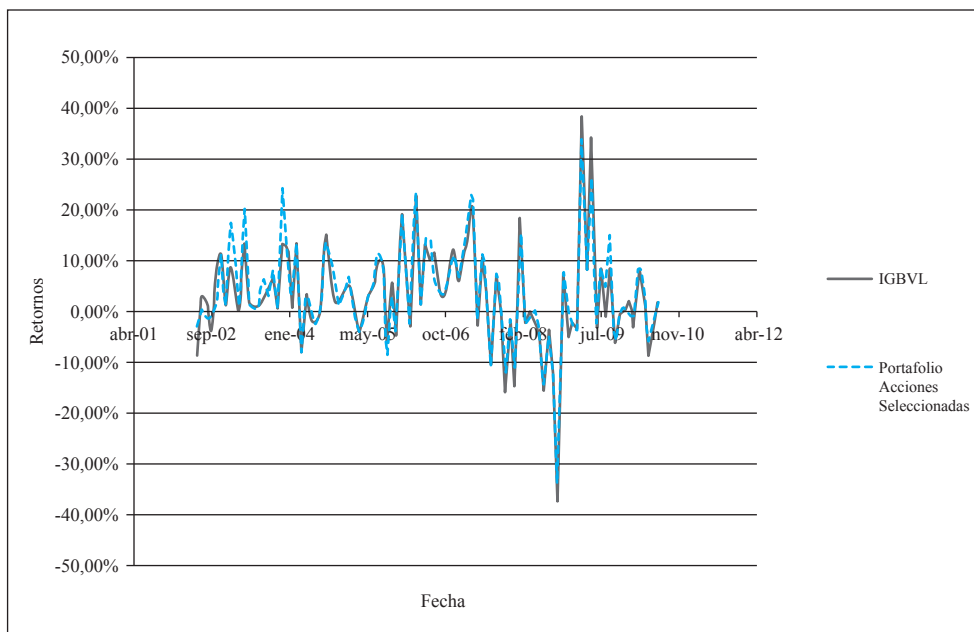


**Tabla 1. Composición del IGBVL – al 1 de julio de 2010**

N°	EMPRESA	NEMÓNICO	Fecha de emisión	Acciones no seleccionadas	Acciones seleccionadas	Peso total
1	Volcan "B"	VOLCABC1	Antes de mayo 2002		8,80%	8,80%
2	Cerro Verde	CVERDEC1	Antes de mayo 2002		3,58%	3,58%
3	Minsur Inv.	MINSURI1	Antes de mayo 2002		3,37%	3,37%
4	Ferreyros	FERREYC1	Antes de mayo 2002		2,25%	2,25%
5	ADR Buenaventura	BVN	Antes de mayo 2002		6,16%	6,16%
6	Casagrande	CASAGRC1	Antes de mayo 2002		2,48%	2,48%
7	Maple Energy	MPLC	dic-07	3,63%		3,63%
8	Relapasa	RELAPAC1	abr-04	3,27%		3,27%
9	Río Alto Mining	RIO	nov-09	1,52%		1,52%
10	Credicorp	BAP	Antes de mayo 2002		3,66%	3,66%
11	Graña y Montero	GRAMONC1	Antes de mayo 2002		2,82%	2,82%
12	Alicorp	ALICORC1	Antes de mayo 2002		2,62%	2,62%
13	Bco. Continental	CONTINC1	Antes de mayo 2002		2,59%	2,59%
14	Intergr Financ Services	IFS	jun-07	3,00%		3,00%
15	El Brocal	BROCALC1	Antes de mayo 2002		2,08%	2,08%
16	Corp. Aceros Arequipa Inv.	CORAREI1	Antes de mayo 2002		2,32%	2,32%
17	Milpo	MILPOC1	nov-03	3,17%		3,17%
18	SIDERPERU	SIDERC1	mar-06	2,70%		2,70%
19	Atacocha "B"	ATACOBC1	mar-07	3,19%		3,19%
20	Southern	SCCO	Antes de mayo 2002		4,10%	4,10%
21	Candente	DNT	feb-07	1,66%		1,66%
22	Cementos Pacasmayo	CPACASC1	Antes de mayo 2002		1,73%	1,73%
23	Morococha de Inversión	MOROCOI1	Antes de mayo 2002		1,60%	1,60%
24	Luz del Sur	LUSURC1	Antes de mayo 2002		2,28%	2,28%
25	Austral Group	AUSTRAC1	Antes de mayo 2002		3,49%	3,49%
26	La Cima	LACIMAC1	ago-06	3,20%		3,20%
27	Cementos Lima	CEMLIMC1	Antes de mayo 2002		1,54%	1,54%
28	EDEGEL	EDEGELC1	Antes de mayo 2002		1,62%	1,62%
29	Corp Lindley Inv.	CORLINI1	Antes de mayo 2002		1,12%	1,12%
30	Agro Ind Pomalca	POMALCC1	Antes de mayo 2002		2,24%	2,24%
31	Scotiabank	SCOTIAC1	Antes de mayo 2002		1,69%	1,69%
32	Alturas Minerales	ALT	jun-08	1,12%		1,12%
33	Minera IRL	MIRL	dic-07	2,78%		2,78%
34	Telefónica "B"	TELEFBC1	Antes de mayo 2002		1,61%	1,61%
35	ADR Telefónica S.A.	TEF	Antes de mayo 2002		1,12%	1,12%
36	La Cima Inversión	LACIMAI1	jul-04	3,89%		3,89%
<b>TOTAL</b>				<b>33,13%</b>	<b>66,87%</b>	<b>100,00%</b>
Total acciones				12	24	36
% acciones				33,33%	66,67%	100,00%

Fuente: BVL, Económica, elaboración propia.

**Gráfico 2. Rendimientos del IGBVL y del portafolio de acciones seleccionadas**



Fuente: Economática, Elaboración propia

### **Commodities**

Precios del oro y cobre, tomados del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) expresados en dólares americanos.

