

# ***“Teoría de Diversificación de Cartera: caso de estudio para el mercado de capitales argentino (período 2004/3T-2009)”***

***Morbiducci, Marco René<sup>1</sup>***

## **Resumen**

Este trabajo consiste en la aplicación de la teoría de diversificación de cartera para el caso del mercado capitales argentino. Se busca conformar una cartera de acciones que coticen en el panel merval (más específicamente que se encuentren dentro del índice Merval trimestral), con el objeto ulterior de evaluar su performance a lo largo del periodo 2004/3T-2009, y contrastarla con el rendimiento de un benchmark (que en nuestro caso será el índice Merval). Para conformar el portafolio propio se utiliza como herramienta de optimización el Solver de Excel, y en base a esta técnica se deciden las proporciones óptimas a invertir en la cartera al inicio de cada trimestre, dicho proceso se repite trimestralmente, obteniéndose los retornos respectivos para cada observación. Al final del periodo se procede a comparar la relación Rendimiento/Riesgo para nuestra cartera, y el índice Merval, concluyendo finalmente cuál es la alternativa más rentable.

## **Palabras clave:**

Diversificación de cartera – Carteras óptimas ex-ante – Retornos trimestrales – Regla técnica de inversión – Comparación de inversiones

---

<sup>1</sup> Estudiante de Licenciatura en Economía.  
Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.  
marcomorbiducci@hotmail.com

## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>Pág. 3</b>
<b>Objetivos del trabajo.....</b>	<b>Pág. 4</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>Pág. 5</b>
<b>Metodología y desarrollo empírico.....</b>	<b>Pág. 9</b>
<b>Observaciones y comentarios del estudio.....</b>	<b>Pág. 13</b>
<b>Conclusiones finales y posibles extensiones del trabajo.....</b>	<b>Pág. 17</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>Pág. 19</b>
<b>Bibliografía y fuentes consultadas.....</b>	<b>Pág. 23</b>

## Introducción

Uno de los tópicos que considero más interesantes dentro de la teoría financiera es la *teoría de diversificación de portafolio*, es por esta razón que a partir del curso de posgrado de “Teoría Financiera y Finanzas Corporativas”<sup>2</sup>, decidí abordar esta temática con una aplicación eminentemente práctica para el caso del mercado bursátil argentino, más específicamente para el mercado de renta variable (y dentro de este subconjunto, el de aquellas especies cotizantes en el panel merval).

Como posteriormente se podrá deducir del desarrollo del trabajo, no se trata de un modelo muy complejo, incluso puede ser asequible para cualquier estudiante allegado a las ciencias económicas, con conocimientos básicos de estadística; de hecho quien lo realiza es un estudiante de pre-grado de la carrera de Licenciatura en Economía, cuya intención es la de realizar un estudio práctico para el mercado bursátil argentino, del cual se puedan desprender investigaciones posteriores.

Un hecho interesante que se va a apreciar en el trabajo, es el surgimiento de una problemática que al comenzar el análisis no fue tomada en cuenta, sino que surgió a medida que se recolectaban y procesaban los datos. Esta problemática está vinculada con la realidad que ofreció la crisis económica reciente, que surge con la crisis inmobiliaria estadounidense de las hipotecas sub-prime (a mediados de 2007), y se agudiza en el 2008 con la crisis financiera, derivando en la quiebra del Lehman Brothers, como el hecho financiero más trágico dentro del periodo de estudio (2004/3T-2009). Pero aún más interesante, es la respuesta que el modelo propuesto otorga ante semejante situación.

Aprovecho también, para agradecerle al profesor Dr. Gastón Milanesi, por su apoyo y orientación, lo cual fue de mucha ayuda para el abordaje del presente trabajo.

---

<sup>2</sup> Curso dictado para la Maestría y Doctorado en Economía, del Departamento de Economía de la Universidad Nacional del Sur, a cargo del Dr. Hernán Vigier, Dr. Gastón Milanesi y Dra. Anahí Briozzo.

## Objetivos del trabajo

Este trabajo, tiene como principal objetivo desarrollar un caso de estudio para el mercado de capitales argentino, a la luz de la *Teoría de Diversificación de Cartera*; básicamente aplicar la técnica de diversificación de portafolio estudiada por Harry Markowitz<sup>3</sup>.

Con este estudio, también se busca (en forma indirecta) contrastar la hipótesis de eficiencia de mercado<sup>4</sup>. Motivo por el cual, buscaremos armar una cartera de acciones que forman parte de la composición trimestral del índice Merval, y compararemos su rendimiento con el del índice mencionado, para un horizonte de tiempo determinado (23 trimestres, desde 1T-04 al 3T-09).

Si bien se acepta que este estudio puede arrojar un modelo teórico, que en la aplicación práctica puede encontrar algunas limitaciones, a posteriori se le pueden realizar modificaciones no sustantivas, que lo doten de mayor adaptabilidad empírica.

Siguiendo la misma línea del párrafo precedente, podemos decir que el presente trabajo no intenta construir un modelo infalible, de carácter predictivo, para ser aplicado directamente en el mercado de capitales. Por el contrario, busca ser una aproximación teórica-práctica del alcance que puede tener una herramienta tan simple y antigua (desarrollada hace mas de 50 años) como la diversificación de cartera, cuando nos encontramos ante la decisión de invertir en el mercado bursátil.

Otro objetivo implícito dentro del trabajo, tiene que ver con el estudio y la observación particular del comportamiento de los precios en nuestro mercado de capitales, su volatilidad, concentración, variación del número de firmas cotizantes, y otras particularidades. Si bien estos aspectos no serán desarrollados en el presente estudio, la observación detenida de la evolución de las cotizaciones de los papeles que compondrán la cartera propia en cada trimestre, pueden arrojar una buena aproximación de los hechos que caracterizan al mercado de capitales argentino.

---

<sup>3</sup> Markowitz, H. M., *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment* (Cowles Foundation Monograph 16). Yale University Press, New Haven, Conn., 1959.

<sup>4</sup> Se quiere saber, si en base a la información que arrojan los precios pasados (hipótesis de eficiencia de mercado en sentido débil), se le puede ganar al mercado en forma sistemática.

## Marco teórico

### Medición del riesgo y retorno de una cartera

Para este trabajo, partimos del supuesto de que los inversores miden la utilidad esperada de la elección entre activos riesgosos observando la media y varianza que resulta de la combinación de estos. Es decir, para un portfolio manager, el riesgo y retorno de una cartera, van a ser la varianza y media promedio ponderada de los activos que la compongan. Para desarrollar un poco más estos conceptos de medición de riesgo y retorno de un portafolio avancemos sobre los siguientes temas.