### **Instrumentos de renta fija local**

Cotización mensual del Bono Global Perú 12 (Global 12), obtenida de Economática. Es un instrumento de inversión de renta fija de alta liquidez, emitido por el Gobierno peruano en mercados internacionales; está expresado en dólares americanos.

### **Instrumentos de ahorro bancario**

Estos están representados por la tasa de interés pasiva en moneda nacional (TIPMN) anual del sistema financiero peruano. Para el presente trabajo se calcula

su equivalente mensual. La fuente es el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

Dado que existen activos expresados en nuevos soles y en dólares americanos, se utilizó el tipo de cambio bancario mensual para expresar los activos en dólares a nuevos soles. De esta forma se uniformizaron las series de tiempo de retornos; la información del tipo de cambio se obtuvo del BCRP.

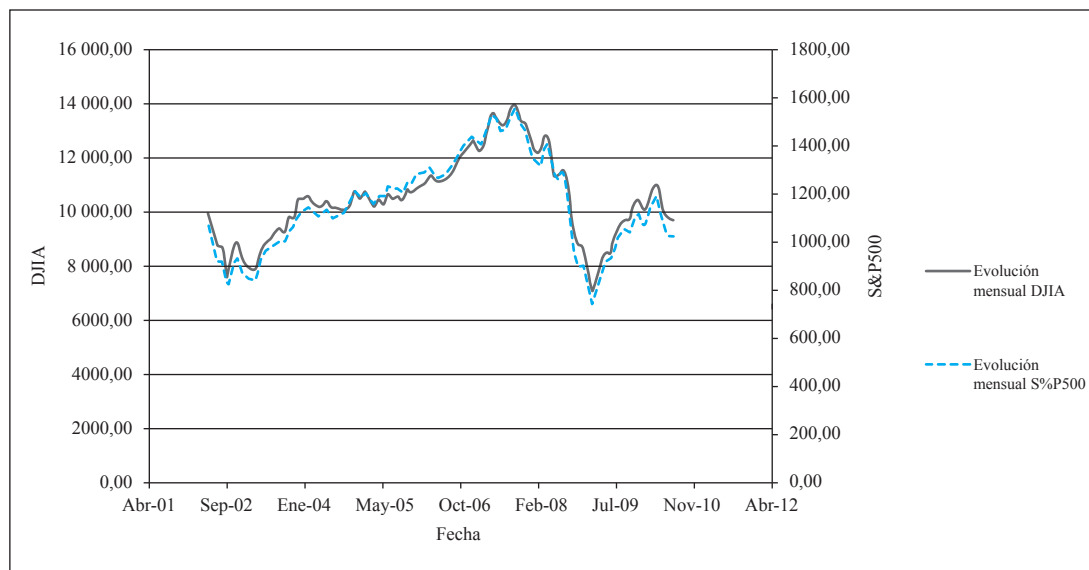
Para la estimación de la tasa libre de riesgo, parámetro útil para estimar el ratio de Sharpe, se utilizó como *benchmark* la tasa de referencia de la política monetaria del BCRP. Se consideró el promedio mensual del período septiembre 2003-julio 2010 (único período disponible), siendo el promedio de 3,70% anual y su equivalente mensual de 0,31%.

Tabla 2. Composición del Dow Jones Industrial Average

Nº	COMPANY NAME	PRIMARY EXCHANGE	TICKER	STYLE	SUBSECTOR	MARKET CAP RANGE	WEIGHT PCT	USD CLOSE	DATE
1	3M Co.	New York SE	MMM	N/A	Diversified Industrials	Broad	5,1%	83,51	05/18/2012
2	Alcoa Inc.	New York SE	AA	N/A	Aluminum	Broad	0,5%	8,43	05/18/2012
3	American Express Co.	New York SE	AXP	N/A	Consumer Finance	Broad	3,4%	55,4	05/18/2012
4	AT&T Inc.	New York SE	T	N/A	Fixed Line Telecommunications	Broad	2,1%	33,66	05/18/2012
5	Bank of America Corp.	New York SE	BAC	N/A	Banks	Broad	0,4%	7,02	05/18/2012
6	Boeing Co.	New York SE	BA	N/A	Aerospace	Broad	4,2%	69,15	05/18/2012
7	Caterpillar Inc.	New York SE	CAT	N/A	Commercial Vehicles & Trucks	Broad	5,4%	88,68	05/18/2012
8	Chevron Corp.	New York SE	CVX	N/A	Integrated Oil & Gas	Broad	6,0%	98,46	05/18/2012
9	Cisco Systems Inc.	NASDAQ NMS	CSCO	N/A	Telecommunications Equipment	Broad	1,0%	16,47	05/18/2012
10	Coca-Cola Co.	New York SE	KO	N/A	Soft Drinks	Broad	4,5%	74,05	05/18/2012
11	E.I. DuPont de Nemours & Co.	New York SE	DD	N/A	Commodity Chemicals	Broad	2,9%	47,97	05/18/2012
12	Exxon Mobil Corp.	New York SE	XOM	N/A	Integrated Oil & Gas	Broad	5,0%	81,47	05/18/2012
13	General Electric Co.	New York SE	GE	N/A	Diversified Industrials	Broad	1,2%	18,95	05/18/2012
14	Hewlett-Packard Co.	New York SE	HPQ	N/A	Computer Hardware	Broad	1,3%	21,44	05/18/2012
15	Home Depot Inc.	New York SE	HD	N/A	Home Improvement Retailers	Broad	2,9%	47,05	05/18/2012
16	Intel Corp.	NASDAQ NMS	INTC	N/A	Semiconductors	Broad	1,6%	26,07	05/18/2012
17	International Business Machines Corp.	New York SE	IBM	N/A	Computer Services	Broad	12,0%	195,88	05/18/2012
18	Johnson & Johnson	New York SE	JNJ	N/A	Pharmaceuticals	Broad	3,9%	63,35	05/18/2012
19	JPMorgan Chase & Co.	New York SE	JPM	N/A	Banks	Broad	2,0%	33,49	05/18/2012
20	Kraft Foods Inc. Cl A	New York SE	KFT	N/A	Food Products	Broad	2,4%	38,49	05/18/2012
21	McDonald's Corp.	New York SE	MCD	N/A	Restaurants & Bars	Broad	5,5%	89,85	05/18/2012
22	Merck & Co. Inc.	New York SE	MRK	N/A	Pharmaceuticals	Broad	2,3%	37,84	05/18/2012
23	Microsoft Corp.	NASDAQ NMS	MSFT	N/A	Software	Broad	1,8%	29,26	05/18/2012
24	Pfizer Inc.	New York SE	PFE	N/A	Pharmaceuticals	Broad	1,4%	22,57	05/18/2012
25	Procter & Gamble Co.	New York SE	PG	N/A	Nondurable Household Products	Broad	3,9%	63,52	05/18/2012
26	Travelers Cos. Inc.	New York SE	TRV	N/A	Property & Casualty Insurance	Broad	3,8%	62,18	05/18/2012
27	United Technologies Corp.	New York SE	UTX	N/A	Aerospace	Broad	4,4%	72,38	05/18/2012
28	Verizon Communications Inc.	New York SE	VZ	N/A	Fixed Line Telecommunications	Broad	2,5%	41,53	05/18/2012
29	Wal-Mart Stores Inc.	New York SE	WMT	N/A	Broadline Retailers	Broad	3,8%	62,43	05/18/2012
30	Walt Disney Co.	New York SE	DIS	N/A	Broadcasting & Entertainment	Broad	2,7%	43,81	05/18/2012
<b>TOTAL</b>							<b>100,0%</b>		

Fuente: *Dow Jones Indexes*.

**Gráfico 3. Evolución mensual DJIA y el S&P 500**



Fuente: Yahoo Finance, elaboración propia.

## 6. Metodología del cálculo

Todos los cálculos y gráficos se realizaron en MS Excel; para la estimación de fronteras y portafolios eficientes y para la optimización de portafolios se utilizó la macro automática Solver.

Se calcularon los retornos de forma mensual en nuevos soles. Los instrumentos denominados en dólares americanos se transformaron a nuevos soles al tipo cambio correspondiente a cada período.

Para el cálculo de retornos, se asume que estos siguen una distribución normal, siendo calculados de forma aritmética, es decir se asume tiempo discreto. Cabe señalar que una forma alternativa de estimar retornos es asumiendo que estos siguen una distribución lognormal y asumiendo retornos en tiempo continuo (Benninga 2008: 239-241).

Para estimar la varianza de los portafolios de inversión se utilizó la metodología brindada por Sharpe (1976: 63-65), asimismo se utilizó como otras referencias a Jhonson (2000: 5-12) y Ho (2004: 16-38).

## 7. Resultados obtenidos

### 7.1. Resultados individuales

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos al estimar el retorno esperado, desviación estándar y ratio de Sharpe para cada uno de los activos en estudio.

Entre la acciones del DJIA, se aprecia que Caterpillar (CAT) y Mc Donalds (MCD) son las acciones que tienen el mayor rendimiento ajustado por riesgo (mayor ratio de Sharpe), ambos con un valor de 0,12; es decir, por cada 1% de riesgo asumido se obtiene 0,12% de exceso de retorno esperado (exceso sobre la tasa libre de riesgo).

La acción de Kraft Foods (KFT) presenta el menor nivel de retorno esperado ajustado por riesgo: - 0,09; la cifra negativa implica que el retorno de la acción fue menor que la tasa de interés libre de riesgo; de forma equivalente, el riesgo asumido al invertir en la acción no ha sido compensado con la rentabilidad obtenida.

Entre las acciones del IGBVL se aprecia que Graña y Montero (GRAMONC1), Cerro Verde (CVERDEC1) y Ferreyros (FERREYC1), tienen los mayores niveles de retorno esperados ajustados por riesgo con 0,35, 0,33 y 0,31 respectivamente; en cambio, el menor retorno esperado ajustado por riesgo lo tiene Cementos Lima (CEMLIMC1) con 0,07.