### Supuesto de distribución normal de los retornos

Si miramos únicamente la media y varianza como determinantes del rendimiento y riesgo de una cartera, necesariamente debemos suponer que los retornos de los activos siguen una distribución de probabilidad del tipo normal (campana gaussiana). Este supuesto nos indica que los retornos serán distribuidos en forma simétrica, con un 50% de probabilidades que se encuentren sobre la media (y a menos de un desvío estándar), un 15,9% de que caigan por encima de un desvío estándar respecto de la media, y un 2,3% de que se hallen a más de dos desvíos estándar respecto de la media. Incluso con este supuesto tanto la varianza como la semivarianza<sup>5</sup> son medias equivalentes del riesgo.

### Calculo de la media y varianza para una cartera de 2 activos

A los fines prácticos consideraremos el cálculo de la media y varianza para una cartera de 2 activos normalmente distribuidos, en un apartado posterior haremos la extensión a 3 y  $N$  activos.

Matemáticamente, el retorno del portafolio puede ser expresado como la suma ponderada de 2 variables aleatorias:

$$\tilde{R}_p = a\tilde{X} + b\tilde{Y}$$

Aplicando el operador esperanza, se obtiene que el rendimiento esperado del portafolio es igual al promedio ponderado de los rendimientos medios de los activos:

$$E(\tilde{R}_p) = aE(\tilde{X}) + bE(\tilde{Y})$$

---

<sup>5</sup> La semivarianza es una medida de riesgo menos intuitiva que la varianza, pero que puede ser de gran utilidad para valuar el riesgo de una cartera cuando los retornos de los activos no se encuentren normalmente distribuidos. Esta medida no toma en cuenta en su cálculo aquellos valores que se encuentran por encima de la media, es decir su ponderación es cero.

Por su parte, la varianza del portafolio puede expresarse como:

$$VAR(\tilde{R}_p) = E[\tilde{R}_p - E(\tilde{R}_p)]^2$$

Aplicando el operador esperanza y desarrollando la ecuación<sup>6</sup>, se obtiene la ecuación de la varianza del portafolio.

$$VAR(\tilde{R}_p) = a^2 VAR(\tilde{X}) + b^2 VAR(\tilde{Y}) + 2ab COV(\tilde{X}, \tilde{Y})$$

Donde,

$$COV(\tilde{X}, \tilde{Y}) = E[(\tilde{X} - E(\tilde{X}))(\tilde{Y} - E(\tilde{Y}))]$$

Esta última medida, la covarianza, mide la forma en que las variables aleatorias (retornos de los activos para nuestro caso) se mueven una en relación a la otra. Es decir si la covarianza es positiva, ambas se mueven en la misma dirección, y si es negativa lo harán en dirección opuesta. La covarianza es un concepto extremadamente importante, porque *es la medida apropiada para evaluar la contribución de un activo al riesgo del portafolio*<sup>7</sup>.

### Cartera de varianza mínima

En este apartado se mostrará brevemente la forma matemática de determinar las posiciones óptimas para una cartera compuesta por 2 activos ( $a\%$  de  $X$  y  $b\%$  de  $Y$ ), de modo que se minimice la varianza total del portafolio. Recordemos que la suma de las participaciones es igual a 1, por lo tanto  $b = 1-a$ . Entonces podemos expresar la varianza de la cartera como:

$$VAR(\tilde{R}_p) = a^2 \sigma_x^2 + (1-a)^2 \sigma_y^2 + 2a(1-a)r_{xy}\sigma_x\sigma_y$$

Donde  $r_{xy}$ : coeficiente de correlación entre los 2 activos; y  $\sigma_x$  y  $\sigma_y$ : son los desvíos estándar de los retornos.

Para hallar las proporciones óptimas de cada activo dentro de la cartera, derivamos la varianza del portafolio respecto de  $a$ , e igualamos a cero (ya que en ese punto nos encontramos en equilibrio obteniendo la varianza mínima).

Analíticamente tenemos:

$$\frac{dVAR(\tilde{R}_p)}{da} = 2a\sigma_x^2 - 2a\sigma_y^2 + 2a\sigma_y^2 + 2r_{xy}\sigma_x\sigma_y - 4r_{xy}\sigma_x\sigma_y = 0$$

<sup>6</sup> Para un desarrollo completo ver “*Financial Theory and Corporate Policy*”, de Thomas E. Copeland, J. Fred Weston y Kuldeep Shastri, página 111.

<sup>7</sup> Para mayor información remitirse al capítulo 5 del libro oportunamente citado.

Resolviendo para el porcentaje óptimo de inversión en X, en orden de obtener la varianza mínima de portafolio, tenemos:

$$\alpha^* = \frac{\sigma_Y^2 - r_{XY}\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2r_{XY}\sigma_X\sigma_Y}$$

Es importante aclarar que en el estudio de caso, las proporciones óptimas de cada activo en la cartera a conformar, se determinarán en base a una restricción distinta de la recién tratada (minimizar la varianza del portafolio). Como luego será explicado en la sección referida a la metodología, en la aplicación empírica se buscará establecer las participaciones óptimas de los activos, a través de un método iterativo, que tenga como objetivo maximizar la relación Media/Varianza de la cartera.

### Media, varianza y covarianza del portafolio con $N$ activos riesgosos<sup>8</sup>

En este último apartado de la sección, vamos a extender el cálculo de la media, varianza y covarianza para el caso de una cartera con  $N$  activos, como es el caso de nuestro estudio. Primero realizaremos el cálculo para 3 activos y luego se hará la generalización para  $N$ .

Para el caso de 3 activos, el retorno esperado del portafolio es:

$$E(R_p) = E[w_1R_1 + w_2R_2 + w_3R_3]$$

Donde,  $w_i$  representa la participación de cada activo en la cartera.

En resumen, para el caso general de  $N$  activos, se obtiene:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i E(R_i)$$

Siendo  $E(R_i)$  el retorno esperado para cada activo que compone la cartera.

En el caso de la varianza del portafolio de 3 activos, tenemos la suma cuadrada de las diferencias respecto de la media. Esto lo expresamos como:

$$VAR(R_p) = \left\{ [(w_1R_1 + w_2R_2 + w_3R_3) - (w_1E(R_1) + w_2E(R_2) + w_3E(R_3))]^2 \right\}$$

Resolviendo, tenemos:

$$VAR(R_p) = w_1^2 VAR(R_1) + w_2^2 VAR(R_2) + w_3^2 VAR(R_3) + 2w_1w_2 COV(R_1, R_2) + 2w_1w_3 COV(R_1, R_3) + 2w_2w_3 COV(R_2, R_3)$$

<sup>8</sup> Para un desarrollo completo, referirse a las páginas 127-130, del libro op. cit., allí también se encontrará el tratamiento matricial para el cálculo del retorno y varianza de un portafolio con  $N$  activos, que se aplica en el presente trabajo.