**Tabla 3. Resultados individuales – retornos julio 2002–julio 2010**

ACCIONES DEL DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE					ACCIONES DEL IGBVL Y OTROS ACTIVOS				
Nº	Título	Retorno	Desviación estándar	Ratio de Sharpe	Nº	Título	Retorno	Desviación Estándar	Ratio de Sharpe
1	MMM	0,5%	6,1%	0,03	30	DIS	0,5%	7,0%	0,03
2	AA	-0,5%	11,6%	-0,07	31	VOLCABC1	6,2%	21,7%	0,27
3	AXP	0,7%	11,6%	0,03	32	CVERDEC1	6,9%	20,0%	0,33
4	T	0,4%	7,2%	0,01	33	MINSURI1	3,1%	12,1%	0,23
5	BAC	0,0%	13,4%	-0,02	34	FERREYC1	4,0%	12,0%	0,31
6	BA	0,4%	8,2%	0,02	35	BVN	2,5%	13,5%	0,16
7	CAT	1,5%	9,7%	0,12	36	CASAGRC1	3,7%	19,5%	0,17
8	CVX	0,8%	6,0%	0,08	37	BAP	3,0%	9,5%	0,28
9	CSCO	0,6%	8,8%	0,03	38	GRAMONC1	5,6%	15,2%	0,35
10	KO	0,1%	4,8%	-0,04	39	ALICORC1	3,2%	12,0%	0,24
11	DD	0,2%	7,4%	-0,01	40	CONTINC1	3,1%	9,4%	0,30
12	XOM	0,5%	5,3%	0,04	41	BROCALC1	5,6%	21,5%	0,24
13	GE	-0,3%	8,2%	-0,07	42	CORAREI1	4,1%	15,5%	0,24
14	HPQ	1,1%	8,3%	0,10	43	SCCO	3,9%	13,6%	0,26
15	HD	-0,1%	7,7%	-0,06	44	CPACASC1	2,3%	10,4%	0,19
16	INTC	0,1%	9,8%	-0,02	45	MOROCOI1	5,2%	30,3%	0,16
17	IBM	0,6%	7,0%	0,04	46	LUSURC1	1,6%	6,3%	0,20
18	JNJ	0,0%	4,1%	-0,07	47	AUSTRAC1	5,0%	21,9%	0,21
19	JPM	0,6%	9,1%	0,03	48	CEMLIMC1	0,8%	7,2%	0,07
20	KFT	-0,2%	5,8%	-0,09	49	EDEGELC1	1,5%	8,1%	0,14
21	MCD	1,0%	6,3%	0,12	50	CORLINI1	3,9%	18,7%	0,19
22	MRK	0,0%	8,3%	-0,04	51	POMALCC1	4,4%	27,0%	0,15
23	MSFT	0,3%	7,0%	-0,01	52	SCOTIAC1	1,5%	15,3%	0,08
24	PFE	-0,6%	5,8%	-0,15	53	TELEFBC1	3,5%	17,5%	0,18
25	PG	0,4%	4,2%	0,02	54	TEF	1,2%	7,9%	0,11
26	TRV	0,4%	5,7%	0,01	55	ORO	1,3%	4,6%	0,21
27	UTX	0,8%	5,4%	0,10	56	COBRE	1,6%	8,0%	0,16
28	VZ	0,0%	6,9%	-0,04	57	GLOBAL 12	0,0%	2,6%	-0,12
29	WMT	0,0%	5,0%	-0,07	58	TIPMN	0,2%	0,1%	-1,34

Fuente: Economática, BCRP, *Yahoo Finance*, Elaboración propia.

En términos absolutos, el cobre (1,6% mensual) es más rentable que el oro (1,3% mensual); sin embargo, en términos de retorno esperado ajustado por riesgo, ocurre lo contrario: el ratio de Sharpe es de 0,21 para el oro y de 0,16 para el cobre; en términos de retorno ajustado por riesgo, los ratios de Sharpe y del bono global 12 son negativos en -0,12 y -1,34 respectivamente.

## 7.2. Análisis de interrelación entre los retornos de los activos

La tabla 4 muestra el número de activos con los que cada título en estudio se correlaciona negativamente de acuerdo a información obtenida de la matriz de correlación.

En la tabla anterior se aprecia que el oro se correlaciona negativamente con 47 de 58 activos (el 81% del total); es, por lo tanto, el activo que presenta más correlaciones negativas con otros activos.

El oro se correlaciona negativamente con 18 (75%) de las 24 del IGBVL incluidas en el presente estudio; las correlaciones con LUSURC1 (Luz del Sur Comunes) y CORAREI1 (Corporación Aceros Arequipa de Inversión) son las más negativas con -26,3% y -19,3% respectivamente; en cambio, la correlación positiva más alta la presenta con BVN (Buenaventura ADR) con 9,1%.

**Tabla 4. Activos con los que cada título se correlaciona negativamente**

N°	Título	Número de activos	% del total	N°	Título	Número de activos	% del total	N°	Título	Número de activos	% del total
1	MMM	6	10,3%	21	MCD	8	13,8%	41	BROCALC1	15	25,9%
2	AA	3	5,2%	22	MRK	7	12,1%	42	CORAREI1	7	12,1%
3	AXP	5	8,6%	23	MSFT	2	3,4%	43	SCCO	2	3,4%
4	T	38	65,5%	24	PFE	8	13,8%	44	CPACASC1	15	25,9%
5	BAC	4	6,9%	25	PG	11	19,0%	45	MOROCOI1	1	1,7%
6	BA	11	19,0%	26	TRV	3	5,2%	46	LUSURC1	6	10,3%
7	CAT	3	5,2%	27	UTX	5	8,6%	47	AUSTRAC1	4	6,9%
8	CVX	4	6,9%	28	VZ	5	8,6%	48	CEMLIMC1	6	10,3%
9	CSCO	4	6,9%	29	WMT	20	34,5%	49	EDEGELC1	7	12,1%
10	KO	4	6,9%	30	DIS	2	3,4%	50	CORLINI1	6	10,3%
11	DD	5	8,6%	31	VOLCABC1	5	8,6%	51	POMALCC1	4	6,9%
12	XOM	4	6,9%	32	CVERDEC1	2	3,4%	52	SCOTIAC1	4	6,9%
13	GE	4	6,9%	33	MINSURI1	8	13,8%	53	TELEFBC1	12	20,7%
14	HPQ	3	5,2%	34	FERREYC1	7	12,1%	54	TEF	3	5,2%
15	HD	14	24,1%	35	BVN	7	12,1%	55	ORO	47	81,0%
16	INTC	3	5,2%	36	CASAGRC1	8	13,8%	56	COBRE	9	15,5%
17	IBM	4	6,9%	37	BAP	3	5,2%	57	GLOBAL 12	13	22,4%
18	JNJ	7	12,1%	38	GRAMONC1	5	8,6%	58	TIPMN	27	46,6%
19	JPM	6	10,3%	39	ALICORC1	11	19,0%				
20	KFT	7	12,1%	40	CONTINC1	3	5,2%				

Fuente: elaboración propia

El oro se correlaciona negativamente con 28 (93%) de las 30 acciones que componen el DJIA; las correlaciones con AXP (American Express Co.) e INTC (Intel Corp.) son las más negativas con -26,6% cada una; la correlación positiva más alta la presenta con T (AT&T Inc.) con 13,5%.

El rendimiento de los precios del oro se correlaciona positivamente con el rendimiento de los precios del cobre y con el bono global 2012 en 9,8% y 15,1% respectivamente; por otro lado, se correlaciona negativamente con la tasa de interés pasiva en moneda nacional (TIPMN): -2,3%.

El cobre se correlaciona positivamente con 23 (96%) de 24 acciones locales (IGBVL) incluidas en el presente

estudio y con 24 (80%) de 30 acciones que componen el DJIA.

A nivel local, las correlaciones más altas del cobre se presentan con VOLCABC1 (Volcán Comunes), CVERDEC1 (Cerro Verde) y CPACASC1 (Cementos Pacasmayo), con 37,8%, 35,1% y 34,9% respectivamente.

Dentro de las acciones que componen el DJIA, la correlación más positiva del cobre se cumple con AXP (American Express Co.), GE (General Electric) y AA (Alcoa Inc.), con 29,5%, 24,5% y 21,7% respectivamente; la correlación más negativa corresponde a PG (Procter & Gamble) -9,5%.

**Tabla 5. Correlaciones del rendimiento del oro con los demás activos**

Nº	Título	Correlación	Nº	Título	Correlación	Nº	Título	Correlación
1	MMM	-0,05%	21	MCD	-0,05%	41	BROCALC1	-4,1%
2	AA	-0,07%	22	MRK	-0,02%	42	CORAREI1	-19,6%
3	AXP	-0,14%	23	MSFT	-0,06%	43	SCCO	8,2%
4	T	0,04%	24	PFE	-0,01%	44	CPACASC1	8,7%
5	BAC	-0,11%	25	PG	-0,03%	45	MOROCOI1	-18,8%
6	BA	-0,03%	26	TRV	-0,02%	46	LUSURC1	-25,3%
7	CAT	-0,09%	27	UTX	0,00%	47	AUSTRAC1	-8,6%
8	CVX	-0,04%	28	VZ	-0,04%	48	CEMLIMC1	-20,2%
9	CSCO	-0,09%	29	WMT	-0,04%	49	EDEGELC1	-11,0%
10	KO	0,00%	30	DIS	-0,05%	50	CORLINI1	-11,0%
11	DD	-0,07%	31	VOLCABC1	-11,2%	51	POMALCC1	-3,3%
12	XOM	-0,02%	32	CVERDEC1	7,0%	52	SCOTIAC1	-20,6%
13	GE	-0,09%	33	MINSURI1	-7,0%	53	TELEFBC1	-17,8%
14	HPQ	-0,05%	34	FERREYC1	1,0%	54	TEF	-1,0%
15	HD	-0,07%	35	BVN	9,1%	55	ORO	100%
16	INTC	-0,12%	36	CASAGRC1	-4,5%	56	COBRE	9,80%
17	IBM	-0,01%	37	BAP	-15,0%	57	GLOBAL 12	15,08%
18	JNJ	-0,03%	38	GRAMONC1	14,4%	58	TIPMN	-2,26%
19	JPM	-0,04%	39	ALICORC1	-10,7%			
20	KFT	0,02%	40	CONTINC1	-14,9%			

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento del bono global 2012 se correlaciona negativamente con 7 de 24 (29%) acciones que componen el IGBVL incluidas en el presente estudio, así como con 5 de 30 acciones (17%) que componen el DJIA.

TIPMN se correlaciona negativamente con 7 de 24 acciones del IGBVL incluidas en el presente estudio y con 18 de 30 acciones que componen el DJIA.

### 7.3. Estimación de portafolios y fronteras eficientes

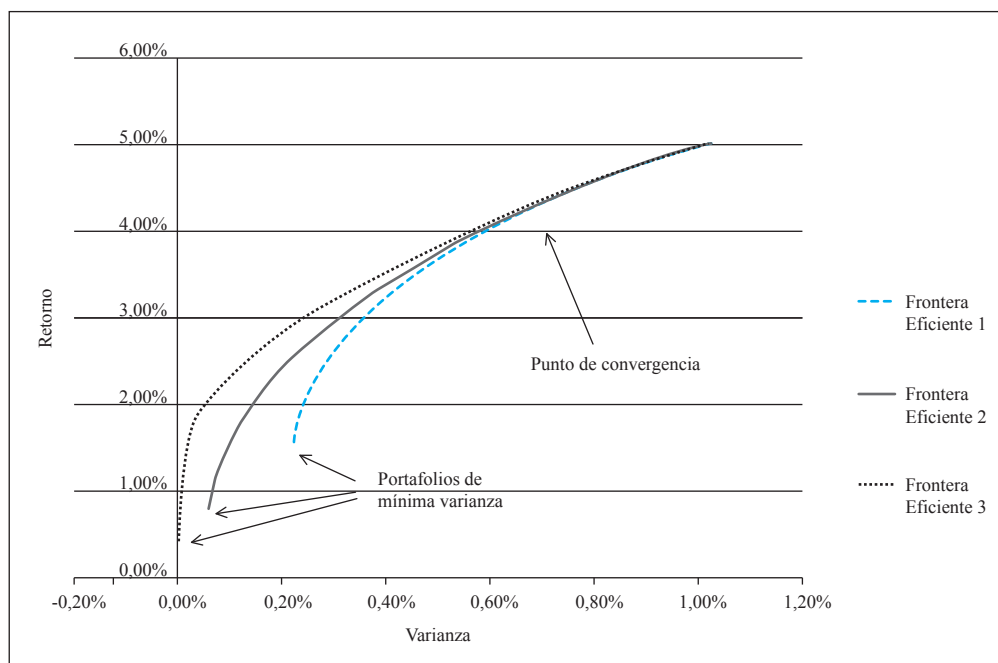
El gráfico 4 muestra las siguientes fronteras eficientes:

- Frontera eficiente 1 (FE1): portafolios de inversión en acciones que componen el IGBVL.
- Frontera eficiente 2 (FE2): portafolios de inversión en acciones que componen el IGBVL y el DJIA.