Y extendiéndolo para  $N$  activos, la varianza del portafolio es la suma ponderada de los términos de varianza y covarianza, que puede ser escrito como:

$$VAR(R_p) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij}$$

Donde  $\sigma_{ij}$ , es el término de covarianza.



## Metodología y desarrollo empírico

### Obtención y criterio de selección de los datos

Para el desarrollo del presente estudio empírico, se utilizaron series históricas de precios (de frecuencia mensual), de acciones que cotizan en el Mercado de Valores de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires, también se usó la serie histórica para el índice Merval. Los precios se encuentran registrados a valores corrientes, con el valor de cotización (mensual) a 72hs<sup>9</sup>, a precio de cierre. También se utilizó en forma puntual (para el cálculo del valor de las acciones que forman parte de la cartera óptima<sup>10</sup>) la cotización diaria de las especies al cierre de cada trimestre (los valores de cotización siguen la metodología aclarada recientemente). El horizonte temporal de los datos recolectados comienza en diciembre de 2002, y se extiende hasta las cotizaciones del día 30 de septiembre de 2009<sup>11</sup>.

Uno de los criterios de preselección de activos, para luego formar la cartera propia, consistió en dotar el portafolio, con acciones que tuvieran cierta liquidez, por eso se decide observar la composición trimestral del índice Merval, y preseleccionar aquellas especies cuya participación en el mismo supere el 2%. De esta manera se busca acotar el horizonte de activos que serán factibles de elección al momento de crear nuestro portafolio.

### Herramientas de análisis y proceso de datos

Se calcularon los retornos mensuales, para las series históricas de precios de las especies preseleccionadas (en base al criterio de mencionado anteriormente)<sup>12</sup>. Una vez obtenidos los rendimientos, se procede a armar una matriz de retornos para todas las especies seleccionadas, en la misma se incluyen también, los retornos del índice Merval (a modo de ejemplo ver tabla 1, de los Anexos). Este procedimiento se repite para cada trimestre del periodo de estudio, en total se evalúan retornos para 23 trimestres, que abarcan desde el primer trimestre de 2004 hasta el tercero del 2009 (1T-04/3T-09). Posteriormente al cálculo de los retornos y la construcción de la matriz, se calcula para

---

<sup>9</sup> Las transacciones pueden concretarse al contado o a 72hs, por lo tanto los precios quedan registrados en estas dos formas, según el tipo de transacción que corresponda. Las operaciones a contado son liquidadas en 24hs, mientras que las segundas lo hacen a las 72hs.

<sup>10</sup> Nos referimos a una cartera óptima ex-ante.

<sup>11</sup> Excepto para el cálculo del valor de las acciones de PBE. Especie que registra como último día de cotización, el 24/09/09.

<sup>12</sup> El método utilizado para el cálculo de retorno fue el retorno aritmético,  $(P_t - P_{t-1})/P_{t-1}$

cada especie (y también para el índice), una media y varianza (con su respectivo desvío) aritmética de los rendimientos, considerando las últimas 12 observaciones, es decir se construye una media móvil de 12 meses. Paralelamente se adiciona el cálculo de un cociente entre la media y el desvío, al que vamos a llamar *precio del riesgo*<sup>13</sup>; este nos arroja un resumen de la relación Rendimiento/Riesgo que tuvo el papel en el último año (ver la tabla citada anteriormente, en los Anexos).

Como se mencionó oportunamente, se decide calcular un promedio móvil de 12 rendimientos mensuales. Esta metodología fue utilizada, con el propósito de buscar captar un período de datos que sea suficientemente amplio (si consideramos un comportamiento del mercado “relativamente normal”, es decir sin grandes “convulsiones”), pero que al mismo tiempo no pierda dinamismo, buscando incorporar la nueva información que se deriva de los precios recientes, desechando parte de la información pasada (aquella que supera los 12 meses de antigüedad). Por otra parte, no se decide tomar un periodo de media móvil superior a los 12 meses, debido a que se estaría perdiendo precisión en la estimación del valor medio. Es importante destacar que en el trabajo se hace un cambio en la metodología, respecto de la frecuencia de la media móvil utilizada a partir del 2T-08, en este caso se decide usar hasta el fin del periodo (3T-09), la información recogida de sólo 3 meses atrás (a modo ilustrativo ver tabla 2 en los Anexos), esto será justificado posteriormente, pero en principio se decide adoptar esa medida para contemplar *únicamente* los datos “más recientes” que arrojan los precios y de esta manera, buscar una mayor precisión en la aproximación del valor medio, es decir, se intenta reducir la incertidumbre.

En cuanto al cálculo del rendimiento y riesgo del portafolio, se utiliza la media aritmética y el desvío estándar (también aritmético) como medidas aproximadas. El rendimiento de la cartera resulta de un promedio ponderado de las participaciones de los distintos papeles, multiplicados por el retorno medio de cada uno. Para el cálculo del desvío del portafolio, primero se procede a calcular su varianza y luego se le aplica la raíz cuadrada. La varianza del portafolio fue calculada utilizando la matriz de varianzas y covarianzas de los retornos, multiplicada por las participaciones de las distintas acciones que componen la cartera (para más detalles sobre el cálculo estadístico de la varianza de una cartera, remitirse a la sección *marco teórico*). Otro punto importante a

---

<sup>13</sup> Este cociente, posteriormente será de gran importancia para determinar la composición óptima de nuestra cartera ex-ante, y será el criterio de decisión utilizado al final del estudio para que el inversor tome su decisión de inversión.

mencionar en cuanto al herramental de análisis de datos, es la utilización de un Solver<sup>14</sup> de Excel para maximizar la relación Rendimiento/Riesgo (o el cociente que llamamos *precio del riesgo*) de la cartera.

### **Composición de la cartera óptima y revisión de la misma**

El método para armar la cartera óptima (ex-ante), fue descripto anteriormente cuando se mencionó la utilización del Solver para seleccionar las proporciones óptimas de cada papel dentro de una cartera que obtiene el máximo de la relación Rendimiento/Riesgo. Como se dijo, estas carteras son óptimas ex-ante, ya que en base a la información pasada que arrojan los precios de los activos, cada especie ocupa una posición tal, que maximiza el *precio del riesgo* del portafolio. Esto no significa necesariamente, que las carteras conformadas de esta manera sean óptimas ex-post, pero suponiendo *eficiencia débil de mercado*, y que existe un *proceso de reversión a la media* para una serie de datos histórica, se decide utilizar esta regla técnica para constituir nuestra cartera al inicio de cada trimestre, manteniéndola intacta hasta el próximo; en dicho momento se procederá a una revisión de la misma, en base a la nueva información que se incorpore (a través de los nuevos precios).