- Frontera eficiente 3 (FE3): portafolios de inversión en acciones que componen el IGBVL, DJIA, oro, cobre, bono global 12 y TIPMN.

En el gráfico anterior se observa que FE3 se encuentra encima de FE2 y FE1 en el tramo de varianzas de 0% a 0,72% (punto de convergencia); esto implica que para todos los valores de portafolios eficientes que pertenecen a FE2 y FE1 en el tramo de varianzas señalado, FE3 proporciona portafolios eficientes más rentables. A medida que aumenta la varianza, FE3, FE2 y FE1 convergen a los mismos valores o proporcionan la misma rentabilidad, lo que ocurre aproximadamente a partir de una varianza de 0,72% (8,5% de desviación estándar y 4,4% de rentabilidad mensual).

Gráfico 4. Fronteras eficientes



Fuente: Elaboración propia



Se evidencia que la diversificación de un portafolio de acciones de la BVL, en oro, bono global 12, acciones del DJIA, cobre e instrumentos de ahorro bancario, contribuye a reducir el riesgo de forma significativa.

El gráfico muestra también que el portafolio de mínima varianza de FE3 tiene varianza igual a cero, y retorno esperado de 0,4% mensual aproximadamente.

El gráfico 5 muestra la relación entre el ratio de Sharpe de FE1, FE2 y FE3 y la desviación estándar. Se aprecia que las tres curvas convergen a un único valor a partir de una desviación estándar de 8,5% aproximadamente (varianza de 0,72%). Asimismo se puede observar que el retorno ajustado por riesgo (medido a través del ratio de Sharpe), de FE3 es superior a los retornos ajustados por riesgo de FE2 y FE1 para cualquier

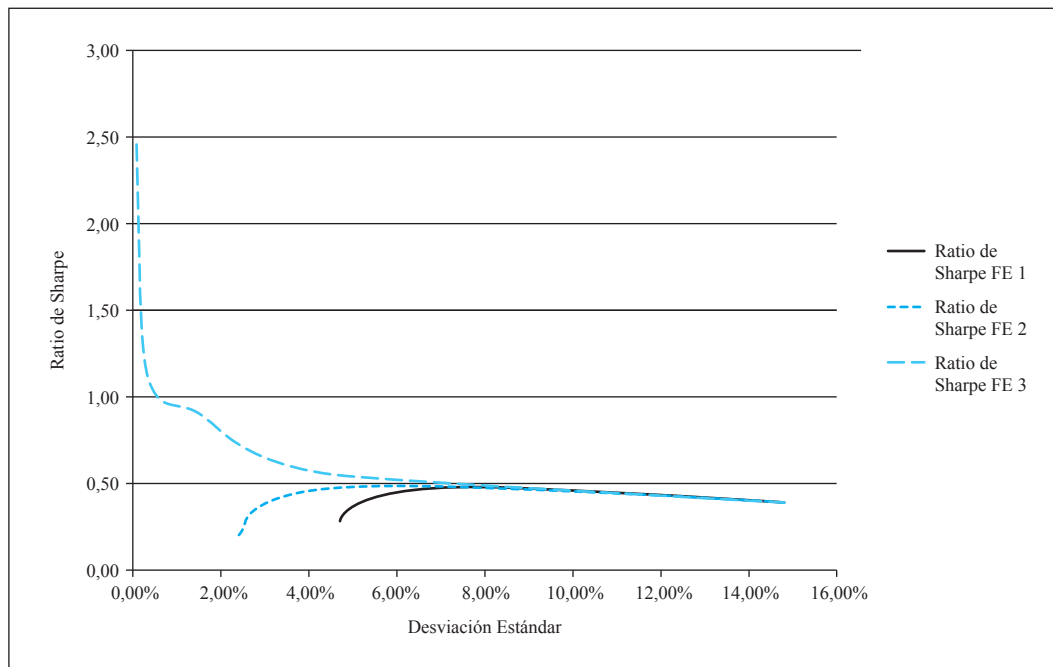
portafolio eficiente de FE2 y FE3 en el tramo de varianza de 0% a 0,72%.

En el gráfico anterior se aprecia también el comportamiento asintótico del ratio de Sharpe de FE3 debido a que la desviación estándar del portafolio de mínima varianza de FE3 es cero.

La tabla 6 muestra los resultados de la estimación de cinco portafolios ubicados en las fronteras eficientes FE1, FE2 y FE3; el detalle de títulos que lo componen se muestra en el anexo.

El portafolio 1 es el portafolio de mínima varianza de FE1: tiene una varianza de 0,2186% (en el rango de 0% a 0,72% de varianza en que FE3 tiene retornos superiores) y un retorno de 1,5%.

**Gráfico 5. Ratio de Sharpe de fronteras eficientes**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6. Comparación de portafolios eficientes**

		DESCRIPCIÓN	Acciones IGBVL	Acciones DJIA	Cobre	Oro	Gobal 12	TIPMN	Portafolio
Frontera eficiente 1	Portafolio 1 (mínima varianza)	% de inversión	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		N° de activos	6	0	0	0	0	0	6
		Varianza (mínima)							0,2186%
		Desviación estándar							4,7%
		Retorno mensual							1,5%
		Ratio de Sharpe							0,24
		Retorno anualizado							17,4%
Frontera eficiente 2	Portafolio 2	% de inversión	63,4%	36,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		N° de activos	11	4	0	0	0	0	15
		Varianza							0,2186%
		Desviación estándar							4,7%
		Retorno mensual							2,46%
		Ratio de Sharpe							0,46
		Retorno anualizado							29,6%
Frontera eficiente 3	Portafolio 3	% de inversión	46,9%	0,0%	0,0%	53,1%	0,0%	0,0%	100,0%
		N° de activos	9	0	0	1	0	0	10
		Varianza							0,2186%
		Desviación estándar							4,7%
		Retorno mensual							2,9%
		Ratio de Sharpe							0,56
		Retorno anualizado							35,0%
Frontera eficiente 2	Portafolio 4 (mínima varianza)	% de inversión	21,6%	78,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
		N° de activos	4	10	0	0	0	0	14
		Varianza							0,0531%
		Desviación estándar							2,3%
		Retorno mensual							0,50%
		Ratio de Sharpe							0,08
		Retorno anualizado							6,0%
Frontera eficiente 3	Portafolio 5 (mínima varianza)	% de inversión	0,8%	0,8%	0,0%	6,5%	91,9%	0,0%	100,0%
		N° de activos	3	1	0	1	1	0	6
		Varianza							-0,0004%
		Desviación estándar							-
		Retorno mensual							0,4%
		Ratio de Sharpe							-
		Retorno anualizado							4,3%