Como se apuntó oportunamente, la composición de la cartera se revisa en forma trimestral, añadiendo los nuevos retornos de los activos y desechando parte de la información pasada (media móvil de 12 meses desde el 1T-04, y de 3 meses a partir del 2T-08). La revisión no solo implica el re-cálculo de los retornos medios y desvíos de los papeles, sino también el filtrado en la preselección de acciones, esto se debe a que la composición del índice Merval también se revisa trimestralmente, por lo tanto en cada trimestre las acciones que se tengan en cuenta al momento de evaluar la posibilidad de integrar el portafolio estarán sujetas a ese primer filtrado que fue detallado en el primer apartado de esta sección.

### **Metodología de inversión y perfil del inversor**

Para realizar el estudio, se decidió considerar la existencia de una riqueza inicial de \$1, la cual se invierte en las proporciones óptimas que nos arroja nuestra regla

---

<sup>14</sup> Esta herramienta, se encarga de optimizar el valor de una celda objetivo (que contiene el cociente Rendimiento/Riesgo), a través de un proceso iterativo, cambiando el contenido de una serie de celdas (las celdas que muestran la participación de cada papel en la cartera), sujeto a ciertas restricciones (que las participaciones de activos en el portafolio sean positivas y su sumatoria = 1).

técnica de inversión<sup>15</sup>, esa cartera (que se encuentra valuada a los precios de cierre de las acciones al inicio del primer día hábil de cada trimestre) se mantiene a lo largo de los 3 meses y se liquida (en realidad se valúa), al final de ese periodo (nuevamente se utilizan los precios al cierre del último día hábil del trimestre). La diferencia entre la valorización de la cartera al cierre del trimestre y el \$1 invertido, es nuestro retorno trimestral; que se va acumulando a lo largo de los 23 trimestres de estudio, es decir entre el 1T-04 y el 3T-09<sup>16</sup>. Esta estrategia de invertir \$1 en cada trimestre, y luego acumular las ganancias o pérdidas, está versada sobre un supuesto de comportamiento de un hipotético inversor adverso al riesgo, motivo por el cual no se utiliza otra estrategia alternativa, como podría ser: la reinversión total de la riqueza acumulada al inicio de cada periodo.

---

<sup>15</sup> Que resulta de la aplicación del Solver en la planilla de cálculo.

<sup>16</sup> Recordemos que se decide como punto de corte de la recolección de información, el 2T-09, pero la cartera correspondiente a la incorporación de estos últimos precios, es decir, la cartera del 3T-09, se valúa con los precios de cierre del trimestre posterior, más precisamente con las cotizaciones al 30/09/09.

## Observaciones y comentarios del estudio

### Evolución del rendimiento de la cartera a lo largo del periodo de estudio

A lo largo del periodo de estudio (2004/3T-09), se puede apreciar una primer etapa alcista, una segunda etapa bajista, y una última nuevamente alcista (rebote). En este apartado se intenta comentar la evolución del rendimiento de la cartera, y la mayor o menor diversificación de la misma. Para una síntesis gráfica de dicha evolución, ver gráficos 1 y 2 en los Anexos.

La cartera inicial (que se arma a principios del 2004), se compone de solo 3 activos y arroja un rendimiento trimestral del 0,4%; para el 2T se amplía la diversificación (se incluyen 7 papeles) y cae en un 16,86%; sin embargo a partir del 3T-04, se observa un rebote, obteniendo un rendimiento del 31,4%, con bajo nivel de diversificación (4 acciones), y desde allí comienza un rally alcista que se extiende hasta el 3T-05, acumulando hasta ese momento un retorno total de cartera del 104,57%, con un pico de ganancias del 52,37% en este último trimestre; también se destaca en este subperiodo un muy bajo nivel de diversificación (entre 2 y 4 papeles). Luego en el 4T-05 se detiene el rally alcista, con una caída en el retorno trimestral del 13,2%, en este caso, nuevamente nuestra herramienta técnica de diversificación (Solver), indica una composición de cartera más amplia (7 papeles). Posteriormente, se destaca un periodo de baja diversificación y de alternancia entre pérdidas y ganancias, que se extiende durante todo el 2006, sin embargo en este año se observa un fuerte repunte en los retornos del portafolio para el último trimestre (36,95%). Este evento inaugura un próspero periodo de ganancias (78,16% acumulado entre el 4T-06 y el 4T-07), con un nivel de diversificación creciente (de 3 papeles en el 4T-06, a 6 en el 4T-07), que se extiende durante todo el 2007.

A partir del año 2008, los coletazos de la crisis de las hipotecas sub-prime, se empiezan a reflejar en los mercados bursátiles del mundo, y naturalmente en el mercado local<sup>17</sup>, es así como se comienza a observar un prolongado periodo de acumulación de pérdidas en nuestro portafolio (-77,95%, que prácticamente anula las ganancias tomadas en el periodo mencionado anteriormente), que se extiende hasta el 1T-09. Es importante

---

<sup>17</sup> Vale mencionar, que el presente trabajo no busca darle una explicación a la variación de los rendimientos de la cartera analizando todos los efectos macroeconómicos que pudieron haber influido, sin embargo resulta pertinente mencionar este acontecimiento en líneas generales para poder entender la débil performance que experimenta nuestro portafolio (y en general), todas las especies que componen el índice Merval.

mentar que a partir del 2T del 2008, se cambia la frecuencia de los datos de análisis, pasando de una media móvil de 12 meses a otra de 3 meses. Como se mencionó oportunamente en la sección *metodología y desarrollo empírico*, se quiere buscar reducir la incertidumbre<sup>18</sup> tomando una frecuencia de datos más pequeña, ponderando así en mayor medida la información reciente que arrojan los nuevos precios; sin perjuicio de lo expuesto aquí, en el próximo apartado se dará una explicación “más pragmática” del cambio en el uso de la media móvil y de la creación de esta nueva regla técnica para diversificar la cartera.

El tercer periodo que se detecta en el estudio puede catalogarse como un periodo de repunte bursátil, comenzando en el 2T-09, extendiéndose hasta el cierre de nuestro horizonte de análisis (3T-09), con 2 trimestres consecutivos de ganancias (26,32% y 10,66%), y un nivel de diversificación medio-bajo (de 5 papeles a 3).

### **Cambio de la media móvil utilizada (creación de nueva regla técnica) y otros modelos experimentados**

El trabajo original fue planteado usando una frecuencia de datos (móvil) de un año (por los motivos ya mencionados anteriormente). Sin embargo, más allá de los resultados obtenidos para ese primer modelo, se probó con otras frecuencias alternativas (9 meses, 6 meses y 3 meses). Como también se observó en el apartado anterior, en el trabajo original se puede inferir la existencia de un punto de quiebre en las tendencias del mercado; en general, este lo podemos situar entre el último trimestre de 2007 y primero del 2008. Es a partir de esta anomalía, que se decide observar en forma más detallada la performance de los modelos alternativos, ideando alguna regla técnica de decisión que nos aporte cierta flexibilidad al momento de conformar nuestra cartera de inversión. De los modelos analizados, claramente se deduce que la media móvil de 3 meses logra un mejor ajuste para la relación Rendimiento/Riesgo ex-ante, puesto que al reducirse la cantidad de meses que se toman en cuenta, disminuye notablemente el desvío del portafolio (ver resumen de los 4 modelos, a partir de 1T-07, en tabla 3 de los Anexos). Esta mejora en el *precio del riesgo* de la cartera ex-ante, puede comprobarse ex-post al observar los rendimientos trimestrales del portafolio en los 4 modelos

---

<sup>18</sup> Esto se puede observar en la reducción del desvío de la cartera óptima ex-ante, cuando se pasa de la media móvil de 12 meses a la de 3. Ver tabla 3 (de carteras óptimas ex-ante) en los Anexos.

propuestos (ver comparación de rendimientos para este periodo, en tabla 4 de los Anexos).

Frente a esta importante observación, se intenta mejorar el desempeño de la cartera, a través de la combinación del modelo original y el de la media móvil de 3 meses, implementándose este último a partir del 2T-08. De esta forma se crea una nueva regla de decisión (priorizando la información reciente en momentos considerados como “turbulentos” para el mercado bursátil), que permite optimizar el rendimiento total de la cartera<sup>19</sup> para todo el periodo de estudio, obteniendo un rendimiento superior al que arroja el mercado para el mismo lapso.

### **Limitaciones del modelo y de los datos utilizados**

En primer lugar el trabajo está basado en la recolección de series de precios históricos, y no incorpora ningún indicador de expectativas del mercado, ni información pública o privada que pueda surgir (excepto la evidente crisis bursátil que se refleja en los precios de las acciones hacia fines de 2007). Por el contrario, el modelo se vale únicamente de la información que arrojan los precios pasados, suponiendo la existencia de eficiencia de mercado en sentido débil, comportamiento normal de la distribución de los retornos, y de un proceso de reversión a la media en la serie histórica de precios.

Por otra parte se reconoce que se trata de un modelo bastante simple<sup>20</sup>, que tiene por objeto diversificar el riesgo de un portafolio y ofrecer una alternativa más rentable a la cartera de mercado (que en este caso se aproxima a través del índice Merval). Los resultados finales que arroje el modelo serán utilizados a los fines meramente comparativos y descriptivos de una situación pasada, que a la vez servirán para elaborar reglas de decisión concretas en el futuro, para la confección de carteras de inversión.

Algunas limitaciones de la recolección de datos propiamente dicha, tienen que ver con la antigüedad de los mismos, tal es el caso de ciertas especies que se incorporan en determinados momentos, y si bien se encontraban dentro de la composición del índice Merval, estas no podían ser usadas hasta que no tuvieran una frecuencia mínima histórica de un año (para el caso de la media móvil de 12 meses).

---

<sup>19</sup> La decisión de adoptar la regla técnica de la media móvil de 3 meses, empieza en el 2T-08, usando los datos del 1T-08, reflejando cierto retraso en la adopción de la mencionada regla técnica. Sin embargo, se puede observar que si la misma se adopta 3 trimestres antes, los resultados son aun mejores (el rendimiento de la cartera al final del periodo puede alcanzar el 5,72% trimestral).

<sup>20</sup> En la realidad bursátil se utilizan técnicas y software más sofisticados, incorporando muchos elementos de análisis técnico que aquí no están presentes, que permiten tener un mejor panorama de la evolución de los precios de mercado en el día a día.

Otra limitación del modelo puede recaer sobre el periodo de tiempo utilizado para revisar la cartera y tomar decisiones de compra y venta. Tres meses para tomar una decisión puede ser un periodo muy prolongado en el mercado bursátil, y seguramente no sea un buen criterio para maximizar las ganancias y minimizar las pérdidas de un portafolio en el corto plazo. Sin embargo, el objetivo del trabajo apunta a elaborar una regla técnica de decisión de inversión, casi automática, que siguiendo ciertos lineamientos del mercado (por ejemplo, la revisión trimestral de la composición del índice Merval), permita superarlo en la relación Rendimiento/Riesgo.

Por último es importante aclarar que al momento de conformar las carteras y recomponerlas trimestre a trimestre, no se tuvieron en cuenta los costos de transacción que se derivan de la operatoria bursátil, lo cual debería ser tenido en cuenta si este modelo desea ser llevado a la práctica<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Este ejercicio de incorporar los costos de transacción en cada trimestre, no sugiere demasiadas complicaciones, pero para este estudio no se han considerado. En el plano teórico y para mayor simplicidad podemos suponer mercados perfectos y sin fricciones.



## Conclusiones finales y posibles extensiones del trabajo

Este último apartado está dedicado a aquellas conclusiones finales que se derivan del estudio realizado, y también se mencionan las posibles extensiones que se podrían hacer al mismo. Antes que nada, se deben presentar y comentar los resultados numéricos finales que arrojó el estudio.

Evaluando todo el periodo, que va desde el 1T-04 hasta el final del mismo, es decir, considerando los precios de cierre del 3T-09, la cartera propia rinde un 5,60% trimestral (retornos aritméticos), mientras que el índice Merval se ubica en un 3,20% trimestral, evidenciando un spread de 2,4 puntos porcentuales. En cuanto al desvío aritmético de los retornos, para el primero es de 19,52% y para el segundo de 17,36%. Concluyendo con una relación de Media/Desvío de 0,2869 y 0,1843 respectivamente; por lo cual si tomamos este indicador como elemento de decisión<sup>22</sup> para la inversión de nuestra riqueza inicial, resulta conveniente invertir en la cartera propia. Ver el cuadro sintético de la comparación de inversiones en cuadros 1, 2 y 3 de los Anexos.