Fuente: Elaboración propia

Los portafolios 2 y 3 pertenecen a FE2 y FE3 respectivamente; sus retornos fueron calculados considerando una varianza de 0,2186% (igual valor que el portafolio de mínima varianza de FE1) en cuyo caso los retornos obtenidos son de 2,46% y 2,9% respectivamente, superiores al retorno del portafolio 1.

En términos de retorno ajustado por riesgo medido con el ratio de Sharpe, el portafolio 1 también es superior con 0,56 contra 0,46 y 0,24 de los portafolios 2 y 1, respectivamente.

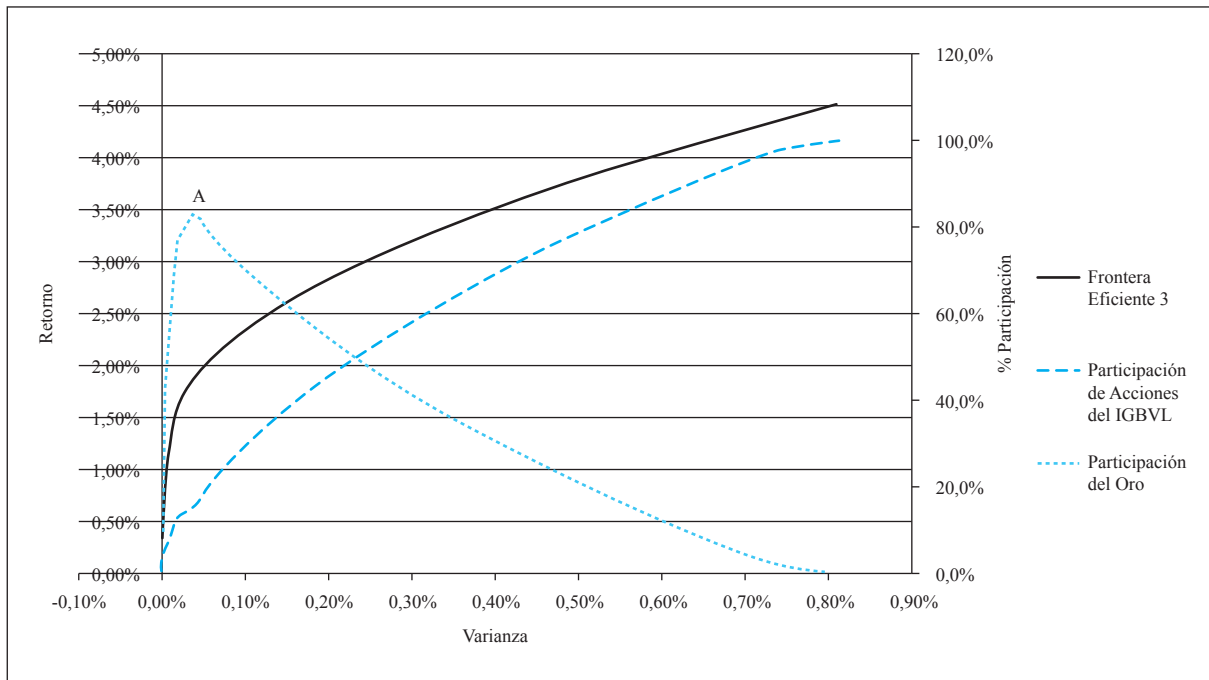
El portafolio 3 (de FE3) se estructura con una combinación de 46,9% de acciones que componen el IGBVL y 53,1% de oro; de acuerdo al algoritmo de cálculo no se asignaron porcentajes de inversión a las acciones del DJIA, cobre, ahorro bancario, ni al bono global 12.

El portafolio 4 es el portafolio de mínima varianza de FE2; se estructura con 21,6% de acciones que componen el IGBVL y 78,4% de acciones del DJIA; tiene una varianza de 0,0531% y un retorno esperado de 0,50% mensual.

El portafolio 5 es el portafolio de mínima varianza de FE3; se aprecia que la combinación es de 0,8% de acciones del IGBVL, 0,8% de acciones del DJIA, 6,5% de oro y 91,9% en bonos global 12; proporciona una varianza de 0% y un retorno mensual de 0,4%.

El gráfico 6 compara FE3 y la participación de las acciones del IGBVL y el oro en los portafolios eficientes de FE3: la participación del oro es creciente desde 6,5% hasta 83,2% (punto A) para varianzas en el tramo de 0% a 0,04% (desviaciones estándar de 0% a

**Gráfico 6. Frontera eficiente 3 y participación de acciones IGBVL y oro**



Fuente: Elaboración propia

2,0%); por otro lado, para valores mayores a 0,04%, la participación del oro es decreciente. La participación de acciones del IGBVL es creciente para todos los tramos a medida que se incrementa la rentabilidad esperada (aumento de la varianza).

A partir de una varianza de 0,04% (rentabilidad de 1,91% mensual), se aprecia que existe un *trade off* entre el oro y las acciones del IGBVL; es decir, a medida que se incrementa la rentabilidad esperada —y la varianza—, la participación del oro disminuye y la participación del IGBVL aumenta pues entre ambos existe una relación de sustitución; asimismo, a medida que se busca reducir la varianza del portafolio, la participación del oro se incrementa.