Una conclusión interesante del trabajo, es la posibilidad de diseñar un mecanismo simple y a la vez sencillo para conformar carteras óptimas (ex-ante), basándonos en la optimización de la relación Media/Desvío del portafolio<sup>23</sup>, que luego pueden ser efectivas ex-post. También se deriva del estudio, la necesidad de considerar la utilización de varios modelos simultáneos y la combinación eficiente de los mismos, según las circunstancias sistémicas por las que pase el mercado.

En el modelo original (media móvil de 12 meses), se pudo observar cierta consistencia entre el experimento realizado y la hipótesis de eficiencia de mercado, hecho que fue refutado cuando se decide incorporar la creación de una nueva regla técnica de decisión, al utilizar la media móvil de 3 meses. Esta decisión ya fue fundada oportunamente en las secciones precedentes, pero es importante tener en cuenta el cambio drástico que produce en el rendimiento total de la cartera al final del periodo cuando se decide incorporar esta nueva regla técnica. Para una ilustración comparativa de los modelos utilizados ver tablas 4 y 5<sup>24</sup>, y gráficos 3 y 4, en Anexos.

---

<sup>22</sup> Con la salvedad que se hizo en el apartado anterior respecto a la no consideración de los costos de transacción, hecho que podría modificar los resultados finales, una vez incorporados.

<sup>23</sup> En lo personal, considero que es un modelo sencillo para alguien que quiera iniciarse en la teoría y la aplicación de la teoría de diversificación de portafolio.

<sup>24</sup> Esta tabla compara, los resultados finales que arrojan por separado el modelo de 3 y 12 meses, con el que se obtiene de la combinación de ambos.

En cuanto a las extensiones de este trabajo, considero que aún dentro de la simplicidad que lo caracteriza, se le pueden realizar varios ajustes, de modo que tenga una mayor aplicación empírica. Tales ajustes están relacionados con la incorporación de los costos de transacción; revisión de la cartera cada intervalos más estrechos (ej. bimensual, mensual, semanal), según lo exija el clima bursátil<sup>25</sup>; una mayor diversificación de cartera, incluyendo activos más conservadores como títulos de renta fija, cheques de pago diferido, monedas y otros activos financieros. Por otra parte, también se puede contrastar el desempeño de la cartera propia (rendimiento/riesgo) con la evolución de algún otro activo, como puede ser un *commoditie*.

Un punto interesante a desarrollar en un próximo trabajo, es la extensión del periodo de estudio, con el objeto de contrastar la efectividad del modelo; utilizando la combinación de la media móvil de 12 y 3 meses, según la que se adapte mejor a la circunstancia bursátil que se atravesase<sup>26</sup>. Junto con este punto, sería interesante poder demostrar económicamente la existencia de un punto de quiebre en el periodo estudiado (a partir del cual se decide cambiar la regla técnica de decisión en la composición de la cartera), ya que esto no está demostrado en el trabajo, sino que se apela simplemente a la intuición y a los resultados que se observan al contrastar 2 modelos (media móvil de 12 meses y de 3 meses).

Por último, también sería interesante extrapolar la metodología de este trabajo a mercados bursátiles más desarrollados, y contrastar los resultados con la hipótesis de eficiencia de mercado (comprobar si existen o no *free lunch*).

---

<sup>25</sup> De esta manera se le incorporaría al trabajo mayor flexibilidad para la toma de decisiones, por parte del inversor o el portfolio manager, incorporando más elementos técnicos de carácter subjetivo.

<sup>26</sup> En este caso se espera, que la media móvil de 12 meses tenga un mejor desempeño en periodos “normales”, mientras que la de 3 meses la supere en momentos “turbulentos”.

## Anexos

**Tabla 1:** Matriz de retornos mensuales, para el año 2003 (media móvil de 12 meses).

Rendimientos y otros calculos													
Periodo	Merval	GGAL	PC/PBE	TECO2	ACIN	BSUD (BMA)	TS	FRAN	TGSU2	INDU	MOLI	COME	ERAR
2003-01	0,0474	0,0714	-0,0089	0,2663	-0,0119	-0,1761	-0,0045	0,2077	-0,0364	-0,0876	0,0752	0,4500	0,0256
2003-02	0,0800	0,0800	0,0493	0,2150	0,1687	0,1795	0,1400	0,0764	0,2170	0,0169	-0,0583	0,0000	0,1833
2003-03	-0,0461	-0,0123	-0,1154	-0,1654	0,2474	0,0797	-0,0854	-0,0533	-0,0543	0,0167	-0,0515	-0,1724	0,0690
2003-04	0,1227	0,0500	0,0048	0,4562	0,4132	0,1544	-0,0365	0,0833	0,3607	-0,0601	0,0283	0,2292	0,0804
2003-05	0,0666	0,0714	-0,0144	0,0127	0,3509	-0,0407	0,0152	-0,0385	-0,0181	0,1570	-0,0317	0,1186	0,0366
2003-06	0,1287	0,4222	0,1561	0,1688	0,0303	0,2606	0,0746	0,1600	0,0859	0,1608	0,1659	-0,3333	-0,0659
2003-07	-0,0134	-0,0156	-0,0295	0,0053	0,0084	0,0048	0,0278	-0,0397	-0,0056	0,0519	-0,1086	-0,0909	0,0202
2003-08	-0,0556	-0,0159	-0,0174	-0,0771	-0,0375	-0,0909	0,0230	-0,0934	-0,0511	-0,0782	-0,0672	-0,1750	-0,0160
2003-09	0,1603	0,2016	0,1593	0,0951	0,1602	0,1000	0,0436	0,2139	0,1198	0,0625	0,0631	0,3939	0,3363
2003-10	0,1235	0,1812	0,0191	0,1711	0,1567	0,1770	-0,0013	0,0571	0,0053	-0,0126	0,0487	0,3478	-0,0423
2003-11	0,0717	0,0341	0,0599	0,0427	0,1581	0,1423	0,0241	-0,0201	0,1596	0,0468	0,0020	0,0161	0,1275
2003-12	0,0757	0,1099	0,1802	0,0647	-0,0390	0,0391	0,2129	0,3386	0,2156	0,1626	0,0585	-0,1746	0,3478
Media	6,35%	9,82%	3,69%	10,46%	13,38%	6,91%	3,61%	7,44%	8,32%	3,64%	1,04%	5,08%	9,19%
Varianza	0,45%	1,41%	0,73%	2,50%	2,07%	1,47%	0,56%	1,62%	1,63%	0,73%	0,55%	6,04%	1,69%
Desvio	6,68%	11,87%	8,52%	15,82%	14,38%	12,14%	7,50%	12,71%	12,75%	8,56%	7,41%	24,58%	12,99%
Precio del Riesgo	0,9495	0,8270	0,4336	0,6613	0,9306	0,5694	0,4815	0,5850	0,6526	0,4251	0,1398	0,2067	0,7070

Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Tabla 2:** Matriz de retornos mensuales, para el 1T-08 (media móvil de 3 meses).

Periodo	Merval	GGAL	PC/PBE	TECO2	ACIN	BSUD (BMA)	TS	FRAN	ERAR	PAMP	ALUA	APBR	MOLI	BPAT	EDN
2008-01	-0,0671	-0,1174	-0,0333	-0,1049	-0,0675	-0,0221	-0,0967	-0,0769	0,0898	-0,0864	-0,0881	-0,0414	0,0711	-0,2026	-0,0319
2008-02	0,0772	0,1478	0,0027	0,1328	-0,0533	0,0226	0,1260	0,0897	-0,0037	0,1171	0,0781	0,0879	0,1460	0,0482	-0,0299
2008-03	-0,0270	-0,1073	-0,0212	-0,0690	-0,0241	0,0571	0,1203	-0,0824	-0,0376	-0,0282	0,0190	-0,1152	-0,1506	-0,1840	-0,0401
Media	-0,57%	-2,56%	-1,73%	-1,37%	-4,83%	1,92%	4,98%	-2,32%	1,62%	0,08%	0,30%	-2,29%	2,22%	-11,28%	-3,40%
Varianza	0,37%	1,51%	0,02%	1,09%	0,03%	0,11%	1,07%	0,64%	0,29%	0,73%	0,47%	0,70%	1,59%	1,30%	0,00%
Desvio	6,08%	12,27%	1,49%	10,46%	1,80%	3,24%	10,37%	7,99%	5,39%	8,56%	6,88%	8,40%	12,59%	11,41%	0,44%
Precio del Riesgo	-0,0932	-0,2089	-1,1563	-0,1308	-2,6774	0,5925	0,4808	-0,2902	0,2998	0,0096	0,0431	-0,2731	0,1761	-0,9884	-7,6984

Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Gráficos 1 y 2:** Evolución de los retornos acumulados de la cartera propia.



Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar



Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Tabla 3:** Comparación de los modelos ex-ante, para el periodo 1T-07/3T-09.

Periodo	Modelo 12 meses			Modelo 9 meses			Modelo 6 meses			Modelo 3 meses		
	Media	Desvio	Rend/Riesgo	Media	Desvio	Rend/Riesgo	Media	Desvio	Rend/Riesgo	Media	Desvio	Rend/Riesgo
1T-07	3,53%	5,11%	0,6908	3,57%	5,03%	0,7097	8,86%	3,62%	2,4475	10,71%	0,00%	12033,7079
2T-07	3,77%	4,34%	0,8687	5,70%	2,43%	2,3457	6,74%	0,39%	17,2821	6,57%	0,01%	657,0000
3T-07	4,43%	3,47%	1,2767	5,39%	2,72%	1,9816	3,85%	0,60%	6,4167	5,42%	0,04%	135,5000
4T-07	5,56%	3,43%	1,6210	3,70%	2,20%	1,6818	7,49%	2,99%	2,5050	7,23%	0,14%	51,6429
1T-08	4,85%	3,76%	1,2899	7,76%	4,44%	1,7477	6,69%	3,69%	1,8130	7,82%	4,49%	1,7416
2T-08	7,55%	9,06%	0,8333	6,14%	9,60%	0,6396	6,33%	13,09%	0,4836	2,04%	0,06%	34,0000
3T-08	4,13%	6,17%	0,6694	3,56%	6,06%	0,5875	5,70%	4,32%	1,3194	9,64%	0,00%	13771,4286
4T-08	1,09%	8,93%	0,1221	0,61%	7,20%	0,0847	0,11%	7,90%	0,0139	1,04%	0,00%	346,6667
1T-09	0,66%	14,04%	0,0470	0,14%	14,46%	0,0097	1,04%	15,57%	0,0668	3,24%	14,96%	0,2166
2T-09	-0,96%	12,86%	-0,0747	-0,67%	14,76%	-0,0454	-0,52%	11,65%	-0,0446	6,09%	0,00%	2768,1818
3T-09	4,32%	22,04%	0,1960	4,67%	15,89%	0,2939	16,65%	5,11%	3,2583	8,53%	0,01%	853,0000

Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Tabla 4:** Comparación de los modelos probados, para el periodo 1T-07/3T-09.

Periodo	Modelo 12 meses		Modelo 9 meses		Modelo 6 meses		Modelo 3 meses	
	Ret. Trim	Ret. Acum	Ret. Trim	Ret. Acum	Ret. Trim	Ret. Acum	Ret. Trim	Ret. Acum
1T-07	0,1070	1,3921	0,1066	0,5461	0,1150	0,7336	0,1159	1,0440
2T-07	0,1287	1,5208	0,0804	0,6265	-0,0241	0,7094	-0,0261	1,0179
3T-07	0,0425	1,5633	0,0428	0,6693	0,0180	0,7274	0,0608	1,0786
4T-07	0,1339	1,6972	0,0432	0,7124	0,1029	0,8303	0,1517	1,2303
1T-08	-0,0656	1,6316	-0,0641	0,6483	-0,0641	0,7662	-0,0749	1,1554
2T-08	-0,2078	1,4238	-0,2505	0,3978	-0,3182	0,4480	-0,0496	1,1059
3T-08	-0,2433	1,1805	-0,2332	0,1646	-0,2738	0,1742	-0,2464	0,8595
4T-08	-0,4487	0,7318	-0,4487	-0,2841	-0,4487	-0,2745	-0,2756	0,5839
1T-09	-0,1423	0,5895	-0,1423	-0,4264	-0,1275	-0,4020	-0,1423	0,4416

2T-09	-0,0789	0,5106	-0,0789	-0,5052	-0,0789	-0,4809	0,2632	0,7049
3T-09	0,4043	0,9149	0,1708	-0,3344	0,0870	-0,3938	0,1066	0,8115