En todos los portafolios que componen la frontera eficiente de FE3 existe un nivel de participación del oro y acciones del IGBVL.

En cuanto a la participación de los demás activos en FE3, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- La participación del cobre y de los ahorros bancarios (TIPMN) es nula para cada portafolio que compone la frontera eficiente, de donde se deduce que su efecto en la disminución del riesgo de los portafolios es nula.
- La participación del bono global 12 va de 91,9% (frontera eficiente) a 0% en un rango de varianzas de 0% a 0,02% (desviaciones estándar de 0% a 1,34%) o de retornos de 0,36% a 1,57% mensual. En el tramo de varianzas señalado, a medida que aumenta la varianza, disminuye la participación del bono global 12 y aumenta la participación del oro.
- La participación de las acciones del DJIA va de 0,8% (frontera eficiente), tiene un máximo de 12,8% —con una varianza de 0,02% y rentabilidad de 1,57% mensual—, y disminuye a 0%, —con una

varianza de 0,09% y rentabilidad de 2,29% mensual—. A medida que aumenta la participación del oro y de las acciones que componen el IGBVL para buscar mayores retornos esperados, disminuye la participación de las acciones del DJIA.

Para complementar este estudio, se realizó un análisis comparativo entre el IGBVL y FE3: se obtuvo que la rentabilidad de 3,0% promedio mensual (36% anual) del IGBVL, en el período junio 2002- julio 2010, tiene una desviación estándar de 9,78%. El retorno señalado puede obtenerse con un portafolio de FE3, con una desviación estándar 4,89%, con una combinación de 49% en acciones del IGBVL y 51% de oro, lo que pone en evidencia que la diversificación en oro reduce el riesgo del portafolio.

## 8. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se evaluó si la diversificación de un portafolio de inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Lima puede ser menos riesgosa si se incluyen otros activos como acciones que componen el DJIA, oro, cobre, bono global 12 y ahorro bancario (medido a través de la TIPMN). Al respecto, en el período junio 2002-julio 2010 y de acuerdo a la metodología de trabajo explicada, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El riesgo de un portafolio compuesto por acciones del IGBVL puede ser reducido por la diversificación en oro, bono global 12 y acciones que componen el DJIA.
- El cobre e instrumentos de ahorro bancario no contribuyen a reducir el riesgo de un portafolio de inversión compuesto por acciones del IGBVL.
- El oro y las acciones del IGBVL se encuentran en todos los portafolios de la frontera eficiente; existe un *trade off* entre ambos a partir de una varianza

de 0,04% (retornos esperados de 1,91% mensual o 23% anual). Cuando la participación de acciones del IGBVL aumenta para buscar retornos más altos, la participación del oro tiende a disminuir.

- Es posible reducir significativamente el riesgo de una inversión en el IGBVL con un portafolio que asigne el 49% de sus inversiones a acciones del IGBVL y 51% en oro.

## Referencias bibliográficas

- Akar, Cuneyt (2011). Dynamic Relationships between Stock Exchange, Gold, and Foreign Exchange Returns in Turkey. *Middle Eastern Finance and Economics*, 12, 109-115, Victoria.
- Baur, Dirk y Brian Lucey (2010). Is Gold a Hedge or a Safe Heaven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. *The Financial Review—Eastern Finance Association*, 45, 217-229, Florida.
- Benninga, Simon (2008). *Financical Modeling*. Tercera edición. Massachusetts: The MIT Press.
- Butler, Kirt y Domingo Joaquin (2002). Are the gains from international portfolio diversification exaggerated? The influence of downside risk in bear markets. *Journal of International Money & Finance*, 21, 981-1011, Amsterdam.
- Coudert, Virginie y Hélène Raymond (2010). Gold and financial assets: are there any safe havens in bear markets? Centre de'études prospectives et d'informations internationales, Document de Travail, N° 13, Paris.
- Ho, Thomas y Sang Lee (2004). *The Oxford Guide to Financical Modeling*. Nueva York: Oxford University Press.
- Jhonson, Christian (2000). *Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión*. Documentos de Trabajo – Banco Central de Chile, N° 67, marzo, Santiago de Chile.
- Lawrence, Colin (2003). *Why is gold different from other assets? An empirical investigation*. Londres: World Gold Council.
- Lessard, Donald R. (1973). International Portfolio Diversification: A Multivariate Analysis for a Group of Latin American Countries. *The Journal of Finance*, 28(3), 619-633.
- Malacrida, Fabio y Magdalena Perutti (2008). Administración de reservas internacionales – Asignación estratégica por monedas. *Revista Quantum*, III(2), diciembre, Montevideo.
- Markowitz, Harry (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Ortiz, Diana, Miguel Chirinos e Ivonka Hurtado (2010). The Efficient Frontier and the Limits on Investment for Pension Plan Administrators (AFP): A New Perspective. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(29), 95-117. Lima.
- Pereda, Javier (2007). *Estimación de la frontera eficiente de las AFP en el Perú y el impacto de los límites de inversión: 1995-2004*. Serie Documentos de Trabajo – Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo 2007-009, mayo, Lima.
- Sharpe, William F. (1976). *Teoría de cartera y del mercado de capitales*. Bilbao: Ediciones Deusto S.A.
- Solnik, Bruno (1974). Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically. *Financical Analysts Journal*, 30(40), 89-94, Nueva York.
- Sumner, Steven W., Robert Jhonson y Luc Soenen (2010). Spillover effects among gold, stocks and bonds. *Journal of Centrum Cathedra*, 3(2), 106-120, Lima.

Fecha de recepción: 01 de febrero de 2012

Fecha de aceptación: 11 de junio de 2012

Correspondencia: juan.ames@pucp.edu.pe