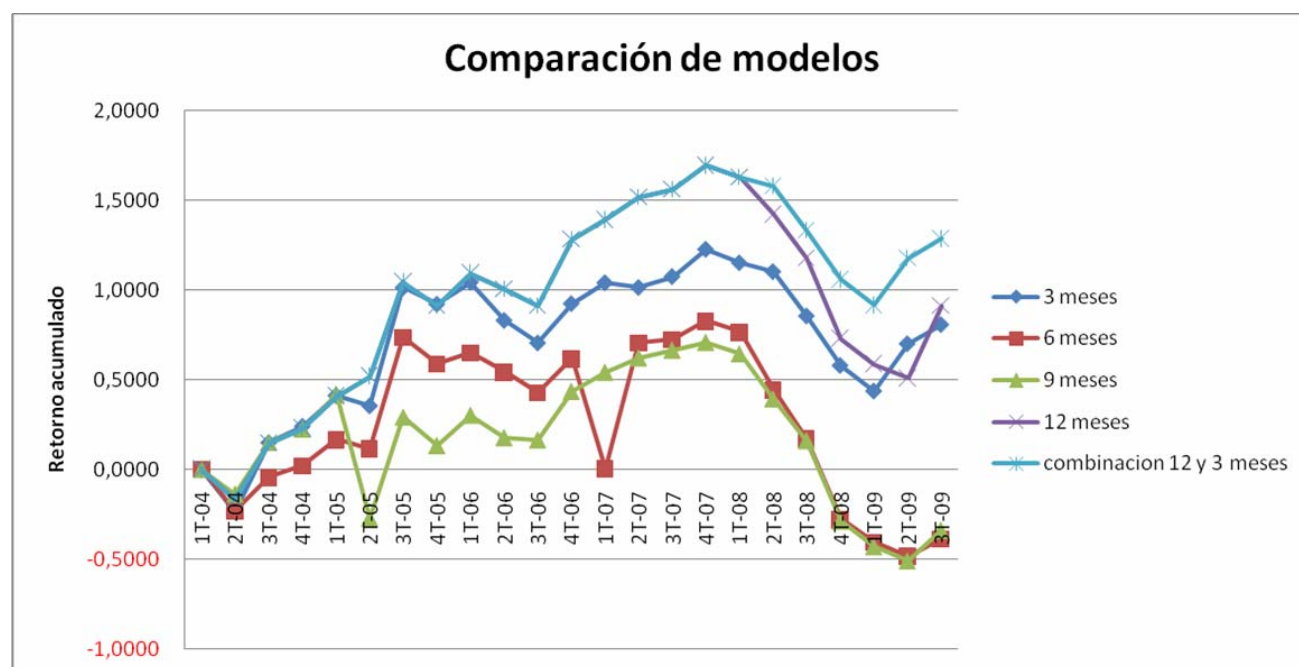
Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Tabla 5:** Comparación de inversiones (índice, 12 meses, 3 meses y combinación).

	Modelo 12 meses	Modelo 3 meses	Indice Merval	Combinacion de 12 y 3 meses
Media Aritmetica	3,98%	3,53%	3,20%	5,60%
Desvio Aritmetico	22,51%	21,52%	17,36%	19,52%
Rendimiento/ Riesgo	0,1767	0,1636	0,1843	0,2869

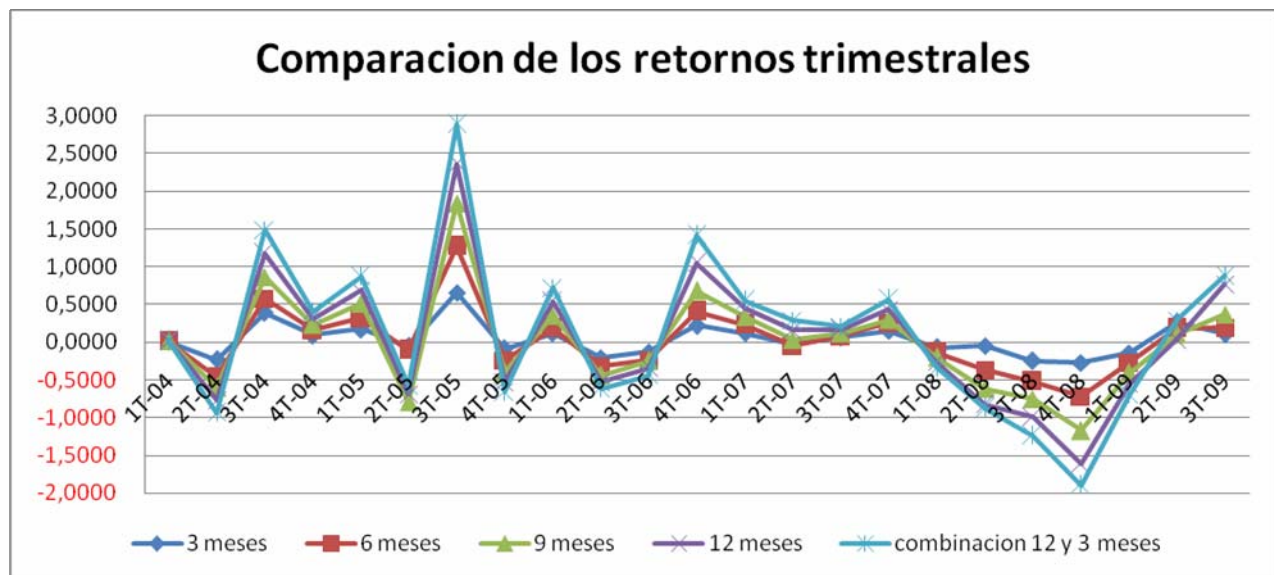
Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Grafico 3:** Comparación de los retornos acumulados, para los modelos probados



Fuente: elaboración propia, en base a datos de Bolsar.com.ar

**Grafico 4:** Comparación de los retornos trimestrales para cada modelo



**Cuadros 1, 2 y 3:** Comparación de inversiones para todo el periodo (1T-04/3T-09)

#### Media aritmetica

Indice Merval	Cartera Propia
3,20%	5,60%

#### Desvio de los retornos

Indice Merval	Cartera Propia
17,36%	19,52%

#### Precio del Riesgo

Indice Merval	Cartera Propia
0,1843	0,2869

Fuente: elaboración propia en base a datos de Bolsar.com.ar

## **Bibliografía y fuentes consultadas**

- Copeland, Thomas E., Weston J. Fred & Shastri Kuldeep. “*Financial Theory and Corporate Policy*”, Fourth Edition. Ed. Pearson Addison Wesley.
- Markowitz, H. M., “*Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment*” (Cowles Foundation Monograph 16). Yale University Press, New Haven, Conn., 1959.
- Series históricas de precios de acciones del panel Merval, provistas por la base de datos de Bolsar.com.ar.
- Apuntes del curso de posgrado “*Teoría Financiera y Finanzas Corporativas*”. Departamento de Economía, UNS. Año 2009.